



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

MPH2

**MATHEMATIK-PHYSIK IN DER 2. KLASSE
REALGYMNASIUM KOORDINIERT UNTERRICHTEN**

Waltraud Knechtl, Christa Preis, Gerhard Rath, Norbert Steinkellner

BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz

Graz, 2010

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG.....	4
1.1	Ausgangslage	4
1.2	Ziele	4
1.3	Bezüge zum Grundbildungskonzept.....	4
1.4	Bereiche der Koordination.....	5
1.5	Ablauf des Projekts	6
2	KOORDINATION IN DER PRAXIS	7
2.1	Projekttagbuch.....	7
2.2	Koordinierte Jahresplanung	9
2.3	Volumen – Dichte – Schwimmen und Sinken.....	11
2.4	Zuordnungen und Proportionen.....	13
3	EVALUATION	18
3.1	Konzeption	18
3.2	Ergebnisse	18
4	ZUSAMMENFASSUNG UND RESÜMEE	28
5	LITERATUR	30
6	ANHANG.....	31
6.1	Lehrplanvergleich 2. Klasse Mathematik-Physik	31
6.2	Kompetenzen im Bereich „Bewegungen“	33
6.3	Einstiegsfragebogen zu Schwimmen und Sinken	34
6.4	Eigenschaften schwimmender Gegenstände.....	35
6.5	Versuchsvorlage: Gewicht und Verdrängung	36
6.6	Versuchsvorlage: Das Gesetz von Archimedes.....	37
6.7	Lernzielkontrolle aus Physik	38
6.8	Stationenbetrieb „Zuordnungen“	39
6.9	Aufgaben zum Thema Verkehr	53

ABSTRACT

Schulstufe: 6
Fächer: Mathematik, Physik
Kontaktperson: Dr. Gerhard Rath (gerhard.rath@brgkepler.at)
Kontaktadresse: BRG Keplerstraße 1, 8020 Graz
Webseiten <http://rath.brgkepler.at/imst/>

Das Ziel dieses Projektes war die Koordination der Unterrichtsfächer Mathematik und Physik in der zweiten Klasse eines Realgymnasiums, mit besonderer Beachtung grundbildungsrelevanter Inhalte und Fertigkeiten sowie den bis zur 8. Schulstufe in beiden Fächern zu erreichenden Handlungskompetenzen. Fächerübergreifende Elemente kamen auf verschiedenen Ebenen zum Einsatz:

- Bei der Planung: Gemeinsame Jahresplanung und koordinierte Unterrichtsinhalte
- Beim Erstellen von Materialien: Gemeinsame Aufgabenstellungen in fächerverbundenen Unterrichtsstunden und in Stationenbetrieben
- Beim Unterricht selbst: koordinierte und gemeinsame Sequenzen
- Bei der Leistungsbeurteilung: Fächerübergreifende Aufgabenstellung bei einer Mathematik-Schularbeit.

Den zentralen Inhalt stellte der Bereich Zuordnungen – Proportionen – graphische Darstellungsformen dar.

Die Evaluation des Projektes zeigt eine gute Rezeption und Akzeptanz seitens der Schülerinnen und Schüler, einen nachvollziehbaren Grundbildungs- und Kompetenzerwerb, andererseits aber auch deutlich die vorhandenen Verständnisgrenzen in dieser Altersgruppe.

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

In den Jahren 2004 - 2008 haben wir eine Serie von IMST-Projekten in der Oberstufe des Realgymnasiums durchgeführt, wobei es um die Koordination von Mathematik und Physik ging. Die Vorteile und der Mehrwert der Zusammenarbeit wurde nicht zuletzt in der Evaluation deutlich, genauso aber die Zunahme der fachlichen Komplexität in beiden Fächern, welche die Koordination eher erschwert hat. (Knechtl/Rath 2008)

Im Zuge dieser Projekte wurde uns immer klarer, dass die Koordination bereits in der Unterstufe beginnen sollte. Da Waltraud Knechtl und Christa Preis in diesem Schuljahr in zwei 2. Klassen Mathematik unterrichteten, ergriffen wir diese Chance zur Projektdurchführung.

1.2 Ziele

Das Projekt soll die organisationsbedingte Fächertrennung überwinden helfen und gegenseitige Potenziale nutzen. Allgemeine Ziele für Schülerinnen und Schüler:

- Erfahren von Sinn und Anwendungen mathematischer Methoden und Techniken in der Physik.
- Verständnis für Zusammenhänge, Ähnlichkeiten und Unterschiede der Zugänge beider Fächer entwickeln.
- Überwindung der Schubladisierung der Fächer und Verknüpfung des Wissens aus Mathematik und Physik.

Ein die Aufgaben betreffendes Grundanliegen war die Integration der Handlungskompetenzen aus Mathematik und Physik (vgl. Bildungsstandards für die Schulstufe 8 sowie 1.4), die in fächerübergreifende Beispiele umgesetzt werden sollten.

1.3 Bezüge zum Grundbildungskonzept

Die Projektarbeit zielte nicht auf neue oder spezielle Inhalte, sondern durch die Kompetenzorientierung auf grundbildungsrelevante Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen. Dazu zählen für uns:

- Gewinnen und Analysieren von Daten,
- Erstellen und Interpretieren von Diagrammen,
- Denken in Proportionen und funktionalen Zusammenhängen,
- Umformen und Interpretieren von Formeln,
- Verstehen und Anwenden mathematischer Konzepte und Darstellungsmethoden in verschiedenen praktisch-physikalischen Zusammenhängen.

Die Schülerinnen und Schüler sollten „An authentischen Problemen und anwendungsbezogen lernen“ sowie „Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen“. Explizit befassten wir uns mit "Fachlichen und überfachlichen Zusammenhängen, die quer zur Fachsystematik liegen" und mit der "Auseinandersetzung mit Schülervorstellungen, Begriffsbildung und Umgang mit Fachsprache" – das alles sind Formulierungen aus dem Grundbildungskonzept.

1.4 Bereiche der Koordination

Im Blickpunkt der Koordination stand vor allem die Verknüpfung von mathematischen und naturwissenschaftlichen **Kompetenzen**, weniger die inhaltliche Koordination zwischen den Fächern. Zu letzterer führten wir nur im November/Dezember eine koordinierte Sequenz in der 2.a-Klasse zu den Themen Volumen, Hohl- und Raummaße (Mathematik) in Verbindung mit Dichte, Schwimmen und Sinken (Physik) durch.

Als zentrale Kompetenz, auf die unsere Koordination abzielte, kristallisierte sich die Darstellung und Interpretation von Vorgängen und Phänomenen heraus. Folgende Handlungsebenen des Kompetenzmodells sind damit im Blick:

Mathematik	Physik
<p>H1 Darstellen und Modellbilden</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ einen gegebenen mathematischen Sachverhalt in eine andere Darstellungsform (tabellarisch, grafisch, symbolisch/Rechnersyntax) übertragen; zwischen Darstellungen oder Darstellungsformen wechseln ○ problemrelevante mathematische Zusammenhänge identifizieren und mathematisch darstellen <p>H2 Rechnen und Operieren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ mit und in Tabellen oder Grafiken operieren <p>H3 Interpretieren</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Werte aus Tabellen oder grafischen Darstellungen ablesen, sie im jeweiligen Kontext deuten ○ tabellarisch, grafisch oder symbolisch gegebene Zusammenhänge beschreiben und im je- 	<p>H1 Beobachten, Erfassen, Beschreiben</p> <p>H 1.2 Ich kann einfache Messungen durchführen.</p> <p>H 1.3 Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm) darstellen und erläutern.</p> <p>H2 Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren</p> <p>H 2.3 Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.</p> <p>H 2.4 Ich kann Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen), interpretieren, erklären und kommunizieren.</p> <p>(Bifie 2007)</p>

Mit dem Thema „Zuordnungen und Proportionen“ gab die Mathematik im 2. Semester den inhaltlichen Schwerpunkt vor, von Seiten der Physik wurden Beispiele und Anwendungen beige-steuert und in einem gemeinsamen Stationenbetrieb umgesetzt. Diese wurden in verschiedenen Formen der Leistungsfeststellung in beiden Fächern integriert.

1.5 Ablauf des Projekts

Eine wesentliche Vorbereitung betraf die Lehrfächerverteilung für das Schuljahr 2009/10. In dieser wurde Gerhard Rath in die Klassen von Waltraud Knechtl (2.a) und Christa Preis (2.c) als Physiklehrer gesetzt, womit der Projektantrag des Teams möglich wurde. Später übernahm Norbert Steinkellner die 2.c-Klasse aus Physik.

Erwähnt werden muss auch, dass in mehrfacher Weise Studierende des Lehramts Physik in das Projektgeschehen eingebunden waren. Im „Schulpraktischen Seminar“ wurde der Unterricht verfolgt und didaktisch begleitet. Die Studierenden versuchten fächerübergreifende Aufgaben zu erstellen, welche den Kriterien einer „neuen Aufgabenkultur“ genügen (Schecker u.a. 2008). Die Studentin Kerstin Malz wählte MPh2 als Thema für ihre Diplomarbeit. Nach Recherchen der Vorgängerprojekte und allgemeiner didaktischer Fragen rund um das Spannungsfeld Mathematik-Physik begann sie nach Weihnachten, sich konkret mit dem Projekt zu befassen.

Wir begannen nach bewährtem Muster mit Vergleichen der Lehrpläne und -bücher. In Bezug auf die Mathematik kam uns zustatten, dass Christa Preis eine der Autorinnen des entsprechenden Lehrbuchs ist (Kraker/Plattner/Preis 2008) und auch an den Bildungsstandards für Mathematik mitarbeitet. Als grobe Leitlinie entstand eine koordinierte Jahresplanung für beide Fächer (siehe Anhang).

Norbert Steinkellner war neu an das BRG Kepler gekommen und stieg mit dem Grundbildungsworkshop in das Projekt ein, daher startete die 2.c erst nach Weihnachten mit koordinierten Aktivitäten. Die 2.a wurde allerdings schon im Herbst mit der ersten fächerübergreifenden Arbeit zum Thema Volumen - Dichte - Schwimmen konfrontiert.

Das Thema Zuordnungen - Proportionen stellte den zentralen Bereich unserer Koordination dar. Es begann im Jänner mit dem entsprechenden Unterricht aus Mathematik, der aus Physik von Aufgaben und Messungen ergänzt wurde. Mit dem 2. Semester konzipierten wir einen Stationenbetrieb mit 19 Aufgaben, der in beiden Klassen innerhalb einer Schulwoche in den Physik- und Mathematikstunden durchgeführt wurde (6 Wochenstunden; in der 2c fanden noch zwei weitere Physikstunden der Folgewoche dafür Verwendung).

Zum Abschluss des Schuljahres gingen wir vom Thema „Verkehr“ aus. Im Straßenverkehr und im Schulhof wurden Messungen durchgeführt, deren Daten tabellarisch und grafisch dargestellt wurden.

Leider konnte Kerstin Malz ihre Diplomarbeit aus gesundheitlichen Gründen nicht mit dem Ende des Projekts abschließen. Sie wird möglicherweise am Nachfolgeprojekt MPh3 mitarbeiten.

1.6. Evaluationsmethoden

Die Untersuchung der Zielerreichung sollte weitgehend in Unterricht und Leistungsbeurteilung integriert werden. So wurden Monitoring-Aufgaben erstellt, die möglichst eindeutig mathematischen und physikalischen Handlungskompetenzen zuordenbar waren. Die Ergebnisse des Stationenbetriebes (Arbeitsmappen) wurden zur Kompetenzanalyse herangezogen, und für Lernzielkontrollen und Schularbeiten wurden koordinierte mathematisch-physikalische Aufgaben erstellt. In der laufenden Unterrichtsbeobachtung wurde insbesondere auf mögliche Synergien aufgrund der zeitlichen und thematischen Verknüpfung des Unterrichts geachtet. Ein Fragebogen sollte schließlich die Akzeptanz des Projektes durch die SchülerInnen, die von ihnen empfundenen Vor- und Nachteile und den Grad der erreichten Überwindung der Fächergrenzen analysieren.

2 KOORDINATION IN DER PRAXIS

2.1 Projekttagbuch

2008/09	Vorplanung von MPh2, Antragstellung.
Sept./Okt. 2009	Erstellung der koordinierten Jahresplanung für die 2.a. Information der Eltern über das geplante Projekt.
26. Okt.	Präzisierung des Grundbildungsvorhabens ist erfolgt, Planung der nächsten Schritte: Monitoring der Klassen (Kompetenzen, Einstellung zu den Fächern). Kerstin Malz wird das Projekt im Rahmen einer Diplomarbeit (Lehramt Physik) begleiten.
31.Okt.	Präzisierung Monitoring: Orientierungsaufgaben zu verschiedenen Handlungskompetenzen suchen bzw. erstellen. Planung der ersten koordinierten Sequenz in der 2a: Volumen – Dichte.
7./8.Nov.	Die gefundenen und erstellten Orientierungsaufgaben zum Thema Bewegung werden diskutiert, verbessert und auf ihre Zuordenbarkeit zu den Handlungskompetenzen hin überprüft. Christa Preis schlägt die Schwerpunktsetzung der Koordination bei den Mathematikthemen „Zuordnungen und deren grafische Darstellung“, „Koordinatensystem“ und „direkte und indirekte Proportionalität“ vor, da gerade hier fächerübergreifendes Arbeiten viel Sinn machen würde, etwa in einem Projekt „Verkehr“.
12.-14. Nov.	Norbert Steinkellner beim Grundbildungsworkshop in Wien.
Mitte/Ende Nov.	Durchführung der Orientierungsaufgaben in der 2.a. Koordination des Unterrichts in der 2.a über zwei Wochen hinweg als gezielte inhaltliche und begriffliche Hinführung auf eine gemeinsame Unterrichtseinheit zum Thema Dichte.
1./2.Dez.	Mathematisch/Physikalische Doppelstunde zum Thema Dichte in der 2.a.
Jan. 2010	Diskussion und Messung von Bewegungsarten im Physikunterricht der 2.c incl. Darstellung und Auswertung in Graphen mit ausdrücklicher Bezugnahme auf den aktuellen Unterricht in Mathematik (Themenparallelisierung).
Feb. 2010	Planung und Vorbereitung des koordinierten Unterrichts zum Thema „Zuordnungen, Graphen“(M) und „Messungen; Bewegungen“ (Ph) auf Basis der verwendeten Lehrbücher. Abklärung der Arbeitsweise (Stationenbetrieb) und Sammlung/Erstellung relevanter Aufgaben. Inhaltliche Parallelisierung des Unterrichts in M/Ph.
25. Feb.	Zwischenbericht zu MPh2 fertiggestellt.
28. Feb.	Kurs auf Moodle zum Thema Zuordnungen-Verhältnisse-Proportionen eingerichtet, mit Zugriffs- und Editiermöglichkeiten für alle Projektbeteiligten.
Anf. März	Erstellung der Aufgaben für den Stationenbetrieb (Preis, Rath).
7. März	Entscheidung, die Thematik direkte/indirekte Proportionalität weitgehend in einen zweiten Stationenbetrieb auszulagern. Dieser kam dann allerdings nicht zustande.

10.März	Mathematische Aufgaben fertig (Preis).
12.März	Physikalische Aufgaben fertig (Rath).
16.-25. März	Gemeinsamer Stationenbetrieb in der 2.c.
22.-26. März	Gemeinsamer Stationenbetrieb in der 2.a.
24./25. März	Mathematikschularbeit in der 2.c und 2.a mit einer speziell entwickelten physikalischen Aufgabenstellung.
März/April	Erstellung des Rohberichtes für die Schreibwerkstatt (Rath).
12.-14. April	Schreibwerkstatt in Salzburg (Norbert Steinkellner): Arbeit am Projektbericht.
Mai 2010	Korrektur und Analyse des Stationenbetriebes. Vorbereitungen zum Verkehrsprojekt.
Juni 2010	Verkehrsprojekt in der 2.a und 2.c Durchführung der abschließenden Schülerbefragung.

2.2 Koordinierte Jahresplanung

Ausgangspunkt für die Detailplanungen war die erarbeitete koordinierte Jahresplanung.

Jahresplanung 2.a, 2009/10 Mathematik - Physik

Waltraud Knechtl, Gerhard Rath

	1.Sem.	Mathematik	Physik
7 Wochen	September Oktober	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung • Maßbestimmungen in Ebene und Raum <ul style="list-style-type: none"> ○ Flächeninhalt und Umfang • Terme, Gleichungen und Formeln • Teiler und Vielfache <ul style="list-style-type: none"> ○ Teilbarkeitsregeln ○ Primfaktorenzerlegung ○ gemeinsame Teiler ○ gemeinsame Vielfache 	Physik für Einsteiger <ul style="list-style-type: none"> • Messen: Längen • Protokollieren • Größen, Einheiten • Messen: Zeit Bewegungen 1: Geradlinig <ul style="list-style-type: none"> • Geschwindigkeiten Messen • Fallbewegungen
7 Wochen	November Dezember	<ul style="list-style-type: none"> • Maßbestimmung in Ebene und Raum <ul style="list-style-type: none"> ○ Volumen und Oberfläche • Brüche <ul style="list-style-type: none"> ○ Teile eines Ganzen ○ Bruch als Quotient ○ Anteile bei beliebigen Größen ○ Erweitern und Kürzen ○ Ordnen und Vergleichen ○ Addieren und Subtrahieren ○ Multiplizieren und Dividieren 	Bewegungen 2: Kurven Werfen Kräfte als Ursache für Bewegungsänderungen Bewegungen in und unter Wasser: Schwimmen und Sinken Wassertiere, Sport
4 Wochen	Jänner Februar	<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnung und ihre Darstellung im Koordinatensystem • Proportionale Größen <ul style="list-style-type: none"> ○ Direkte Proportionalität ○ Indirekte Proportionalität • Ebene Geometrie <ul style="list-style-type: none"> ○ Koordinatensystem ○ Winkel ○ Winkelpaare 	Bewegungen in der Luft Ballon Flugzeug Papierflieger Vögel, Insekten...

	2.Sem.	Mathematik	Physik
5 Wochen	Februar März	<ul style="list-style-type: none"> • Ebene Geometrie <ul style="list-style-type: none"> ○ kongruente Figuren ○ Achsensymmetrie ○ Strecken- und Winkelsymmetralen • Statistik <ul style="list-style-type: none"> ○ Absolute und relative Häufigkeit ○ Arithmetischer Mittelwert, Median ○ Kritisches Betrachten von Diagrammen 	Bewegungen im Großen Weltall: Erde Mond Raumfahrt
12 Wochen	April Mai Juni	<ul style="list-style-type: none"> • Dreiecke <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlegendes, Dreiecksungleichung ○ Winkelsumme ○ Kongruenzsätze ○ Merkwürdige Dreieckspunkte ○ Besondere Dreiecke • Prozentrechnung <ul style="list-style-type: none"> ○ Anteile in Prozenten ○ Berechnen des Prozentwertes ○ Berechnen des Grundwertes • Vierecke und Vielecke <ul style="list-style-type: none"> ○ Parallelogramm ○ Rechteck ○ Raute ○ Quadrat ○ Trapez, gleichschenkliges Trapez ○ Deltoid ○ Allgemeines Viereck ○ Regelmäßige Vielecke 	Bewegungen im Kleinen Teilchenmodell Temperatur Schall, Musik, Lärm

Im Laufe des Schuljahres wurden, wie zu erwarten, situationsbedingte Adaptierungen dieser ersten Planung nötig.

2.3 Volumen – Dichte – Schwimmen und Sinken

Eine inhaltliche Koordination erfolgte in einem fächerparallelen Unterricht nach dem Vorbild unserer Projekte in der Oberstufe. Im Rahmen mehrerer Wochen im November 2009 wurden die Themen parallel unterrichtet, mit gegenseitigen Verknüpfungen verschiedener Intensität. Im folgenden eine Unterrichtsskizze dieser Aktion.

Mathematik	Physik
Oberfläche Maße, Einheiten Oberflächen verschiedener Körper Volumen Maßeinheiten: Raum- und Hohlmaße Umwandeln Volumen von Würfel und Quader	Was schwimmt, was geht unter? Gemeinsame Eigenschaften schwimmender Körper Form: Wettbewerb Schiffe bauen Verdrängung des Wassers beim Eintauchen Prinzip von Archimedes: Schwimmende Körper verdrängen die Menge Wasser, die ihrem Gewicht entspricht
Einführung der Dichte, Einheiten Berechnung der Dichte Auswertung des Versuchs der Physikstunde	Dichte als Zahl, die Schwimmen beschreibt. Versuch: Messung der Dichte verschiedener Objekte
Übungen zu Dichte und Volumen Umkehraufgaben (z.B. Höhe eines Quaders berechnen)	Auftrieb; Archimedes und die Krone Der Cartesianische Taucher

Die konkreten Materialien finden sich auf der Lernplattform von Gerhard Rath:
<http://www.edumoodle.at/physiklernen/course/view.php?id=39>
 (Zugang für Gäste ist frei).

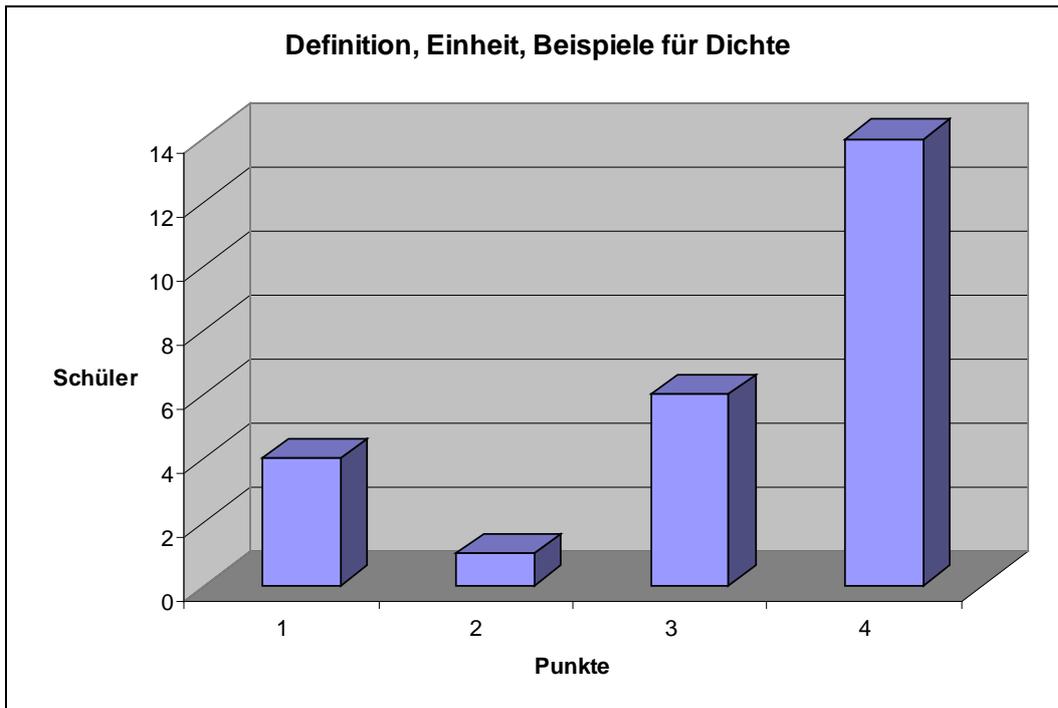
Einige der Arbeitsblätter und Ergebnisse enthält der Anhang (ab Seite 34):

- Einstiegsfragebogen
- Eigenschaften schwimmender Gegenstände (Ergebnisse der Klasse)
- Versuchsvorlagen: Gewicht und Verdrängung, Gesetz von Archimedes

In einer Lernzielkontrolle aus Physik (Anhang Seite 38) wurde getestet, wie weit die Schülerinnen und Schüler in der Lage waren, die Größe der Dichte zu definieren und zu messen.

Was ist die Dichte? Welche Einheit hat sie? Gib 2 Beispiele für Dichten von Materialien!

Definition, Einheit und Beispiele wurden mit je einem Punkt bewertet, es waren also maximal 4 Punkte zu erreichen.

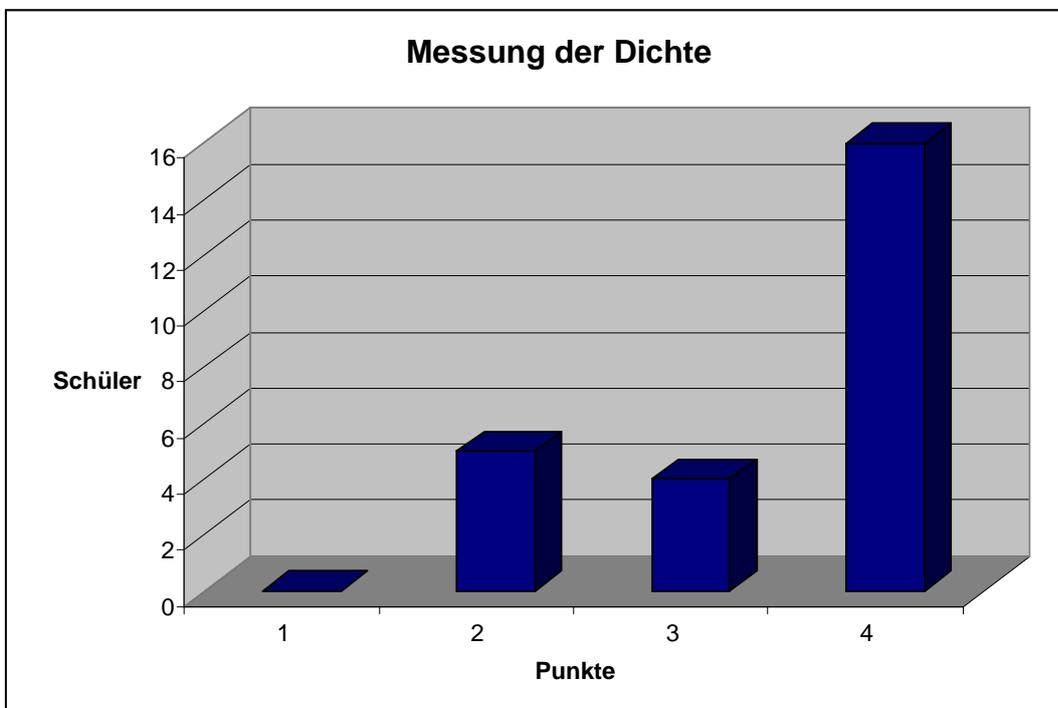


Von 25 Schülerinnen und Schülern erreichten 14 die höchste Punktezahl.

Frage 4 erforderte eine reale Messung der Dichte.

Bestimme die Dichte des Objekts, das du vom Lehrer bekommst! Schreibe alle Schritte und Rechnungen genau auf!

Ein Quader musste mit einer Waage gewogen werden, das Volumen war aus den Abmessungen auszurechnen. Auch hier war als maximale Punktezahl 4 zu erreichen.



Das Ergebnis fiel hier noch besser aus: 64% der Schülerinnen und Schüler erreichten die höchste Punktezahl, niemand erreichte weniger als 2 Punkte.

2.4 Zuordnungen und Proportionen

Wesentliche Kompetenzen beider Fächer konzentrieren sich in diesem Bereich. Wir gingen von der Mathematik aus.

- Aus grafischen Darstellungen Informationen ablesen können
- Zu einer Zuordnung von zwei Größen eine Tabelle anfertigen
- Für eine Zuordnung eine passende Darstellung im Koordinatensystem anfertigen
- Kenntnis der Eigenschaften von direkt und indirekt proportionalen Größen
- Erkennen, ob zwei Größen direkt oder indirekt proportional sind
- Größenpaare in Tabellen eintragen und grafisch darstellen können
- Kenntnis, dass die Wertepaare bei einer direkten Proportion auf einer Gerade, bei einer indirekten auf einer Hyperbel liegen.

Wir begannen mit reinen Zuordnungen und verschiedenen Darstellungen: Tabelle, Diagramm. Später kamen die Proportionen dazu, die zum Teil als Terme formuliert wurden.

Den Abstraktionsgrad der Zuordnungen berücksichtigend begannen wir mit einem alltäglichen Beispiel, dem Einfüllen von Wasser in verschiedene Gefäße. Es folgten die bekannten Zeit-Temperaturdiagramme. Bewegungen wurden an das Ende gereiht und beschränkten sich auf die Zuordnung von Zeit zu Weg.

Wasser einfüllen

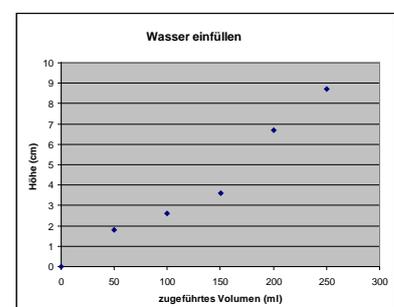
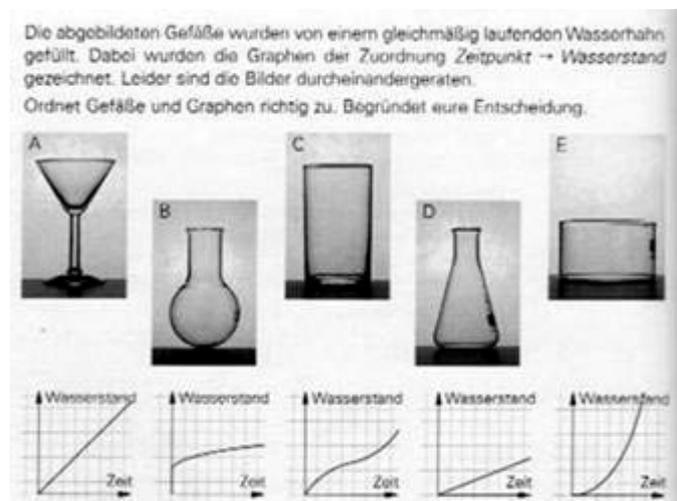
Hier gingen wir von einem Beispiel in Expedition Mathematik 2 (Kraker, Plattner, Preis 2008, S. 150) aus:

„Die abgebildeten Gefäße wurden von einem gleichmäßig laufenden Wasserhahn gefüllt. Dabei wurden die Graphen der Zuordnung Zeitpunkt \rightarrow Wasserstand gezeichnet. Leider sind die Bilder durcheinandergeraten. Ordnet Gefäße und Graphen richtig zu. Begründet eure Entscheidung.“

Nach der Behandlung dieses Beispiels im Mathematikunterricht wurden die Schülerinnen und Schüler in Physik mit der Frage konfrontiert, wie sie so etwas real messen könnten. Bald wurde klar, dass es mit gleichmäßig fließendem Wasser nicht wirklich durchführbar ist. Stattdessen könnte mehrmals eine bestimmte Menge dazugegeben werden – das Problem wurde also „diskret“.

Hier wurde ein erster Unterschied zwischen Physik und Mathematik deutlich: Messungen ergeben einzelne Werte, die in der Folge durch Graphen angenähert werden können. Zum zweiten mussten Größen und Einheiten konkretisiert werden. Zeit wurde zu Volumen (ml), Wasserstand zu Höhe (cm). Die zugegebenen Mengen ergaben sich aus der Größe des Gefäßes.

Das nebenstehende Diagramm zeigt die Messung einer Schülergruppe, die einen Erlenmeyerkolben zur Verfügung hatte. Aus dem Vergleich mit dem Graphen der Aufgabe (Parabel ganz



rechts) ergaben sich neue Fragen: Warum liegen die Punkte nicht auf dem theoretischen Graphen? Wurde ungenau gemessen?

Der wichtigste Aspekt der Lösungsvorschläge war: Der Graph aus dem Mathematikbuch folgt aus einem idealen, kegelförmigen Glasgefäß. Doch schon am Foto in der Aufgabe war erkennbar, dass der Kolben ganz unten zuerst breiter wird, um sich dann nach oben zu verjüngen. Am realen Kolben war noch zu sehen, dass der Boden dick und in der Mitte eingebuchtet war. Diese Fakten können zum Teil Messwerte erklären, die nicht auf einer idealisierten Kurve liegen. So wurden auf praktische und auf bildhafte Weise fundamentale Aspekte beider Fächer erfahrbar.

Mein Schulweg

Ähnlich gingen wir bei Bewegungsdiagrammen vor. „Expedition Mathematik 2“ zeigt auf S. 149 Beispiele zu Diagrammen von Schulwegen und zugehörigen Geschichten. Nach der Bearbeitung im Mathematikunterricht und dem Üben von Erstellen und Lesen von Zeit-Weg-Diagrammen wurden die Schülerinnen und Schüler in Physik mit der Aufgabe konfrontiert, ihren eigenen Schulweg in Form eines Diagramms darzustellen. Die hohen Anforderungen, wie sie für authentische Probleme oft typisch sind, traten zu Tage. Fragen und Proteste traten auf: *„Ich weiß ja nicht, wie weit das ist!“* *„Das ist ja jeden Tag etwas anders!“* *„Soll ich jede Busstation eintragen?“*

Auch hier betraf einen wesentlichen Teil der Arbeit der Lehrkraft das Bewusstmachen für die fundamentalen Unterschiede zwischen der realen Situation und der mathematischen Beschreibung davon. Wir nehmen einen bestimmten Tag als Beispiel, wir müssen auch Runden und Schätzen, wir müssen also Idealisieren, um zu einem Diagramm zu kommen. Insbesondere manche der mathematisch Leistungsstarken taten sich schwer, den Pfad der Perfektheit zu verlassen und sich auf die unschärferen Gründe der Realität oder ihrer Abbildung zu begeben.

Learning by doing: Mathematik als Werkzeug in der Physik

Im Jänner und Februar 2009 führte die 2.c-Klasse im Physikunterricht verschiedene Versuche im Bereich gleichförmige und beschleunigte Bewegung durch (Messung von Sprintläufen; Fallversuche mit verschiedenen Materialien aus verschiedenen Höhen). Für die Auswertung der dabei gewonnenen Messdaten wurde neben Formeln zur Berechnung physikalischer Bewegungsgrößen das in Mathematik gerade eingeführte kartesische Koordinatensystem genutzt. Ohne weitere theoretische Grundlegung (die erfolgte erst später im Mathematikunterricht) wurde das Erstellen von Wertetabellen und Graphen an verschiedenen Beispielen geübt, um in einem learning-by-doing-Prozess die Verwendung mathematischer Instrumente im Physikunterricht für die Schülerinnen und Schüler selbstverständlich zu machen. Ziel war hier vorrangig, das wichtige Konzept der Erstellung und Interpretation sowie das Lesen von Graphen nachhaltig einzuführen und zu üben.

Stationenbetrieb zum Thema Zuordnungen und Graphen

Christa Preis begann mit der Konzeption eines Stationenbetriebs zur Festigung des Gelernten, Gerhard Rath steuerte noch einige eher physikalische Aufgaben bei. Somit ergab sich eine Liste von 19 Aufgaben, die in Einzel- oder Partnerarbeit zu lösen waren. Da die Physik- und Mathematikstunden einer Schulwoche herangezogen wurden, lösten sich die Fächergrenzen auf. Alle Einheiten fanden in einem Raum statt, der mit 8 PCs und den notwendigen Materialien für die experimentellen Aufgaben ausgestattet war. Die Schülerinnen und Schüler waren frei in der Reihenfolge, im Tempo und im Umfang der Bearbeitung.

Der Arbeitsplan war wie folgt aufgebaut (Beispiele im Anhang ab Seite 39):

Station	Name	Methode	Erledigt am ..., gemeinsam mit ...
1	Auf und ab	☺	
2	Plättchen zählen	☺	
3	Autofahrt	☺ ☺	
4	Schulweg	☺	
5	Verunglücktes Kätzchen	☺	
6	Muffins	☺	
7	Gummibärchen	☺ ☺	
8	Mathematik bei Kerzenschein	☺ ☺	
9	Pool	☺	
10	Tankstelle	☺	
11	Taxi	☺	
12	Rätselhafte Schnur-Dreiecke	☺ ☺	
13	Wer faltet die größte Schachtel?	☺ ☺	
14	Wagerl bergab rollen	☺ ☺	
15	Ins Gleichgewicht bringen	☺ ☺	
16	Heißer Tee	☺ ☺	
17	Ausdehnung einer Schraubenfeder	☺ ☺	
18	Wir fahren mit der Maus	☺	
19	Wasser eingießen	☺ ☺	

Schularbeitsbeispiel aus Mathematik

In der 2.c folgte auf den Stationenbetrieb die Mathematikschularbeit. Norbert Steinkellner konzipierte dafür eine Aufgabe aus dem Bereich der Physik, die auch in der Schularbeit der 2.a verwendet wurde.

Das Thema Verkehr im Mathematik- und Physikunterricht

Im Juni fand eine weitere koordinierte Sequenz statt, diesmal zum Thema Verkehr. Sie enthielt Messungen im Umfeld der Schule (wobei auch Bezüge zum Schulweg der SchülerInnen hergestellt wurden) sowie praktische Messungen aus dem Erfahrungsbereich der SchülerInnen mit Fahrrädern, die im Schulhof durchgeführt wurden. Inhaltlich sollte dabei der Bereich der direkten und indirekten Proportionalität sowie die praktische Fertigkeit im Erstellen und Interpretieren von Graphen weiter gefestigt und die Brauchbarkeit der Thematik im Alltag veranschaulicht werden (die ganzen Arbeitsaufträge – inklusive einem alternativen Schlechtwetterprogramm – befinden sich im Anhang ab Seite 53). In den Physikstunden der Klassen wurde dabei zum einen die gedankliche Vorarbeit geleistet und zum anderen die Messungen praktisch durchgeführt; in den Mathematikstunden sollte dann die Auswertung der Daten erfolgen.

Beispiel für eine Messung „auf der Straße“

Die folgende Grafik zeigt die Positionierungen der Gruppen in der Umgebung der Schule (Symbol A). Dabei ging es um die Messung realer Ampelzeiten und Straßenbreiten für Fußgänger und die Bestimmung der Geschwindigkeiten der Autos. Ziel war die Abschätzung bzw. Berechnung von notwendigen Gehgeschwindigkeiten, um gefahrlos Straßen überqueren zu können.

Bei der praktischen Messung etwa der Straßenbreite zeigten einige Schüler schon eine recht gute Herangehensweise, so wurde von einer Gruppe etwa die Breite eines Zebrastreifens des Fußgängerüberganges gemessen, ebenso die Strecke zwischen zwei Streifen, und dann noch an zwei anderen Stellen die Gleichmäßigkeit dieser Streifenbreiten überprüft. Damit war nach dem Abzählen der Zebrastreifen und dem Abmessen der Randbreite die Straßenbreite relativ gut – und sicher – ermittelbar. Bei der Messung der Autogeschwindigkeiten mittelten die SchülerInnen jeweils mindestens drei Einzelmessungen, um die Reaktionsfehler zu minimieren, und rechneten zum Teil an Ort und Stelle die Geschwindigkeiten der Autos aus.



Leider wurden mögliche Auswertungen im Mathematikunterricht (etwa Statistiken der Autogeschwindigkeiten) wegen der Nähe zum Schulschluss nur mehr in Ansätzen durchgeführt.

3 EVALUATION

3.1 Konzeption

Wir legten die Evaluation in zwei Richtungen an. Zum einen erfolgte die Untersuchung der Zielerreichung der Lernenden weitgehend innerhalb des Unterrichts, sie wurde teilweise in die Leistungsbeurteilung der einzelnen Fächer integriert. So wurden für die 2.a Monitoring-Aufgaben erstellt, die die vorhandenen bzw. erworbenen mathematischen und/oder physikalischen Handlungskompetenzen überprüfen sollten. Die Ergebnisse der Stationenbetriebe (Arbeitsmappen) wurden ebenfalls zur Kompetenzanalyse herangezogen, und für Lernzielkontrollen und Schularbeiten wurden koordinierte mathematisch-physikalische Aufgaben erstellt.

Zur Erfassung der Entwicklung von Einstellungen verwendeten wir das klassische Evaluationsinstrumentarium. Der Stationenbetrieb wurde durch eine kleine Fragebogenuntersuchung begleitet. Ebenso sollte ein abschließender Fragebogen die Akzeptanz des Projektes durch die Schülerinnen und Schüler, die von ihnen empfundenen Vor- und Nachteile und den Grad der erreichten Überwindung der Fächergrenzen in den Blick nehmen.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Erkenntnisse aus der Unterrichtsbeobachtung

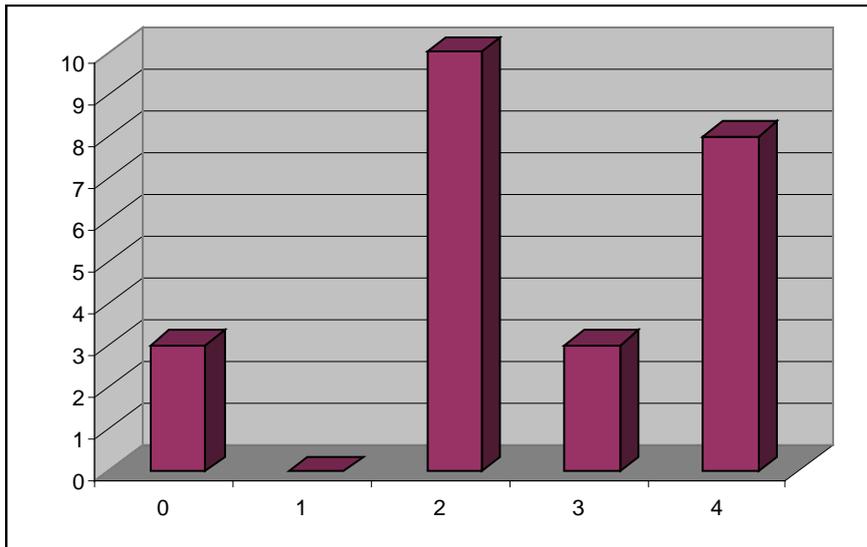
Im laufenden Unterricht war zu beobachten, dass die Schülerinnen und Schüler von sich aus im Physikunterricht Verbindungen zum aktuellen Stoff in Mathematik herstellten und erwähnten. Dies war insbesondere im Bereich der direkten und indirekten Proportionalität sowie bei der Verwendung von Wertetabellen und Graphen augenfällig.

Lernvoraussetzungen der SchülerInnen und Monitoring

Zur Einschätzung des Standes bezüglich einiger Basiskompetenzen wurde in der 2.a eine kleine Erhebung zum Thema „Bewegungen“ durchgeführt. Alle Aufgaben waren in ähnlicher Form bereits im Unterricht vorgekommen. (siehe Anhang Seite 33).

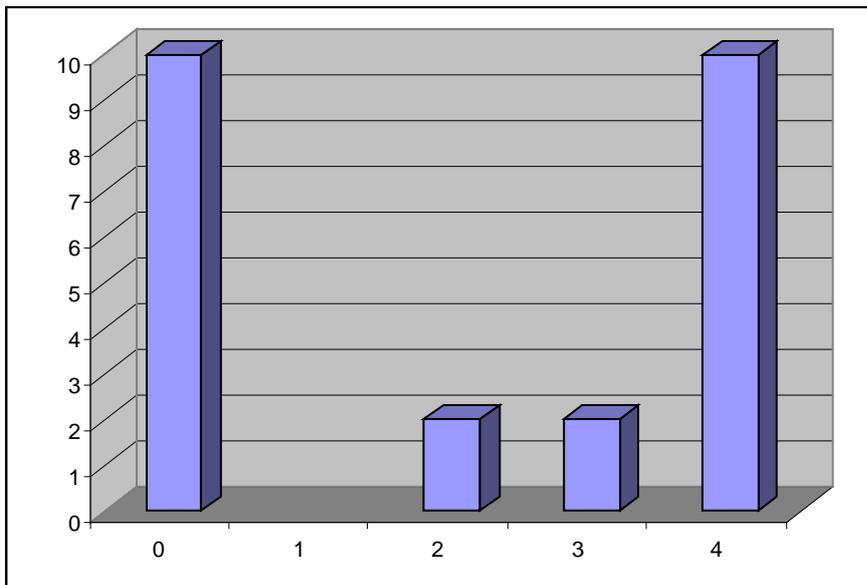
Bei der ersten Frage – Geschwindigkeitspfeile bei einer Sprungschance - ging es um H 1.3 (*Ich kann Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm,) darstellen und erläutern.*) Von den 24 Teilnehmern lösten 20 die Aufgabe richtig. Damit bestätigte sich der Erfolg des ersten Teils einer Unterrichtskonzeption der Arbeitsgruppe Wiesner (München): Mechanik von Beginn an zweidimensional und dynamisch anzulegen (Wilhelm T.)

Bei der zweiten Aufgabe war ein Versuch zu planen, H 2.3 sollte angesprochen werden. (*Ich kann zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren.*) Es wurden maximal 4 Punkte vergeben, hier die Verteilung:



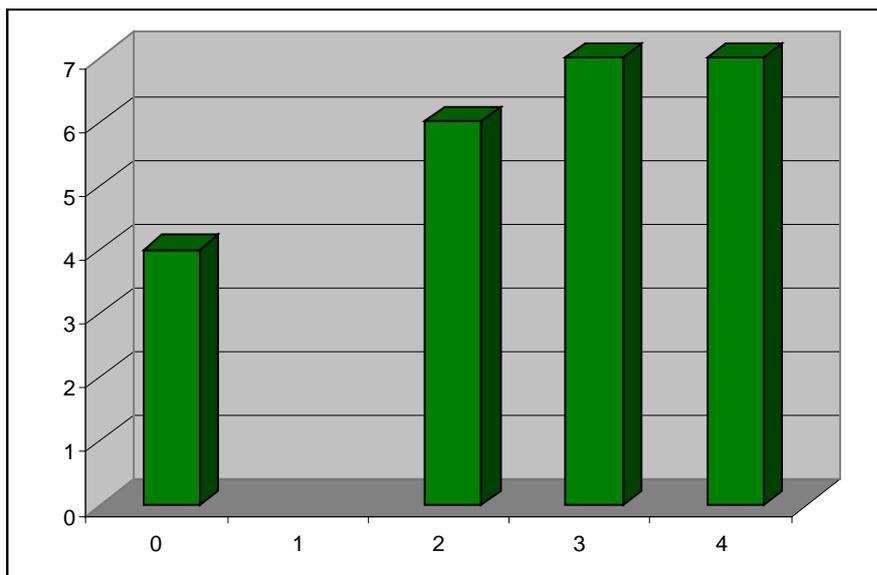
Zeigt hier noch eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler zumindest teilweise diese Kompetenz, so sieht es bei der nächsten Frage anders aus.

Frage drei erforderte die Durchführung einer Berechnung. Diese Kompetenz kommt in den Handlungsdimensionen der Bildungsstandards NAWI8 nicht explizit vor, wohl aber in jenen für Mathematik (A2 Operieren und Rechnen). Es ergab sich eine markante Teilung der Klasse.



Etwa die Hälfte der Schülerinnen und Schüler zeigte diese Kompetenz, die andere Hälfte konnte das Beispiel nicht lösen oder versuchte es gar nicht. Dabei war genau diese Aufgabe im Schülerbuch Physik in einer der vorangegangenen Stunden gelesen und nachgerechnet worden.

Bei Frage vier ging es um Argumentieren.



Die Verteilung zeigt eine deutliche Mehrheit mit der zumindest teilweisen Kompetenz dazu – allerdings nur ein schwaches Drittel, das die Aufgabe ganz richtig lösen konnte.

Insgesamt schlossen wir aus diesem ersten Monitoring, dass einige der getesteten naturwissenschaftlichen Kompetenzen bereits in zufrieden stellendem Maße sichtbar wurden, bedenkt man die erst 2 Monate Unterricht aus Physik. Formales Operieren trennte die Klasse am stärksten in zwei Gruppen – etwa die Hälfte konnte mit der entsprechenden Aufgabe nichts anfangen, was aber angesichts des Alters der Jugendlichen nicht überraschend sein kann.

Integration der Evaluation in die Leistungsbeurteilung

Ein interessantes Ergebnis der Einbindung des physikalischen Beispiels in die Mathematikschularbeit der beiden Klassen betraf die Akzeptanz, den empfundenen Schwierigkeitsgrad und die erreichten Ergebnisse. Bei einer Befragung der 2.c empfanden 22 von 24 das entsprechende Beispiel als einfach, zwei als mittelschwer und kein einziger als schwierig. 15 Lernende hatten bei diesem Beispiel alles oder fast alles richtig. Insgesamt wurde die Integration des Physikbeispiels in die Mathematikschularbeit von der Klasse als deutlich positiv empfunden.

Evaluation des Stationenbetriebs Zuordnungen

Drei Studentinnen des Schulpraktischen Seminars nahmen an einzelnen Stunden des Stationenbetriebes in der 2.a teil. Sie hatten bereits vorher die Aufgaben bekommen und ihre persönlichen Wertungen (vermuteter Schwierigkeitsgrad, Interesse...) überlegt. Im Folgenden Teile ihres Feedbacks.

Sandra Sturbauer:

„Ich habe die erste Einheit der Gruppenarbeit beobachten können und war eigentlich sehr erstaunt über die positive Aufnahme der Aufgabenstellung von den Schülern. Für mich war besonders faszinierend wie die verschiedenen Gruppen bzw einzelne Schüler sich dieses Arbeitsblatt/den ganzen Arbeitsauftrag organisiert haben (in der Gruppe oder alleine arbeiten, mit welcher Aufgabe beginnen, etwas aktiv messen oder etwas theoretisch ausrechnen,...).

Es haben sich sehr viele Fragen für die Schüler/Innen ergeben. Vor allem 3 Zweiertteams von Burschen sind mir aufgefallen, die sofort nach den Materialien für den Versuch 16 und den Versuch mit den Kerzen fragten. Sie haben sich die anderen Angaben nichteinmal durchgelesen, sondern haben gemeint: da gibts was zu messen, da kann man selbst was herausfinden, das

interessiert uns am meisten. Sie haben den ganzen Ablauf dieser Versuche sehr gewissenhaft gemacht und baten mich ihnen Fragen zu beantworten oder ihnen bei Justierungen zu helfen.

Dies machte mir besonders viel Freude, aber da ich mich sehr intensiv mit diesen "aktiven" Gruppen beschäftigt habe, hatte ich weniger die Möglichkeit jenen Gruppen, die sich mit Mathematikaufgaben beschäftigten, viel Aufmerksamkeit zu schenken. Ich habe allerdings doch bemerkt, dass viele Schüler/Innen mit dem Gummibärenbeispiel oder auch mit dem Schulwegdiagramm ihre Arbeit begonnen haben. Auch das Beispiel mit dem verunglückten Kätzchen wurde schon von manchen in der ersten Einheit gewählt, was mich sehr verwundert hat, da ich dieses Beispiel als eines der schwierigsten für die Schüler eingestuft hätte. Vor allem die Mädchen begannen mit eher theoretischen Beispielen, fiel mir auf.“

Nora Andracher:

„Ich war in der 2. und großteils auch in der 3. Stunde beim Stationenbetrieb dabei. Gemerkt habe ich sofort, dass Aufgabe 7 (Gummibärchen) schon von allen in der ersten Stunde gemacht worden war. Viele arbeiteten in Zweiergruppen zusammen und teilten auch die Arbeit untereinander. So hat z.B bei Nr. 13 einer gebastelt und einer gerechnet, was vielleicht nicht unbedingt der Sinn der Sache ist. Wenigstens abgeschrieben haben sie dann voneinander, sodass jeder die Ergebnisse auf seinem Blatt hatte.

Viele Probleme gab es – wie ich auch erwartet hatte – bei der Aufgabe 3 „Autofahrt“. Auch ich konnte mit der Angabe nicht wirklich viel anfangen und auch nach vielen Erklärungsversuchen seitens der Lehrerin war vielen nicht klar, was sie zu tun hatten.

Große Begeisterung fanden die Computer-Beispiele, die oft mit extremster Genauigkeit erledigt wurden. Sehr viele wollten wirklich ein perfektes Ergebnis erzielen.

Sehr gut fand ich, dass die Aufgaben relativ abwechslungsreich waren: messen, zeichnen, basteln, rechnen, mit dem PC arbeiten...

Insgesamt hatte ich das Gefühl (was mir auch von einigen bestätigt wurde), dass es vielen sehr großen Spaß bereitete und viele wirklich von alleine so viel wie möglich, aber vor allem auch so gut wie möglich, zusammenbringen wollten.“

Katharina Goerzen:

„Ich war freitags in der letzten Einheit des Stationenbetriebes dabei.

Als ich durch die Reihen ging und die Schüler fragte, wie es ihnen mit den Aufgaben geht bzw. ergangen ist, stellte ich fest, dass Aufgabe 3 für die meisten Schüler am schwierigsten war.

Es scheiterte allerdings nicht an der Durchführung, auch lag die geringe Begeisterung an dieser Aufgabe nicht an der Länge des Beispiels, sondern vielmehr machte die Anleitung Probleme. Wie ich schon in unserem Seminar (wir bekamen die Aufgaben ja schon vor dem Stationenbetrieb zum Durchsehen) vermutete, hatten die Schüler nun tatsächlich Probleme, mit der ziemlich unklaren Anleitung, diese Aufgabe durchzuführen.

Im Großen und Ganzen fand ich, dass die meisten Schüler brav arbeiteten und auch viele der Aufgaben bearbeiten bzw. lösen konnten.

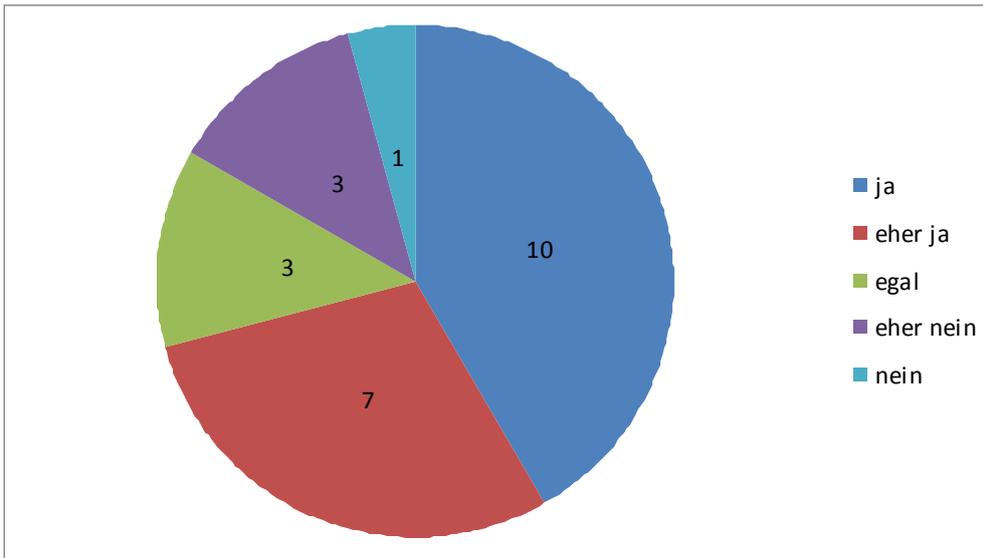
Ich bin auch der Ansicht, dass sie Spaß am abwechslungsreichen Unterricht hatten. Sie konnten selbst Herumprobieren und selbstständig auf Lösungswege kommen. Sicher von Vorteil, diese Kompetenzen zu fördern.“

Die Feedbacks zeigen die positive Arbeitshaltung der Klasse und die Freude an dieser Methode. Die Interessen bezüglich praktischer / theoretischer Aufgaben waren unterschiedlich, wie auch eine Analyse der abgegebenen Arbeiten zeigen. Diesbezüglich unterstützt diese Methodik die Individualisierung des Lernens und kann persönliche Stärken fördern. Aufgabe 3 hatte eine schlecht formulierte Angabe und sollte in dieser Form nicht mehr verwendet werden.

Fragebogenuntersuchung

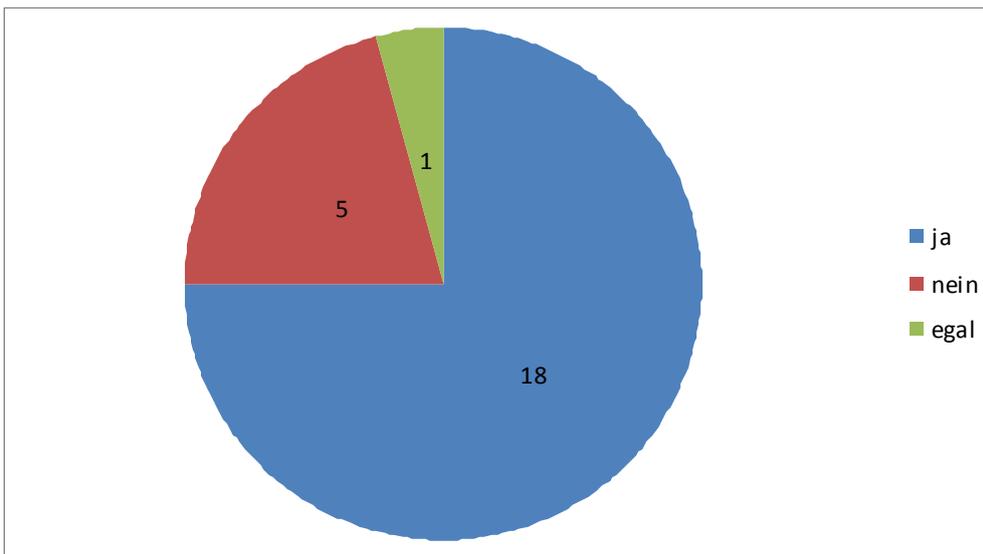
Direkt mit Abschluss des Stationenbetriebs wurden die Schülerinnen und Schüler der 2.a-Klasse mit einem Fragebogen konfrontiert. Dabei ging es einerseits um eine allgemeine Erhebung der Einstellung zur Koordination und zum Stationenbetrieb und andererseits um die Einschätzung der Aufgaben in den Bereichen leicht/schwierig sowie langweilig/interessant. Diese Fragen wurden von der Studentin Kerstin Malz mit Einschätzungen von Studierenden des Lehramts Physik/Mathematik verglichen: Welche Aufgaben hielten sie für schwierig/leicht? Wie weit stimmten die Einschätzungen mit den Erfahrungen der Lernenden überein?

1. *Gefällt euch die bisherige Zusammenarbeit zwischen den Fächern Mathematik und Physik?*



Die Schülerinnen und Schüler sahen die Zusammenarbeit überwiegend positiv.

2. *Hat euch dieser Stationenbetrieb gefallen und würdet ihr einen solchen gern noch einmal machen?*



Der Stationenbetrieb selbst kam noch weitaus besser an als die Koordination an sich. Als Gründe wurden hauptsächlich angegeben: lustig, interessant, spannend, anders als normaler Unterricht.

Erkenntnisse aus der Auswertung der Aufgaben des Stationenbetriebes

Bei den in Mappen fertig abgegebenen Arbeiten sprang als erstes der stark variierende Umfang der Arbeiten ins Auge. Etliche hatten nahezu jede Station gemacht und zum Teil geradezu liebevoll genaue Auswertungen, während andere gerade einmal ein Drittel des Stationenbetriebes geschafft hatten, hier wiederum mit stark variierender inhaltlicher Qualität. Die vorhandene Arbeitszeit wurde insbesondere für diejenigen Gruppen knapp, die sich als erstes besonders intensiv mit den physikalischen Messungen befassten und durch systematische Fehler, falsche Versuchsdurchführung oder Messfehler immer wieder neu beginnen mussten.

Ableitbare Kompetenzen aus den abgegebenen Arbeiten der 2.c (17 Abgaben):

- *Beobachten, erfassen, beschreiben:* Messungen wurden fast ausnahmslos ordentlich, teilweise sogar akribisch durchgeführt und tabellarisch notiert.
- *Umgang mit Graphen (Untersuchen; Operieren):* bei 12 von 17 Arbeiten war der kompetente Umgang mit Graphen (lesen und erstellen) sehr gut oder gut, nur bei drei Arbeiten schlecht, bei zwei nicht bewertbar. Am ehesten ergaben sich Probleme bei der Skalierung der Achsen, die teilweise ungünstig gewählt war.
- *Interpretieren:* hier schafften Einzelne die sehr beachtliche Leistung in der Interpretation eines Graphen bei der Aufgabe „Autofahrt“, dass ein Gleichbleiben des Abstandes zum Stuhl ja nicht bedeuten muss, dass sich das „Auto“ nicht bewegt, sondern dass es auch möglich ist, dass es in einem Kreis um den Stuhl herumfährt.
- *Bewerten, Begründen:* Die im Stationenbetrieb angebotenen weiterführenden Fragestellungen zu diesen Grundkompetenzen wurden von den SchülerInnen der 2. Klassen noch kaum beachtet und beantwortet.

3.2.2 Ergebnisse aus den Fragebögen

Am Ende des Schuljahres wurden via Fragebogen in den projektteilnehmenden Klassen die Nachhaltigkeit zentraler Inhalte (Zuordnungen und Proportionen), das subjektive Schülerempfinden zum Projektnutzen sowie das Verständnis des Zusammenhangs der beiden Fächer eruiert; letzteres auch mit der nicht am Projekt teilnehmenden 2.b als (kleine) Kontrollgruppe.

Gefragt wurde:

1. *Wo kann man im Alltag Zuordnungen erkennen? Nenne möglichst viele Beispiele!*
2. *Nenne je ein Beispiel für eine direkte Proportion und eine indirekte Proportion!*
3. *Mathematik und Physik haben in diesem Schuljahr immer wieder zusammengearbeitet. Welche Themen waren das?*
4. *Welche Inhalte aus Mathematik, die du heuer gelernt hast, kann man in der Physik brauchen?*
5. *Welche Inhalte aus Physik, die du heuer gelernt hast, kann man in Mathematik brauchen?*
6. *Hat das dir beim Verstehen des Unterrichts geholfen, dass Mathematik und Physik zusammengearbeitet haben?*

Ja	eher ja	eher nein	nein
----	---------	-----------	------

7. *Ist in den Bereichen, in denen die beiden Fächer zusammengearbeitet haben, Physik und Mathematik für dich schwerer oder leichter geworden?*

leichter	eher leichter	eher schwerer	schwerer
----------	---------------	---------------	----------

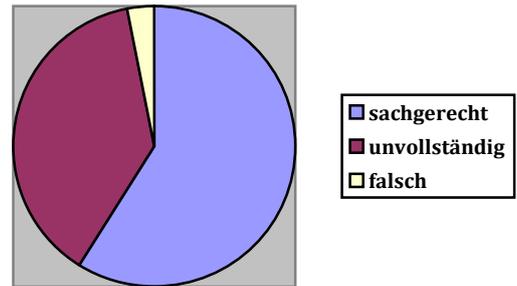
8. Soll diese Zusammenarbeit im nächsten Schuljahr weitergeführt werden?

ja	eher ja	eher nein	nein
----	---------	-----------	------

Im Folgenden die **Datenanalyse für die 2.c-Klasse** (21 ausgefüllte Fragebögen) mit Ergänzungen der Ergebnisse der 2.a.

Frage 1: Zuordnungen

Insgesamt nannten die Schüler 34 Zuordnungen, wobei maximal vier Beispiele genannt wurden (nur ein Schüler); Meist wurden zwei Beispiele genannt. Vier Schüler konnten kein einziges Beispiel angeben. Von den Zuordnungen waren 20 (59%) sachgerecht und vollständig, nur eine einzige nicht sachgerecht („Wie schnell fährt der Zug wenn er in 1h 30 min 500 km/h fährt.“ – Originalwortlaut incl. Rechtschreibfehler). Sehr viele Beispiele (13, damit 38%) meinten wohl das richtige, waren aber nicht vollständig (Bsp: „Wie lange reicht das Futter?“)

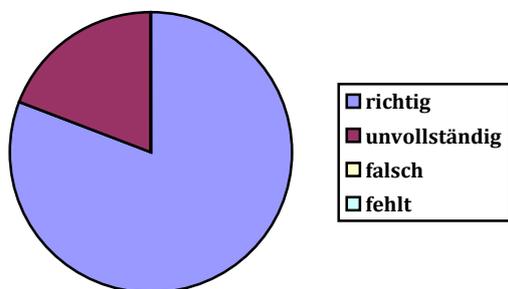


Das Grundkonzept von „Zuordnungen“ scheint also dem Großteil der Klasse als anwendbares Wissen zur Verfügung zu stehen. Interessant ist noch die Verteilung der genannten Beispiele: 19 kamen aus dem (physikalischen) Bereich Geschwindigkeiten/Beschleunigungen/Bremswege, lediglich 15 aus anderen Bereichen, die nicht mit dem Physikunterricht des Jahres korrelierten.

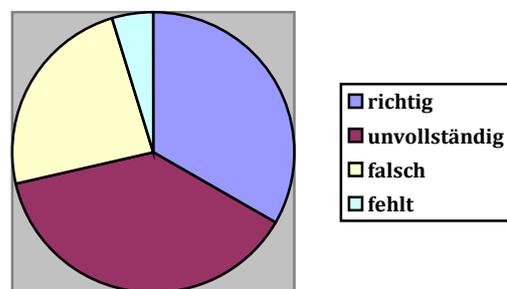
Ähnlich die Ergebnisse gab es in der 2.a: Alle Probanden, die diese Frage überhaupt beantwortet haben, nannten physikalische Beispiele (75%).

Frage 2: Direkt/Indirekt proportional

Interessant waren die Ergebnisse der 2.c zur direkten und indirekten Proportionalität. Während die direkte Proportionalität keine Schwierigkeiten bereitete (81% richtige, 19% unvollständige und keine einzige falsche Antwort), hatten sie mit indirekten Proportionalitäten weitaus mehr Verständnisprobleme und konnten häufig keine vollständigen Beispiele angeben.



Beispiel direkt proportional



Beispiel indirekt proportional

Die verwendeten Beispiele stammten interessanterweise fast ausschließlich aus dem Mathematikunterricht; von allen 42 genannten Proportionalitäten waren nur 3 aus dem Bereich der Physik (und hier: aus der Kinematik). 52% der Antworten bei der direkten Proportionalität drehten

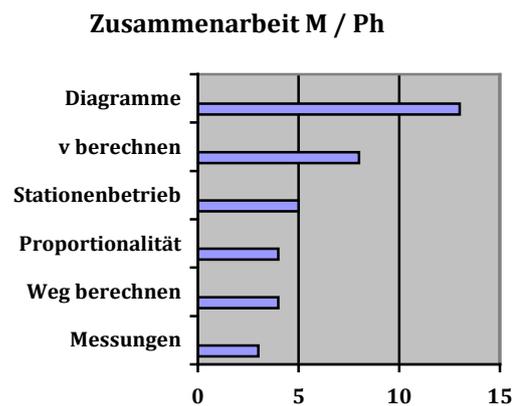
sich um den Bereich Preis und Menge (bzw. Gewicht), bei der indirekten Proportionalität war das absolute „Highlight“ Futter/Nahrungsmittel und Personen/Tieranzahl mit 76%.

Die 2.a-Klasse zeigte hingegen praktisch keine Unterschiede zwischen direkten und indirekten Proportionen: Nahezu alle angegebenen Beispiele waren richtig. Mit den Physikbezügen sah es ähnlich aus wie in der Parallelklasse: Nur bei den direkten Proportionen kamen einige Beispiele vor, bei den indirekten keine.

Da zu diesem Thema die geplante Koordination nur in Ansätzen zustande kam, ist dieses Ergebnis verständlich.

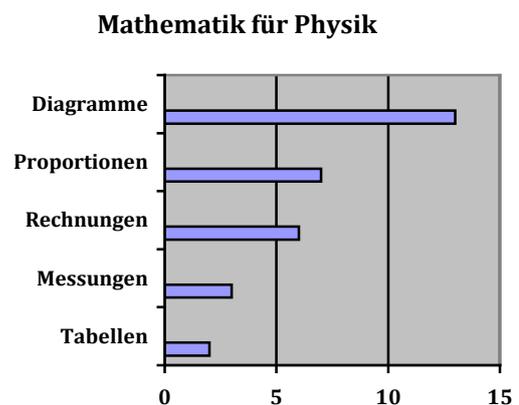
Fragen 3 – 5: Die Verknüpfung von Mathematik und Physik

Die Zusammenarbeit zwischen beiden Fächern wurde stark wahrgenommen, obwohl sie auf einzelne gemeinsame Sequenzen und bestimmte Thematiken eingegrenzt war. Es wurde vor allem ein Bewusstsein für die Fächerverbindung im Bereich von kinematischen Berechnungen und von der grafischen Ergebnisdarstellung geschaffen. Die Zahl der genannten Themenbereiche variierte wiederum zwischen maximal 4 (1 Schüler) und 0 (ebenfalls 1 Schüler); Ein-, Zwei- und Dreifachnennungen waren hingegen recht gleichmäßig verteilt.



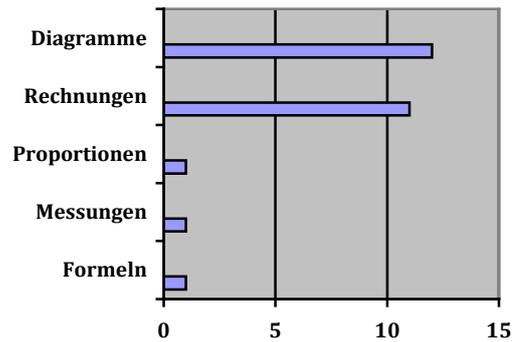
Auch in der 2.a-Klasse lagen Diagramme und Geschwindigkeit an der Spitze der Nennungen. Dazu kam allerdings Dichte und Volumen (40%), ein Resultat des koordinierten Themas im Wintersemester.

Bei der durchaus zentralen Frage, inwieweit die Schüler Inhalte aus dem Mathematikunterricht auf die Physik anwenden konnten und umgekehrt, schien sich in der 2.c zu zeigen, dass die Physik vom Mathematikunterricht etwas mehr profitiert hat als es umgekehrt der Fall war. Im Bereich der grafischen Darstellung (Diagramme, insbesondere Grafen) und im Bereich der Berechnungen konnten die Schüler das Erlernete wechselseitig nutzen; bei der Frage der direkten und indirekten Proportionalität profitierte die Physik offensichtlich recht deutlich von der Mathematik, umgekehrt aber kaum.



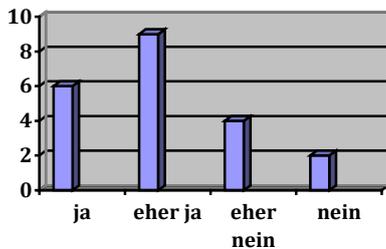
Die Ergebnisse der 2.a sind hier etwas anders gelagert und zeigen, dass der wechselseitige Nutzen vom Unterricht der betreffenden Lehrkräfte abhängt. Proportionen tauchen kaum auf in den Nennungen, dafür die Themen Volumen und Dichte, Geschwindigkeit sowie Prozentrechnen.

Physik für Mathematik

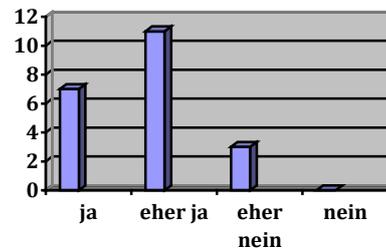


Fragen 6 – 8: Die subjektive Schülersicht

Für das Verständnis hilfreich?

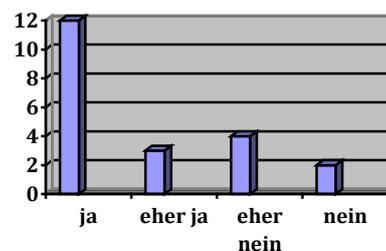


Wurde M / Ph dadurch einfacher?



Wie hat es eigentlich den Schülerinnen und Schülern der 2.c gefallen, haben sie dieses Projekt als für sie nützlich, haben sie es als interessant und hilfreich empfunden? Hier sind die Rückmeldungen, die die umstehenden Diagramme gut illustrieren, eindeutig positiv. Über 70% empfanden die Zusammenarbeit als fördernd für das Verständnis, sogar knapp 86% fanden die beiden Fächer dadurch einfacher. Das Votum der Schüler für eine Fortsetzung des Projektes im Folgejahr fiel auch für uns erfrischend positiv aus.

Nächstes Jahr wieder zusammen?



Aus welchen Gründen hatten einzelne Schüler nun eine weniger positive Einstellung zum bzw. weniger Nutzen vom Projekt? Ein Blick auf die Antwortzusammenhänge der „Nein“-Stimmen ergibt Eigenartiges: Die zwei Schüler, denen die Zusammenarbeit keine Hilfe beim Verständnis war, hatten beide die Meinung, Mathematik und Physik seien durch die Zusammenarbeit etwas einfacher geworden, und beide nannten ein „ja“ für eine Fortführung des Projektes im nächsten Jahr. Umgekehrt fanden die beiden Schüler, die gegen die Fortführung des Projektes votierten, die Zusammenarbeit eher hilfreich für das Verständnis, empfanden allerdings die Arbeit in den gemeinsamen Themenbereichen als eher schwieriger. Einer von beiden bemängelte, „*Man lernt dabei weniger Sachen (Körper)*“.

Alle weiteren Kommentare zur weiteren Zusammenarbeit von Mathematik und Physik gaben uns durchwegs Anlass zur Freude:

[ja bzw. eher ja]:

„Weil es Spaß macht“

„Weil es einfach leichter zu verstehen ist“

„Weil es leichter ist, Gelerntes in Mathematik in Physik zu verwenden“

„Weil es sehr viel Spaß macht und man zwei Sachen auf einmal lernt“

„Man hat Physik und lernt nebenbei auch noch Mathematik“

„Es ist sehr abwechslungsreich und lustig, wenn wir zusammen arbeiten“

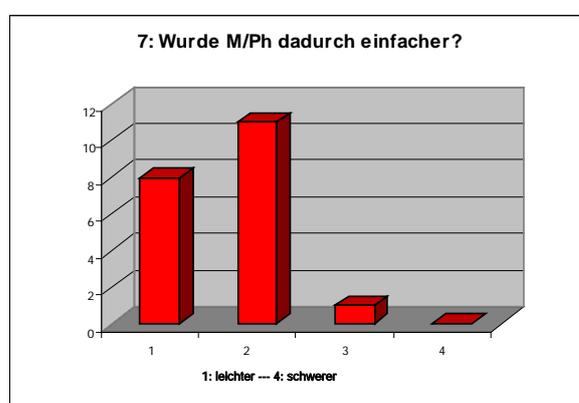
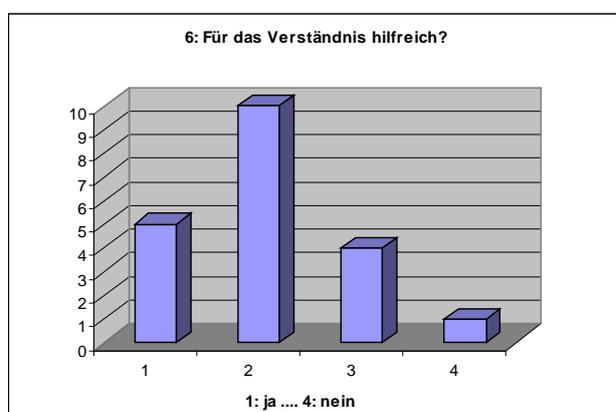
„Weil es Mathe und Physik gleich in einer Stunde ist. Und es macht Spaß“

„Weil man in Mathematik oder Physik etwas lernt und um anderen Fach wiederholt.“

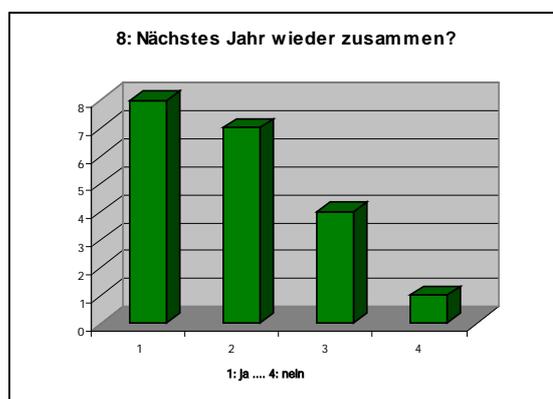
[eher nein]:

„Weil es auf die gemeinsamen Arbeiten Noten gab, die zählten“

Auch hier zum Vergleich die Daten der 2.a-Klasse.



Diese zeigten ein ähnlich durchwegs positives Bild. Untenstehend ergänzende Begründungen.



(ja)

„Weil man die Dinge in Physik viel besser versteht, wenn man es vorher in Mathe gelernt hat. Auch umgekehrt.“

„Man erkennt die Zusammenhänge besser.“

„Weil man mehr Zeit zum Verstehen hat. Man hat mehr Stunden dafür.“

4 ZUSAMMENFASSUNG UND RESÜMEE

Vorausgeschickt: Die gemeinsame Jahresplanung war bereits Anfang Dezember in dieser Form nicht mehr haltbar, was im Schulalltag allerdings nichts Ungewöhnliches ist. Wir gingen dazu über, auf die gemeinsamen Sequenzen hin zu planen und zu arbeiten und uns gegenseitig auf dem Laufenden zu halten, was jeweils im anderen Fach passiert, um so recht unkompliziert Brückenschläge zu ermöglichen.

Ein Blick zurück: *Welche Ideen, Konzepte, Planungen wurden umgesetzt, was wurde modifiziert? Welchen „Output“ können wir vorweisen?* Eine kurze Auflistung des gemeinsam Erreichten:

- Koordinierte Jahresplanung (die an je konkrete Schuljahresgegebenheiten angepasst werden muss)
- Vier sorgsam durchdachte Orientierungsaufgaben zu Handlungskompetenzen
- Arbeit an einer gemeinsamen „Sprache“ in Physik und Mathematik (Beispiel: prinzipielle Nennung der x-Achse vor der y-Achse, Graphen von anderen Diagrammen auch sprachlich unterscheiden)
- Koordinierte dreiwöchige Sequenz zum Thema Volumen – Dichte – Schwimmen und Sinken inklusive aller Arbeitsmaterialien auf einer frei zugänglichen Lernplattform; innerhalb dieser Sequenz auch eine mathematisch/physikalische Doppelstunde
- Themenparallelisierung für den Bereich Messen – Zuordnungen - Diagramme – Graphen mit gegenseitigen Fächerbezugnahmen
- Großer fächerübergreifender Stationenbetrieb mit 19 Stationen zum Thema Zuordnungen – direkte und indirekte Proportionalität – Graphen lesen und verstehen - Graphen erstellen; auch hier gibt es wieder Materialien auf der Lernplattform
- Eine der 6. Schulstufe angepasste kompetenzorientierte physikalische Aufgabe für eine Mathematikschularbeit
- Koordinierte projektartige Sequenz zum Thema Straßenverkehr und Fahrrad, in dem die Schülerinnen und Schüler erworbene Kompetenzen anwenden und umsetzen konnten. Auch hier liegt ein fertiges Konzept inklusive aller Arbeitsmaterialien vor.

Ziele und Grundbildungsanliegen

Inwieweit wurden die Projektziele erreicht und unsere Grundbildungsanliegen erfüllt?

- Die Schülerinnen und Schüler haben Sinn und Anwendungen mathematischer Methoden und Techniken in der Physik erfahren. Sie konnten auch von sich aus Verbindungen herstellen.
- Ein erstes Verständnis für die Zusammenhänge und Ähnlichkeiten beider Fächer konnte aufgebaut werden. Die unterschiedlichen Zugänge von Mathematik und Physik in der Beschreibung der Wirklichkeit wurden von einem Teil der Schülerinnen und Schülern verstanden (so etwa der Unterschied von mathematisch exakten Kurven zu realen physikalischen Messkurven). Dies kann für diese Altersstufe als Erfolg vermerkt werden.
- Die Verknüpfung der Unterrichtsinhalte von Mathematik und Physik fand in erfreulich starkem Maße statt und war im laufenden Unterricht deutlich spürbar. Sie wurde zum Teil von den Schülerinnen und Schülern sogar aktiv angesprochen.

- Das Gewinnen und Analysieren von Daten war wie geplant Kernpunkt der gemeinsamen Sequenzen.
- Das Erstellen und Interpretieren von Diagrammen wurde nahezu über das ganze Schuljahr hinweg in verschiedenen Zusammenhängen geübt und praktisch durchgeführt. Es wurde von den Schülerinnen und Schülern als zentrale Kompetenz der Koordination wahrgenommen.
- Dasselbe gilt für das Denken in Proportionen und funktionalen Zusammenhängen.
- Im Zusammenhang mit theoretischen Rechnungen wie auch praktischen Arbeiten (inklusive der gemeinsamen Sequenzen) wurde auch das Umformen und Interpretieren von Formeln zum „Gebrauchswerkzeug“ für die SchülerInnen.
- Die Schülerinnen und Schüler waren am Ende des Schuljahres durchwegs fähig, mathematische Konzepte (z. B. Zuordnungen) und Darstellungsmethoden (Tabellen, Graphen) auf verschiedene physikalische Gegebenheiten anzuwenden.

Es wurde tatsächlich an authentischen Problemen und anwendungsbezogenen gelernt, Wissen in verschiedenen Kontexten angewendet, fachliche und überfachliche Zusammenhänge klar gemacht und eine fachsprachlich richtige Begrifflichkeit aufgebaut.

Resümee und Ausblick

Im Vordergrund des gesamten Projektes stand (und steht) die Idee, den Horizont der Schülerinnen und Schüler über die Fächergrenzen hinaus zu weiten, an ihren Kompetenzen und der Grundbildung zu arbeiten und durch Nutzung von inhaltlichen wie auch methodischen Synergien die Lernerfolge wie auch die Nachhaltigkeit des Gelernten zu verbessern. Die Evaluationen zeichnen hier für die Erreichung der Projektziele ein zufriedenstellendes Bild, insofern dürfen wir unser Projekt als durchaus erfolgreich und nutzbringend für alle Beteiligten einstufen.

Nicht nur diese Erfolge, sondern auch das noch nicht Erreichte, ermutigen uns zur Fortsetzung der Arbeit in der nächsten Schulstufe. Obwohl schon vorher bewusst, wurde uns mit diesem Projekt vor Augen geführt: Die Überwindung der Fächergrenzen sowie der Aufbau entsprechender Kompetenzen ist eine langfristige Aufgabe.

5 LITERATUR

Autorengemeinschaft: Prisma Physik 2. öbv, Wien 2008

Bildungsstandards für Mathematik am Ende der 8. Schulstufe. Version 3.0 Bm:bwk 2004

Bifie: Entwicklung von Standards Naturwissenschaften 8. Schulstufe. Salzburg, 2007

Bm:bwk: Lehrplan AHS Unterstufe:

http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.xml

Knechtl W., Rath G.: MPh8. Mathematik - Physik in der 8. Klasse Realgymnasium koordiniert unterrichten. BRG Kepler, Graz 2008

Kraker M., Plattner G., Preis C.: Expedition Mathematik 2. Dorner-Verlag, Wien 2008.

Schecker, H. u.a.: Neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht. Neue Aufgaben – oder neue Kultur? Institut für Didaktik der Physik, Universität Bremen. Verschiedene Materialien und Aufsätze: <http://didaktik.physik.uni-bremen.de/aufgabenkultur/> (Mai 2010)

Wilhelm, T.: Zweidimensional-dynamisches Mechanikkonzept für die Jahrgangsstufe 7. <http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm/2dd.htm> (Mai 2010)

6 ANHANG

6.1 Lehrplanvergleich 2. Klasse Mathematik-Physik

Mathematik

2.1 Arbeiten mit Zahlen und Maßen

- Festigen und Vertiefen der Fähigkeiten beim Arbeiten mit positiven rationalen Zahlen, um vielfältige und komplexere Probleme in Sachsituationen bearbeiten zu können,
- Rechnen mit Brüchen (mit kleinen Zählern und Nennern), damit die Rechenregeln im Hinblick auf die Algebra sicher beherrscht werden,
- diese Rechenregeln für das Bruchrechnen begründen können,
- Bruchdarstellung in Dezimaldarstellung überführen und umgekehrt,
- wichtige Teilbarkeitsregeln kennen und anwenden können;
- Rechnen mit Prozenten in vielfältigen Zusammenhängen;
- Maße verwenden und Umwandlungen durchführen können in dem Ausmaß, wie es die Bearbeitung von Sachaufgaben und geometrischen Aufgaben erfordert und es dem Vorstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler entspricht.

2.2 Arbeiten mit Variablen

- mit Variablen allgemeine Sachverhalte beschreiben,
- Gleichungen und Formeln aufstellen, insbesondere auch in Sachsituationen,
- unter Verwendung von Umkehroperationen einfache lineare Gleichungen mit einer Unbekannten lösen und Formeln umformen,
- Formeln interpretieren.

2.3 Arbeiten mit Figuren und Körpern

- Dreiecke, Vierecke und regelmäßige Vielecke untersuchen, wesentliche Eigenschaften feststellen,
- die Figuren skizzieren und konstruieren können,
- Erkennen, ob Angaben mehrdeutig sind oder überhaupt nicht in Konstruktionen umgesetzt werden können,
- kongruente Figuren herstellen können, die Kongruenz begründen können;
- Eigenschaften von Strecken- und Winkelsymmetralen kennen,
- und für Konstruktion anwenden können;
- Flächeninhalte von Figuren berechnen können, die sich durch Zerlegen oder Ergänzen auf Rechtecke zurückführen lassen,
- Volumina von Prismen berechnen, möglichst in Anwendungsaufgaben.

2.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik

- charakteristische Kennzeichen von indirekten und direkten Proportionalitäten an Beispielen angeben können,
- einfache Fragestellungen dazu formulieren, sie graphisch darstellen und lösen können,
- Fragen zu sinnvollen Anwendungsbereichen für solche Proportionalitäten stellen;
- relative Häufigkeiten ermitteln können,
- entsprechende graphische Darstellungen lesen, anfertigen und kritisch betrachten können,
- Manipulationsmöglichkeiten erkennen.

Physik

Die Physik bestimmt unser Leben:

Ausgehend vom Interesse und von Fragestellungen, die von den Schülerinnen und Schülern kommen, soll ein „motivierender Streifzug“ durch unterschiedlichste Bereiche des belebten und unbelebten Naturgeschehens unternommen werden.

Die für die Physik typische Denkweise kennen lernen;

Unterschiede zwischen physikalischen und nicht-physikalischen Denkvorgängen erkennen.

Die Welt, in der wir uns bewegen:

Ausgehend von unterschiedlichsten Bewegungsabläufen im Alltag, im Sport, in der Natur beziehungsweise in der Technik sollen die Schülerinnen und Schüler ein immer tiefergehendes

Verständnis der Bewegungsmöglichkeiten, der Bewegungsursachen und der Bewegungshemmungen von belebten und unbelebten Körpern ihrer täglichen Erfahrungswelt sowie des eigenen Körpers gewinnen. Weg und Geschwindigkeit; die gleichförmige und die gleichförmig beschleunigte Bewegung; Masse und Kraft; Masse und Trägheit; Gewichtskraft und Reibungskraft.

- Bewegungsfördernde und bewegungshemmende Vorgänge verstehen und anwenden.

Alle Körper bestehen aus Teilchen:

Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler immer intensiver mit dem Teilchenmodell und seinen Auswirkungen auf diverse Körpereigenschaften vertraut gemacht werden.

- Teilchenmodell aller Körper und wichtige Auswirkungen akzeptieren und verstehen;
- grundlegende Zusammenhänge zwischen dem Teilchenaufbau und grundlegenden Wärmephänomenen verstehen; Temperatur, Wärme, Wärmemenge und Wärmedehnung;
- grundlegendes Wissen über Entstehung und Ausbreitung des Schalls erwerben und anwenden können;
- Druck, Frequenz, Tonhöhe, Lautstärke, Schallgeschwindigkeit;
- Ursache des Schwimmens, Schwebens und Sinkens von Körpern im Wasser verstehen und anwenden können; Dichte von Stoffen, Gewichtsdruck in Flüssigkeiten und in Luft.

Der Traum vom Fliegen:

Ausgehend von Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler sollen die wesentlichsten Vorgänge beim Fliegen nach dem Prinzip „leichter als Luft“ und „schwerer als Luft“ verständlich gemacht werden.

- Bewegungsmöglichkeiten von Kleinstkörpern, etwa Staubkörnern, Sporen oder Regentropfen
- verstehen;
- die grundlegenden Vorgänge bei einer Ballonfahrt verstehen;
- das „aktive“ Fliegen von beispielsweise Vögeln, Schmetterlingen oder Flugzeugen auf Grund
- einfachster Modellvorstellungen verstehen.

6.2 Kompetenzen im Bereich „Bewegungen“

Orientierungsaufgaben zur Kompetenzdiagnose

1. Schispringen (H 1.3)

Das Bild rechts zeigt eine Sprung-Schanze.

Nehmen wir an, wir könnten jede halbe Sekunde ein Bild eines Schispringers machen: Anlauf – Sprung – Landung.

Wie könnten die Positionen des Schispringers sein? (Zeichne Kreuze ein).

Stelle die Geschwindigkeit durch Pfeile dar!



2. Physik-Mega Cars (H 2.3)

Wir lassen unsere Wagerln eine geneigte Schiene hinunterrollen. Du beobachtest, dass die Wagerln zuerst langsam losrollen und dann immer schneller werden. Schon G. Galilei hat vermutet, dass dieses Beschleunigen irgendwie gleichmäßig sein muss.

Wie könnte ein Experiment aussehen, in dem du überprüfen kannst, ob die Zunahme an Geschwindigkeit gleichmäßig ist?

Schreibe auf, wie du vorgehen würdest!

3. Wer ist schneller? (A2 Operieren und Rechnen)

Toni und Robert kommen nach Hause. Toni prahlt: „Stell dir vor, ich bin heute im Sportunterricht beim Sprint nur 8,2 Sekunden gelaufen! Hab ich mich angestrengt, um das zu schaffen. Und du langsame Schnecke brauchst ganze 11,2 Sekunden!“

Robert kann es nicht fassen, sein kleiner Bruder gibt ganz schön an. Er rechtfertigt sich: „Dafür bin ich immerhin 75 Meter gelaufen und du nur 50 Meter. Du holst mich noch lange nicht ein, Brüderchen!“

Welcher der beiden ist wirklich schneller?

Notiere deine Überlegungen und Rechenschritte!

4. Schall und Licht – ein physikalischer Witz (H 3.4)

Der Lehrer fragt in der Physikstunde: Was ist schneller, der Schall oder das Licht? Der kleine Maxi zeigt auf. „Der Schall ist schneller! Denn wenn ich zu Hause das Fernsehgerät einschalte, kommt immer zuerst der Ton und erst dann das Bild.“

Der Lehrer meint: „Aber Maxi, jetzt denk einmal nach. Was haben wir gelernt, wie ist das beim Gewitter? Da siehst du ja zuerst den Blitz und hörst erst später den Donner.“

Maxi: „Das ist klar, das ist, weil die Augen weiter vorne sind als die Ohren!“

Stell dir vor, du bist der Lehrer. Wie würdest du Maxi überzeugen?

6.3 Einstiegsfragebogen zu Schwimmen und Sinken

1. Ein **großes Schiff** aus Eisen schwimmt, eine **kleine Eisenkugel** geht unter.

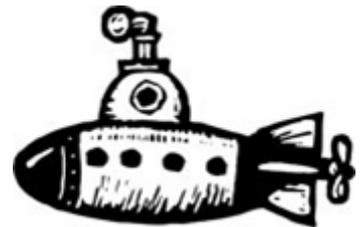
Warum ist das so?



2. Warum kannst du im Wasser einen **schweren Stein** aufheben, der an Land zu schwer für dich ist?

3. Wie kommt ein Fisch im Wasser voran?

4. Ein **U-Boot** kann ab- und wieder auftauchen.
Was meinst du - wie funktioniert das?



6.4 Eigenschaften schwimmender Gegenstände

Die Tabelle fasst die Antworten der 2.a-Klasse auf die untenstehenden Fragen zusammen.

Welche gemeinsamen Eigenschaften haben die Gegenstände, die schwimmen?
Welche Eigenschaften haben Gegenstände, die untergehen?

Schwimmen	Untergehen
Raue Sachen Sachen mit Löcher Manche Gegenstände sind leichter, wenn sie schwimmen, manche haben die perfekte Form Luft aufheben, Luft gefüllt Lufteinschluss Viel Fläche Gleichmäßig verteiltes Gewicht Außer das Wachs waren die Dinge leicht Sie sind leichter als Wasser	Glatte Sachen Sie sind dichter. Können keine Luft aufbewahren Kein Lufteinschluss Wenig Fläche Ungleichmäßiges Gewicht Die untergehenden Dinge waren schwer Alle waren aus Eisen, Metall oder schwerem Material

6.5 Versuchsvorlage: Gewicht und Verdrängung

Gewicht und Verdrängung	Name:
--------------------------------	--------------

Wir untersuchen verschiedene Materialien – alle mit der gleichen Form (Würfel). So hat schon der Grieche Archimedes ein Gesetz für das Schwimmen gefunden!

Du brauchst:

Messbecher, Waage, verschiedene Holzwürfel

Start:

Fülle den Messbecher auf einen leicht zu merkenden Stand, z.B. 200 ml
(1 ml = 1 cm³)



Die Messung

1. Wiege den ersten Würfel ab (-> Gramm).
2. Gib ihn vorsichtig in das Wasser. Um wie viel steigt der Wasserspiegel? (-> cm³)
3. Trage beide Werte in die Tabelle ein und nimm den nächsten Würfel!
4. Du kannst das auch mit anderen schwimmenden Gegenständen probieren!

Gegenstand	Waage: Masse in Gramm	Becher: ANSTIEG in cm ³

Das Ergebnis

Vergleiche die Messwerte. Was ist herausgekommen?

Zusatzfragen:

1. Warum nehmen wir statt des Volumens nicht einfach die Höhe, um die das Wasser steigt?
2. Stell den Becher nach dem Wiegen des Würfels auf die Waage. Wenn du den Würfel in den Becher gibst – um wie viel zeigt die Waage mehr an?

6.6 Versuchsvorlage: Das Gesetz von Archimedes

Das Gesetz des Archimedes	Name:
----------------------------------	--------------

Schon in der Antike hat der Grieche **Archimedes** ein Gesetz für das Schwimmen gefunden! Er hat als erster untersucht, wie viel Wasser von schwimmenden Objekten verdrängt wird.

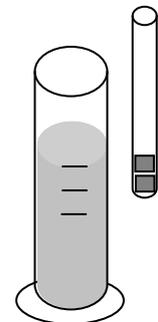
Du brauchst:

Messbecher mit 300 ml Wasser, Messzylinder, Waage, Reagenzglas, 4 Schraubenmuttern

Start:

Stelle den Messzylinder leer auf die Waage und stelle diese auf Null.
Fülle den Zylinder auf der Waage exakt auf 170 ml (1 ml = 1 cm³).

Die Waage zeigt jetzt:



Die Messung

1. Stelle die Waage wieder auf Null.
2. Gib vorsichtig eine Schraubenmutter in das Reagenzglas.
3. Gib vorsichtig das Glas ins Wasser.
4. Um wie viel steigt die Anzeige der Waage (= Gewicht des Reagenzglases)
5. Um wie viel steigt der Wasserspiegel?
6. Wiederhole den Versuch mit 2, 3, 4 Schraubenmuttern.

Schraubenmuttern	Waage: Masse in Gramm	Becher: ANSTIEG in cm ³
1		
2		
3		
4		

Das Ergebnis

Vergleicht die Messwerte. Was ist herausgekommen?

Zusatzfragen:

1. Warum nehmen wir statt des Volumens (ml, cm³) nicht einfach die Höhe, um die das Wasser steigt?

2. Wie viel wiegt Wasser?

6.7 Lernzielkontrolle aus Physik

1. Was ist die Dichte? Welche Einheit hat sie? Gib 2 Beispiele für Dichten von Materialien!

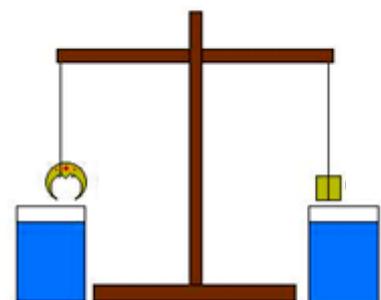
Dichte: Definition	Einheit der Dichte	Dichte von Materialien

- 2 (A). Ein **großes Schiff** aus Eisen schwimmt, eine **kleine Eisenkugel** geht unter. Warum ist das so?
- 2 (B). Warum kannst du im Wasser einen **schweren Stein** aufheben, der an Land zu schwer für dich ist?

- 3 (A). Du stellst ein Glas Wasser auf eine Waage und hältst einen Finger hinein. Was passiert mit der Anzeige der Waage? Erkläre dieses Ergebnis!



- 3 (B). Dieser Versuch stammt aus der berühmten Geschichte von Archimedes und der Krone. Beschreibe diesen Versuch und erkläre das Ergebnis!

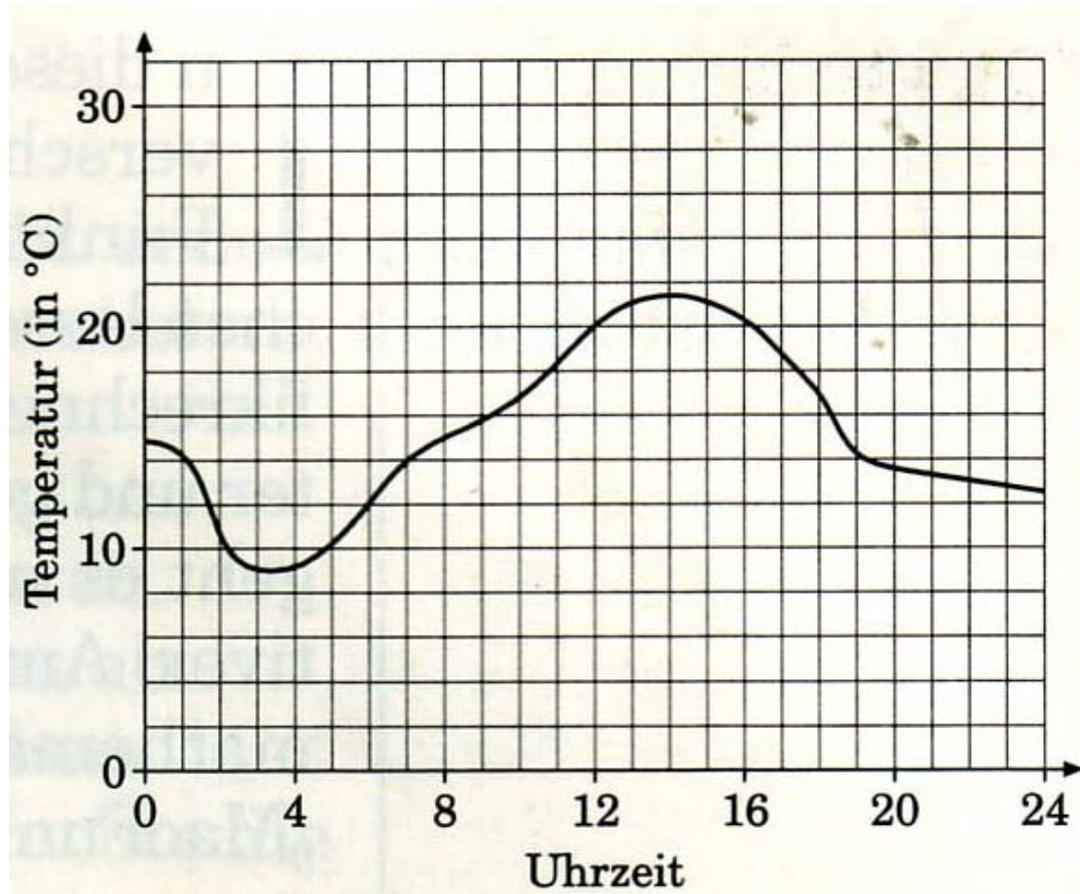


4. Bestimme die Dichte des Objekts, das du vom Lehrer bekommst! Schreibe alle Schritte und Rechnungen genau auf!

6.8 Stationenbetrieb „Zuordnungen“

Aufgabe 1 „Auf und ab“

Der Graph zeigt den Temperaturverlauf während eines Tages.



Entscheide, ob folgende Aussage wahr oder falsch ist. Kreuze die zutreffende

Aussage	wahr	falsch
Die Temperatur war abends nach 20 Uhr immer kleiner als 12°C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zwischen 12 Uhr und 16 Uhr war die Temperatur immer größer als 18°C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genau dreimal wurden 12°C gemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genau dreimal wurden 14°C gemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Von Mittag bis Mitternacht fiel die Temperatur ständig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Von 6 Uhr bis 12 Uhr ist die Temperatur um mehr als 10°C gestiegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Von 6 Uhr bis 12 Uhr ist die Temperatur gleichmäßig gestiegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Antwort an.

Aufgabe 2 „Plättchen zählen“

Lege aus Plättchen die abgebildeten Figuren. Trage in der Tabelle die Anzahl der Plättchen ein, die du für 1, 2, 3, 4, 5 Reihen benötigst. Versuche eine Formel zu finden, mit deren Hilfe du die Anzahl der Plättchen bei n Reihen berechnen kannst.

a)

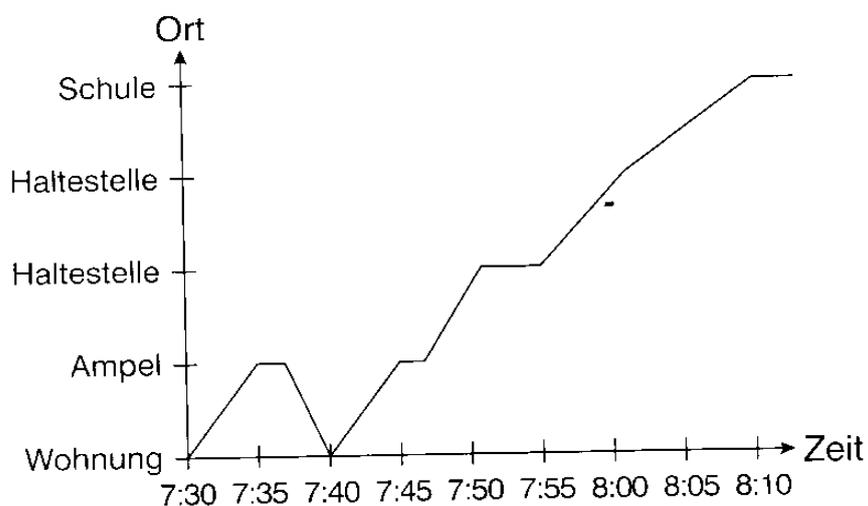
Anzahl der Reihen	Anzahl der Plättchen
1	
2	
3	
4	
5	

b)

Anzahl der Reihen	Anzahl der Plättchen
1	
2	
3	
4	
5	

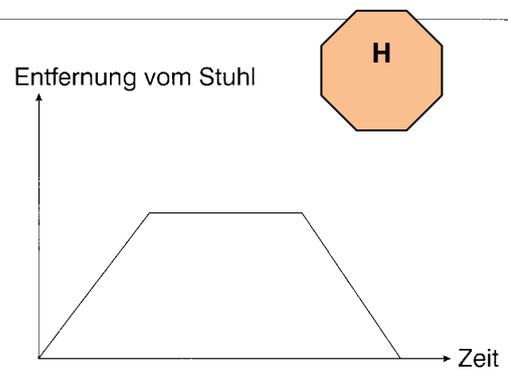
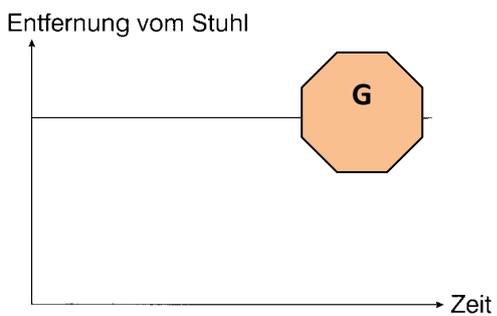
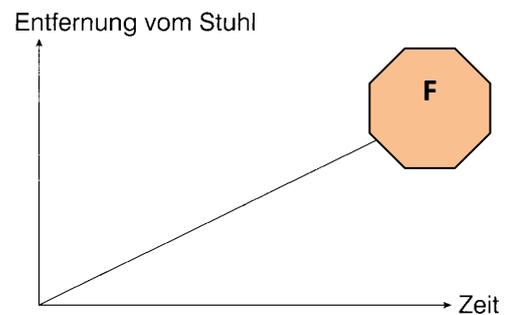
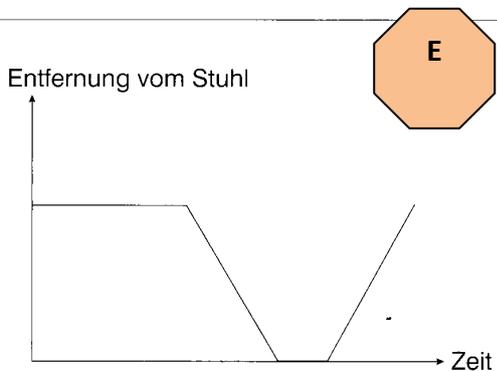
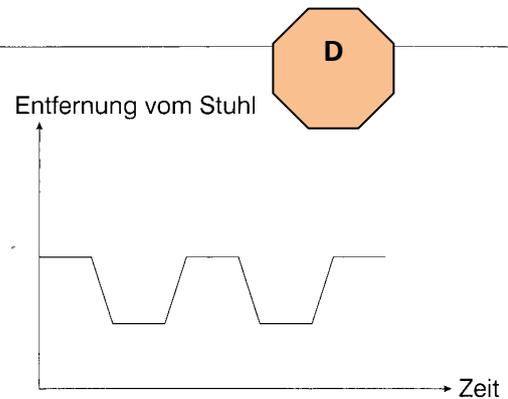
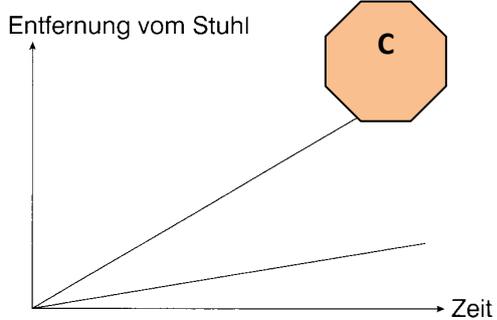
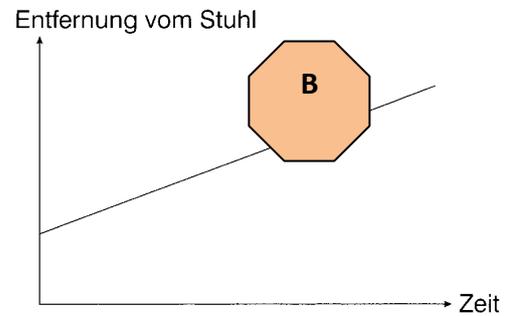
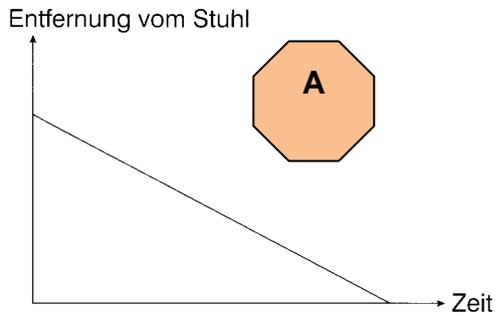
Aufgabe 4 „Schulweg“

Maria hat ihre Erlebnisse auf dem Schulweg zuerst erzählt und dann graphisch dargestellt. Schreibe auf, was sie erzählt hat.



Aufgabe 3 „Autofahrt“

Markiert auf der Tischplatte einen Punkt (Stuhl) und bewegt das Fahrzeug so, damit die im Graphen dargestellte Bewegung möglichst genau wiedergegeben wird. Beschreibt die Bewegung in Worten.



Aufgabe 5, „Verunglücktes Kätzchen“

Zeichne zu Andreas Schulweggeschichte ein Zeit-Weg-Diagramm.

Andrea verlässt um 7.30 Uhr die Wohnung. Sie geht langsam zur Bushaltestelle. Nach 5 Minuten hört sie aus einem Baum ein wehleidiges „MIAU“ – eine junge Katze ist auf dem Baum gefangen, weil sie sich nicht mehr heruntertraut. Andrea versucht, sie mit ihrem Pausenbrot vom Baum zu locken, aber es gelingt ihr nicht. So beschließt sie um 7.40 Uhr nach Hause zurück zu laufen, wo ihre Mutter die Feuerwehr ruft. Für den Weg nach Hause braucht sie nur drei Minuten und eine Minute später ist sie schon wieder unterwegs. Um 5 Minuten vor 8 Uhr ist sie wieder beim Baum und redet beruhigend auf die Katze ein.

10 Minuten später kommt der Leiterwagen der Feuerwehr. Ein Feuerwehrmann klettert hoch und rettet das Kätzchen. Andrea schließt das Kätzchen in ihre Arme und füttert es mit ihrem Jausenbrot. Dann fällt ihr ein – sie muss ja in die Schule, in der ersten Stunde hat sie Mathe – ihre Lehrerin wird bestimmt schimpfen. Es ist schon 8.15 Uhr. Ein netter Feuerwehrmann bietet ihr an, sie in die Schule zu fahren. Mit Blaulicht geht es (verbotenerweise) zur Schule und schon 10 Minuten später kann sie ihrer Klasse von ihrem Schulwegabenteuer berichten.

Aufgabe 6 „Muffins“

Timos Klasse möchte für das Schulfest Muffins backen. Im Rezept steht, dass man für 12 Muffins 150 g Mehl benötigt. Timo notiert sich in einer Tabelle, wie viel g Mehl er für 12, 24, 30, 35, 40, 50, 75 oder 100 Muffins benötigt.



- Erstelle die Tabelle.
- Stelle den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Muffins (x-Achse) und der benötigten Mehlmenge in g (y-Achse) graphisch dar.

Aufgabe 7 „Gummibärchen“



In dem roten Sack befinden sich 72 Säckchen mit Gummibärchen.

- Wie viele Säckchen bekommt jede/r von euch, wenn ihr sie gerecht aufteilt.
- So ein Pech. Eure Lehrerin möchte auch Gummibärchen. Wie viele Säckchen enthält nun jede/r?
- Oh je, plötzlich befinden sich in eurer Gruppe insgesamt 9 (12, 18, 36) Personen. Wie viele Säckchen bekommt nun jede Person?
- Stellt die Ergebnisse aus a), b) und c) mithilfe einer Tabelle und eines Diagramms dar.

Alles richtig erledigt? Dann gibt es für euch bei eurer Lehrerin ein kleines Säckchen mit Gummibärchen.

Aufgabe 8 „Mathematik bei Kerzenschein“



Untersucht das Abbrennen einer Kerze.

- Misst die Länge der Kerze. Zündet sie dann an.
- Misst nach genau zwei Minuten erneut die Länge.
- Misst nach jeweils weiteren zwei Minuten die Länge der Kerze.
- Notiert die Messwerte zunächst in einer Tabelle und stellt sie dann graphisch dar.

Aufgabe 9, „Pool“

Öffne die Seite <http://rfdz.ph-noe.ac.at/index.php?id=70> Mikrolernpfad „Direktes und indirektes Verhältnis“ Aufgabe Pool1



Untersuche den Zusammenhang zwischen der Zuflussgeschwindigkeit (in hl pro min) und der Fülldauer (in min).

- a) In der Tabelle ist jeweils die Zuflussgeschwindigkeit gegeben. Ermittle die Fülldauer und übertrage die Werte in die Tabelle.

Stelle beim Schieberegler für die Zuflussgeschwindigkeit (rechts oben im Arbeitsblatt) den Wert in der Tabelle ein, indem du den roten Punkt bewegst. Lies nun den Wert für die Fülldauer im hellblauen Rechteck oberhalb des Swimmingpools ab! Beobachte auch die Koordinaten des schwarzen Punktes im Koordinatensystem!

Zuflussgeschwindigkeit in hl/min	Fülldauer in min
1	
2	
3	
4	
5	
6	
8	
10	
12	
15	
20	

- b) Im Koordinatensystem bewegt sich beim Verändern der Zuflussgeschwindigkeit ein schwarzer Punkt. Was beschreiben seine Koordinaten?

Aufgabe 10 „Tankstelle“

Öffne die Seite <http://rfdz.ph-noe.ac.at/index.php?id=70> Mikrolernpfad „Direktes und indirektes Verhältnis“ Aufgabe Tanken1



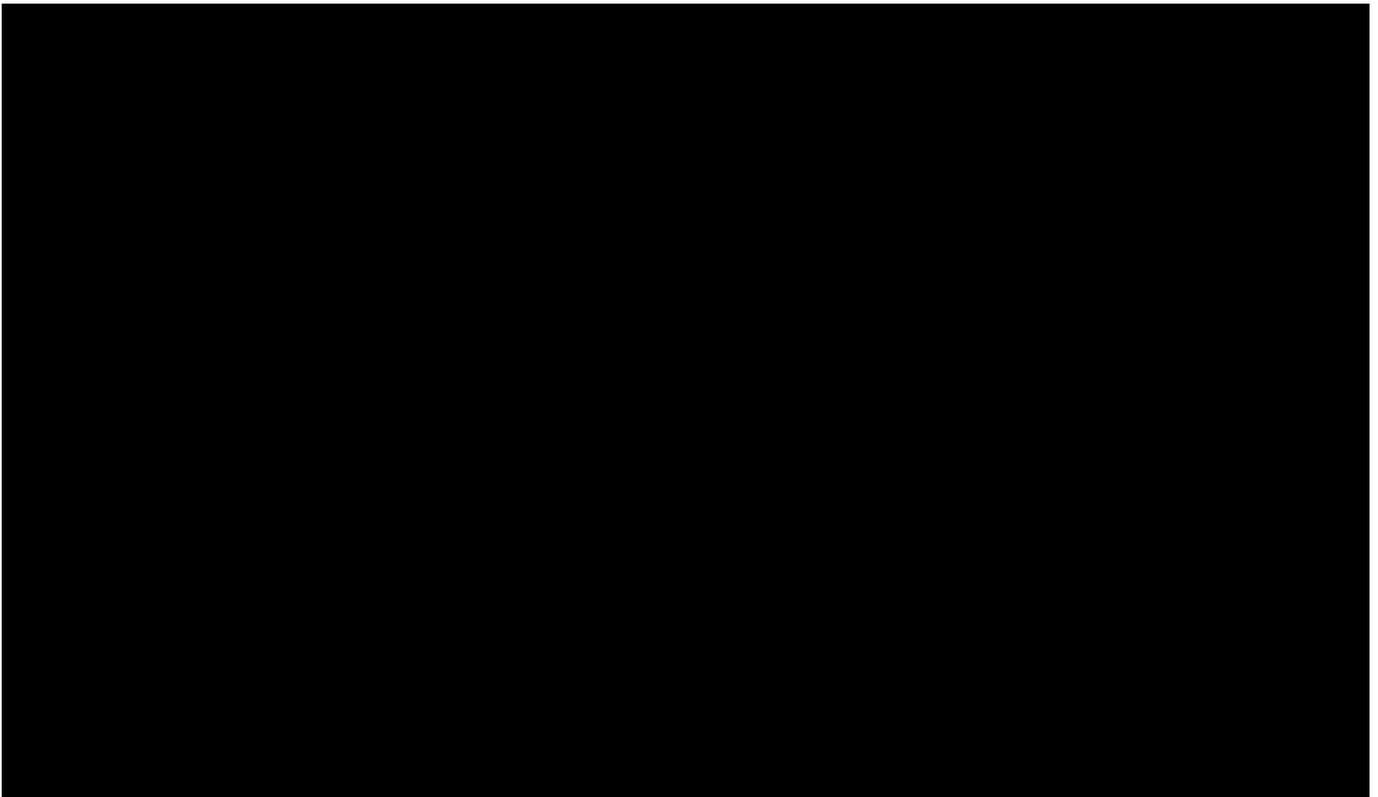
- a) Fülle den Tank, indem du den blauen Punkt „Tanken“ am Schieberegler bewegst. Beobachte die Anzeige an der Zapfsäule und fülle die Tabelle aus.

<i>Liter Benzin</i>	<i>Preis in €</i>
5
10
20
30

- b) Wie viel kostet 1 Liter Benzin bei dieser Tankstelle? Was passiert mit dem Preis, wenn du dreimal oder viermal so viel tankst?

Im Koordinatensystem bewegt sich beim Betanken des Autos ein grüner Punkt. Was beschreiben seine Koordinaten?

Aufgabe 13 „Die gefaltete Schachtel“





Aufgabe 11 „Taxi“

Öffne die Seite <http://rfdz.ph-noe.ac.at/index.php?id=70> Mikrolernpfad „Direktes und indirektes Verhältnis“ Aufgabe Taxi2

- a) Berechne den Fahrpreis, indem du den blauen Punkt „gefahrte Kilometer“ bewegst. Beobachte die Anzeige am Taxameter und fülle die Tabelle aus.

<i>Gefahrene Kilometer</i>	<i>Fahrpreis in €</i>
0	
1	
2	
3	
4	
5	
10	
15	
20	

- b) Wie hoch ist der Grundpreis für das Taxi?
- c) Wie viel kostet ein gefahrener km?
- d) Paul behauptet: „Wenn ich doppelt so weit fahre, muss ich doppelt so viel bezahlen.“
Ist Pauls Behauptung richtig? Begründe.
- e) Im Koordinatensystem bewegt sich beim Taxifahren ein blauer Punkt. Was beschreiben seine Koordinaten?

Aufgabe 12 „Unter dem Maßband“

Du hast eine Strecke auf dem Boden abgemessen. Wenn dein Maßband oder deine Schnur länger ist als diese Strecke, kannst du es an den Anfang und das Ende der Strecke halten und in der Mitte anheben – so entsteht ein Dreieck. Wie hoch wird das Dreieck? Und wovon hängt das ab?

Was benötigst du?

- Maßband
- lange Schnur (5–10 m)

Was sollst du tun?

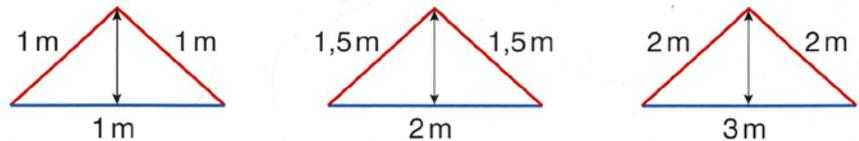
Beschreibung des Experiments:

Ihr messt auf dem Boden

zunächst einen Meter ab (blau im Bild). Markiert Anfang und Ende des Meters. Messt zwei Meter Schnur ab (rot im Bild). Haltet das eine Ende der Schnur an den Anfang des Meters auf dem Boden, das andere Ende der Schnur an den Endpunkt. Zieht die Schnur in der Mitte hoch, so dass sie straff gespannt ist. Messt, wie hoch man die Schnur ziehen kann.

Dann verändert ihr das Experiment systematisch: zwei Meter auf dem Boden, drei Meter Schnur. Wie hoch kann man die Schnur nun ziehen? Messt auf dem Boden drei, vier, fünf, ... Meter ab und verlängert die Schnur jeweils immer um genau einen Meter. Wie hoch kann man sie jeweils in der Mitte hochziehen?

Zusätzlich: Erkennt ihr eine Regelmäßigkeit?



- b) Stellt die Daten der Wertetabelle auch grafisch dar. Tragt auf der x-Achse die Länge der Strecke auf dem Boden und auf der y-Achse die gemessene Höhe ein.

Aufgabe 16 „Heißer Tee“

Chiara trinkt ihren Tee immer mit Milch. Manchmal hat sie wenig Zeit zum Trinken, der Tee ist aber am Anfang sehr heiß. Gibt sie die kalte Milch dazu, kühlt er etwas ab.

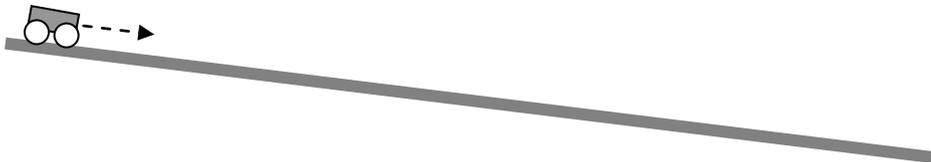
Ihr Bruder Gideon meint: „Am besten gibst du die Milch sofort dazu, dann kühlt der Tee schneller ab und du kannst ihn früher trinken!“ Sie ist sich aber nicht so sicher – sollte sie nicht einige Minuten warten, bevor sie die Milch dazugibt?

Plane einen Versuch, um diese Frage zu klären! Gelingt dir ein Diagramm, das den Verlauf der Abkühlung zeigt?

Aufgabe 14 „Wagerl bergab rollen“

Material: Physik-Versuchs-Wagerl (mit einem Gewichtsstück 50g), Maßband, Stoppuhr

Suche dir eine freie Steigung am Gang und lege eine Startposition fest. Von dort aus wird die Strecke gemessen.



Lasse nun das Wagerl genau 0,2 Sekunden rollen – miss die Strecke, die es gefahren ist.

Zurück zum Start – nun darf das Wagerl 0,4 Sekunden rollen, miss wieder die Strecke. Erhöhe die Fahrzeit immer um den gleichen Wert von 0,2 Sekunden und miss jeweils die Strecke.

Du erhältst eine Tabelle Zeit – Strecke.

Zeichne das t-s-Diagramm!

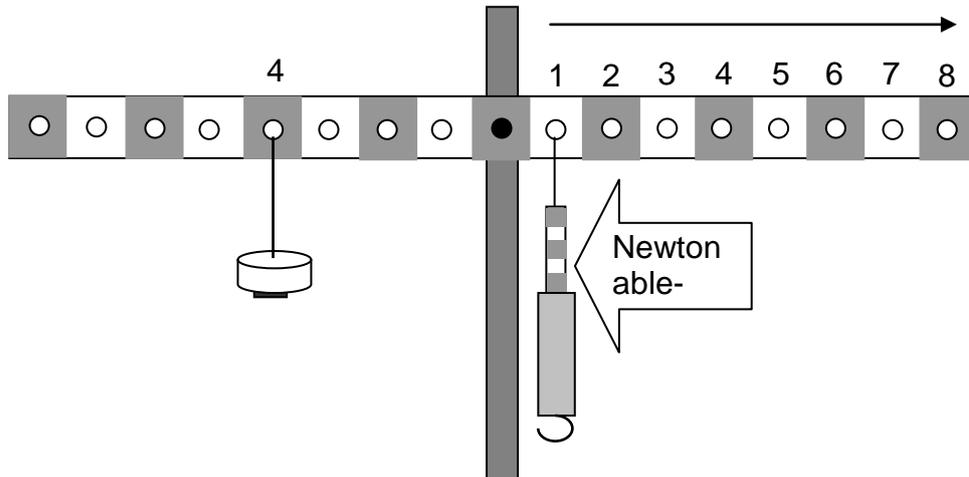
Beschreibe die Bewegung des Wagerls in Worten!

Zeit (Sekunden)	Strecke (cm)
0,2	
0,4	
0,6	
0,8	
1,0	
1,2	
....	

Aufgabe 15 „Ins Gleichgewicht bringen“

Materialien: Waagebalken, 2 Gewichtsstücke (50g), Federwaage

Hänge das Gewichtsstück links auf die Waage, auf Position 4 (von innen). Auf der anderen Seite hältst du mit der Federwaage entgegen, bis Gleichgewicht auftritt. Lies dann die notwendige Kraft (in Newton) ab.



Gehe mit der Federwaage immer weiter nach außen und miss jeweils die Kraft für das Gleichgewicht. Erstelle daraus eine Tabelle Abstand -> Kraft und ein Diagramm.

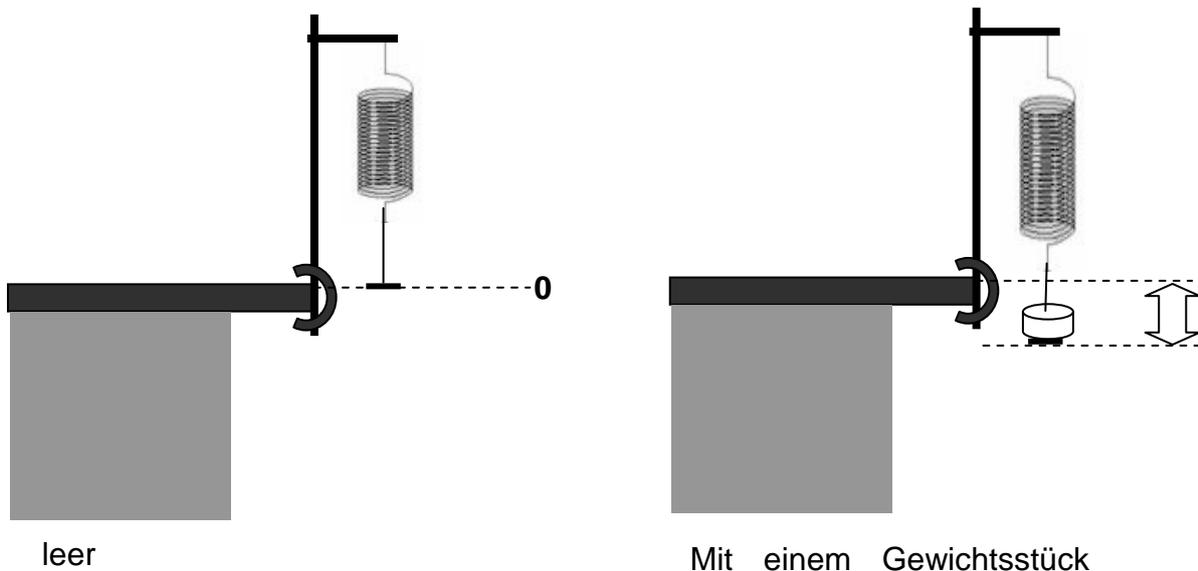
Vermute: Wie ändert sich das Diagramm, wenn das Gewicht auf Position 6 hängt?

Aufgabe 17 „Ausdehnung einer Schraubenfeder“

Material: Stativ, Schraubenfeder, Gewichtsteller, 4 Gewichtsstücke, Maßband

Wie dehnt sich eine Schraubenfeder, wenn sie gleichmäßig belastet wird?

Hänge die Feder wie in der Abbildung links auf, so dass der Gewichtsteller genau so hoch ist wie die Tischkante. Das ist dein Nullpunkt!



Gib ein 50g-Stück dazu und miss die zusätzliche Ausdehnung der Feder (siehe Pfeil rechts). Wiederhole den Vorgang mit weiteren Gewichten und erstelle eine Tabelle Masse (g) -> Ausdehnung (cm).

Übertrage die Messwerte in ein Diagramm und beschreibe in Worten, wie sich die Feder ausdehnt!

Aufgabe 18 „Wir fahren mit der Maus“

Öffne die Webseite <http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/mausphysik1.html>

Wenn du auf **Üben** und **Starten** drückst, kannst du das kleine Auto unter dem Diagramm mit der Maus hin und her bewegen. Die Bewegung wird sofort in das Zeit-Weg-Diagramm übertragen!



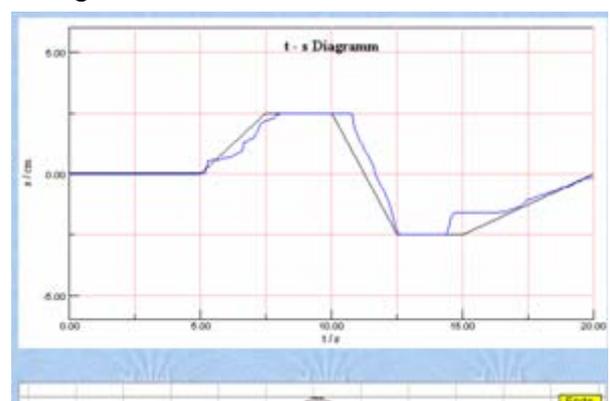
Üben

Wähle dann die Aufgaben „Weg1“ bis „Weg8“ und versuche immer, die Diagramme möglichst genau nachzufahren!

Dokumentiere deine Leistung mit Bildschirmkopien (Taste „Druck“)

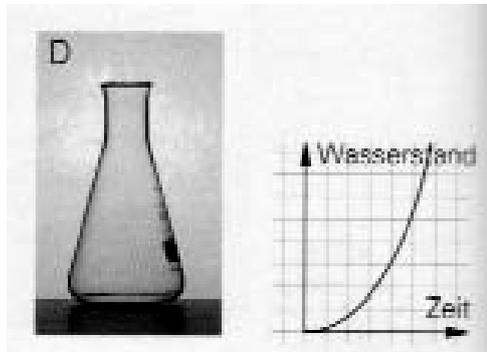


Weg 4



Aufgabe 19 „Wasser eingießen“

Im Mathematikbuch findest du eine Aufgabe zu verschiedenen Gefäßen, die gleichmäßig mit Wasser gefüllt werden. Für den Erlenmeyerkolben soll der folgende Graph herauskommen (Zuordnung Zeitpunkt -> Wasserstand)

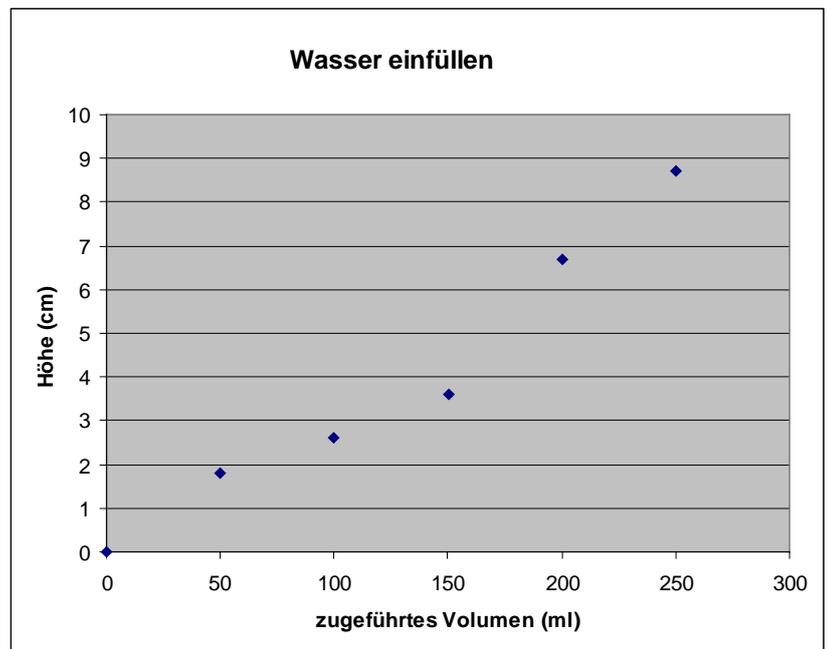


Wir haben das Experiment real durchgeführt. Es wurden immer wieder 50 ml Wasser hineingegeben und die Höhe des Wasserstandes gemessen. Dabei ergab sich dieses Diagramm:

Das passt nicht ganz zum Graphen im Mathematikbuch! Wurde da etwa falsch gemessen?

Führe eine genauere Messung durch. Gib immer 10 ml dazu und miss die Höhe. Zeichne dann ein genaueres Diagramm.

Wie passt der Verlauf der Messwerte jetzt zum Graphen aus dem Buch?



6.9 Aufgaben zum Thema Verkehr

Vorbereitung

Sicher über die Straße

Tanjas Pferd ist aus dem Stall ausgebrochen. Zum Glück ist nichts passiert. Nun muss Tanja aber ihr Pferd zurück über eine 5 m breite Straße führen. Damit sie und ihr Pferd sicher die Straße überqueren können, wartet sie auf einen Zeitpunkt, an dem die heranfahrenden Autos weit genug weg sind.

Aber was genau heißt *weit genug weg*?

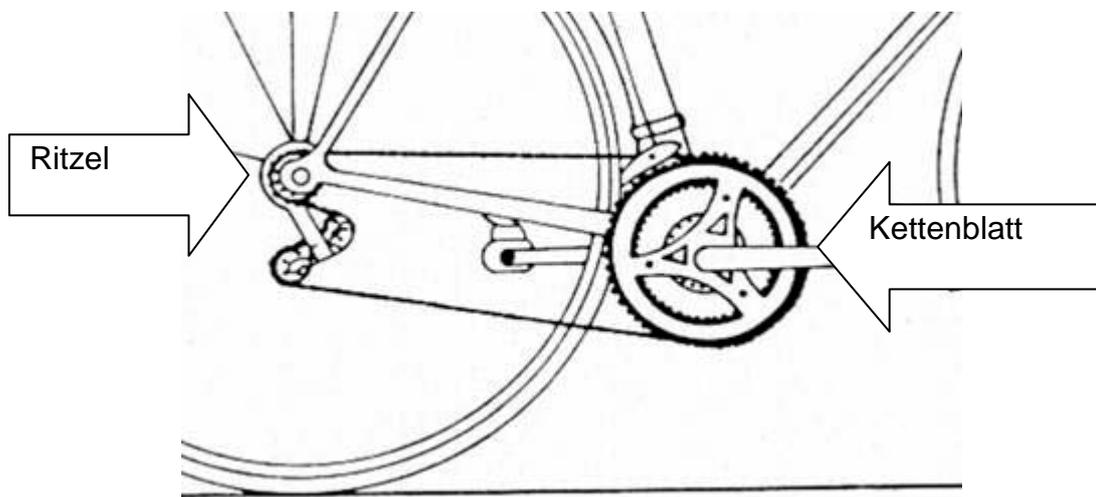


AUFGABE:

Nimm an, dass Tanja mit dem Pferd 1 m/s gehen kann und das Auto mit 50 km/h fährt.

Wie weit sollte das Auto dann mindestens entfernt sein, damit sie und ihr Pferd sicher an der anderen Straßenseite ankommen?

Gangschaltung am Fahrrad (Hausaufgabe)



Ermittle, welche Zahnräder dein Fahrrad hat! Zähle die Zähne der Kettenblätter und der Ritzel und notiere die möglichen Verhältnisse (vorne/hinten, z.B. 45/15) in einer Tabelle!

Wenn du die Brüche ausrechnest, kannst du eine echte Reihenfolge der Gänge erstellen.

Überqueren von Straßen bei herannahenden Autos

Wie schnell fahren Autos und Radfahrer eigentlich in der Umgebung unserer Schule?
Wie schnell müssen wir gehen, um Straßen sicher überqueren zu können?

Wir untersuchen 5 Übergänge (in 5 Gruppen):

- A: Lendplatz Ost->West
- B: Keplerstraße am Lendplatz
- C: Keplerstraße vor der (Fußgängerampel)
- D: Kaiser Franz Josef Kai
- E: Wickenburggasse bei Franz Josef Kai



Schule

Kaiser

1. Wie groß ist die Strecke beim Überqueren?

..... Meter

2. Wie lange dauert die Grünphase?

..... Sekunden

3. Berechnet:

Wie schnell müssen wir gehen, um noch bei Grün drüber zu kommen?

..... m/s

4. Wie schnell fahren die Autos dort?

Misst die Geschwindigkeiten auf einer Strecke bekannter Länge, von einem markanten Punkt bis zum Zebrastreifen. Legt dazu eine Tabelle an und wertet die Daten statistisch aus: Mittelwert, Häufigkeiten (Säulendiagramm)

5. Überqueren dieser Kreuzungen ohne Ampel

Wie weit müssen Autos mindestens weg sein, damit sich eine Überquerung ausgeht?

a) Berechnet aus dem Mittelwert der Geschwindigkeiten der Autos und der Zeit einer Grünphase (2.), wie weit die Autos weg sein müssten, damit ihr in dieser Zeit die Straße überqueren könnt!

b) Erstellt ein Diagramm zu verschiedenen Auto-Geschwindigkeiten: Wie ändern sich die notwendigen Abstände, wenn die Autos immer schneller werden?

Messungen mit Fahrrädern

Benötigt: Fahrräder mit Tachometer

1. Bremsen

Gruppen je nach Anzahl der Fahrräder

Das Rad fährt mit einer bestimmten Geschwindigkeit bis einer Linie – dort bremst es ab. Wir messen die Strecke von der Linie bis zum Stillstand (Vorderrad – Vorderrad).

a) 20 km/h fahren

Nur Bremse vorne:

Nur Bremse hinten:

Beide Bremsen:

b) Das Rad fährt mit verschiedenen Geschwindigkeiten, wir messen immer den Bremsweg mit beiden Bremsen.

Geschwindigkeit (km/h)	Bremsstrecke (m)
5	
10	
15	
20	
25	

Erstellt daraus ein Diagramm Geschwindigkeit/Bremsstrecke!

2. Beschleunigen.

Ein Fahrer bzw. Läufer, restliche Schüler stoppen alle 5 Meter die Zeit seit dem Start.

Alle 5 Meter steht ein Schüler mit Stoppuhr. Auf Kommando drücken alle auf Start, beim Vorbeifahren wird gestoppt.

a) Fasst die Werte in einer Tabelle zusammen!

b) Erstellt daraus ein t/s-Diagramm!

Kräfte am Fahrrad

1. Reibung

Wie groß sind die Reibungskräfte (ohne Luftwiderstand)?

Wir ziehen das Rad gleichmäßig mit einer oder mehrerer 10N-Federwaagen.

Ohne Fahrer:.....

Mit Fahrer:

2. Übersetzung

a) Wie übersetzt das Fahrrad die Kraft, vom Pedal auf das Hinterrad?

Dazu drehen wir das Rad um und stellen es auf Sattel/Lenker. Wir ziehen mit einer Federwaage am Pedal und halten dem mit der zweiten Federwaage am Hinterrad entgegen, möglichst weit außen. (Gleichgewicht)

Schreibt die Übersetzung als Bruch: Kraft hinten / Kraft vorne , und messt sie für verschiedene Gänge! Die Gänge könnt ihr als Verhältnis der Zähne an den Zahnrädern angeben.

b) Wie übersetzt das Fahrrad den Weg?

Wie weit kommt man jeweils mit einem Tritt?

Messt für verschiedene Gänge, wie weit das Fahrrad mit einer Pedal-Umdrehung kommt.

Erstellt aus a) und b) eine Tabelle!

Gang (Vorne/Hinten)	Übersetzung der Kräfte	Strecke mit einem Tritt
(45/13)		
(45/16)		
....		

Das alternative „Schlechtwetterprogramm“ für den Informatiksaal:

Überqueren einer Straße

<p>Verkehrssituation</p> <p><i>Ein Fußgänger will eine Straße vor einem Auto überqueren, das mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h fährt. Wie weit muss das Auto mindestens vom Fußgänger entfernt sein, wenn dieser die Überquerung beginnt, und er mindestens die Straßenmitte erreichen soll? Das Auto fährt dabei mit gleichförmiger Geschwindigkeit weiter.</i></p>	
---	---

Schätze die notwendige Entfernung des Autos und vergleiche das Schätzergebnis mit dem der Klassenkameraden!

Berechnung:

Fortbewegungsgeschwindigkeit in m/s verschieden alter Personen:

Art der Bewegung	6-7 Jahre	14-15 Jahre	20-30 Jahre	30-50 Jahre	50-60 Jahre	70-80 Jahre
gehen	1.5	1.7	1.4	1.4	1.4	1.0
schnell gehen	2.0	2.1	2.2	2.0	2.0	1.3
laufen	3.3	3.5	3.6	3.5	3.4	1.8

Nutze den Link http://compact.nussnet.at/projekt_verkehr_5/phverk0.php

und berechne die Fahrstrecken des PKWs für 3 verschiedene Straßenbreiten, 3 verschiedene Gehgeschwindigkeiten des Fußgängers und 3 Geschwindigkeiten des Autos! Gib jeweils an, ob sich diese Größen direkt oder indirekt proportional zueinander verhalten!

Vergleiche mit deinem Schulweg:

- Wie breit sind die Straßen, die du überqueren musst?
- Welche Höchstgeschwindigkeiten sind für den Autoverkehr erlaubt?
- Musst du über die Straße laufen um den gegenüberliegenden Gehsteig sicher zu erreichen?

Zeichne einen Graph, der zeigt, wie sich die Geschwindigkeit des Fußgängers zur Entfernung des Autos verhält! (Wir nehmen an, es fährt gleichmäßig mit 50 km/h)

Zahlt sich schnell fahren aus?

Hr. Steinkellner legt die Strecke von Wildon nach Graz (Entfernung: 30 km) normalerweise mit einer mittleren Geschwindigkeit von 50 km/h zurück. Da er diesmal verschlafen hat und mit Verspätung wegfährt, fährt er mit durchschnittlich 60 km/h, um die verlorene Zeit wett zu machen.



- **Schätze ab**, wieviel Zeit er dadurch gewinnt!
- Erst dann: **Berechne** den Zeitunterschied mit Hilfe von $s = v \cdot t$
- Berechne die Fahrzeiten für verschiedene Durchschnittsgeschwindigkeiten (oder verwende den Link http://compact.nussnet.at/projekt_verkehr_5/phverk1t.html und zeichne in einer Skizze, wie ein Zeit-Geschwindigkeit-Graph hier in etwa aussehen müsste!

Bremsweg eines Autos



Autos dürfen im Ortsgebiet (also auch in der Stadt) nicht schneller als 50 km/h fahren; in Graz und vielen anderen Städten gilt abseits von Vorrangstraßen sogar Tempo 30. Manche fahren aber trotzdem 70 km/h und schneller ...

Verwende die Seite http://compact.nussnet.at/projekt_verkehr_5/phverk3.php, um den Bremsweg von Autos bei trockenen Fahrverhältnissen zu berechnen (Straßenbelag: Beton) und vergleiche die Bremswege bei 30, 60 und 90 km/h in einer Tabelle.

- Skizziere einen Graphen zur Tabelle und beschreibe, wie stark der Bremsweg steigt, wenn die Geschwindigkeit doppelt oder dreimal so groß ist.
- Wie hängt der Bremsweg von den erreichbaren Verzögerungswerten (a in m/s^2) ab? Vergleiche dazu den Bremsweg bei verschiedenen Straßenverhältnissen, die zu verschiedenen Verzögerungswerten führen.