



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung**  
**Themenorientierung im Unterricht**  
**Schwerpunkt 3**

---

# **DAS FAHRRAD**

# **IM ANFANGSUNTERRICHT PHYSIK**

**Theresia Oudin**

**GRG10, Ettenreichgasse 41-43**  
**1100 Wien**

Wien, Juni 2005

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Themenzentrierung.....	5
1.2 Ausgangssituation und Lehrplanbezug .....	5
1.3 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen .....	6
1.4 Fragestellungen .....	6
<b>2 PLANUNG</b> .....	<b>7</b>
2.1 Methoden und Material .....	7
2.1.1 Unterrichtsmethoden.....	7
2.1.2 Material .....	8
2.2 Zeitrahmen für die Projektdurchführung.....	8
<b>3 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>9</b>
3.1 Zeitliche Gliederung des Projekts .....	9
3.2 Themen und Aktivitäten .....	11
3.2.1 Geschwindigkeit.....	11
3.2.2 Verkehrsausstellung im Technischen Museum Wien.....	11
3.2.3 Laufzeitmessung mit elektronischer Stoppuhr .....	12
3.2.4 Reaktionszeit, Reaktionsweg und Bremsweg .....	12
3.2.5 Energie.....	13
3.2.6 Zeitmessung und Wegaufzeichnung beim Radfahren im Schulgarten.....	13
3.2.7 Experiment zum Fahrradtachometer.....	14
3.2.8 Energieabteilung im Technischen Museum Wien .....	14
3.2.9 Aktivität: Ei-Crash-Test .....	15
3.2.10 Übersetzung beim Fahrrad - Hebelgesetz .....	15
3.2.11 Messung des Bremswegs im Schulgarten .....	15
3.2.12 Verkehrserziehung auf dem Radübungsplatz .....	17
3.3 Produkte.....	17
3.3.1 Arbeiten der Schüler/innen.....	17
3.3.2 Auswertungen .....	19

3.4	Fotos aus dem Museum und von den Aktivitäten der Schüler/innen .....	19
<b>4</b>	<b>EVALUATION UND LEISTUNGSBEURTEILUNG.....</b>	<b>20</b>
4.1	Feedback .....	20
4.1.1	Fragen und Ergebnisse zum 1. Projekttag im Schulgarten: .....	20
4.1.2	Die Fragen und Ergebnisse zum 2. Museumsbesuch:.....	22
4.1.3	Feedback über das gesamte Projekt .....	24
4.1.4	Feedback allgemein zum Physikunterricht.....	26
4.2	Anonyme Tests .....	27
4.3	Projekt-Tagebuch.....	28
4.4	Einzel-Arbeitsaufträge.....	29
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>REFLEXION .....</b>	<b>31</b>
6.1	Probleme und Änderungen bei der Aufgabenstellung.....	31
6.2	Ausblick.....	31
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>32</b>
7.1	Geschwindigkeiten.....	32
7.2	Aufgabe zur Geschwindigkeitsberechnung .....	32
7.3	Bestimmung der Laufgeschwindigkeit.....	33
7.4	Auswertung der Laufzeiten mit der Tabellenkalkulation.....	34
7.5	Wiederholung: Besuch im Technischen Museum Wien .....	34
7.6	Bericht eines Schülers .....	35
7.7	Diagramme vom Projekttag im Garten am 16. 4. 2005 .....	35
7.8	Ei-Crash-Test.....	38
7.9	Kraftübertragung beim Fahrrad.....	39
7.10	Bremsweg und Geschwindigkeit .....	39
7.11	Ausschnitte aus Projektstagebüchern.....	40
7.12	Fotos vom Fahrrad-Projekt .....	41
7.13	Wiederholung (4. PHYSIK-SELBSTTEST) .....	43
7.14	Wiederholung (5. PHYSIK-SELBSTTEST) .....	44
7.15	Technische Daten zur Wegaufzeichnung.....	45
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>46</b>

## ABSTRACT

*Das Ziel des Projekts ist die Einbeziehung eines aus dem Alltag vertrauten Gegenstandes, nämlich des Fahrrads, in den Anfangsunterricht Physik. Durch Messungen mit dem Fahrrad (Geschwindigkeit und Bremsweg) und im Zusammenhang mit dem Fahrrad (Schutzwirkung des Fahrradhelms) konnten die Schüler/innen leichter die zahlreichen für sie neuen physikalischen Begriffe umsetzen und behalten. Zusätzlich lieferte die intensive Auseinandersetzung mit dem Fahrrad auch einen Beitrag zur Verkehrssicherheit.*

*Den Abschluss des Projekts bildete der Besuch eines Radübungsplatzes, bei dem die Schüler/innen intensiv auf die aktive Teilnahme am Straßenverkehr als Radfahrer vorbereitet wurden.*

*Bei der überwiegenden Mehrheit der Schülern/innen fand das Projekt große Zustimmung, was unter anderem auch auf die Aktivitäten im Freien zurückzuführen ist.*

*Bei der Mehrzahl der Schüler/innen war eine deutliche Leistungssteigerung (im Vergleich zum 1. Semester) feststellbar.*

Schulstufe: 6. Schulstufe

Fächer: Physik (2 Wochenstunden)

Kontaktperson: Mag. Theresia Oudin

Kontaktadresse: Ettenreichgasse 41-43, 1100 Wien

E-Mailadresse: t.oudin@ettenreich.at

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Themenzentrierung

Das Fahrrad als Alltagsgegenstand der Schüler/innen soll helfen, die neuen Lerninhalte des ersten Jahres Physikunterricht besser zu behalten. Die Aktivitäten mit dem eigenen Fahrrad sollen den Schülern Freude an den Unterrichtseinheiten vermitteln und das Lernen durch Verknüpfung mit Aktivitäten erleichtern.

Neben vorbereitenden Unterrichtsstunden und Experimenten stehen 2 Projektstage im Schulgarten, bei denen die Schüler/innen mit dem eigenen Fahrrad fahren oder sich das Fahrrad eines Mitschülers/einer Mitschülerin ausleihen, und 2 Besuche im Technischen Museum im Zentrum des Projekts. Den Abschluss soll ein Besuch auf einem Radübungsplatz bilden, bei dem die Schüler/innen Verkehrszeichen und die Regeln im Straßenverkehr erlernen sollen.

Das Projekt wird durch Projektstagebücher (von mir und von den Schüler/innen) ausführlich dokumentiert und beurteilt. Außerdem werden die Projektstage mit Feedbackbögen evaluiert. Die Klassen-Leistungen bei (unbenoteten und anonymen) Tests vor und nach Durchführung des Projekts werden verglichen.

Die Aktivitäten sollen durch Fotos und Arbeitsblätter dokumentiert werden.

## 1.2 Ausgangssituation und Lehrplanbezug

Das Projekt ist für den Physikunterricht in einer 2. Klasse AHS mit 2 Wochenstunden geplant. Die Klasse besteht aus 16 Buben und 10 Mädchen, wobei 2/3 der Schüler/innen eine andere Muttersprache als Deutsch (türkisch, polnisch, kroatisch u.a.) haben. Die Schüler/innen sind sehr motiviert. Sie haben viel Freude am Physikunterricht und sind sehr kreativ.

Im 1. Semester sollte beinahe der gesamte Kernstoff durchgearbeitet werden, sodass im 2. Semester Zeit für das Projekt ist. Im Rahmen des Projekts sollen einzelne Themen aus dem 1. Semester wiederholt und vertieft werden:

- Geschwindigkeit
- Hebel, Rolle und Wellrad
- Kräfte
- Reibung
- Arbeit und Energie
- Elektrischer Strom

Diese Kapitel des Lehrplans lassen sich sehr gut im Zusammenhang mit dem Fahrrad behandeln. Im Physiklehrplan der 2. Klasse ist ein eigenes Kapitel „Körper in Bewegung“ enthalten, in dem Geschwindigkeit, Geschwindigkeitswerte und Umrechnungen angeführt sind. Ebenso finden sich im Kernbereich die Themen „elektrischer Strom“, „Arbeit und Energie“ und „Hebel und Reibung“.

Die Freude an der Beschäftigung mit physikalischen Themen bietet für ein größeres Projekt die besten Voraussetzungen. Die Schüler/innen sind immer wieder bereit, Experimente mitzubringen und selbst vorzuführen. Die geplanten Aktivitäten kommen ihnen also entgegen. Die Klasse freut sich auf das Projekt, obwohl sie noch keine diesbezüglichen Erfahrungen hat.

### 1.3 Herausforderungen, Ziele und Erwartungen

Die anfängliche Begeisterung für den Physikunterricht sollte auch am Ende des Schuljahres noch vorhanden sein. Durch die Beschäftigung mit dem Fahrrad, das den Schüler/innen als Alltagsgegenstand vertraut ist, soll die Verbindung zwischen Alltag und Physik hergestellt werden.

Die Durchführung von Messungen mit dem Fahrrad soll durch das persönliche Erleben die Lerninhalte festigen. Die Arbeit im Team soll erlernt werden und auch die Bedeutung jedes einzelnen Teammitglieds erfahren werden.

Die Dokumentation der durchgeführten Messungen in Form von Arbeitsblättern und durch ein Projekttagebuch soll die Schüler/innen dazu anleiten, Reflexionen über wesentliche Inhalte der Unterrichtsstunden anzustellen.

### 1.4 Fragestellungen

#### ***Wie übertragbar ist physikalischen Wissen in den Alltag?***

Das Fahrrad ist als Gegenstand des Alltags den meisten Kindern vertraut. Die Herausforderung besteht darin, durch die Beschäftigung mit diesem Alltagsgegenstand physikalische Themen leichter und vor allem dauerhafter zu vermitteln.

#### ***Welche Untersuchungen am Fahrrad lassen sich schon im Anfangsunterricht Physik durchführen?***

Es gibt in Österreich und auch international bereits eine Reihe von Fahrradprojekten. Die beteiligten Schüler/innen waren jedoch immer älter, sodass sie auch mehr physikalischen Hintergrund hatten (z.B. den Begriff des Drehimpulses bei Schüler/innen einer 5. Klasse, Lit. (8)).

Es soll bewusst ein anderer Weg beschritten werden. Das Ziel ist auf möglichst einfache Art das Fahrrad in den Unterricht einzubeziehen und bestimmte Themen damit zu verknüpfen. Im Vordergrund steht die Bewegung und der aktive Einsatz der Schüler/innen.

#### ***Lassen sich Buben und Mädchen in gleicher Weise für ein Physikprojekt begeistern?***

In der Klasse sind 16 Buben und 10 Mädchen, die nie mit den Buben gemeinsam arbeiten. Durch das Projekt soll hier ein Schritt zur Gemeinsamkeit versucht werden.

## 2 PLANUNG

### 2.1 Methoden und Material

#### 2.1.1 Unterrichtsmethoden

Eines der wichtigsten Argumente für die Durchführung des Projekts ist die Möglichkeit zur Selbsttätigkeit der Schüler/innen. Trotzdem ist zu Beginn eines Themas eine kurze Sequenz Frontalunterricht unerlässlich.

##### **Frontalunterricht:**

Durch Einbinden von Schüleraktivitäten sollen diese Unterrichtssequenzen zwar aufgelockert werden, erfordern jedoch ungeteilte Aufmerksamkeit der Schüler/innen und auch die Aufzeichnung von Kernaussagen in einem Heft oder einer Mappe.

Als Inhalte für frontal geführte Einheiten bieten sich an:

- Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsbestimmung als Vorbereitung für die Outdoor-Aktivitäten der Schüler/innen.
- Weg-Zeit-Diagramme als Vorbereitung für die Aufzeichnung eigener Diagramme
- Bremsen und Reaktionszeit als Vorbereitung zur Messung des Bremswegs
- Hebel und Rollen zur Vorbereitung von Schülerexperimenten mit einfachen Hebeln und als Grundlage für das Verständnis der Kraftübertragung beim Fahrrad.

##### **Gemeinsame Durchführung von Arbeitsaufträgen:**

In Gruppen sollen die Schüler/innen Zeiten beim Laufen und beim Radfahren stoppen. Je nach Aufgabe benötigen sie dafür Stoppuhren oder eine elektronische Zeitmessanlage. Dabei bleibt ihnen die Aufgabe, die Zeitnehmung zum richtigen Zeitpunkt in Gang zu setzen, gleichzeitig dem Läufer bzw. Radfahrer das Startsignal zu geben und zusätzlich die gemessenen Zeiten zu notieren.

Die Messung des Bremswegs erfordert ebenfalls den Einsatz mehrerer Schüler/innen. Innerhalb der Teams sollen die Aufgaben selbstständig verteilt werden.

##### **Einzelarbeit im Computerraum:**

Nach erfolgter Zeitmessung beim Laufen wird mittels Tabellenkalkulation die Geschwindigkeit der einzelnen Läufer ermittelt. Die Schüler/innen haben bereits Vorkenntnisse über die Benutzung des Unterrichtsnetzwerkes und haben auch schon mit der Tabellenkalkulation gearbeitet.

Als Abschluss des Projektes sollen sie Arbeitsblätter zu den von ihnen durchgeführten Aufgaben mit der Textverarbeitung erstellen.

##### **Einzelarbeit:**

Neben der Arbeit im Team müssen die Schüler/innen auch hin und wieder im Unterricht oder zu Hause einige kleine Aufgaben erfüllen. Dazu gehört das Führen des Projektstagebuchs, aber auch mitunter eine kleine Rechenaufgabe.

## **Lehrausgänge:**

Das Technische Museum Wien bietet Führungen mit anschließender Rätselrallye zu den Themen „Verkehr“ und „Energie“ an. Diese beiden Abteilungen sollen mit den Schülern/innen gemeinsam besucht werden.

Als Abschluss ist eine Schulung auf einem Radübungsplatz geplant, um die Verkehrssicherheit der Schüler/innen im Straßenverkehr zu erhöhen. Einige Schüler/innen fahren mit dem Fahrrad zur Schule oder planen dies, sobald sie das 12. Lebensjahr erreicht haben.

### **2.1.2 Material**

Das Fahrrad als zentrales Objekt dieses Projekts wird von den Schülern/innen bereitgestellt. Zur Messung der Geschwindigkeit sind Tachometer erforderlich.

Neben Gegenständen aus der Physik-Lehrmittelsammlung (Kraftmesser, Wellrad, Kurzzeitmessgerät, elektrische Schaltungen) werden zusätzlich zwei Infrarotlichtschranken und ein Kurzzeitmessgerät mit Großanzeige eingesetzt. Die Messergebnisse sollen schriftlich und mittels Diktiergerät festgehalten werden.

Zur Aufzeichnung der Bewegung wird ein Messinterface mit Ultraschallsensor und ein Laptop benötigt. Diese Geräte können ausgeborgt werden.

Einige Radfahrer sollen mit einer Videokamera aufgenommen werden, um anschließend eine Videoanalyse durchzuführen.

Alle Aktivitäten sollen durch Fotos und teilweise auch Videos dokumentiert werden.

## **2.2 Zeitrahmen für die Projektdurchführung**

Projektbeginn: nach den Semesterferien 2005

Projektende: Ende Juni 2005

Die Hauptaktivitäten im Schulgarten sind für April bzw. Mai 2005 geplant, sofern das Wetter dies zulässt.

Die Termine für die Lehrausgänge ins Technische Museum Wien zu den Themen „Verkehr“ und „Energie“ richten sich nach den Gegebenheiten des Museums und sind für März und Mai geplant.

Alle Outdoor-Aktivitäten erfordern Phasen der Vor- und Nachbereitung, die sich nach den Terminen richten.

### 3 DURCHFÜHRUNG

Als Startpunkt des Projekts wurde der Beginn des 2. Semesters gewählt.

Die Schüler/innen waren von der Idee, ein Projekt durchzuführen, sehr angetan, obwohl sie noch keine derartigen Erfahrungen hatten. Die Begeisterung für die Projektarbeit hat sich auch im Verlauf des Projekts noch gesteigert.

Das im 1. Semester geführte Physikheft (eine Ringmappe) wurde weitergeführt, wobei jede Unterrichtseinheit mit wesentlichen Inhalten (z.B. Merksätze oder Formeln) eingetragen wurde. Die Schüler/innen sollten parallel dazu ein persönliches Projektagebuch führen, in dem auch persönliche Bemerkungen zu jeder Einheit angefügt werden sollten.

#### 3.1 Zeitliche Gliederung des Projekts

Datum	Thema / Aktivität	Lerninhalte / Anmerkungen
19. Februar	Vorbereitung: Geschwindigkeit	Geschwindigkeitsbegriff, Maßeinheiten Formelschreibweise Berechnung der Geschwindigkeit Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit, Weg-Zeit-Diagramme
	<b>Aktivität:</b> Laufen am Gang mit Handstoppung Berechnung der Laufgeschwindigkeit	Die Problematik der Zeitmessung wird offenkundig, ebenso die Notwendigkeit verschiedener Geschwindigkeitseinheiten.
7. März	<b>Lehrausgang:</b> Führung im Technischen Museum Wien mit Rätselrallye zum Thema „Verkehr“ <b>Aktivität:</b> Laufzeitmessung mit 2 Lichtschranken und elektronischer Stoppuhr. Auswertung der Daten am Computer mit der Tabellenkalkulation.	Das Fahrrad als Fortbewegungsmittel und seine Entwicklung wird ausführlich besprochen  Vorbereitung der späteren Messung mit dem Fahrrad im Schulgarten. Da noch Schnee liegt, ist noch keine Aktivität im Freien möglich.
12. März	Vorbereitung: Reaktionszeit, Reaktionsweg und Bremsweg. <b>Aktivität:</b> Messung der Reaktionszeit	Fahrschulformeln zum Abschätzen des Bremswegs. Messung der Reaktionszeit auf 2 Arten.
2. April	Vorbereitung: Energie	Energieinhalt von Nahrungsmitteln, Energieaufwand für verschiedene Tätigkeiten

16. April	<b>1. Projekttag im Schulgarten</b>	Messung des Bremswegs Zeitmessung zur Berechnung der Geschwindigkeit Wegaufzeichnung mit Ultraschallsensor und Computerinterface Videoaufzeichnung (nicht verwendet)
	Nachbearbeitung der Ergebnisse des Projekt-tages Fahrradtachometer (Funktionsweise)	Geschwindigkeitsberechnung Analyse der aufgenommenen Weg-Zeit-Diagramme
2. Mai	<b>Lehrausgang:</b> Führung im Technischen Museum Wien mit Rätselrallye zum Thema „Energie“	Die Beantwortung der Fragen ist diesmal nicht in Gruppenarbeit verlangt, wird aber von den Schüler/innen in Teams vorgenommen.
7. Mai	Fahrradhelm <b>Aktivität:</b> Ei-Crash-Test	Versuche mit gekochten Eiern in unterschiedlichen Verpackungen, die 5,2 m hinunterfallen. Video, das die Wichtigkeit des Fahrradhelms unterstreicht.
28. Mai	<b>2. Projekttag im Schulgarten</b> Messung des Bremswegs und der Geschwindigkeit	Die Geschwindigkeiten werden mit Hilfe der Fahrradtachometer ermittelt und dann zu den gemessenen Bremswegen in Beziehung gebracht. Als Kontrolle wird die Zeit für die Strecke von 35 m mit der Hand gestoppt. Ergebnis ist unbefriedigend.
30. Mai	<b>Reflexion</b> durch Feedback-Bögen und Projekt-tagebücher über das gesamte Projekt Erstellen von Plakaten über das Projekt	
18. Juni	Wiederholung der Bestimmung des Bremswegs	Der Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremsweg wird noch einmal erforscht. Die Tachometer funktionieren diesmal.
29. Juni	Besuch des Rad-übungsplatzes	Verkehrserziehung

## 3.2 Themen und Aktivitäten

### 3.2.1 Geschwindigkeit

Der Begriff der Geschwindigkeit und die Maßeinheiten wurden im 1. Semester nicht besprochen sondern auf das Projekt verschoben. Anhand einer Abbildung im Physikbuch (Literatur (1), S. 25) wurden im Lehrer-Schüler-Gespräch zu verschiedenen Fortbewegungsmitteln die Geschwindigkeiten ermittelt.

Im nächsten Schritt wurde gezeigt, wie man die Geschwindigkeit bei bekanntem Weg und bekannter Zeit berechnen kann.

#### **Aktivität: Laufen am Gang**

Da der Schulgarten aufgrund der Schneelage noch nicht benützbar war, wurden die ersten Aktivitäten im Schulhaus durchgeführt.

Eine Strecke von 10 m Länge wurde abgesteckt und die Zeit beim Durchlaufen dieser Strecke mit einer Handstoppuhr gestoppt. Bis auf wenige Schüler/innen wollten alle selbst laufen und gestoppt werden. Es zeigte sich, dass die Ergebnisse sehr unterschiedlich ausfielen und offensichtlich die Messmethode wenig geeignet für reproduzierbare Ergebnisse ist.

Die Schüler/innen sollten aus dieser Zeitmessung und der Laufstrecke von 10 m ihre Geschwindigkeit berechnen. Dabei ergaben sich noch große Schwierigkeiten, da die Zeit in Sekunden und der Weg in Metern angegeben war, anders als bei den vorherigen Aufgaben, wo es immer um die Einheiten Kilometer und Stunden gegangen war.

Die Geschwindigkeitseinheit m/s wurde nun eingeführt und ihre Umrechnung in km/h besprochen. Zur Festigung dieser Einheit erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt mit den Ergebnissen der vorhergehenden Stunde und einer Tabelle von Fortbewegungsgeschwindigkeiten verschiedener Tiere, die sie in km/h umrechnen sollen (Anhang 7.1). Einen Taschenrechner als Hilfsmittel hatten sie bereits aus dem Mathematikunterricht.

Die Begriffe Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit wurden erläutert. Es erfolgte bereits der Hinweis auf die Geschwindigkeitsmessung mit Hilfe eines Fahrradtachometers.

Die Aufzeichnung einer Bewegung als Weg-Zeit-Diagramm wurde mit Hilfe der Bilder im Physikbuch besprochen, auch der Unterschied zwischen gleichförmiger und beschleunigter Bewegung. Auf die Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme wurde bewusst verzichtet, da diese erfahrungsgemäß in dieser Altersstufe nur Verwirrung stiften.

Als Wiederholung erhielten die Schüler/innen eine Aufgabe zur Geschwindigkeitsberechnung bei einem Schirennen (Anhang 7.2). Bei der Bearbeitung zeigten sich noch viele Unsicherheiten, die anschließend gemeinsam besprochen wurden.

### 3.2.2 Verkehrsausstellung im Technischen Museum Wien

Nach einer ausführlichen Vorstellung der Objekte, ganz besonders der alten Fahrräder, erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt für diese Abteilung, das sie in Gruppen ausfüllen sollten. Sie lösten die Aufgaben mit großem Eifer und fragten stets nach, wenn sie allein nicht weiterkamen. So lernten sie viel zum Thema "Fortbewegung" dazu, wie etwa den Erfinder der Schiffsschraube (J. Ressel). Besonders be-

eindruckte sie der ausgestellte Rennwagen „Silberpfeil“. Als Abschluss durften alle auf dem Hochrad-Modell und einem Motorrad Platz nehmen.

Nach großem Lob durch den Museumsbegleiter verließen die Schüler/innen nur höchst ungern das Museum.

### **3.2.3 Laufzeitmessung mit elektronischer Stoppuhr**

In der Schule war durch einen Kollegen eine Messanordnung mit 2 Lichtschranken und elektronischer Stoppuhr mit Zeitanzeige aufgebaut worden (Details zur Messanordnung in Anhang 7.3). Die Schüler/innen hatten die Aufgabe, eine bestimmte Strecke (2,5 m) mit möglichst gleich bleibender Geschwindigkeit zu durchlaufen. Das Ziel war die Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeit.

Beim Start des Laufes begann die Stoppuhr zu laufen (die Zeitnehmung wurde mit der Hand gestartet), beim Durchqueren der Lichtschranken blieben die Zeiten auf den beiden Anzeigen stehen.

Nach anfänglicher Verwirrung, weil jetzt doch wieder scheinbar mit der Hand gestoppt wurde, war den meisten Schüler/innen klar, dass sie aus den beiden gemessenen Zeiten durch Bildung der Differenz die Laufzeit für die 2,5 m erhielten.

Insgesamt 8 Schüler/innen (5 Buben und 3 Mädchen) liefen durch diese Strecke, wobei jeweils ein Mitschüler oder eine Mitschülerin die Zeiten notierte.

Dann wurde die Strecke auf 25 cm verkürzt, um eine Momentangeschwindigkeit zu erhalten. Wieder liefen 12 Schüler/innen (davon 5 Mädchen) durch die Teststrecke und ihre Mitschüler/innen schrieben die Zeiten auf.

Ein glücklicher Zufall ermöglichte am darauffolgenden Tag eine zusätzliche Physikstunde, die zur Auswertung der Laufzeiten im Computerraum genutzt wurde. Die Schüler/innen erhielten ein vorbereitetes Tabellenblatt in EXCEL, in dem die Formeln bereits eingetragen waren. Nach ausführlicher Besprechung der verwendeten Formeln gaben die Schüler/innen die Daten in die Tabelle ein und erhielten so ein Ergebnisblatt mit den Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeiten ihrer Mitschüler/innen (Anhang 7.4).

Weiters erhielten sie ein Arbeitsblatt zum Museumsbesuch mit einer inhaltlichen Wiederholung. Bei dieser zeigte sich, dass sie sich viel von den Ausführungen des Führers im Museum gemerkt hatten. Zusätzlich wurden die Schüler/innen aufgefordert, einen kurzen Bericht über den Museumsbesuch zu verfassen (ein Beispiel im Anhang 7.6).

### **3.2.4 Reaktionszeit, Reaktionsweg und Bremsweg**

Als Vorbereitung zur geplanten Messung der Bremswege im Schulgarten wurden die Fahrschulformeln für Bremsweg und Reaktionsweg besprochen und einige Beispiele durchgerechnet. Dabei ergab sich die Frage nach der Größe der Reaktionszeit. Die in der Fahrschulformel enthaltene Schätzung mit 1 Sekunde erschien den Schüler/innen unverständlich. Daher wurde als nächste Aktivität die Messung der Reaktionszeit geplant.

## Aktivität: Messung der Reaktionszeit

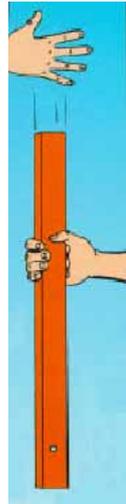
a) Fallenlassen eines Lineals.

Ein 30-cm-Lineal wird oberhalb der Hand eines Mitschülers/einer Mitschülerin (mit der Null-Marke voraus) fallen gelassen. Die Zentimeter-Marke, bei der das Lineal gefangen wird, wird notiert. Der gemessenen Strecke wird dann mit Hilfe eines Weg-Zeit-Diagramms oder einer Tabelle einer Fallbewegung die Reaktionszeit zugeordnet.

b) Messung der Reaktionszeit mit einem Kurzzeitmessgerät:

Die Zeit zwischen dem Aufleuchten einer Lampe (verdeckt eingeschaltet) und dem Schließen eines Schalters wird mit einem Kurzzeitmessgerät gemessen und angezeigt.

Die Reaktionszeiten der Schüler/innen wurden im Lauf der Zeit immer kürzer, weil sie natürlich sehr konzentriert arbeiteten. Für Erheiterung sorgten große Reaktionszeiten, die offensichtlich durch Unaufmerksamkeit hervorgerufen wurden.



## 3.2.5 Energie

In einer Tabelle im Physikbuch (S. 83) ist der Energieinhalt von Nahrungsmitteln enthalten. In einer weiteren Tabelle der Energieaufwand für unterschiedliche Tätigkeiten, wobei auch das Radfahren vorkommt.

Der Begriff Energie wurde intuitiv erfasst, die Energieeinheit Joule stand im Mittelpunkt. Verschiedene Tätigkeiten wurden mit der erforderlichen Nahrungszufuhr verglichen. Für die meisten Schüler/innen war es überraschend, wie wenig Nahrung genügend große Energiemengen für eine bestimmte Tätigkeit liefert. Die Problematik der Fettdepots im Körper wurde angesprochen, wobei Fingerspitzengefühl nötig war, da es natürlich auch in dieser Klasse übergewichtige Kinder gab.

## 3.2.6 Zeitmessung und Wegaufzeichnung beim Radfahren im Schulgarten

Endlich ließ das Wetter die Nutzung des Schulgartens zu. Mit der Musikstunde vor der eigentlichen Physikstunde konnten wir eine Doppelstunde im Garten verbringen.

Die Schüler/innen waren aufgefordert, möglichst viele Fahrräder mitzubringen. Außerdem mussten sie Fahrradhelme mitnehmen. Es wurden 6 Fahrräder mitgebracht, von denen eines jedoch nicht einsetzbar war. 4 Kinder hatten Helme mit, ich stellte meinen eigenen Fahrradhelm zur Verfügung.

Es wurden 5 Gruppen gebildet. Zwischen Buben und Mädchen gab es eine strenge Trennung, obwohl sie dann gut zusammenarbeiteten.

Ziele dieser Einheit:

- Messung des Bremswegs
- Zeitmessung mit den Lichtschranken wie bereits im Schulhaus geübt
- Wegaufzeichnung mit Hilfe eines Ultraschallsensors und eines Messinterfaces
- Aufzeichnung der Bewegung mit Hilfe einer Videokamera

Ein Kollege unterstützte uns mit seinem Laptop, dem Messinterface und dem Ultraschallsensor und half bei der Durchführung der Messungen. Während er die Messanlage aufbaute, wurden die Schüler/innen mit der Messung des Bremswegs beschäftigt. Einige Buben konnten gleich beim Aufbau der Apparatur helfen. Sie übernahmen dann später sehr gekonnt das Bedienen der Stoppuhr und des Computers, wobei sie beim Abspeichern der Daten sehr umsichtig vorgehen. Es waren nachher alle Daten vorhanden und konnten den Fahrern zugeordnet werden.

Die Messung des Bremswegs erfolgte ohne Zuordnung zu einer Geschwindigkeit, da die Fahrräder keine Tachometer hatten. Es wurde geplant, diesen Zusammenhang zu einem späteren Zeitpunkt herauszufinden. Trotzdem war es für die Schüler/innen aufschlussreich, welche Streckenlängen sich ergaben. Sie markierten die Bremsstrecken am Boden und maßen sie dann mit einem Maßband ab. Dabei zeigten sich zunächst Schwierigkeiten beim Ablesen der Maßzahlen und Einheiten. Die gemessenen Bremswege wurden in einer Tabelle vermerkt.

Die Fahrräder wurden auch an die Mitschüler/innen verliehen, sodass alle sich beteiligen konnten. Allerdings waren einige Schüler/innen froh, dass sie nicht fahren mussten.

In der darauffolgenden Physikstunde erhielten die Schüler/innen Feedback-Bögen, bei denen auch nach physikalischen Inhalten der Messungen gefragt wurde. In der Auswertung zeigte sich, dass ihnen zwar die Tätigkeit enormen Spaß gemacht hatte, aber doch einige Fragen von einem großen Teil nicht richtig beantwortet werden konnten. Dies änderte sich nach der Auswertung der Messergebnisse anhand der Bewegungsdiagramme (Anhang 7.7). Die Schüler/innen erhielten jeweils ein Weg-Zeit-Diagramm eines bremsenden und eines beschleunigenden Radfahrers, wobei ein Diagramm zu einem Buben und eines zu einem Mädchen gehörte. Daraus wurden jeweils für 2 Stellen die Geschwindigkeiten berechnet und durch die Zu- oder Abnahme der Geschwindigkeit die Art der Bewegung festgestellt.

### 3.2.7 Experiment zum Fahrradtachometer

An einem Modellrad in der Physiksammlung wurde ein Tachometer montiert. Die Funktionsweise eines Magnetschalters wurde in einer elektrischen Schaltung an Hand eines eigenen Experiments gezeigt. Dann wurden die Teile eines Tachometers erklärt und auf die Notwendigkeit des richtig eingestellten Radumfangs eingegangen. Einige Schüler/innen erhielten Fahrrad-Tachometer, um sie auf ihren Fahrrädern zu montieren.



### 3.2.8 Energieabteilung im Technischen Museum Wien

Nach der Führung durch die Energieabteilung sollten die Schüler/innen wieder einen Fragebogen ausfüllen, allerdings diesmal jeder für sich. Dabei konnten sie noch einmal die Ausstellungsstücke anschauen oder in Bewegung setzen, wo dies vorgesehen war.

Im anschließenden Feedback (4.1.2) zeigte sich, dass ihnen die Führung beim ersten Museumsbesuch besser gefallen hat und sie auch lieber in Gruppen arbeiten wollten. In das Museum wollten viele von ihnen wieder gehen.

### **3.2.9 Aktivität: Ei-Crash-Test**

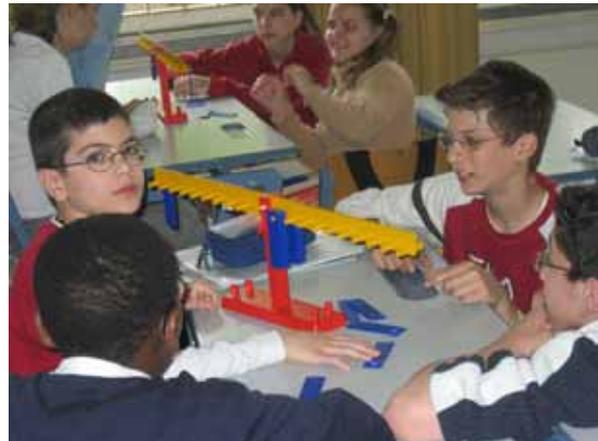
Eine Testreihe mit gekochten Eiern sollte den Schüler/innen klar machen, wie wichtig das Tragen des Fahrradhelms ist. Dies erschien mir deshalb so wichtig, weil sie beim Projekttag im Schulgarten den Fahrradhelm nur sehr ungern trugen.

Die Eier wurden mit unterschiedlichen Verpackungen versehen und dann aus einer Höhe von 5,2 m fallen gelassen. Die Ergebnisse waren eindrucksvoll. Vor allem die Tatsache, dass die Verpackung auch nicht zu weich sein darf, war verblüffend (Aufgabenblatt und Ergebnisse in Anhang 7.8). Die Eier wurden als Abschluss des Experiments gemeinsam verspeist.

In einer Videoaufnahme wurde den Schüler/innen nochmals gezeigt, wie wirksam ein Helm schützt. Bei diesem Film wurde eine Melone mit und ohne Helm fallengelassen. Die Melone ohne Schutz zersprang, während die mit Helm geschützte unverseht blieb. Ich hoffe, dass diese Unterrichtseinheit dazu beigetragen hat, das Tragen eines Fahrradhelms als notwendig anzusehen.

### **3.2.10 Übersetzung beim Fahrrad - Hebelgesetz**

Anhand von Abbildungen und Modellen aus der Lehrmittelsammlung wurde auf die Übersetzung beim Fahrrad eingegangen. Die Schüler/innen experimentierten selbst mit einem zweiseitigen Hebel und lernten das Hebelgesetz kennen. In Demonstrationsmodellen wurde das Wellrad und das Zusammenwirken von Zahnrädern erklärt.



Die Anwendung beim Fahrrad war etwas schwierig, aber mit Hilfe eines Arbeitsblattes konnten doch beinahe alle Schüler/innen die Stellen der Kraftübertragung und Kraftverstärkung zuordnen (Anhang 7.9).

### **3.2.11 Messung des Bremswegs im Schulgarten**

Die Schüler/innen sollten in Teams Geschwindigkeit und Bremsweg bestimmen. Das Ziel war, dass ein Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremsweg erkennbar wird. Die Geschwindigkeit sollte durch den Fahrradtachometer angezeigt werden. 5 Räder standen zur Verfügung, da einige Schüler/innen ihr Rad mit dem Tachometer dann doch nicht in die Schule mitnehmen konnten. Es standen wieder 2 Unterrichtsstunden zur Verfügung.

Bei diesem Experiment ergaben sich mehrere Probleme und das Ergebnis fiel nicht so aus, wie wir es erwartet hatten. Die Tachometer funktionierten nicht richtig, vermutlich waren sie nicht richtig eingestellt. So wurde die Geschwindigkeit der Radfahrer mittels Handstoppung auf einer Strecke von 35 m ermittelt. Dabei kam es zu Feh-

lern, weil die Zeitnehmung nicht zum richtigen Zeitpunkt gestartet oder gestoppt wurde. Einige Radfahrer änderten ihre Geschwindigkeit auf der Teststrecke.

Auch beim Abmessen des Bremswegs kam es zu Messfehlern. Teilweise lag das daran, dass eine zweite Aufsichtsperson fehlte. Die Schüler/innen waren offensichtlich nicht selbstständig genug, einerseits die Fahrer einzuteilen und die Testfahrt zu beginnen, andererseits richtig zu messen. Die Länge der Teststrecke war für eine ausreichende Beaufsichtigung und Hilfestellung an zwei Stellen zu groß.

Die Messergebnisse wurden mittels Diktiergerät festgehalten. In der darauffolgenden Stunde im Physiksaal wurden die Ergebnisse zusammengeschrieben, die Geschwindigkeiten berechnet und ein Diagramm angefertigt. Das Berechnen der Geschwindigkeiten klappte sehr gut, das Eintragen in ein Diagramm schafften nicht alle. Deshalb wurde in der folgenden Stunde nochmals auf das Diagramm eingegangen, wobei ein mit der Tabellenkalkulation angefertigtes zugrunde lag.

Die Probleme und möglichen Fehler wurden diskutiert. Das Ergebnis war unbefriedigend. Es ließ sich auch bei Zuordnung zu bestimmten Rädern keine Gesetzmäßigkeit herauslesen. Die Mehrheit der Schüler/innen wünschte sich eine Wiederholung der Messungen mit funktionierenden Tachometern.

## Zweite Messreihe zu Bremsweg und Geschwindigkeit

Am 18. Juni ergab sich die Möglichkeit, die Messung des Bremswegs noch einmal durchzuführen. Die Schüler/innen waren diesmal besser vorbereitet und organisierten die Testfahrten allein. Es standen nur 3 Fahrräder mit funktionierendem Tachometer zur Verfügung, diese wurden jedoch von mehreren Schüler/innen verwendet.



Eine Gruppe nahm die Messung des Bremswegs selbstständig vor und gab auch das Signal zum Start der Testfahrt. Die jeweiligen Fahrer nannten nach dem Absteigen ihre Geschwindigkeit und das verwendete Rad und einige Schüler/innen sprachen die Ergebnisse in ein Diktiergerät. Die Schüler/innen versuchten auch, den Fahrern Geschwindigkeiten vorzugeben, sodass genügend Messdaten aufgenommen werden konnten.

Das Ergebnis fiel diesmal zufriedenstellend aus. Bei Zuordnung zu den unterschiedlichen Fahrrädern ergab sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Bremsweg. In einzelnen Fällen konnte sogar der doppelten Geschwindigkeit annähernd der vierfache Bremsweg zugeordnet werden. Auf jeden Fall zeigte sich, dass der Bremsweg mit zunehmender Geschwindigkeit größer wird und dass er nicht proportional zur Geschwindigkeit wächst (Tabellen und Diagramme im Anhang 7.10).



### 3.2.12 Verkehrserziehung auf dem Radübungsplatz

Den Abschluss des Projektes bildete ein Verkehrssicherheitstraining auf einem Radübungsplatz. Dieser ist zwar für Schüler/innen aus der 4. Klasse Volksschule gedacht, die eine Radfahrprüfung ablegen können und damit die Berechtigung zum Radfahren auf öffentlichen Straßen erhalten. Es zeigte sich jedoch, dass eine derartige Unterweisung für alle Radfahrer im Straßenverkehr sehr empfehlenswert wäre.



Den Schüler/innen wurden die wichtigsten Verkehrszeichen und Vorrangregeln von einem Polizisten erklärt. Anschließend durften sie auf dem Übungsgelände das Gelernte in die Praxis umsetzen. Bei der Einhaltung der Regeln ergaben sich viele Probleme, die sich erst nach und nach durch immer wiederkehrende Anweisungen des Polizisten lösten.

Zur Überprüfung durften die Schüler/innen die Tests für die Radfahrprüfung ausfüllen. Das überraschende und bedenkliche Ergebnis war, dass nur wenige Schüler/innen dabei gut abschnitten. Es wurde ihnen nahe gelegt, sich die Verkehrsregeln noch einmal gründlich anzuschauen, bevor sie sich mit dem Rad in den Straßenverkehr wagen.

## 3.3 Produkte

### 3.3.1 Arbeiten der Schüler/innen

#### Arbeitsblätter:

Die Schüler/innen erhielten mehrere Arbeitsblätter zur eigenständigen Bearbeitung. Dabei ging es um die Anwendung von neuen Lerninhalten oder um die Auswertung von Messergebnissen.

Übungsaufgaben zur Umrechnung von Geschwindigkeiten (Anhang 7.1).

Wiederholungsaufgabe zur Geschwindigkeitsberechnung (Anhang 7.2).

Arbeitsblatt zur Wiederholung der Laufzeitmessungen mit einer Abbildung der Messanordnung. Hier sollten Messwerte eingetragen und Geschwindigkeiten berechnet werden (Anhang 7.3).

Wiederholung des Museumsbesuchs in der Verkehrsabteilung (Anhang 7.5)

Von den Diagrammen, die mit Hilfe des Ultraschallsensors aufgezeichnet wurden, erhielten die Schüler/innen zwei besonders gelungene, aus denen sie Zeit-Weg-Paare herauslesen und damit Geschwindigkeiten berechnen konnten. Dies wurde in gemeinsamer Arbeit im Unterricht durchgeführt, wobei die Abbildungen mittels Beamer projiziert wurden und mit Hilfe eines Grafikprogramms die benötigten Hilfslinien eingetragen wurden (Anhang 7.7).

Für die Durchführung des Ei-Crashtests wurde ebenfalls ein Arbeitsblatt ausgegeben, in dem die Teams ihre Verpackungsmethode, ihre Vermutung und schließlich die Ergebnisse eintragen konnten (Anhang 7.8).

Zur Kraftübertragung beim Fahrrad erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt mit der Abbildung eines Fahrrads und den Stellen der Kraftübertragung. Auf diesem Blatt waren Kräfte eingezeichnet und Übersetzungsbeispiele angegeben. Die Schüler/innen sollten die Erkenntnisse aus der Besprechung im Unterricht dazu eintragen (Anhang 7.9).

### Projekttagbuch:

Alle Schüler/innen waren angehalten, ein persönliches Projekttagbuch zu führen. Darin sollten neben den inhaltlichen Schwerpunkten jeder Unterrichtseinheit auch unbedingt persönliche Bemerkungen enthalten sein. Das Tagebuch wurde von einigen Schüler/innen sehr liebevoll gestaltet und es zeigte, dass sie wirklich über die Stunde nachgedacht hatten. Manche Schüler/innen versuchten zwar, das Tagebuch richtig zu führen, scheiterten aber an mangelnder Konsequenz bei den Eintragungen. Die geforderten persönlichen Bemerkungen waren für die Schüler/innen ungewöhnlich und einige hatten damit auch Schwierigkeiten.

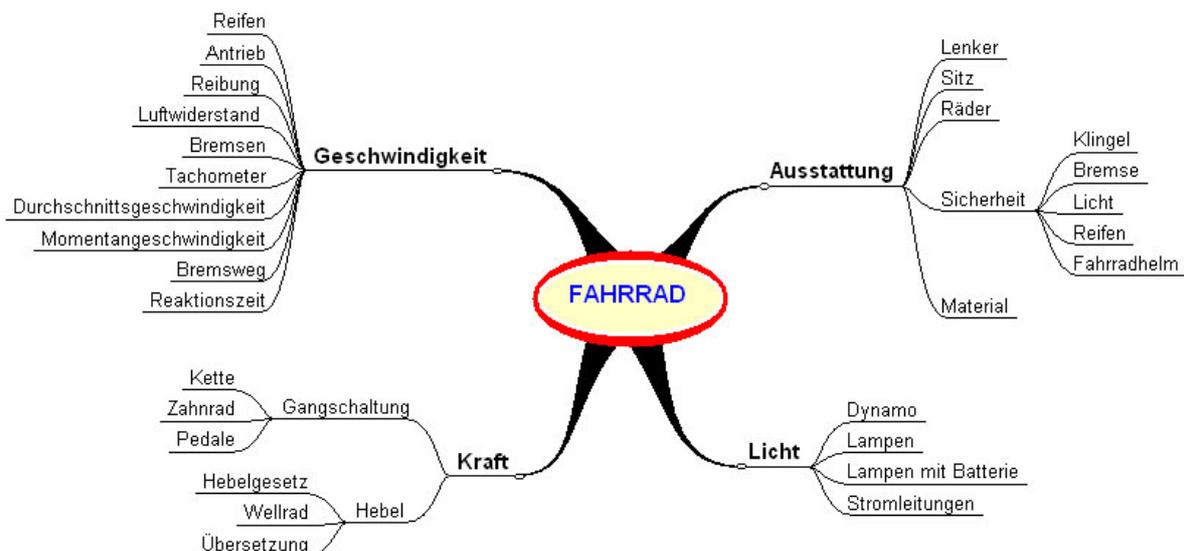
Einige Seiten aus den Tagebüchern finden sich im Anhang 7.11.

Von manchen Schüler/innen wurde das Tagebuch abgelehnt und dementsprechend widerwillig und unvollständig gestaltet. Das wurde auch beim Feedback zum 1. Projekttag im Schulgarten angesprochen.

Ich habe auch ein eigenes Projekttagbuch geführt, in dem neben dem genauen Zeitplan und den besprochenen Themen auch Bemerkungen über Schülerreaktionen enthalten sind. Die wesentlichen Teile davon sind in diesem Bericht enthalten.

### Mindmap:

Der Entwurf eines Mindmaps zum Fahrrad wurde von den Schüler/innen in Gruppen durchgeführt und aus allen Vorschlägen dann ein gemeinsames Bild erstellt. Viele Entwürfe waren sehr ähnlich, manche enthielten kaum Vorschläge.



### 3.3.2 Auswertungen

Eine Stunde verbrachten die Schüler/innen am Computer, wo sie die Auswertung der zuvor durchgeführten Laufzeitmessungen mit einer Tabellenkalkulation durchführten (Anhang 7.4).

Auswertung der Zeit-Weg-Diagramme zweier Radfahrer beim Bremsen und beim Wegfahren (Anhang 7.7)

Ergebnisse des Ei-Crash-Tests (Anhang 7.8)

### 3.4 Fotos aus dem Museum und von den Aktivitäten der Schüler/innen



Verkehrsabteilung im Technischen Museum Wien



Zeitmessung im Schulgarten



Weitere Fotos zu den Aktivitäten befinden sich im Anhang 7.12.

# 4 EVALUATION UND LEISTUNGSBEURTEILUNG

## 4.1 Feedback

Nach den Projekttagen im Schulgarten wurden (anonym) Feedback-Bögen ausgefüllt, in denen neben Fragen zu Lerninhalten auch persönliche Fragen gestellt wurden.

Die Auswertungen zeigten eine große Zustimmung zu dieser Art von Unterricht. Es zeigte sich keine Ablehnung, und nur wenige Antworten lagen bei „wenig“ bzw. „schwer“ (je nach Fragestellung).

Das Feedback erfolgte jeweils unmittelbar nach den Projekttagen (Montag früh nach dem Projekttag am Samstag) und nach dem 2. Museumsbesuch.

### 4.1.1 Fragen und Ergebnisse zum 1. Projekttag im Schulgarten:

---

#### Projekttag am 16. April 2005 im Schulgarten

*Versuche dich an die beiden Stunden im Schulgarten zu erinnern!*

#### Messung des Bremswegs

Welche Länge hatten die ausgemessenen Bremswege? Gib mindestens ein Beispiel an

#### Zeitmessung mit 2 Lichtschranken

Warum gab der Starter ein Signal? Was hat er gleichzeitig getan?

Welche Aufgabe hatten die beiden Lichtschranken?

Wozu wurden die Zeiten gemessen?

Wie groß war der Abstand der beiden Lichtschranken?

Mit dem **Ultraschallsensor und dem Computer** wurden 2 Messreihen aufgezeichnet:

1. Radfahrer .....
2. Radfahrer .....

---

Jetzt noch ein paar persönliche Bemerkungen (kreuze deine Meinung an):

1. Ich fand den Projekttag

sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

2. Die Messungen haben mich

sehr interessiert	interessiert	weniger interessiert	nicht interessiert
-------------------	--------------	----------------------	--------------------

3. Ich habe verstanden, was wir gemacht haben

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

4. Solche Stunden möchte ich wieder haben

sehr gern	gern	weniger gern	gar nicht
-----------	------	--------------	-----------

5. Ich war mit meiner Gruppe zufrieden

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

6. Ich war mit der Beteiligung der meisten Klassenkolleginnen und Klassenkollegen zufrieden

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

7. Ich habe durch diesen Tag in Physik etwas dazu gelernt

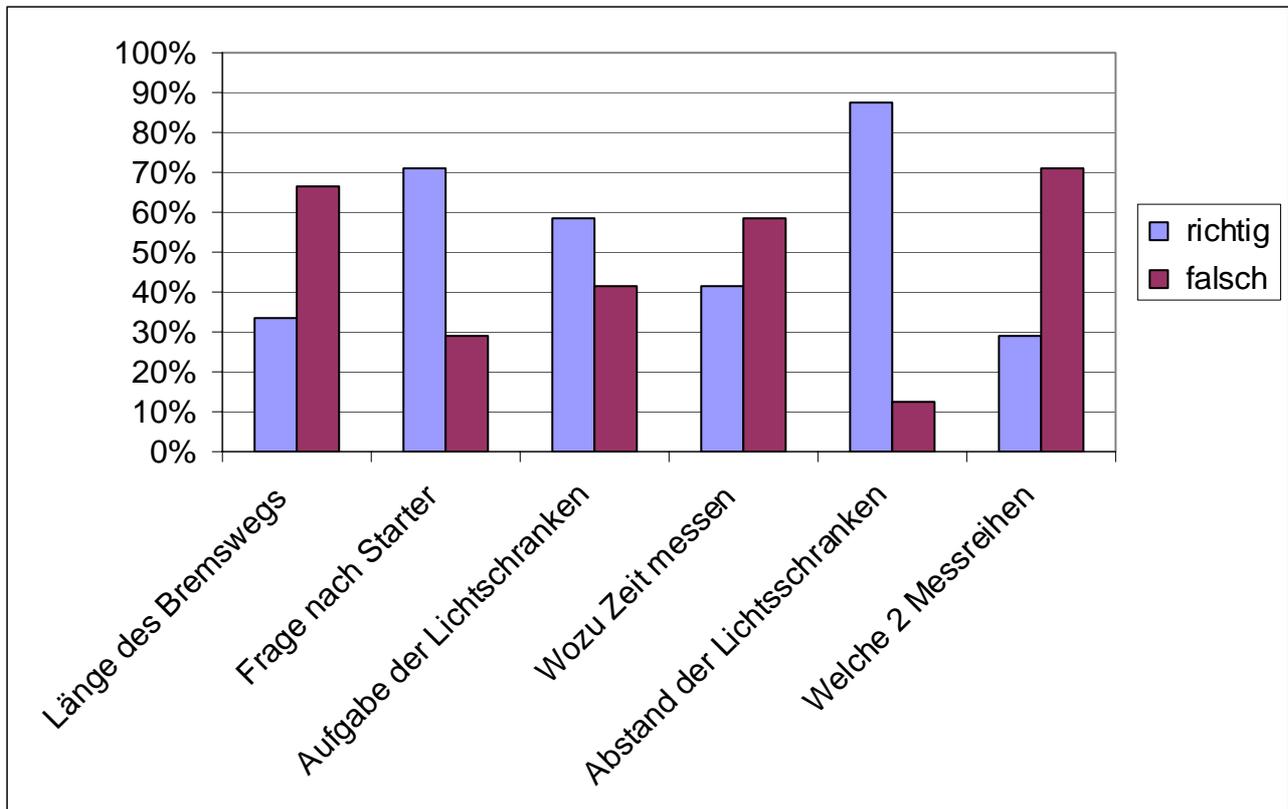
sehr viel	viel	weniger	gar nichts
-----------	------	---------	------------

Mir hat besonders gut gefallen .....

Mich hat besonders gefreut .....

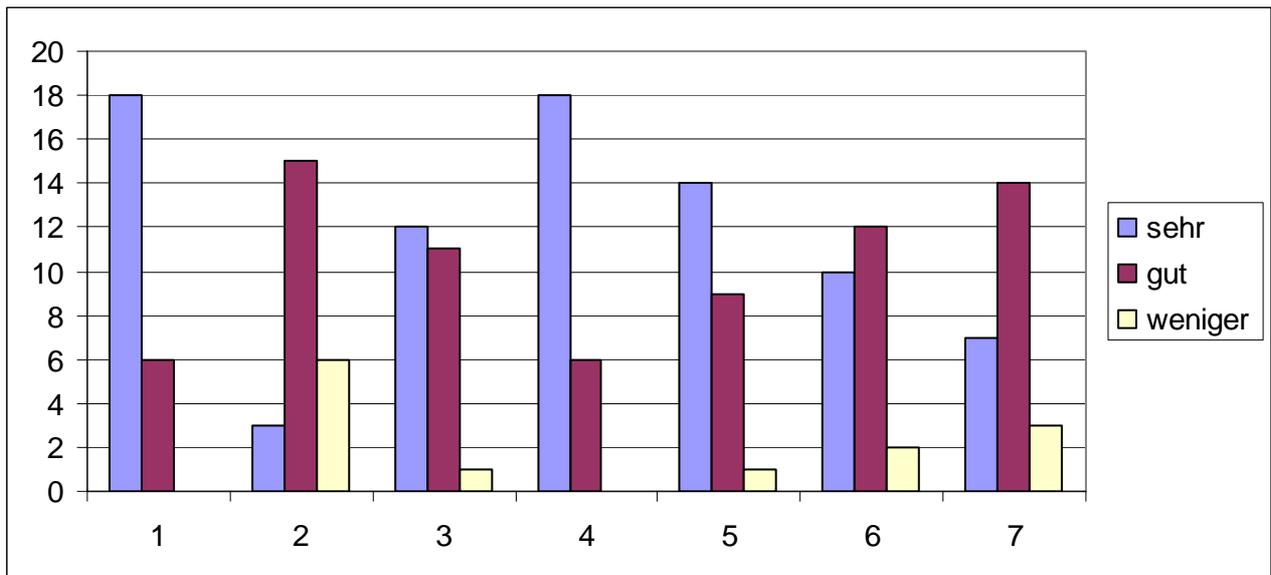
Mich hat gestört .....

### Auswertung der Fragen nach den Messungen:



Bei den physikalischen Inhalten zeigten sich noch Mängel, vor allem dort, wo man etwas formulieren musste. Nicht alle Schüler/innen hatten den Versuchsaufbau begriffen. Immer wieder war bei der Beantwortung auch die mangelnde Beherrschung der Sprache hinderlich. Die Fragen zu den Messungen wurden in der folgenden Stunde nochmals besprochen und auf das Arbeitsblatt zur Laufzeitmessung verwiesen.

## Auswertung der persönlichen Fragen 1 bis 7:



Bei den persönlichen Fragen zeigte sich eine überwältigende Zustimmung zu dieser Art von Physikstunden. Aus den Antworten war auch zu erkennen, dass es nicht nur um die lustige Stunde ging, sondern auch um ein besseres Verständnis für den physikalischen Hintergrund.

Besonders gefreut hat die Schüler/innen der Aufenthalt im Schulgarten und das Radfahren, allerdings einige auch, dass sie nicht unbedingt fahren mussten.

Die Frage, was sie gestört hat, haben fast alle Schüler/innen mit „nichts“ beantwortet. 2 Schüler/innen erwähnten die Verpflichtung zum Tragen des Fahrradhelms und das Führen des Projektagebuchs.

### 4.1.2 Die Fragen und Ergebnisse zum 2. Museumsbesuch:

#### Besuch der Energieabteilung im Technischen Museum Wien 2. Mai 2005

Ein paar persönliche Bemerkungen (kreuze deine Meinung an):

1. Ich fand den Besuch im Museum

sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

2. Die Erklärungen von Frau Tavolato haben mich

sehr interessiert	interessiert	weniger interessiert	nicht interessiert
-------------------	--------------	----------------------	--------------------

3. Ich habe verstanden, was sie erklärt hat

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

4. Ich fand das Ausfüllen des Fragebogens

sehr leicht	leicht	schwer	sehr schwer
-------------	--------	--------	-------------

5. Ich habe dadurch Neues in Physik erfahren

viel	einiges	wenig	gar nichts
------	---------	-------	------------

6. Ich habe mir gemerkt

viel	einiges	wenig	gar nichts
------	---------	-------	------------

7. Ich war mit der Zusammenarbeit (beim Ausfüllen) mit meinen Klassenkollegen/innen zufrieden

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

8. Ich war mit der Beteiligung (bei den Erklärungen) der Klassenkollegen/innen zufrieden

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

9. Solche Ausflüge möchte ich wieder machen

sehr gern	gern	weniger gern	gar nicht
-----------	------	--------------	-----------

Was wünschst du dir für einen nächsten Museumsbesuch?

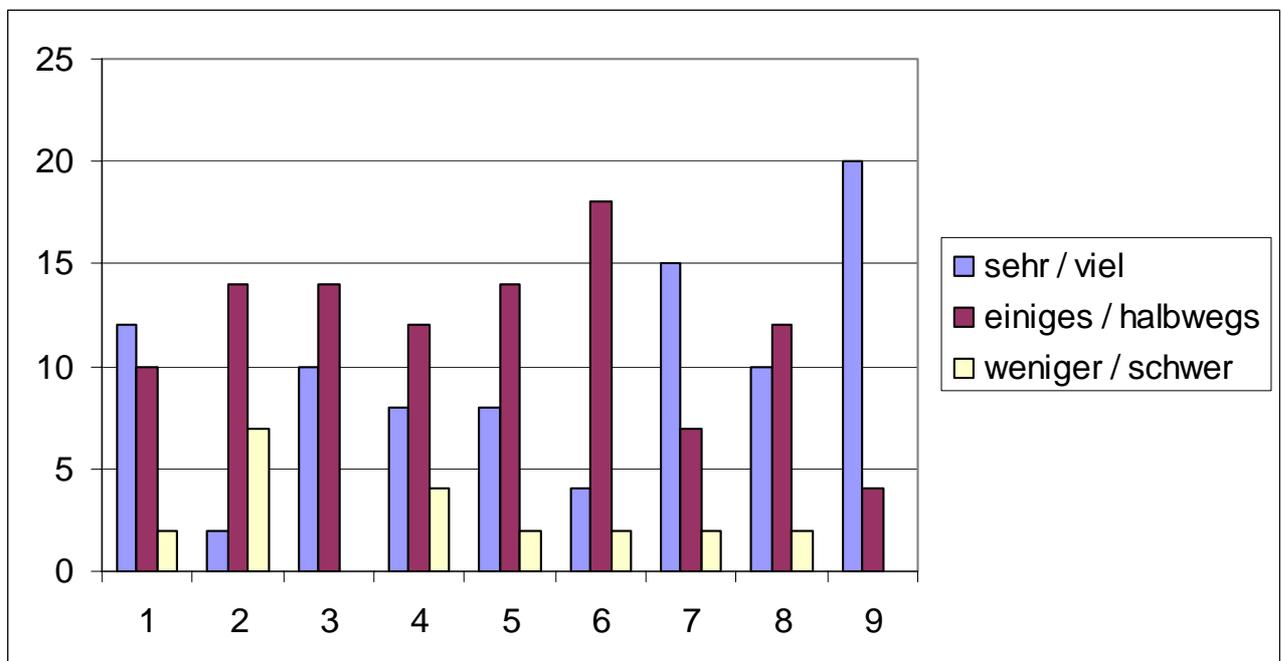
*Einige Antworten: Den Museumsbegleiter vom 1. Besuch, mehr Zeit im Museum*

Was sollte man besser machen?

*Viele Antworten: nichts, einige wollten mehr Zeit im Museum, bessere Erklärungen*

Was war ok und soll so bleiben?

*Viele Antworten: alles soll so bleiben*



### 4.1.3 Feedback über das gesamte Projekt

#### Reflexionsbogen zum Projekt „Fahrrad“

Mir hat das ganze Projekt gefallen ...

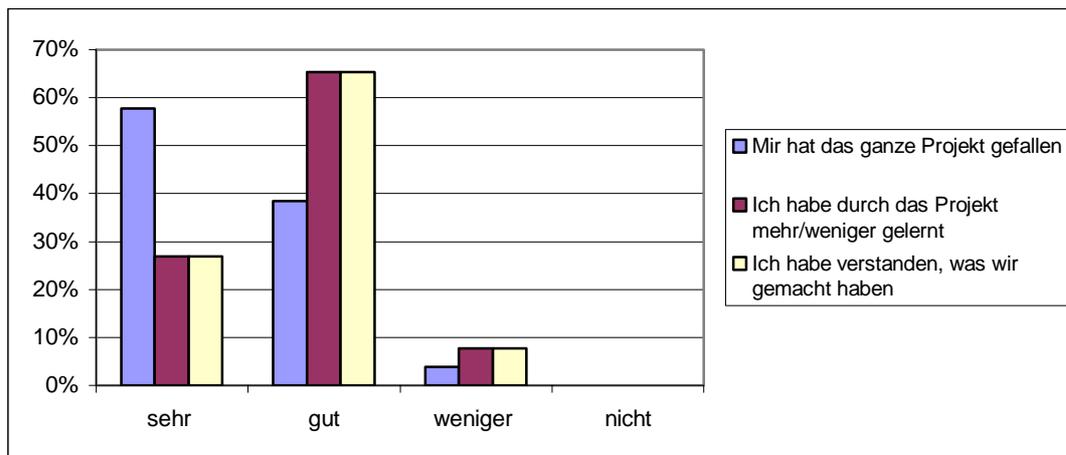
sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

Ich habe durch das Projekt mehr/weniger gelernt als im sonstigen Unterricht

viel mehr	mehr	weniger	viel weniger
-----------	------	---------	--------------

Ich habe verstanden, was wir gemacht haben

immer	meistens	manchmal	nie
-------	----------	----------	-----



Ich fand die Besuche im Technischen Museum

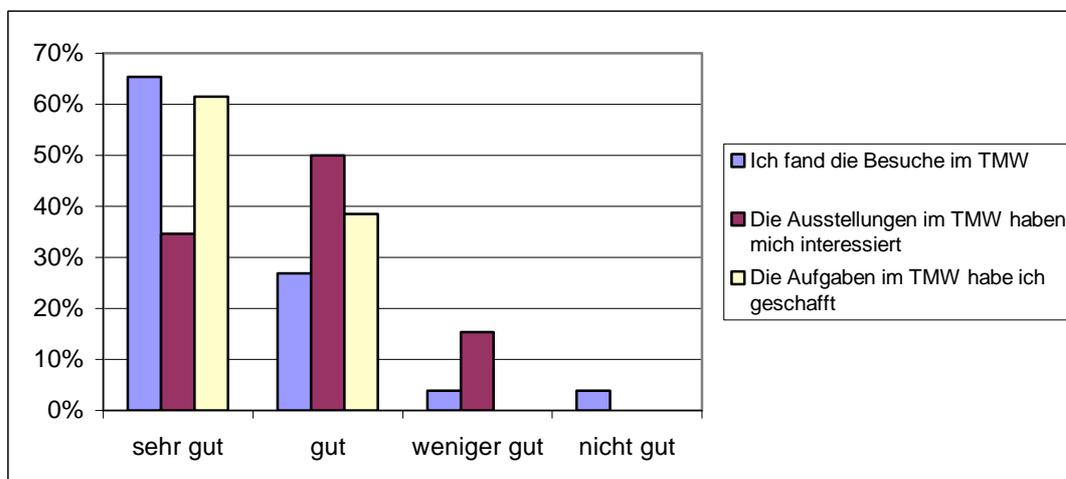
sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

Die Ausstellungen im Technischen Museum haben mich interessiert

immer	meistens	manchmal	nie
-------	----------	----------	-----

Die Aufgaben im Technischen Museum habe ich geschafft

immer	meistens	manchmal	nie
-------	----------	----------	-----

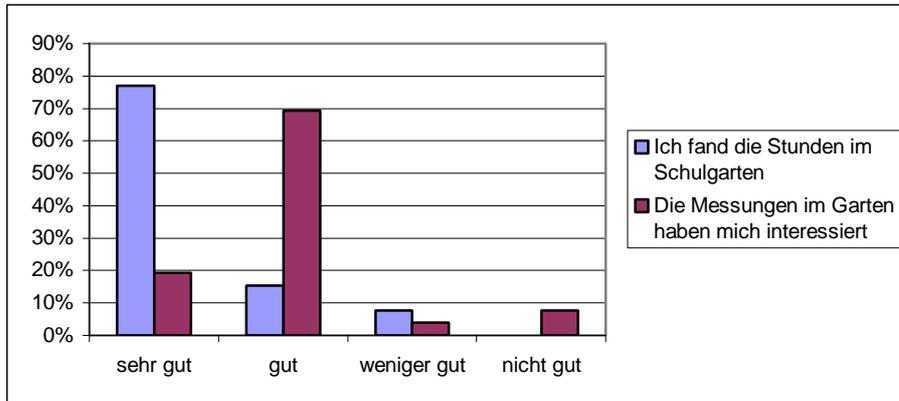


Ich fand die Stunden im Schulgarten

sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

Die Messungen im Garten haben mich interessiert

immer	meistens	manchmal	nie
-------	----------	----------	-----



Die Arbeit im Team (in der Gruppe) hat mir .... Spaß gemacht

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

Die Aufgabenverteilung in der Gruppe hat .... funktioniert

sehr gut	gut	weniger gut	nicht gut
----------	-----	-------------	-----------

Die anderen Gruppenmitglieder haben sich bei der Arbeit beteiligt

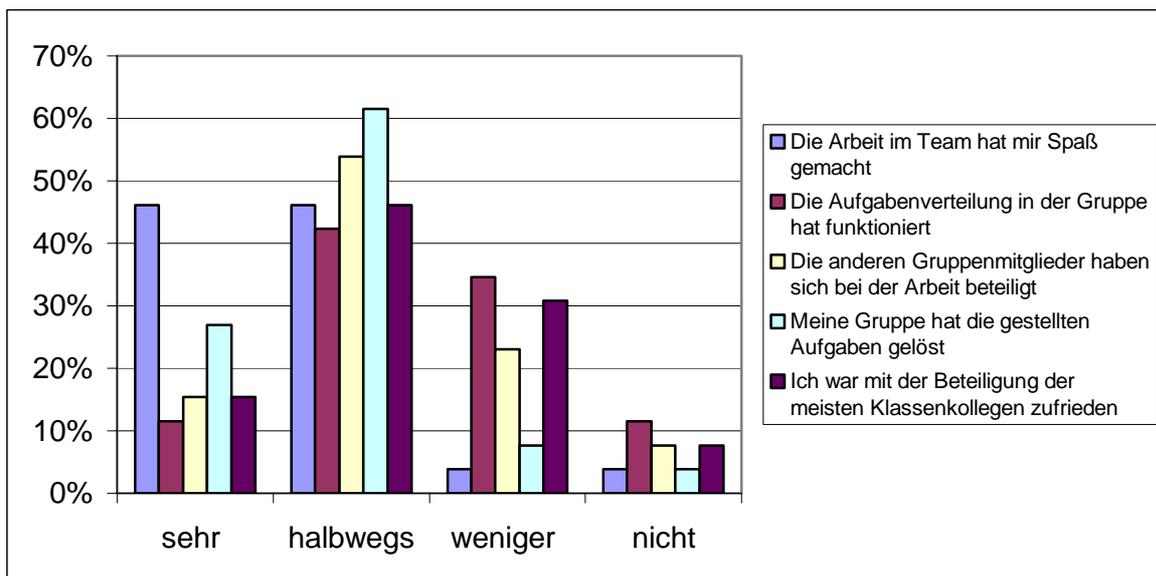
stark	halbwegs	weniger	gar nicht
-------	----------	---------	-----------

Meine Gruppe hat die gestellten Aufgaben gelöst

immer	meistens	manchmal	nie
-------	----------	----------	-----

Ich war mit der Beteiligung der meisten Klassenkolleginnen und Klassenkollegen zufrieden

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------



Ich möchte wieder einmal ein Projekt machen

sehr gern	gern	weniger gern	gar nicht
-----------	------	--------------	-----------

Ich bin mit meiner Beurteilung in Physik zufrieden

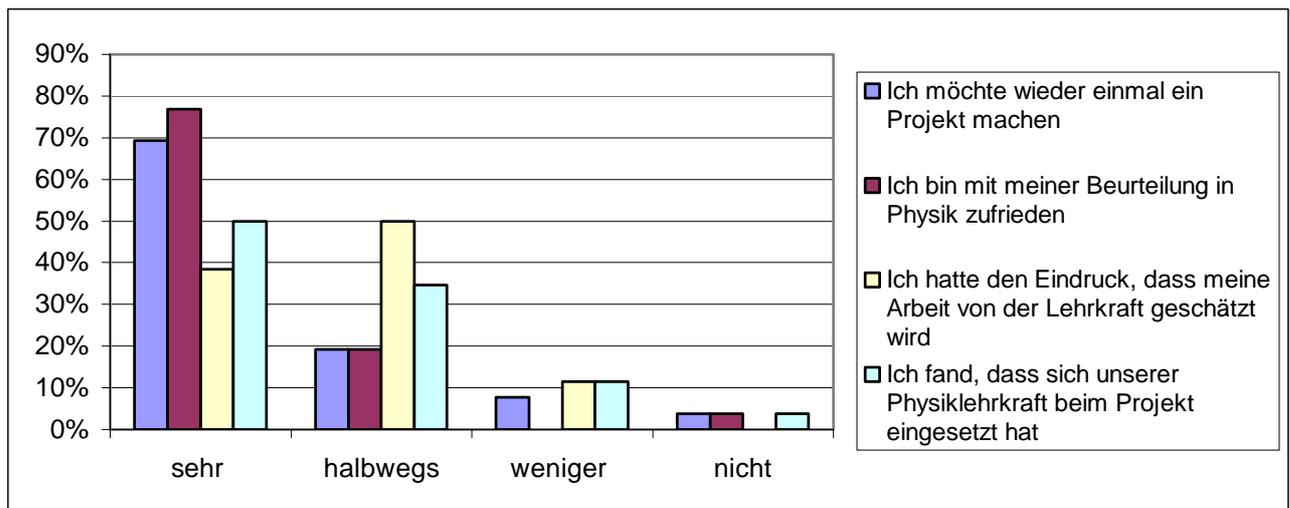
sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

Ich hatte den Eindruck, dass meine Arbeit am Projekt von der Lehrkraft geschätzt wird

sehr	halbwegs	weniger	gar nicht
------	----------	---------	-----------

Ich fand, dass sich unsere Physiklehrkraft beim Projekt ..... eingesetzt hat

viel mehr als üblich	mehr als üblich	gleich wie immer	weniger
----------------------	-----------------	------------------	---------



Mir hat besonders gut gefallen .....

*Zitate: alles, dass wir mit dem Fahrrad gefahren sind, Messungen im Garten, Museumsbesuche*

Mich hat besonders gefreut .....

*Zitate: Dass Sie sich Zeit genommen haben für uns, Museumsbesuche, viele Fotos, Arbeit im Garten*

Mich hat gestört .....

*Zitate: nichts (sehr oft), dass nicht alle Kinder mitgemacht haben,*

Was sollte man beim nächsten Projekt ändern?

*Zitate: nichts (sehr oft), Gruppenzusammensetzung, keine Tagebücher*

Was sollte gleich bleiben?

*Zitate: alles (sehr oft), Ausflüge, Museumsbesuche, Einbeziehen des Fahrrads*

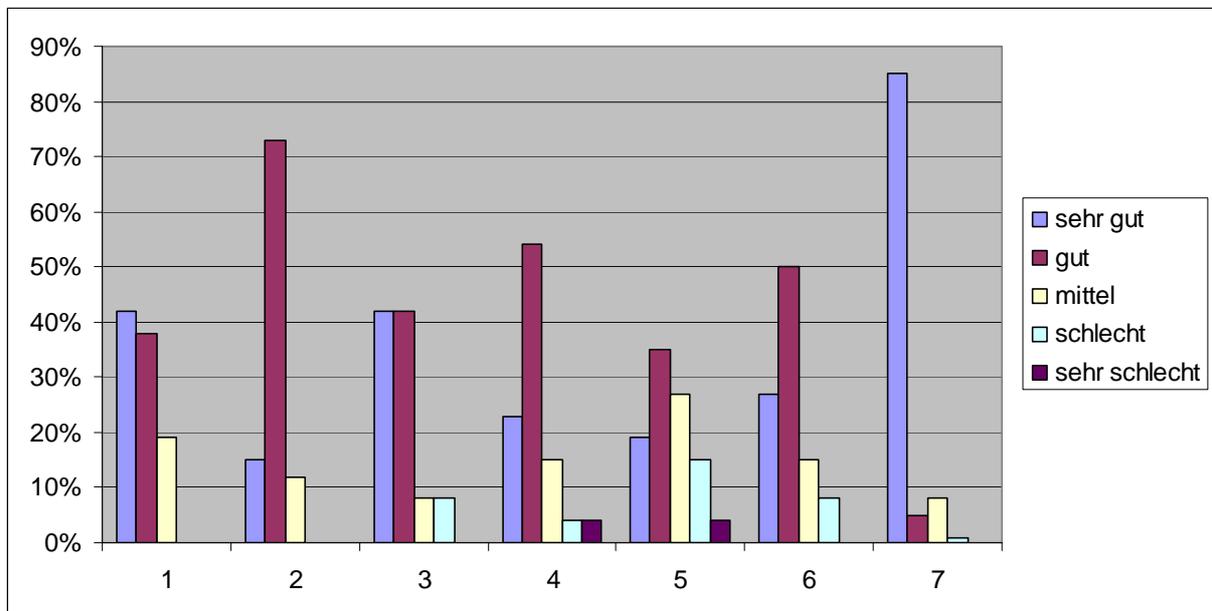
#### 4.1.4 Feedback allgemein zum Physikunterricht

Zusätzlich zum Feedback über das Projekt wollte ich eine Rückmeldung allgemeinerer Art zum Physikunterricht haben. Dazu verwendete ich ein Arbeitsblatt aus einer Physik-Zeitschrift (Lit. (9)), das mir geeignet erschien. Was mir daran gefiel war, dass es einerseits um die derzeitige Situation und die Beurteilung im Physikunterricht geht, andererseits aber auch ein Ausblick auf die Zukunft aufscheint. 85% der Schüler/innen ergänzten den Satz so: „Ich erwarte, dass in Zukunft meine Leistungen in Physik **sehr gut** sein werden.“ Das gibt Mut für den zukünftigen Physikunterricht.

Leider bleibt die Klasse jedoch nicht erhalten, da in der 3. Klasse eine Aufteilung in Realgymnasium und Gymnasium erfolgt.

### Feedback zur Physik

	sehr gut	gut	mittel	schlecht	sehr schlecht
Ich verstehe den Stoff in Physik ....	42%	38%	19%	0%	0%
Ich behalte den Stoff in Physik ...	15%	73%	12%	0%	0%
Meine Leistungen in Physik sind nach meiner eigenen Einschätzung ...	42%	42%	8%	8%	0%
Ich beteilige mich am Physikunterricht ...	23%	54%	15%	4%	4%
Ich glaube, dass mich die anderen in meiner Klasse für ... halten	19%	35%	27%	15%	4%
Ich glaube, dass meine Physiklehrerin meine Leistungen in Physik als ... einschätzt.	27%	50%	15%	8%	0%
Ich erwarte, dass in Zukunft meine Leistungen in Physik ... sein werden.	85%	5%	8%	1%	0%



## 4.2 Anonyme Tests

Die Leistungsbeurteilung über das 1. Semester war bei den meisten Schüler/innen zu ihrer Zufriedenheit ausgefallen. Die Physik-Mappe wurde in die Beurteilung einbezogen, ebenso das gemeinsame Arbeiten bei Schülerexperimenten.

In anonymen Tests wurde das Wissen der Schüler/innen überprüft, sodass sie ohne Leistungsdruck zeigen konnten, wie viel Lernstoff sie verarbeitet und behalten hatten. Diese Tests wurden von mir korrigiert und dann zurückgegeben. Da die Schüler/innen ihre Arbeiten mit einem persönlichen Zeichen versehen hatten, konnten sie diese daran wieder erkennen. Ab einer bestimmten Punktzahl (würde der Note Befriedigend entsprechen) erhielten die Schüler/innen einen Pluspunkt vermerkt.

Diese Art Test macht für die Schüler keinen Druck, im Gegenteil, sie überprüfen gern, wie ihr Wissenstand ist. Für mich als Lehrkraft ist es ebenfalls ein geeignetes Feedback-Werkzeug. Offensichtliche Defizite können erkannt und gezielt aufgearbeitet werden.

Bei den beiden Tests im Verlaufe des Projekts (Anhang 7.13 und 7.14) wurde eine deutliche Leistungssteigerung festgestellt. Als Vergleich wurden zusätzlich die 3 Tests im 1. Semester herangezogen.

Anonyme Tests		Noten					Durchschnitt	Anzahl
		1	2	3	4	5		
1. Test	08.11.2004	0	0	5	6	15	4,4	26
2. Test	04.12.2004	0	1	7	10	5	3,8	23
3. Test	10.01.2005	0	4	6	10	6	3,7	26
4. Test	02.04.2005	6	2	6	7	3	3,0	24
5. Test	04.06.2005	6	11	6	1	1	2,2	25

Die Schüler/innen zeigten am Ende des Schuljahres viel mehr Selbstvertrauen beim Herangehen an eine physikalische Aufgabe. Sie hatten eine gewisse Sicherheit erlangt, das Gelernte anzuwenden. Das gute Ergebnis des letzten Tests freute die ganze Klasse und die Schüler/innen bedauerten, dass nun das Projekt zu Ende war.

Als Beurteilung im Jahreszeugnis erhielten fast alle Schüler/innen die Note „Sehr gut“. In diese Gesamtbeurteilung wurde neben der Beteiligung an den Experimenten, Pluspunkten bei anonymen Tests und mündlichen Wiederholungen auch das Projekt-tagebuch einbezogen.

### 4.3 Projekt-Tagebuch

Das Projekt-tagebuch sollte den Schüler/innen die Gelegenheit geben, über die einzelnen Unterrichtsstunden nachzudenken und sie zu wiederholen.

Die persönlichen Äußerungen in den Projekt-tagebüchern der Schüler/innen dienen als Rückmeldung über den Verlauf des Projekts und das Befinden der Schüler/innen dabei. Es erstellten nicht alle Schüler/innen das gewünschte Tagebuch, weil sie einfach noch zu wenig Übung darin hatten. Einige Tagebücher wurden durch die Physikmappe ersetzt, in der jedoch vielfach persönliche Bemerkungen fehlten.

Die Projekt-tagebücher wurden von einigen Schüler/innen sehr aufmerksam geführt und liebevoll gestaltet. Ein Unterschied zwischen Mädchen und Buben war nicht feststellbar, es gab bei Buben ebenso äußerst nette Tagebücher wie bei Mädchen schlecht geführte Aufzeichnungen.

Manche Schüler/innen hatten Probleme beim Anbringen von persönlichen Kommentaren. Fast alle Bemerkungen waren jedoch zustimmend.

Die meisten Tagebucheintragungen zeigten Zustimmung zum Physikunterricht, besonders zu den Aktivitätsstunden und den Museumsbesuchen.

*Zitate: „diese Stunde fand ich toll“, „super“, „der Museumsbesuch war Spitze“*

Es war jedoch erkennbar, dass Stunden mit Frontalunterricht in einzelnen Fällen auf weniger Begeisterung stießen.

*Zitate: „Mir war fad“, „Ich hab's nicht verstanden“, „diese Stunde fand ich langweilig“.*

Ausschnitt aus einem Projekttagbuch:

MICHAEL PLUTA		PROJEKTtagebuch:		Seite 1/2
DATUM	THEMA	AKTIV.	KURZE ZUSAMM.	PERSON BEM.
21.2.2005	DAS FAHRRAD	KEINE	Wir haben begonnen um für das Projekt vorzubereiten.	Ja habe von heute erwarten können ein mit dem Projekt begonnen haben.
18.2.2005	Heg-Zeit-Diagramm	KEINE	Wir haben etwas über Geschwindigkeiten aufgeschrieben	Diese Stunde war informationsoff
5.3.2005	Geschwindigkeit	LAUFEN (Zeiten stoppen)	Wir haben ein Arbeit objekt zur Geschwindigkeit bekommen	Das diese Stunde hat mir gut gefallen.
7.3.2005	THW	MUSEUM BESICHTIGEN	Wir haben sehr viele Regeln Gelernt und viel über Fortbewegungsmittel gelernt.	Das war einfach die beste Stunde

#### 4.4 Einzel-Arbeitsaufträge

Die Geschwindigkeitsberechnung aus dem Ergebnis eines Schirennens mussten die Schüler/innen noch vor dem Projekttag im Schulgarten selbstständig (zu Hause) durchführen. Dabei zeigten sich noch starke Mängel, die dann gemeinsam aufgearbeitet wurden.

Der Arbeitsauftrag, nach dem 1. Projekttag aus den im Garten gemessenen Zeiten die Geschwindigkeit eines Mitschülers/einer Mitschülerin zu berechnen wurde von beinahe allen Schüler/innen richtig und zeitgerecht erfüllt.

Die Berechnung der Fahrgeschwindigkeiten der Radfahrer am 2. Projekttag gelang allen Schülern/innen ohne Probleme.

## 5 DISKUSSION

### ***Wie übertragbar ist physikalischen Wissen in den Alltag?***

Das Fahrrad und vor allem die Aktivität mit dem Fahrrad half den Schüler/innen beim Verstehen und Behalten von physikalischen Sachverhalten. Es zeigte sich, dass durch die Aktivität auch die Zusammenhänge besser erfasst wurden. Auch in Rückmeldungen von Schülern war der positive Beitrag der Aktivitätstage zu erkennen.

*Zitat: „Jetzt hab ich es verstanden“*

### ***Welche Untersuchungen am Fahrrad lassen sich schon im Anfangsunterricht durchführen?***

Das gesteckte Ziel, das Fahrrad in den Unterricht einzubeziehen und bestimmte Themen damit zu verknüpfen ist erreicht worden. Im Vordergrund stand die Bewegung, der aktive Einsatz der Schüler/innen. Die Messung von Zeiten ist auch ohne großen Aufwand machbar, ebenso die Messung von Bremswegen.

Die Zuordnung von Bremswegen zu Geschwindigkeiten ist nur dann möglich, wenn die Fahrräder mit Tachometern ausgestattet sind, die ordnungsgemäß funktionieren.

Für eine genaue Zeitmessung zur Berechnung der Geschwindigkeit benötigt man allerdings Lichtschranken.

Man sollte mit Lichtschranken aus der Lehrmittelsammlung und einem Kurzzeitmessgerät die Messung vorbereiten, da die Messanordnung nicht von allen Schüler/innen gleich verstanden wurde.

Für die Aufzeichnung des gefahrenen Weges ist ein Ultraschallsensor und das Messsystem Coach mit dem Interface ULAB erforderlich.

### ***Lassen sich Buben und Mädchen in gleicher Weise für ein Physikprojekt begeistern?***

In der Klasse sind 16 Buben und 10 Mädchen, die zunächst nicht mit den Buben gemeinsam arbeiten wollten. Einige Mädchen und Buben waren im 1. Semester durch besonderes Desinteresse aufgefallen. Seit der Beschäftigung mit dem Fahrrad haben sich diese Schüler/innen am Unterricht und an der Arbeit im Team beteiligt. Eines dieser Mädchen hat ein besonders schönes Tagebuch verfasst.

Bei der Arbeit im Schulgarten, aber auch bei der Rätselrallye im Museum haben sich Buben und Mädchen auch miteinander verständigt.

Diese doch ganz andere Arbeitsform hat die Schüler/innen sehr angesprochen. Wurde zwischendurch ein neues Thema in Form von Frontalunterricht eröffnet, sank die Begeisterung sofort. Erst bei der Umsetzung des Themas durch Schüler/innen-Aktivitäten konnten sie wieder motiviert werden.

Die gemeinsame Arbeit in Teams hat auch die Kluft zwischen Buben und Mädchen verringert. Allerdings bilden sich nach wie vor keine gemischten Teams.

Bei den Messungen wurden möglichst alle Schüler/innen eingebunden, sodass auch alle die Experimente mit persönlichen Erfahrungen verknüpfen konnten. Die Mädchen sind ebenso mit dem Rad gefahren wie die Buben.

## 6 REFLEXION

### 6.1 Probleme und Änderungen bei der Aufgabenstellung

Unglücklicherweise standen die beiden Physikstunden am Samstag und am Montag auf dem Stundenplan, was für Arbeitsaufträge an die Schüler/innen sehr ungünstig war. Außerdem sind viele Stunden entfallen.

Letztlich lag der Schwerpunkt auf Bewegungsdiagrammen, Geschwindigkeitsmessung und Geschwindigkeitsberechnung. Weitere Themen, die behandelt wurden,:

- Bremsen und Reaktionszeit
- Bedeutung des Fahrradhelms
- Entwicklung des Fahrrads seit Beginn mit dem Laufrad
- Energie (Energieaufwand, Energieinhalt von Nahrungsmitteln)
- Übersetzung beim Fahrrad, Hebelgesetz und Wellrad

Die ursprünglich noch geplanten Themen „Reibung“ und „elektrischer Strom“ wurden aus Zeitgründen nicht mehr angesprochen. Im Lehrplan der folgenden Klasse ist allerdings Elektrizität ein Schwerpunktthema, sodass der Wegfall des Themas in diesem Jahr keine Rolle spielt. Das Thema Reibung wurde schon im 1. Semester kurz behandelt und es fiel nur die Wiederholung weg.

Der Plan, Arbeitsblätter von Schüler/innen erstellen zu lassen, wurde rasch fallengelassen. Die Zeit hätte nicht ausgereicht, um wirklich brauchbare Anleitungen zu erstellen. Außerdem war bei der Mehrheit der Schüler/innen die sprachliche Ausdrucksfähigkeit dafür nicht ausreichend vorhanden. Die Arbeitsblätter wurden alle von mir selbst verfasst.

Die geplante Videoauswertung der Bewegung eines Radfahrers wurde nicht im Unterricht durchgeführt, da dies zu verwirrend gewesen wäre.

### 6.2 Ausblick

Im Physikunterricht sind Schülerexperimenten vorgesehen. Diese Form von Teamarbeit sollte allen Schüler/innen geboten werden. In der Praxis scheitert die Durchführung von Schülerexperimenten jedoch immer wieder an mangelnden Geräten oder zu großen Klassen, die man nicht überblicken kann. Außerdem wird das gemeinsame Experimentieren von den Schüler/innen oft nicht wirklich als Aktivität gesehen. Es drängen sich immer wieder einige vor, während andere sich nicht beteiligen.

- Bei diesem Projekt war viel mehr Bewegung vorgesehen. Die Schüler/innen mussten nicht an ihrem Sitzplatz gemeinsam arbeiten, sondern konnten sich frei bewegen. Das wurde von ihnen als positiv empfunden. Diese Erfahrung sollte dazu führen, dass man verstärkt den Schüler/innen Möglichkeiten zur Bewegung gibt, auch im Rahmen des „normalen“ Physikunterrichts.
- Die Konzentration auf ein Thema, das über einen längeren Zeitraum behandelt wird, hilft den Schüler/innen, den Lehrstoff wirklich zu festigen. Die Verbindung mit einer Aktivität, die ihnen Spaß gemacht hat, verstärkt noch diesen Lerneffekt. Wünschenswert wäre eine größere Anzahl an Projekten, bei denen Lerninhalte mit einem aktiven Erlebnis verknüpft werden.

# 7 ANHANG

## 7.1 Geschwindigkeiten

	Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h)	Höchstgeschwindigkeit (km/h)
Schiff	40	70
Auto (PKW)	80 - 100	150 - 220
Radfahrer (Rennfahrer)	40	100
Flugzeug (Passagierflugzeug)	800-1000	2300 (Concorde)
Laufen	10-20	36 (100-m-Lauf)
Schwimmen	2-5	8
Vogel	40-60	170 (Stachelschwanzsegler)
Fisch		110 (Seglerfisch)
Blitz	1 000 000	100 000 000
Rakete	30 000	50 000

Rechne die Geschwindigkeiten in km/h um

	Laufgeschwindigkeit in m/s	in km/h
Gepard	31	
Löwe	22	
Rennpferd	25	
Gazelle	28	
Strauß	23	
Pferd	19	
Wolf	18	
Hase	18	
Hund	16	
Elefant	5 – 11	
Mensch (Sprint)	11	

## 7.2 Aufgabe zur Geschwindigkeitsberechnung

**Aufgabe: Schirennen Hahnenkamm (Kitzbüchel)**

Länge der Strecke: 3312 m

Siegerzeit (1997); 1:51,58

Gesucht: Durchschnittsgeschwindigkeit

1. Was bedeutet die Zeitangabe 1:51,58? \_\_\_\_\_
2. Wandle die Zeit in s um: \_\_\_\_\_
3. Wie lautet die Formel für die Durchschnittsgeschwindigkeit? \_\_\_\_\_
4. Berechne die Durchschnittsgeschwindigkeit:  
 \_\_\_\_\_ (Runde auf Zehntel!) Einheit: \_\_\_\_\_
5. Wandle die Geschwindigkeit in km/h um: \_\_\_\_\_ (runde auf Ganze!)

## 7.3 Bestimmung der Laufgeschwindigkeit

2 Lichtschranken, Stoppuhr wird mit der Hand gestartet.

Die Zeiten beim Passieren der Lichtschranken werden angezeigt.



Abstand: 25 cm = \_\_\_\_\_ m

Zeit: \_\_\_\_\_ s

$v =$

Abstand: 2,5 m

Zeit: \_\_\_\_\_ s

$v =$

Zeit vom Start bis zur 1.  
Lichtschranke

Zeit vom Start bis zur 2.  
Lichtschranke

### **Information zur Messanlage:**

Der Sportzähler dient zur Messung von 2 Laufzeiten bei einem gemeinsamen Startkommando. Das Startkommando mit lautem Summertone erfolgt über einen Taster in der Commanderbox, wo auch die Tasten für Fehlstart und Reset untergebracht sind.

Die Stromversorgung erfolgt über einen eingebauten 12-V-Bleigelakkumulator, der aus einem Steckerladegerät geladen werden kann.

Das Gerät versorgt bis zu 3 Lichtschranken, wobei eine wahlweise für den Start und die beiden anderen für die beiden Stoppsignale verwendet werden können.

Die Lichtschranken an 10-m-langen Zuleitungen sind industrielle Reflexlichtschranken mit hoher Erfassungsgenauigkeit und minimaler Umgebunglichtempfindlichkeit.

Die Messwerte der beiden Zeitmesskanäle können über die RS232-Schnittstelle auch in einen PC ausgelesen werden.



## 7.4 Auswertung der Laufzeiten mit der Tabellenkalkulation

### Geschwindigkeit beim Laufen

Abstand: 2,50 m

Name	Zeit 1	Zeit 2	Zeit (s)	Geschw. (m/s)	Geschw. (km/h)
Yasin	1,23	1,72	0,49	5,10	18,37
Felix	1,3	1,72	0,42	5,95	21,43
Lukas	1,22	1,72	0,50	5,00	18,00
Fatih	1,32	1,81	0,49	5,10	18,37
Marco	1,37	1,86	0,49	5,10	18,37
Güleser	1,16	1,69	0,53	4,72	16,98
Antonija	1,27	1,75	0,48	5,21	18,75
Ebru	1,02	1,54	0,52	4,81	17,31

Abstand: 0,25 m

Name	Zeit 1	Zeit 2	Zeit (s)	Geschw. (m/s)	Geschw. (km/h)
Beata	1,22	1,25	0,03	8,33	30,00
Yasin	1,08	1,18	0,10	2,50	9,00
Adin	1,49	1,53	0,04	6,25	22,50
Patrick R.	1,29	1,33	0,04	6,25	22,50
Felix	1,65	1,69	0,04	6,25	22,50
Lukas	1,48	1,5	0,02	12,50	45,00
Antonija	1,33	1,37	0,04	6,25	22,50
Stefan	1,44	1,52	0,08	3,13	11,25
Patrick B.	1,26	1,3	0,04	6,25	22,50
Jelica	1,43	1,47	0,04	6,25	22,50
Anna	1,13	1,22	0,09	2,78	10,00
Güleser	1,24	1,27	0,03	8,33	30,00

## 7.5 Wiederholung: Besuch im Technischen Museum Wien

Wie hießen die ersten Fahrräder?

Weshalb verwendete man sie? Was war der Vorteil?

Was war der Nachteil?

Welche Teile hatten diese nicht, die bei heutigen Fahrrädern selbstverständlich sind?



Wo hatten die ersten echten Fahrräder die Pedale?

Wie hießen diese Räder?

Welches Problem hatten früher die Frauen beim Radfahren?  
Wie lösten sie es?



## 7.6 Bericht eines Schülers

### Der Museumsbesuch

Am 7.3.05 sind wir in das Technischen-Museum gegangen, mit Frau Prof. Oudin. Ein Mann hat uns ein paar Sachen gezeigt und erklärt. Ein bisschen später hat er uns einen Zettel gegeben. Wir sollten ihn ausfüllen. Das war eine so genannte „Quiz-Rallye“. Wir bildeten Gruppen. Patrick B., Patrick R., Patrick K, Lukas B., und ich (Matthias S.) waren eine Gruppe. Während wir (Patrick B., Lukas B., und ich Matthias S.) uns den Zettel erarbeiteten saßen Patrick K und Patrick R irgendwo herum. Am besten hat mir das Motorrad gefallen.

Hier einige Bilder:

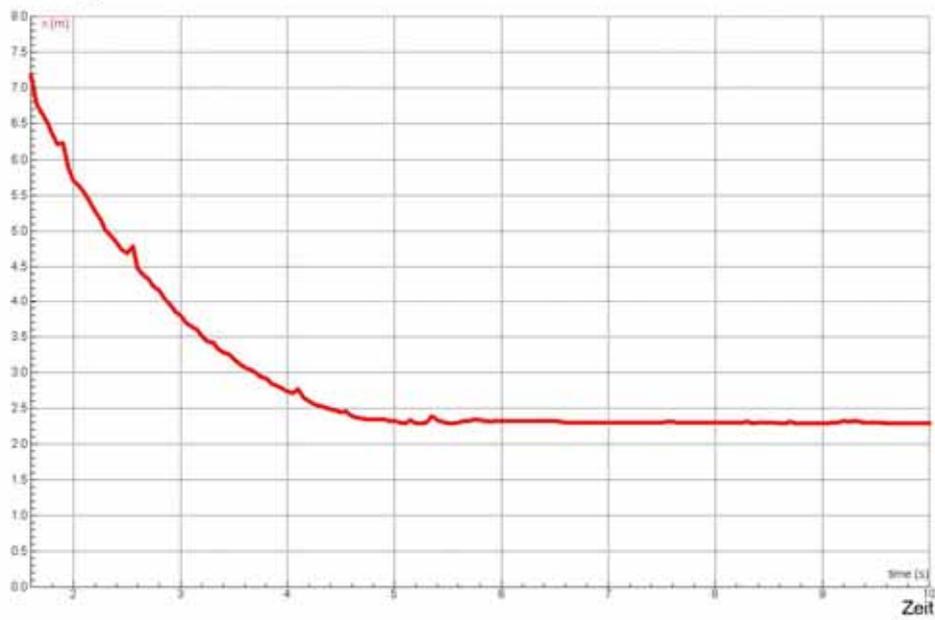


## 7.7 Diagramme vom Projekttag im Garten am 16. 4. 2005



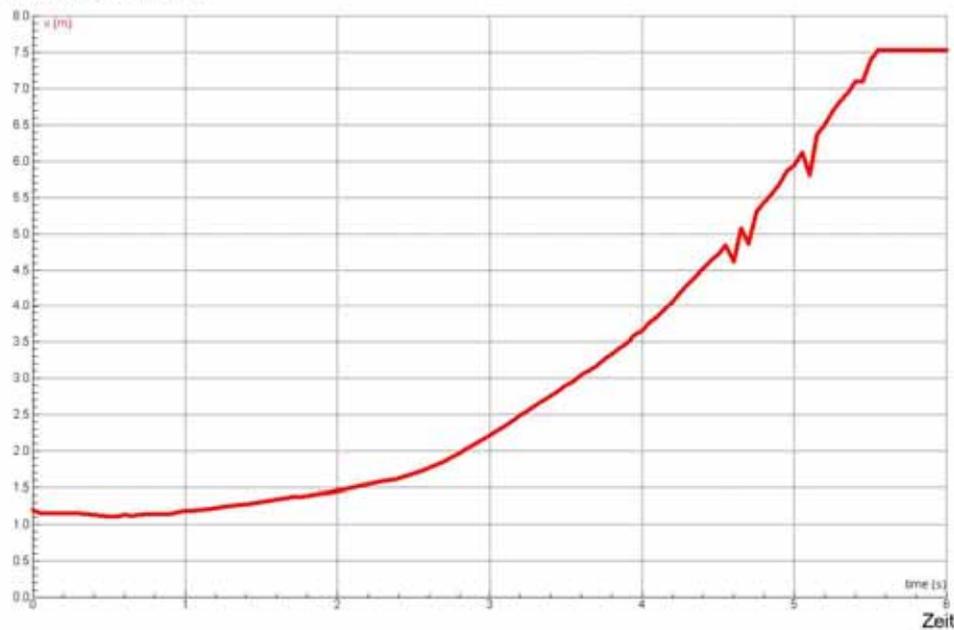
Messanordnung

Entfernung vom Sensor



Patrick bremst vor dem Ultraschallsensor

Entfernung vom Sensor



Joanne fährt vom Ultraschallsensor weg



## Auswertung der aufgezeichneten Wege beim Wegfahren und Bremsen

Joanne	Zeit (s)	Weg (m)	v (m/s)	v (km/h)
	1	1,2		
	2	1,5		
Unterschied	1	0,3	0,3	1,1
	3	2,2		
	4	3,7		
Unterschied	1	1,5	1,5	5,4

Geschwindigkeit wird größer --> Joanne beschleunigt

Patrick	Zeit (s)	Weg (m)	v (m/s)	v (km/h)
	2	5,7		
	3	3,7		
Unterschied	1	-2	-2	-7,2
	4	2,7		
	5	2,3		
Unterschied	1	-0,4	-0,4	-1,4

Geschwindigkeit wird kleiner --> Patrick bremst

Bemerkung:

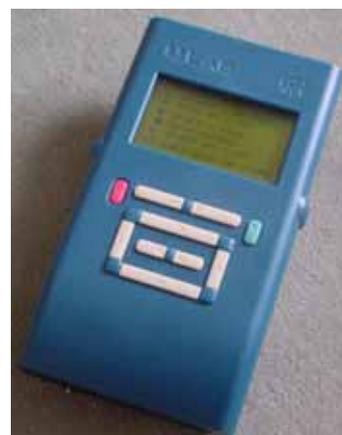
Minuszeichen vor den Wegunterschieden, weil die Entfernung vom Sensor kleiner wird.

### Technische Informationen zur Wegaufzeichnung:

Messinterface ULAB von bk-teachware mit  
Ultraschallsensor, Software Coach

Laptop

Technische Daten siehe Anhang 7.15



## 7.8 Ei-Crash-Test

### Ei-Crash-Schutz

Es geht darum eine Art Aufprallschutz oder Stoßdämpfer-Konstruktion für ein Ei zu konstruieren. Verpacke dein (gekochtes) Ei so, dass es einen Sturz aus dem Fenster des Physiksaales unbeschadet überlebt.

*Hinweis: Die Eier sind gekocht, damit wir sie anschließend gemeinsam verspeisen können. Daher unbedingt in das Jausensäckchen packen!*

Viel Spaß beim Basteln und noch ein kleiner Tipp, überlege dir zuerst wie deine Konstruktion aussehen soll, bevor du anfängst!

Jausensäckchen, in das das Ei hineinge-  
packt wird



© Physik für Kids

MATERIAL deiner Wahl

Zur Verfügung steht:

1. Papiertaschentücher und Schachtel
2. Zeitungspapier (zusammengeknüllt) und Schachtel
3. Schaumgummi
4. Luftpolstertaschen
5. Styroporbehälter
6. Styroporstücke und Schachtel



© Physik für Kids

Klebeband

1 gekochtes Ei

Welchen Schutz habt Ihr gewählt?

Vermutung vor Durchführung des Fallexperiments:

Das Ei

bleibt unbeschädigt	Schale bekommt Sprung	Schale bricht auseinander, Ei bleibt ganz	Schale und Ei zerstört
---------------------	-----------------------	---	------------------------

Ausgang des Fallexperiments:

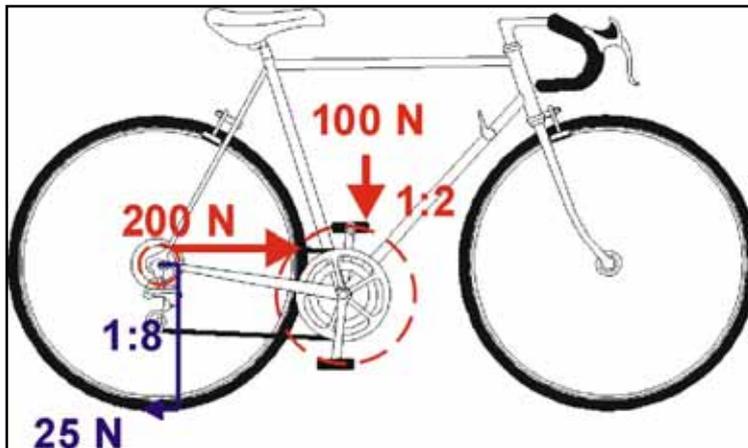
Das Ei

bleibt unbeschädigt	Schale bekommt Sprung	Schale bricht auseinander, Ei bleibt ganz	Schale und Ei zerstört
---------------------	-----------------------	---	------------------------

### Ergebnisse aller Versuche:

Verpackung 1	Schale bricht auseinander, Ei bleibt ganz
Verpackung 2	Ei und Schale bleiben unbeschädigt
Verpackung 3	Schale bricht auseinander, Ei bleibt ganz
Verpackung 4	Schale und Ei zerstört
Verpackung 5	Ei und Schale bleiben unbeschädigt

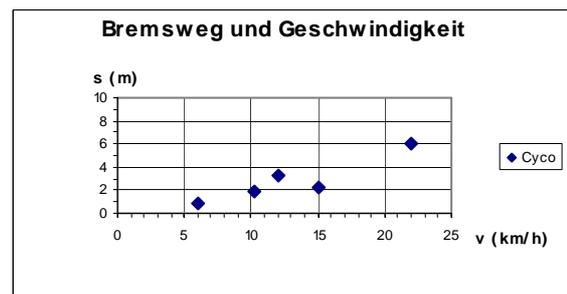
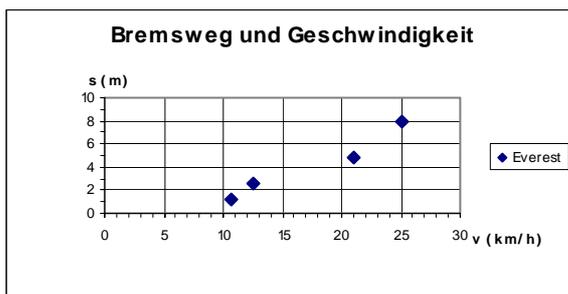
## 7.9 Kraftübertragung beim Fahrrad



## 7.10 Bremsweg und Geschwindigkeit

### Bremsweg und Geschwindigkeit

	v (km/h)	Bremsweg (m)	Rad
Patrick R.	10,6	1,2	Everest
Felix	12,6	2,62	Everest
Stefan	21	4,75	Everest
Pascal	25	8	Everest
Yasin	6	0,82	Cyco
Michael P.	10,2	1,88	Cyco
Patrick B.	12	3,2	Cyco
Lukas	15	2,22	Cyco
Patrick B.	22	6	Cyco



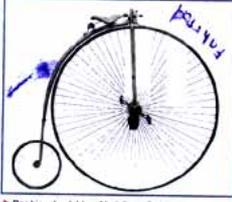
# 7.11 Ausschnitte aus Projekttagbüchern

## Mein PROJEKT-TAGEBUCH

### DAS FAHRRAD

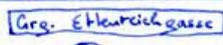
**Fahrrad**

Im Jahr 1817 baute der Forstmeister Karl Friedrich Drais von Sauerbronn das erste lenkbare Zweirad, auf dem man sich sitzend und mit den Füßen am Boden abstoßend fortbewegte. Diese hölzerne Tramaschine wurde nach ihrem Erfinder »Draisine« genannt. Um mit einer Kurbedrehung eine größere Strecke zurücklegen zu können, machte man die Vorderräder in den 1870er-Jahren immer größer und die Hinterräder immer kleiner. Das Hochrad ermöglichte höhere Geschwindigkeiten, verlangte aber auch ein fast artistisches Können. Damit war die erste Generation unserer heutigen Fahrrads geboren – die Luftreifen kamen im Jahr 1888 dazu, 1894 folgte die Freilaufnabe mit Rücktrittsbremse und 1905 die Gangschaltung.



Das hier abgebildete Modell aus Stahl mit dem riesigen Vorderrad und einem Kettenantrieb auf das Hinterrad wurde 1882 von dem Engländer James K. Starley entwickelt.

Datum	Patrick	Rudolf	2G
7.3.	Technisches Museum	Besuch im TM	Es war toll
5.3.	am Gang laufen	Zeit vom dicken gestoppt	Es war gut
5.3.	laufen durch Lichtstrahlen	Zeit gemessen	Es war sehr toll
21.2.	im Garten Fahrrad fahren	Zeit mit dem Fahrrad gestoppt	Mir hat es gefallen
19.3.	Reaktionszeit	Reaktion gestoppt	Mir hat es gefallen
28.7.	Momentenangebotsmöglichkeit	Diagramm angeheben	Mir hat es gefallen
19.3.	Fahrrad, Bremsweg	Text abgeschrieben	Ich hoffe dass wir das noch einmal machen
2.4.	Reaktionszeit	Im Buch schauen	Es war toll
9.4.	Energieverbrauch	/	Nächstes Mal
11.4.	Kraft	/	Super
16.4.	Bremsweg	Im Schulbuch	Nächstes Mal
18.4.	/	Konvention machen	Gut
25.4.	Tachometer	/	Super
2.5.	Energieausstellung	/	Sehr toll
28.5.	Bremsweg	Bremsweg gemessen	Es war super

Datum	Thema	Experimente	Persönliche Bemerkung	Zeichnung
21.2.2005	FAHRRAD	Berechnung der Geschwindigkeit $V = \frac{s}{t}$	Dieser Tag fand ich sehr aufregend.	
7.3.2005	Besuch des TMW		Dieser Tag fand ich auch sehr toll.	
9.4.2005	Der Energieumsatz	Wir haben Bsp. berechnet	Der Tag war nicht sehr spannend.	
11.4.2005	Arbeit = Kraft mal Weg	Soule. Berechnung gelernt	Der Tag war leider etwas fad.	
16.4.2005	Radfahren im Garten	Zwischenzeiten berechnet und Rad gefahren	Dieser Tag war excellent.	
18.4.2005	Videos und Bilder angeschaut von Radfahren im Garten	Zerbrechgeschaut	Sch kann nur sagen TOLL!	
23.4.2005	Zeitdiagramme		Sch fand diesen Tag nicht sehr aufregend!	
25.4.2005	Fahrrad - Tachometer	Wir haben ein Rad gedreht	War etwas spannend.	

## 7.12 Fotos vom Fahrrad-Projekt



Laufzeitmessung in der Schule

Auswertung der Laufzeiten im Computerraum



Ei-Crash-Test



Energieabteilung im Technischen Museum



## Messung des Bremswegs im Schulgarten

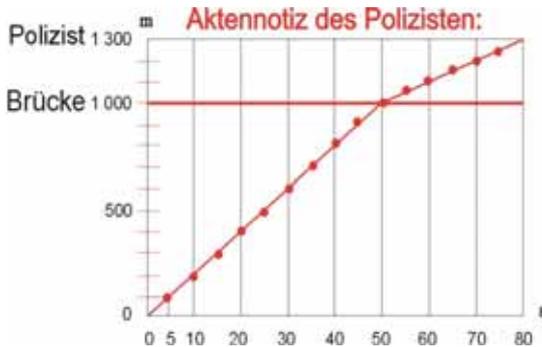
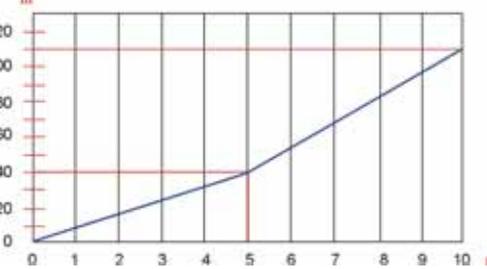
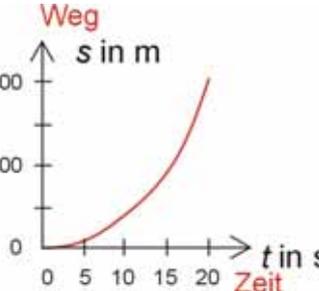
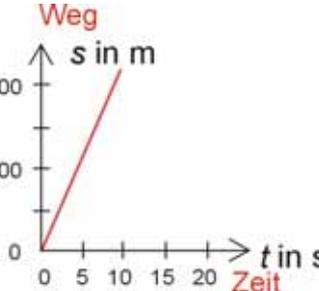


Die Schüler/innen erstellten Plakate zum Projekt

## Verkehrserziehung auf dem Radübungsplatz



## 7.13 Wiederholung (4. PHYSIK-SELBSTTEST)

1.	 <p>Ist das Auto vor der Brücke schneller oder langsamer?</p> <p>Warum?</p> <p>Wie weit ist das Auto in 50 s gekommen?</p>	6	
2.	 <p>Wie weit ist das Auto nach 5 s gekommen?</p> <p>Wie weit ist das Auto nach 10 s gekommen?</p>	4	
3.	<p>Zu Diagramm aus Frage 2:</p> <p>Wie groß ist die Geschwindigkeit des Autos in den ersten 5 s?</p> <p><i>(Vergiss nicht auf die Einheit!)</i></p>	4	
4.	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="255 1198 606 1545"> <p>Diagramm 1</p>  </div> <div data-bbox="614 1198 965 1545"> <p>Diagramm 2</p>  </div> </div> <p>Welches der beiden Diagramme zeigt eine beschleunigte Bewegung?</p> <p>Wie nennt man die Bewegung, die das andere Diagramm zeigt?</p>	4	
5.	<p>Wie lang braucht das Auto aus Diagramm 1 ungefähr, um 100 m zurückzulegen?</p> <p>Wie lang braucht das Auto aus Diagramm 2 ungefähr, um 100 m zurückzulegen?</p>	6	
			24

## 7.14 Wiederholung (5. PHYSIK-SELBSTTEST)

1.	Wie berechnet man aus Weg und Zeit die Geschwindigkeit?	2	
2.	Zeit: 10 s, Weg: 80 m Geschwindigkeit: _____ (Einheit!)	3	
3.	In welcher Einheit gibt man im Alltag die Geschwindigkeit an? _____ ... in welcher Einheit in der Physik? _____	2	
4.	Ein Fahrradhelm muss außen aus _____ Material sein, innen aus _____.	2	
5.	Bei einem Fahrrad befinden sich vorne 3 Zahnkränze, hinten 7. Auf welche Zahnkränze schaltet man (groß/klein)? Bergauf wählt man vorne _____ und hinten _____ In der Ebene (um schnell voran zukommen) wählt man vorne _____ und hinten _____	4	
6.	Pedal und Zahnrad vorne bilden ein Wellrad mit _____-gewinn.	2	
7.	Hinteres Zahnrad und Hinterrad bilden ein Wellrad, bei dem die Kraft am _____ Rad angreift. Es wird keine _____ gewonnen.	2	
8.	Das Hebelgesetz lautet:	3	
9.	Auf einer Schaukel (Wippe) sitzen Vater und Sohn. Das Gewicht des Vaters ist doppelt so groß wie das Gewicht des Sohnes. Der Vater sitzt (kreuze an) <input type="radio"/> Gleich weit vom Drehpunkt entfernt wie der Sohn <input type="radio"/> doppelt so weit entfernt <input type="radio"/> halb so weit entfernt <input type="radio"/> vier mal so weit entfernt.  Fertige eine Skizze an!	4	
		24	

## 7.15 Technische Daten zur Wegaufzeichnung

### ULAB - das neue, tragbare, graphische Messdatensammlungssystem

ULAB kann in drei verschiedenen Anwendersituationen verwendet werden:

- als unabhängiges Gerät für Feldmessungen,
- als vielseitiges Multimeter für die direkte Anzeige physikalischer Größen und
- als eine mit dem PC verbundene Schnittstelle mit direkter Bildschirmanzeige.

Mit wenigen Tastendruckern kann ein Experiment gestartet und die Messung eingeleitet werden. Die Messdaten können in Form von Graphen oder Tabellen auf dem LCD-Schirm überprüft werden.

#### Leistungsmerkmale:

- 12-bit-Konverter für hohe Auflösung
- Messrate bis zu 100 000 Messungen pro Sekunde (auf einem Kanal)
- Speicher:
  - Flash-Memory für leichtes Upgraden der integrierten Software, Sprachauswahl und Sensorenbibliothek
  - für bis zu 250 000 Messpunkten (512 KB Speicher)
  - für multiple Datenmengen
- 4 analoge Eingänge mit 2 Bereichen: von 0 bis 5V und von  $-10$  bis  $+10$  V
- 2 digitale Eingänge für 2 Ultraschall-Bewegungsmesser oder Lichtschranken
- 8 digitale Ausgänge
- USB- oder serielles Anschlusskabel
- Stromversorgung:
  - Aufladbare Batterien (Akkus) für längere Messreihen geeignet
  - Netzadapter inkludiert
- Graphische LCD-Anzeige von 128 x 64 Pixel

ULAB wird mit Stromversorgung, wiederaufladbaren Batterien und Verbindungskabel geliefert

#### CBL-Sensor: Ultraschall-Bewegungsmesser

Durch Messung der Laufzeit von Ultraschallwellen werden Abstand, Geschwindigkeit und Beschleunigung eines bewegten Körpers festgestellt. Die Reichweite liegt zwischen 0,4 und 6 m.



# LITERATUR

- (1) Duenbostl-Brezina (2001), Physik erleben 2, Wien: öbv&hpt
- (2) M. Gressmann (2002), Fahrradphysik und Biomechanik, Kiel: Moby Dick Verlag
- (3) Technisches Museum Wien (2002), Fahrrad (Ausstellungskatalog), Wien: TMW
- (4) Technisches Museum Wien (2001), Verkehr (Ausstellungskatalog), Wien: TMW
- (5) P. Häußler, W. Faißt, L. Hoffmann, Der Fahrradhelm, Zeitschrift NiU-Physik (1995) Nr. 30, S. 21
- (6) C. Schuldt, Der Bremsweg, Zeitschrift NiU-Physik (1995) Nr. 30, S. 26
- (7) B. Hauke, Zur Kraftübertragung beim Fahrradtrieb, Zeitschrift NiU-PC (1989) Nr. 42, S. 31
- (8) I. Bartosch, Forschungsobjekt Fahrrad, Zeitschrift Unterricht Physik (1998) Nr. 46, S. 16
- (9) P. Häußler, R. Duit, Bewertungsmethoden, Zeitschrift Unterricht Physik (1997) Nr. 38, S. 16
- (10) Duenbostl-Brezina (1997), Physik erleben 2, Wien: Hölder-Pichler-Tempsky, S. 90-93