



PHYSIK IM STRASSENVERKEHR

MARIA-MAGDALENA SCHÄFFER
BUNDESGYMNASIUM UND BUNDESREALGYMNASIUM
BADEN, BIONDEKGASSE

WIEN 2004

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	4
1 DAS BILDUNGSPOTENZIAL PROBLEMORIENTIERTEN MECHANIKUNTERRICHTS	5
1.1 Das Unbehagen am Mechanikunterricht.....	5
1.2 Mechanikunterricht entwickelt Kompetenzen	5
1.2.1 Kognitive Fähigkeiten.....	5
1.2.2 Lernen mit Neuen Medien.....	6
1.3 Problemorientiertes Lernen.....	8
1.3.1 Problemorientierung mit Verkehrsphysik.....	9
1.4 Die Erreichung von Bildungszielen	10
2 DAS UNTERRICHTSKONZEPT 'PHYSIK IM STRASSENVERKEHR'	13
2.1 Die Entstehungsgeschichte.....	13
2.2 Angestrebte Bildungsziele.....	13
2.3 Aufgabenstellungen und Aktivitäten zur Problemorientierung.....	14
3 EVALUATION DES UNTERRICHTSKONZEPTS	24
3.1 Bewertung durch die Schüler/innen	24
3.2 Bewertung durch die Autorin.....	27
4 ANHANG	28
4.1 Textvorlagen	28
4.1.1 Eine Auswahl an Aufgabenstellungen.....	28
4.1.2 Unterrichtsmaterial.....	39
4.1.3 Kontrollfragen.....	43
4.2 Grafische Auswertung der Schülerbefragung	51

4.3	Lehrplaninhalte: Kinematik, Dynamik und Energie.....	61
4.4	Bildungs- und Lehraufgabe der Physik	62
5	LITERATUR.....	68

ABSTRACT

Die klassische Mechanik ist vielfach ein ‚klassisches‘ Exempel für Komplikationen und Krisen im Physikunterricht. Beachtet man für die Organisation und Konzeption des Unterrichts wesentliche Forderungen einer heute weitgehend anerkannten gemäßigt - konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie, so eröffnet gerade dieses Teilgebiet eine exzellente Chance, die Bildungsbeiträge der Physik zu Höherer Allgemeinbildung zu realisieren und die Akzeptanz und Effizienz des Physikunterrichts zu verbessern.

Im Verlauf des Schuljahres 2003/2004 entwickelte ich im Rahmen meiner Mitarbeit an S1 Unterrichtssequenzen für grundlegende Inhalte der Kinematik und der Dynamik (Niveau: Lehrplan der 5. Klasse Realgymnasium und der 6. Klasse Gymnasium AHS) in Bezug zur Verkehrsphysik. Unter der Leitidee des ‚problemorientierten Lernens mit neuen Medien‘ erprobte ich verschiedene Softwareprodukte, Medien und Aufgabenstellungen, die ich durch eigene Konzeptionen ergänzte. Ein nicht unwesentliches Kriterium für meine persönliche Bewertung dieser Unterrichtsmittel sollte deren Einsatzmöglichkeit unter den üblichen Rahmenbedingungen an Allgemeinbildenden Höheren Schulen sein. Das Unterrichtskonzept ‚Physik im Straßenverkehr‘ wurde am Ende des Unterrichtsjahres von den betroffenen Schüler/innen bewertet.

1 DAS BILDUNGSPOTENZIAL PROBLEMORIENTIERTEN MECHANIKUNTERRICHTS

1.1 Das Unbehagen am Mechanikunterricht

Die klassische Mechanik ist vielfach eine der ‚klassischen‘ Ursachen für die Krise des Physikunterrichts, besonders an AHS. Eine unzureichende oder falsche didaktische Konzeption führt nicht selten zur Ablehnung des Stoffgebietes durch die Schüler/innen und in der Folge wegen negativer Resonanz selbst durch Lehrer/innen. Die unreflektierte Darbietung von Begriffen, Konzepten und Inhalten eines vollendet entwickelten Teilgebiets der Physik überfordert in der Regel die Schüler/innen und hinterlässt das Gefühl einer demotivierenden Inkompetenz, die allenfalls noch die objektive Bedeutung des Unterrichtsfaches Physik gelten lässt. Die Übertragung dargebotener Konzepte und Begriffe auf realitätsferne, oft auch fiktive bereinigte Situationen mit der Illusion, dadurch die komplexe Lebenswelt zu beschreiben, lässt die Frage nach der Sinnhaftigkeit solchen Physikunterrichts und den Protest gegen unverständliche mentale Anstrengungen als gerechtfertigt erscheinen. Im Gegensatz zu diesen in Schulen beobachtbaren Situationen wird Mechanik auch konstruktiv(istisch) unterrichtet; Gerade dieses Teilgebiet eröffnet eine exzellente Chance, die Bildungsbeiträge der Physik zu Höherer Allgemeinbildung zu realisieren.

1.2 Mechanikunterricht entwickelt Kompetenzen

1.2.1 Kognitive Fähigkeiten

Neben dem lebensweltlichen Denken gibt es ein naturwissenschaftliches, physikalisches Denken. *Ein Lehrer, der Ernst machen will mit der Forderung, den Schülern Hilfen zu geben, ihre wissenschaftlich technische und natürliche Welt physikalisch zu verstehen, muss sich und den Schülern erst einmal klarmachen, dass die Welt physikalisch zu erfassen, beinhaltet, sie "so zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren"*¹. Die Besonderheiten der naturwissenschaftlichen Erfassung der Welt, ihre Vorteile und Leistungen, aber auch ihre Nachteile, können besonders in der Mechanik exemplarisch erfahren werden. So etwa führt erst die radikale Beschränkung des Blicks zu einer physikalischen Problemstellung: ein rasanter BMW und ein die Straße unachtsam überquerendes liebes Mädchen werden zu zwei Massenpunkten reduziert. Von der Situation mit all ihren mentalen und emotionalen Aspekten bleiben physikalisch nur noch eine gleichmäßig verzögerte Bewegung und eine gleichförmige Bewegung mit bestimmten Parametern übrig. Einfache Formeln am Ende des mehr oder weniger aufwändigen Elaborationsprozesses, der aus dem realen, komplexen Geschehen eine quantifizierbare physikalische Modellsituation

¹ H. Joachim Schlichting in ‚Aspektcharakter der Physik‘ nach C.F.v.Weizsäcker

kreierte, leisten jedoch wesentliche Dienste: Die Schülerin / der Schüler erkennt die Möglichkeiten – und auch die Grenzen – einer sachlichen, nützlichen Abschätzung der betreffenden Realsituation.

Allgemeiner und umfassender ausgedrückt: Die Beschäftigung mit Inhalten der Mechanik fördert und entwickelt als wesentliches Bildungsziel kognitive Fähigkeiten wie den Perspektivenwechsel bei der Überschreitung der Grenze zwischen Lebenswelt und Wissenschaft, die Abstraktionsfähigkeit, die Fähigkeit zur Modellbildung und Formalisierung, das folgerichtige Denken, eine rationale Beurteilung, die Transferfähigkeit usw. durch Einübung der naturwissenschaftlich – analytischen Denkweise. Die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Analyse und Lösung von Problemen verschiedenster Art – eine Herausforderung, die unsere Jugend in ihrer zukünftigen Lebens- und Berufswelt in zunehmendem Umfang bewältigen muss.² Die Konfrontation der Schüler/innen mit der naturwissenschaftlich – analytischen Denkweise beinhaltet die Notwendigkeit einer Auseinandersetzung mit dem typischen Methodenrepertoire der Physik, das deren hervorragende Entwicklung maßgeblich vorangetrieben hat und Vorbildcharakter für andere Wissenschaften besitzt. Die spezifischen Methoden: Beobachtung, Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung, sprachliche Formalisierung und experimentelle Überprüfung können z.B. innerhalb der Kinematik und der Dynamik mit Bezug zu Verkehrssituationen relativ leicht im Unterricht realisiert werden.

Kenntnisse über die Physik als Methode der Natur- und Weltanschauung und über die Methoden der Physik haben einen Bildungswert für sich, sie sind der Kern des wissenschaftspropädeutischen Beitrags des Unterrichtsfachs in der gymnasialen Oberstufe. Für den überwiegenden Teil der Schüler/innen sind Reduktion, Idealisierung, Modellierung, Mathematisierung und sprachliche Formalisierung auf dieser Altersstufe nur durch nachvollziehendes Lernen zu verstehen - oder im bestem Fall nach geeigneter Anleitung bei selbständiger Bearbeitung von Aufgabenstellungen zum Transfer. Hingegen eröffnen eigenständiges Beobachten und Experimentieren die Möglichkeit, weitere Begabungen und Fähigkeiten, die nicht nur auf naturwissenschaftliches Tun beschränkt sind, einzusetzen und zu entwickeln: Intuition, Phantasie, Vorstellungskraft, Kreativität und Geschicklichkeit.

1.2.2 Lernen mit Neuen Medien

Schulbuchverlage, Hochschulinstitute, verschiedene Interessensvertretungen und die Automobilindustrie bieten umfangreiches Unterrichtsmaterial in Form von Lehrfilmen, Software, Internetseiten und Animationen an, das für den Mechanikunterricht an der AHS-Oberstufe verwertbar ist. Eine gute didaktische Nutzung dieses schier unermesslichen Fundus bedarf zwar in der Regel einer mühevollen, zeitintensiven Vorarbeit der Lehrperson, erschließt aber dem Stoffgebiet Mechanik ein hervorragendes, umfassendes Bildungspotenzial.

² Eine analoge Forderung an den naturwissenschaftlichen Unterricht findet man auch im Allgemeinen Teil des AHS-Lehrplans (Erster Teil, Abschnitt 5: Bildungsbereiche, Bildungsbereich Natur und Technik)

Leichteres Lernen durch Verbesserung der Unterrichtsmethoden

Die Effizienz von Unterrichtsmethoden kann durch den Einsatz dieser Medien punktuell erheblich verbessert werden. Gute, illustrierende Filme und CD's wirken motivierend, das ist keine neue Tatsache. Im Allgemeinen wird die Bereitschaft zur Auseinandersetzung mit der Thematik gefördert und die Effizienz einer nachfolgenden Instruktion erhöht. Neuere Softwareentwicklungen bieten jedoch die Möglichkeit:

- ❖ Zur quantitativen Analyse von Abläufen. Einer quantitativen Beobachtung in einer Filmaufnahme oder im Experiment folgt eine ‚wissenschaftliche‘ Quantifizierung der in den Film- oder Videosequenzen dargestellten Situationen, um etwa Bewegungen zu klassifizieren (Modellerstellung) oder Werte physikalischer Größen zu ermitteln (Abschätzen von Größenordnungen, Ableiten von Folgerungen aus Gesetzmäßigkeiten mit Hilfe der Daten,...)
- ❖ Zur mathematischen Erfassung und Beschreibung von physikalischen Sachverhalten. Verschiedene Mathematikprogramme sind ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, um vorgegebene oder selbst erstellte Modellsituationen mathematisch darzustellen bzw. zu berechnen. Den Schüler/innen werden dadurch zumindest ansatzweise die Notwendigkeit und die Bedeutung der Mathematik im Rahmen der physikalischen Methodik authentisch erschlossen.
- ❖ Zur Simulation und interaktiven Auseinandersetzung mit physikalischen Modellsituationen. Das Angebot reicht vom einfachen Java-Applet in HTML-Seiten bis zur umfangreichen Simulationssoftware auf CD. Java-Applets haben den Vorteil leichter Verfügbarkeit (Internetzugang) und sind im Allgemeinen ein gutes Mittel zur Veranschaulichung. Anspruchsvolle Simulationen von Realsituationen (z.B. Erprobung des Anhaltewegs von KFZ) gestatten den Schüler/innen eine Auseinandersetzung mit Situationen, zu denen sie aufgrund verschiedener Einschränkungen keinen Zugang im Unterricht hätten. Vielfach gestatten frei wählbare Parameter (z.B. physikalische Größen) eine aktive Einflussnahme und ein Ausprobieren von Fällen bei veränderten Gegebenheiten.

Je nach Verwendungsart der Software³ und anschließender Aufgabenstellung wird graduell die Qualität der Instruktion verbessert oder das eigenständige Arbeiten der Schüler/innen gefördert. Insgesamt erfolgt jedoch ein Lernen in verschiedenen Kontexten mit mehr Möglichkeiten zum erfolgreichen Transfer des Grundwissens.

Nicht zuletzt kann die Lehrperson die Qualität eigener Unterrichtsvorlagen durch gezielte Nutzung von Standardprogrammen eines Officepakets entscheidend verbessern. Vielfältige Strukturierungsmöglichkeiten sowie das Einfügen von Abbildungen und Objekten verleihen der Vorlage eine lerngerechte Form. Mit Hilfe eines Videoprojektors (Beamers) kann die Vorlage mit Blick zu den Schüler/innen generiert werden, doch vor allem ist das Verändern von Objekten (z.B. von Pfeilen für Vektoren) eine entscheidende visuelle Hilfe zu verbalen Erläuterungen.

³ Gewisse Programme müssen für das Arbeiten auf mehreren Einzelplätzen im Schulnetz installiert sein. Auf etwaige Einzellizenzen ist zu achten.

Methodenkompetenz - Sozialkompetenz - Selbstkompetenz

Unseren Oberstufenschüler/innen sind *„relevante Erfahrungsräume (zu den Bildungszielen) zu eröffnen und geeignete Methoden für eine gezielte Auswahl aus computergestützten Informations- und Wissensquellen zur Verfügung zu stellen.“*⁴ Der Allgemeine Teil des AHS-Lehrplans enthält an mehreren Stellen einen Auftrag zur Nutzung des didaktischen Potenzials der Informationstechnologien im Rahmen des Unterrichts. Damit ist auch der Physikunterricht gemeint. Die reiche Auswahl an Informationsmaterial und Aufgabenstellungen zum Mechanikunterricht und zur Verkehrsthematik kommt dieser pädagogischen Notwendigkeit unserer Zeit entgegen. Neben der Verwertung und auch der Entwicklung von Kenntnissen beim Arbeiten mit Standardprogrammen lernen die Schüler/innen vor allem einen sinnvollen Umgang mit naturwissenschaftlicher und technischer Information aus dem Internet. Die Beschaffung, Bewertung und Strukturierung von Information sowie die Gestaltung und Präsentation eigenständig zu erstellender Inhalte und Arbeitsergebnisse zählen zu wesentlichen Bildungszielen in der Oberstufe. Arbeitsaufträge und auch eigene Themen nach Interesse können projektorientiert in Kleingruppen oder individuell sowohl im Unterricht als auch außerhalb des Unterrichts bearbeitet werden.

1.3 Problemorientiertes Lernen

Die Auseinandersetzung mit Problemen und deren Bewältigung ist eine Grundsituation menschlichen Lebens, die Aufforderungscharakter hat. Daher ist die Konfrontation des Lernenden mit Problemen ein zentraler Aspekt wirklichkeitsnaher Didaktik.

Im Sinne des problemorientierten Unterrichts und der zugrunde liegenden Theorie der kognitiven Konflikte⁵ wird die für ein effektives Lernen notwendige Aufmerksamkeit und Aktivität des Denkens durch die Begegnung mit einem kognitiven Konflikt oder mit einer kognitiven Dissonanz wesentlich gefördert. So bedürfen schwer zugängliche physikalische Inhalte eines didaktisch versierten Initiators, der sie durch diese Methode in den Fragehorizont der Schüler/innen rücken kann. Problemorientierter Unterricht hat jedoch eine zweite, wesentliche Dimension. Lernprozesse können oft anhand von realen Situationen aus der Lebenswirklichkeit der Schüler/innen, also mit Hilfe authentischer Probleme, angebahnt werden. Sowohl didaktisch konstruierte Probleme als auch authentische Probleme sind an das Vorwissen und/oder an Vorerfahrungen der Schüler/innen anzuknüpfen. Im Falle authentischer Probleme spielen meist auch Gefühle, Interessen oder subjektiv empfundene Bedarfssituationen, also emotionale Befindlichkeiten, eine starke förderliche Rolle, sodass sich die Schülerin/der Schüler auf die anzubahnde Lernsituation einlässt.

⁴ Im Allgemeinen Teil des AHS-Lehrplans: Allgemeines Bildungsziel/Leitvorstellungen

⁵ Nach: Helmut Skowronek: 'Psychologische Grundlagen einer Didaktik der Denkerziehung. Kognitive Prozesse und kognitive Strukturen'. Hannover 1970, 2. Auflage

Problemorientierung ist nicht nur bei der Lerninitiative⁶, sondern auch für Transfer⁷ ein tragendes Element. Die Konzentration auf elementare (grundbildende) Inhalte bei den eigentlichen Lernphasen verlangt nach ausreichenden Möglichkeiten zum Transfer. Am besten gelingen Transferleistungen an Hand authentischer und im Besonderen alltagsrelevanter Probleme. Letzteres als (etwas lockere) Devise für Transfer ausgesprochen: Grundbildung + Problemorientierung = Problemlösekompetenz!
Problemorientierung im Mechanikunterricht ist vielfältig zu realisieren: die Palette problemorientierter Lernaktivitäten reicht von der gemeinsamen Diskussion eines authentischen Falls (Realsystems) im Lehrer-Schüler-Gespräch während des Frontalunterrichts über die eigenständige Auseinandersetzung mit einer Simulation bis zur projektartigen Bearbeitung einer freiwillig gewählten Thematik in der Kleingruppe.

1.3.1 Problemorientierung mit Verkehrsphysik

Problemorientierte Lernumgebungen sind somit eine wesentliche Forderung einer gemäßigt-konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie.⁸ Die zugrunde liegende Neurodidaktik bestätigt die Effizienz des Lernens an Hand von authentischen Problemen, seien es reale aus der Lebenswelt oder auch sinnvoll didaktisch konstruierte. Wo findet nun ein durchschnittlich interessierter sechzehnjähriger AHS-Schüler im Verlauf seines Mechanikunterrichts Probleme, die den Konstruktionsprozess seines physikalischen Wissens einleiten und unterstützen? Hat er bis jetzt nicht all seine Bewegungen und körperlichen Anstrengungen ohne Kenntnisse über Newton's Axiome blendend gemeistert? Eine –oft raffinierte – didaktische Aufbereitung alltäglich erfahrbarer oder beobachtbarer Abläufe, Erscheinungen und Wirkungen an Objekten des Lebensraums kann eine physikalische Betrachtung der jeweiligen Sache sicherlich in den Interessenshorizont unseres Schülers rücken. Weit ergiebiger sind meines Erachtens die Problemfelder ‚Sport‘ oder ‚Straßenverkehr‘ (oder auch ‚Transportmittel‘ im umfassendem Sinn). Sport hat zwar aufgrund planmäßiger Bewegungen, spezieller Techniken und einer Optimierung von Leistung eine gewisse Affinität zur Physik. Außerdem kann die Erlebnisdimension des Sports und eine Erfahrung des Wertes gewisser physikalischer Größen im Vergleich zum körpereigenen Maßstab bei manchen Schüler/innen eine starke Motivation hervorrufen. Doch ist die dazu notwendige experimentelle Bestätigung physikalischer Gesetzmäßigkeiten in Form von

⁶ Die Lerninitiative umfasst die Stadien des beginnenden Lernprozesses, innerhalb dessen sich der Lernende mit der Lernsituation auseinander zusetzen beginnt. Die Lernenden werden mit einer Thematik so konfrontiert, dass eine Bereitschaft zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten entsteht. Siehe auch: Maria-Magdalena Schäffer: ‚Das Radonprojekt – Bildung durch naturwissenschaftlichen Unterricht‘, <http://imst.uni-klu.ac.at/innovationen/index3.php?id=288>, 2003.

⁷ Transfer bezeichnet in allgemeiner didaktischer Diktion die Bewältigung einer neuen Situation mit Hilfe eines erlernten Verhaltens oder eines erworbenen kognitiven Repertoires. Der Lernende rekonstruiert die in einem Lernprozess aufgebaute Struktur in unveränderter / abgewandelter Form unter bekannten / neuen Bedingungen.

⁸ Eine zusammenfassende Darstellung der gemäßigt-konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie findet man auf der Seite www.schaeffer.at

sportlichen Übungen im Turnsaal nicht jedermanns Sache, weder seitens der Schüler/innen noch seitens der Lehrer/innen. Diese Problemorientierung kann bei nicht wenigen Schüler/innen ihre gewünschte Wirkung verfehlen.

Was spricht nun für eine Problemorientierung mit Verkehrsphysik?

- ❖ Mobilität ist in unserer Zivilisation nicht nur eine gesellschaftliche Notwendigkeit, sondern auch ein zunehmendes individuelles Bedürfnis. Gerade bei Jugendlichen im Alter ihrer Oberstufenschulzeit erwacht dieses Bedürfnis, wenn sie vor ihrer gesetzlichen Zulassung zum motorisierten Straßenverkehr stehen.
- ❖ Geschwindigkeiten und Energiebilanzen beim Fahren, besonders mit Motorrad und Auto, liegen jenseits der natürlichen, im Laufe der Evolution entwickelten Erfahrungsbereiche des Menschen bei seiner Fortbewegung. Grobe Fehleinschätzung der Folgen hoher Geschwindigkeiten, mangelnde Übung zu Beginn der Fahrpraxis und auch jugendliche Unachtsamkeit begründen die Notwendigkeit einer profunden Verkehrserziehung, deren Sinnhaftigkeit auch Schüler/innen erkennen. Verkehrserziehung ist im AHS-Lehrplan als **Unterrichtsprinzip verankert**.
- ❖ Eine hoch entwickelte Verkehrs- und Automobiltechnik ermöglicht heute ein sicheres Fahren mit hohem Komfort. Eine grundsätzliche Auseinandersetzung mit den wichtigsten Innovationen und Entwicklungen verleiht dem Unterricht Aktualität und schafft für die Zukunft wertvolles Orientierungswissen.

Diese drei Befunde liefern bereits gravierende Argumente für die Vermittlung wesentlicher Inhalte der Mechanik und deren Problemorientierung mit Hilfe von Themen und Beispielen aus dem Straßenverkehr.

1.4 Die Erreichung von Bildungszielen

Zunächst sind die im Lehrplan angegebenen fachspezifischen Lern- und Bildungsziele zu erreichen [siehe: Anhang 4.3 und 4.4, Seite 61]. Über den Grad der Nachhaltigkeit entsprechender Lernprozesse gibt der Lehrplan jedoch keine Auskunft. Es liegt im Ermessen der Lehrperson, welche Wissensinhalte und Kompetenzen sie als wichtig, also nach allgemeiner fachinterner Übereinkunft als Grundbildungsinhalte erachtet⁹ und im Rahmen vorhandener Ressourcen schwerpunktmäßig behandelt.

Als weiteres, jedoch gleichwertiges Bildungsziel, sollen im Physikunterricht die Entwicklung und Förderung von Kompetenzen, die auch im Allgemeinen Teil des Lehrplans als Kriterium für Höhere Allgemeinbildung verankert sind, nach Maßgabe der Möglichkeiten umfangreich angestrebt werden.

Die folgenden, von mir explizit angegebenen Lernziele des Mechanikunterrichts erachte ich als wesentlichen Beitrag zu physikalischer Grundbildung.

⇒ **Verständnis elementarer Gesetzmäßigkeiten**

⁹ Siehe auch: ‚Physikalisches Grundwissen‘ Abschnitt 3.1.2. in ‚Das Radonprojekt - Bildung durch naturwissenschaftlichen Unterricht‘, <http://imst.uni-klu.ac.at/innovationen>

Die Eigenschaften realer Objekte und die entsprechenden physikalischen Größen stehen in wechselseitiger Beziehung, die mit dem mathematischen Formalismus klar beschrieben werden. Wenige elementare, einfache Beziehungen reichen aus, um die Fülle von Phänomenen und Abläufen modellmäßig erklären zu können. Gerade in der Mechanik kann diese Tatsache an Hand der Newton'schen Axiome und der Erhaltungssätze exemplarisch für die gesamte Physik auf einfache Weise erfahren werden. Daher können etwa die Bewegungsgleichung, das Wechselwirkungsprinzip mit der Impulserhaltung oder die Energieerhaltung nicht durch eine knappe instruktionale Darbietung vermittelt werden. Elementare Konzepte müssen in verschiedensten Kontexten im Unterricht ständig verwendet und bestätigt werden. Dazu eignen sich in bester Weise Situationen aus dem Verkehrsgeschehen. Die einfache Handhabung des mathematischen Formalismus elementarer Gesetzmäßigkeiten und vieler Beziehungen zwischen mechanischen Größen (Umformung einfacher Gleichungen) mit der Auswertung vorgegebener oder experimentell ermittelter Daten ermöglichen eine Abschätzung von Größen unter verschiedenen Voraussetzungen. Die Schüler/innen sollten nach einer angemessenen Auseinandersetzung mit elementaren Gesetzmäßigkeiten in Realmodellen in der Lage sein, entsprechende Realsysteme (reale Situationen) rational zu beurteilen. Anders ausgedrückt: Grundwissen der Mechanik soll letztendlich zu rationalem Urteilsvermögen in entsprechenden alltagsrelevanten und in gesellschaftsrelevanten Situationen führen und damit eine Orientierungshilfe in der natürlichen und technisierten Umwelt sein.

⇒ **Modellbildung**

Der Perspektivenwechsel von der Alltagssicht zur Physik erfordert ein grundsätzliches Verständnis der Modellbildung. Die Komplexität beobachtbarer Phänomene und Vorgänge bedarf einer sinnvollen Reduktion damit deren physikalische Betrachtung –nicht nur im Schulunterricht- erst möglich wird. Die Modellbildung kann im Wesentlichen in zwei Bereichen erfolgen:

Theoretische Modelle und **symbolische Modelle** umfassen die in der jeweiligen Theorie verankerten Modellvorstellungen und den mathematischen Formalismus zu Modellvorstellungen.

Beispiele: Massenpunkt und starrer Körper, Typen der Bewegung,
funktionale Beschreibung der Bewegungstypen,
Linearität innerhalb der Elastizitätsgrenze

Reale Modelle sind experimentelle oder gedankliche Nachbildungen konkreter Systeme, wobei nur relevante Merkmale des Systems berücksichtigt werden. Das Modell liefert Aussagen bzw. Vorhersagen über das System. Ein wichtiger Aspekt ist die Bewertung des Modellverhaltens im Vergleich zum Systemverhalten und eine eventuelle Anpassung des Modells an das System.

Beispiele: Überholvorgang auf der Landstraße (Nachbildung gedanklich)
Anhaltevorgang von KFZ (Nachbildung durch Simulation)
Aufprall eines KFZ (Nachbildung im Labor oder im Schülerexperiment)

Während ein Verständnis für Theoretische Modelle durch Instruktion und punktuelle Hinweise bei ihrer Verwendung zu erreichen ist, sollten Schüler/innen im Rahmen von Aufgabenstellungen das Bilden von realen Modellen einüben und auch eigenständig damit arbeiten.

⇒ **Verständnis von Größen und Begriffen**

Physikalische Größen (der Mechanik) sind präzise definierte Merkmale, die von Eigenschaften von Alltagsobjekten abgeleitet wurden. Wenn Pädagogen sorglos souverän mit Größen und Begriffen operieren, wird nicht bedacht, dass Schüler/innen oft größte Schwierigkeiten beim Verstehen und erst recht beim selbständigen Gebrauch der physikalischen Terminologie haben. Die Bedeutung von Größen und Begriffen kann sich für den Schüler - wie beim Lernen einer Sprache - erst im Laufe seines Lernprozesses entfalten. Physik betreiben ohne Kenntnisse über relevante Größen, Einheiten und Begriffe und ohne prinzipielles Verständnis ihrer Verwendung ist ein sinnloses Unterfangen. Eine sorgfältige Entwicklung ‚physikalischer Kommunikation‘ ist daher anzustreben.

2 DAS UNTERRICHTSKONZEPT 'PHYSIK IM STRASSENVERKEHR'

2.1 Die Entstehungsgeschichte

Im Physikunterricht der fünften Klasse des Realgymnasiums und der sechsten Klasse des Gymnasiums sind laut AHS-Lehrplan Grundlagen der klassischen Mechanik mit den Schüler/innen zu erarbeiten. Zwei Lehrplanmodule zur Mechanik umfassen im Wesentlichen eine Einführung in die Kinematik, in die Dynamik und in das Konzept fundamentaler Austausch- und Erhaltungsgrößen [siehe: Anhang 4.3, Seite 61]. Zu Beginn des Schuljahres 2003/2004 erhielt ich von Mag. Robert Pitzl, Koordinator für Physik im IMST² Schwerpunktprogramm S1, die Anregung, eine Aufgabensammlung zur Thematik ‚Verkehr im Physikunterricht‘ hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit im Unterricht zu evaluieren. Dadurch entstand die Idee, die betreffenden Stoffgebiete mit Bezug zur Verkehrsphysik zu unterrichten. Aus der Vielfalt der vorliegenden Aufgabenstellungen versuchte ich jene im Unterricht zu verwerten, die mir für den Einsatz unter den üblichen Rahmenbedingungen als geeignet erschienen. Zusätzlich erstellte ich eine Reihe eigener Aufgaben und Unterrichtsvorlagen und versuchte geeignete Softwareprodukte einzusetzen. Es entstand schließlich eine Folge von Unterrichtssequenzen in Form eines ‚**Unterrichtskonzepts für Kinematik, Dynamik und für das Stoffgebiet Energie**‘ auf der Basis einer gemäßigt - konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie mit besonderer Berücksichtigung der Problemorientierung im Unterricht und der Verwendung neuer Medien.

2.2 Angestrebte Bildungsziele

Die Problemorientierung mit Hilfe neuer Medien an Hand von Beispielen aus dem Straßenverkehr sollten einerseits die Lerninitiative unterstützen und andererseits die Möglichkeit zu alltagsrelevanten Transferleistungen gewährleisten. Durch positive Lerneinflussfaktoren (Gefühle, Interessen oder subjektiv empfundene Bedarfssituationen, Anknüpfen an Vorwissen und/oder Vorerfahrungen) und vor allem durch das Lernen in verschiedenen Kontexten sollten wesentliche Lernziele in möglichst hohem Ausmaß erreicht werden. (Siehe auch: 1.3 Problemorientiertes Lernen, Seite 8)

Wesentliche Lernziele:

- ⇒ Realisierung von Grundwissen
(Grundlegende Inhalte der Kinematik ‚der Dynamik und des Stoffgebiets ‚Energie‘)
- ⇒ Entwicklung von Kompetenzen
(Kognitive Kompetenzen, fachliche Kommunikationsfähigkeit, Nutzung der neuen Medien)
- ⇒ Schaffung von alltagsrelevantem Wissen

2.3 Aufgabenstellungen und Aktivitäten zur Problemorientierung

Die anschließende Übersicht enthält eine Auswahl erprobter Aufgabenstellungen und Aktivitäten des Unterrichtskonzepts 'Physik im Straßenverkehr'.

Aufgabenstellung	Unterstütztes Lernziel	Bemerkung	Quelle Autor/in
Überqueren einer Straße	Gleichförmige Bewegung Modellbildung Math. Operieren	Leichte Aufgabenstellung (auch als einleitende Problemstellung) Weiterführung: Geschwindigkeitsmessung, Mittelwertbildung, Tabellenberechnung	Projekt Verkehr
Abstand halten im Kolonnenverkehr	Gleichförmige Bewegung Maßeinheiten Sicherheit im Straßenverkehr	Leichte Aufgabenstellung zur Einübung von Grundfertigkeiten	Themenkreis Verkehr im Physikunterricht
Das schnelle Papier	Sicherheit im Straßenverkehr	Kurzexperiment zur Reaktionszeit	Themenkreis Verkehr im Physikunterricht
Teste deine Reaktionszeit	Sicherheit im Straßenverkehr	Java-Applet (in vielen Varianten in Google zu finden)	Reflextester
s-v-t	Bewegungstypen	Kleines DOS - Programm womit man z.B. das x -t - Diagramm und das v-t- Diagramm der Horizontalkomponente der Mausbewegung aufzeichnen kann	Peter Kraher, Universität Würzburg, http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~pkraher/home/programm.html
Die grüne Welle	gleichförmige Bewegung Arbeiten mit Diagrammen	Aufgabenstellung zum Transfer, eventuell Bearbeitung mit Word und Excel oder mit Graph	LeiFiPhysik/Mechanik/Lineare Bewegung, adaptiert von M-M Schäffer
Ampel auf Grün	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Modellbildung	Leichte Aufgabenstellung (auch als einleitende Problemstellung)	
Gleichmäßig beschleunigte Bewegung	Modellvorstellungen Mittlere Geschwindigkeit	Gutes Java-Applet (auch als einleitende Visualisierung)	www.walter-fendt.de/ph11d/beschleunigung.htm
Bremsweg	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Modellbildung Math. Operieren	Grundlegende Aufgabenstellung zur Instruktion (Zusammenhang s-v-a) Erweiterung: Bearbeitung von Tabellen bei vorgegebenen Größen)	Projekt Verkehr und M-M Schäffer
Wildwechsel	gleichförmige Bewegung und gleichmäßig beschleunigte Beweg. Modellbildung Sicherheit im	Gut verwertbare Physlet-Java-Simulation (Internet, downloadbar)	http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/hirsch.html

	Straßenverkehr		
Simulation Anhalteweg	gleichförmige Bewegung und gleichmäßig beschleunigte Bewegung Modellbildung Sicherheit im Straßenverkehr	Interessante Simulation für Physikunterricht und Verkehrserziehung	Multimedia-Projekt Mechanik und Verkehr, Gerhard-Mercator-Universität Duisburg http://verkehr.uni-duisburg.de
Fahren auf Sicht/Halbe Sicht	Wie bei Simulation Anhalteweg Math. Operieren	Teilweise eigenständig lösbare Aufgabenstellung (Geschwindigkeitsberechnung mit quadratischer Gleichung) Ergänzung zur Simulation oder zu Java-Applets	Projekt Verkehr und M-M Schäffer
Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg – Zwei Faustregeln aus der Fahrschule	gleichförmige Bewegung und gleichmäßig beschleunigte Bewegung Alltagsrelevantes und gesellschaftsrelevante s Argumentieren	Aufgabenstellung zum Transfer, eigenständig kaum zu bearbeiten, die anschließenden Fragen sind ein Denkanstoss – sie sind auf dieser Alterstufe kaum rational zu beantworten	Themenkreis Verkehr im Physikunterricht
Überholen auf der Landstraße Folie	gleichförmige Bewegung und gleichmäßig beschleunigte Bewegung Modellbildung Arbeiten mit Diagrammen Sicherheit im Straßenverkehr	Interessante, anspruchsvolle Aufgabenstellung (Wahl zweier Bezugssysteme) Nur mit Unterstützung zu bearbeiten	M-M Schäffer, Daten aus Projekt Verkehr
Der Sprung mit dem Bus über eine Autobahnücke	Zusammengesetzte (zweidimensionale) Bewegungen Modellbildung Arbeiten mit Vektorgößen	Motivierende Aufgabenstellung Erweiterung: Darstellung und Diskussion der Bahnkurven unter verschiedenen Vorgaben	Themenkreis Verkehr im Physikunterricht, adaptiert von M-M Schäffer
Bewegung mit der Maus	Darstellung realer Bewegungen	Interessantes Java-Applet (Grafische Darstellung ein- und zweidimensionaler Bewegungen, Geschwindigkeit als Vektor darstellbar)	http://www.pk-applets.de/phy/bewegung/bewegung.html
Welche Kraft kannst du aushalten?	Kraftwirkungen Abschätzen von Größenordnungen	Motivierendes Kurzexperiment, unter Umständen mit Unterhaltungswert	Themenkreis Verkehr im Physikunterricht
Aufprallsimulator	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Bewegungsgleichung	Erfahrung einer Verzögerung am eigenen Körper; wegen des eher geringen Verzögerungswertes hat der	ARBÖ Testfahrzeug

	Sicherheit im Straßenverkehr	simulierte Aufprall für manche Schüler/innen kaum Erfahrungswert	
Knautschzone	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Bewegungsgleichung Modellbildung	Elementare Aufgabenstellung zur Modellberechnung	LeiFiPhysik/Mechanik/ Newton'sche Gesetze/Musteraufgaben Knautschzone
Die letzte Sekunde ohne Gurt	Sicherheit im Straßenverkehr	Emotionalisierender Text	http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/992/s2829.pdf
Der Sicherheitsgurt	Energie Verkehrstechnik-Orientierung Sicherheit im Straßenverkehr	Kurzfilm, eindrucksvolle Darstellung eines Crash-Ablaufs Energievergleich kinetische Energie – potentielle Energie vor freiem Fall	Nicht frei erhältlich
Praktikum – Crashtest	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Bewegungsgleichung Datenauswertung an Realmodellen	Slowmotion-Videofilm im Internet zur eigenständigen Analyse (auch mit ausgewerteter Excel-Tabelle) Gute Möglichkeit zur quantitativen Beschreibung eines Aufpralls	http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph11/videos/crash/crash.htm
Videoanalyse (,Vimpsen')	Datenaufnahme und Datenauswertung Überprüfen von Gesetzmäßigkeiten	ViMPS (Video Mess- und Präsentationssystem) ist ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Analyse downloadbarer oder eigener Videosequenzen von Realsituationen oder Experimenten	Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik (Martin Becker und Lars-Patrick May) http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/ViMPS/
Gesamtkraft	Addition von Kräften Modellbildung	Illustratives Java-Applet	www.walter-fendt.de/ph11d/reskraft.htm
Bewegung auf der schiefen Ebene	Kraftkomponenten Kräftegleichgewicht Wechselwirkungs-Prinzip	Nichttriviales Java-Applet bei genauer Betrachtung. Zum anspruchsvollen Transfer	www.walter-fendt.de/ph11d/schiefeebene.htm
Reifentest	gleichmäßig beschleunigte Bewegung Wechselwirkungsprinzip, Haftreibung Sicherheit im Straßenverkehr	Aufgabenstellung zum eigenständigen Wissenstransfer	M-M Schäffer
Federung bei Fahrzeugen	Hook'sches Gesetz Modellberechnung	Aufgabenstellungen bezüglich der Verwendung von Schraubenfedern Erweiterung: technische Information über Stoßdämpfer	LeiFiPhysik/Mechanik/ Krafteinführung und Gesetz von Hooke/ Musteraufgaben/ Federung bei Fahrzeugen
Roller Coaster Physics	Energieformen Energieerhaltung	Anschauliche interaktive Shockwave Animation, online verwendbar. Bewegungsgrößen und Energie einstellbarer Bewegungsabläufe sind auf	www.explorelearning.com

		14 verschiedene Arten grafisch darstellbar	
<u>Benzin sparen!</u>	Energieerhaltung Modellbildung	Aufgabenstellung zum eigenständigen Wissenstransfer, mit Unterstützung Berechnung des Treibstoffverbrauchs in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit mit Tabellenbearbeitung und grafischer Darstellung	M-M Schäffer
Wie schnell bist du?	Potentielle Energie Leistung	Erfahrung der eigenen Leistungsfähigkeit, etwa beim Gehen/Laufen über mehrere Stockwerke	
Von Null auf Hundert	Modellbildung Arbeit bei gleichmäßig beschleunigter Bewegung und kinetische Energie	Aufgabenstellung zum eigenständigen Wissenstransfer, Abschätzung der mittleren Leistung verschiedener PKW-Modelle Erweiterung: Diskussion der Güte der verwendeten Modellvorstellung	M-M Schäffer

Zusätzliche Aktivitäten

Die Auseinandersetzung der Schüler/innen mit Physik soll sich meines Erachtens nicht auf maximal zwei Stunden pro Woche beschränken. Ich plädiere für eine sinnvolle Beschäftigung mit physikalischen Inhalten auch zu Hause oder in der Schule während unterrichtsfreier Zeiten. Die pädagogische Zielsetzung liegt auf der Hand und soll nicht eigens beschrieben werden.

So lade ich stets nachdrücklich Schüler/innen zur eigenständigen Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten (Themen mit Stoffbezug frei wählbar) oder zur Durchführung von Experimenten unter meiner Anleitung ein. Im Falle von 'Physik im Straßenverkehr' nahmen fast die Hälfte der Schüler/innen der 5. Klasse des Realgymnasiums meine Angebote an, jedoch kaum ein Viertel der Schüler/innen der 6. Klasse des Gymnasiums. Dieses Ergebnis widerspiegelt die starke Bedingtheit fachspezifischer, aber auch stoffspezifischer Aktivitäten von der Klassenstruktur.

Aktivitäten von Schüler/innen, die während Freistunden (teilweise mit meiner Unterstützung) durchgeführt wurden. Zu Versuchen war ein Protokoll abzufassen.	
Abschätzung der Kraft auf verzögerte Körper in verschiedenen Medien (feiner Sand, Styropor, weiches Holz, Wachs)(Aus der Eindringgeschwindigkeit und der Eindringtiefe frei fallender Kugeln lässt sich die Verzögerung abschätzen)	4 Schüler der fünften Klasse
Abschätzung, durch welche Kraft auf ein Schalensegment ein rohes Ei zerbricht (Ergänzung zum vorangehenden Versuch mit Kugeln)	4 Schüler der fünften Klasse

Überprüfung des Trägheitssatzes und der Bewegungsgleichung auf der Luftkissenfahrbahn (Geschwindigkeiten und Beschleunigungen werden aus der Videoanalyse ermittelt. Die Masse des Fahrzeugs und die Kraft auf das Fahrzeug werden im Rahmen einer Messserie verändert)	2 Schüler der fünften Klasse 1 Schüler der sechsten Klasse (Videoaufnahme)
Ermittlung von Haftreibungszahlen (Messserien mit Hilfe der schiefen Ebene)	2 Schülerteams der fünften Klasse
Ermittlung von Federkonstanten (Kraft-Dehnungs-Diagramme für verschiedene Schraubenfedern)	1 Schülerteam der fünften Klasse

Computergestützte Arbeiten von Schüler/innen, die überwiegend zu Hause durchgeführt wurden.	
„Newton“ (Informationsbearbeitung über Newton, das Trägheitsprinzip und die Bewegungsgleichung)	7-seitige Mappe von 2 Schülern der fünften Klasse
„Sicheres Fahrverhalten – Sichere Autos“ (Informationsbearbeitung über aktive und passive Sicherheitsmaßnahmen)	21-seitige, gut illustrierte Folienmappe von 2 Schülerinnen der fünften Klasse
„Airbag - Sturzhelm“ (Informationsbearbeitung über die physikalischen Grundlagen und die technische Ausführung dieser Sicherheitseinrichtungen)	20-seitige, gut illustrierte Folienmappe von 2 Schülerinnen der fünften Klasse
„Airbag“ (Informationsbearbeitung über die Entwicklungsgeschichte des Airbag)	Illustriertes Word-Dokument eines Schülers der fünften Klasse
„Fahrzeugsicherheit“ (Informationsbearbeitung über die physikalischen Grundlagen passiver Sicherheitseinrichtungen im PKW)	16-seitige, gut gestaltete PPT-Präsentation (Folienmappe und CD) einer Schülerin der sechsten Klasse
„Newton“ (Informationsbearbeitung über Newton und über seine Axiome. Videoaufnahmen einfacher Freihandversuche)	Animierte PPT-Präsentation (CD) mit integrierten Videosequenzen einer Schülerin der fünften Klasse
Homepage von W. Schwarz (Relativ ausführlich gestaltete Seiten über Airbag mit Kurzinformation über ABS. Fehler liegen in der Verantwortung des Autors)	http://hp.123imweb.de W. Schwarz (fünfte Klasse)
Homepage von P. Glanzner und P. Grem (Mehrere Seiten über Sicherheitseinrichtungen im PKW und Sicherheitstipps. Fehler liegen in der Verantwortung der Autoren)	www.5crphysik.at.tf P. Glanzner und P. Grem (fünfte Klasse)
Bearbeitung von Videoaufnahmen mit geeigneter Software	2 Schüler der fünften Klasse, 1 Schüler der sechsten Klasse

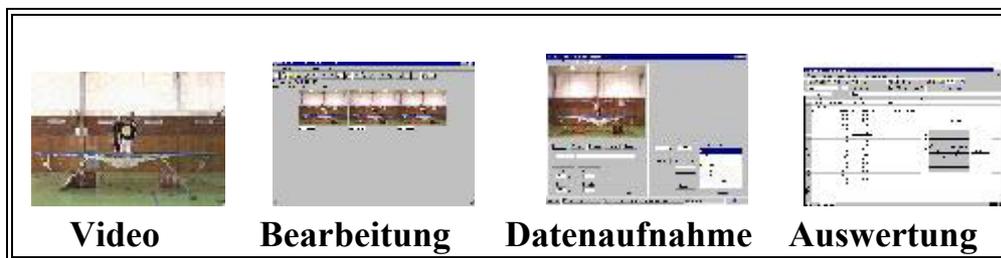
Auswahl verwendeter, empfehlenswerter Softwareprodukte

ViMPS - Das VideoMess- und Präsentationssystem

ViMPS ist ein an der Universität Mainz entwickeltes Computerprogramm, mit dem man in Videosequenzen per Mausclick Messungen durchführen kann. Direkt messbar sind Zeit und Ortskoordinaten, woraus sich Geschwindigkeiten, Beschleunigungen oder sogar Kräfte (bei Kenntnis beteiligter Massen) berechnen lassen. Im Unterricht kann ViMPS auf verschiedene Weise eingesetzt werden:

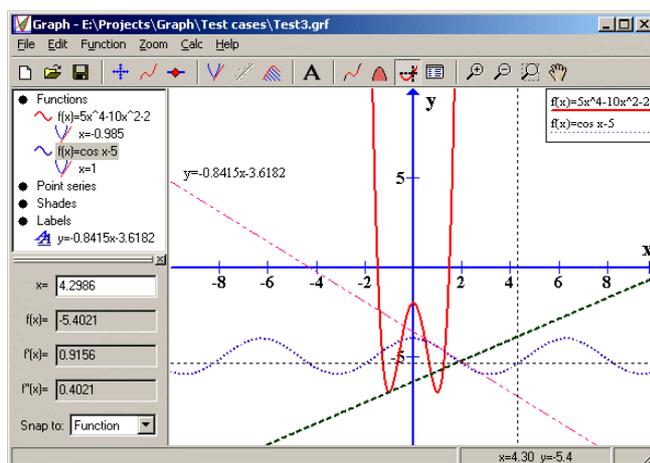
- *Als Ergänzung zu bestehenden oder durchgeführten Versuchen*
- *Als Ersatz von Versuchen, die aus Zeit- oder Ausstattungsgründen nicht durchgeführt werden können*
- *Zum Nacharbeiten/Wiederholen von Versuchen für Schüler*

Da das Programm ViMPS einschließlich der produzierten Videos als Ergebnis von Staatsexamensarbeiten entstanden ist, ist es frei zugänglich und kann von den Rechnern des Physikalischen Instituts der Universität Mainz kostenlos herunter geladen werden.'



<http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/ViMPS>

Graph 3.2.2



'Graph is an open source application used to draw mathematical graphs in a coordinate system. Anyone who wants to draw graphs of functions will find this program useful. The program makes it very easy to visualize a function and paste it into another program. It is also possible to do some mathematical calculations on the functions.'

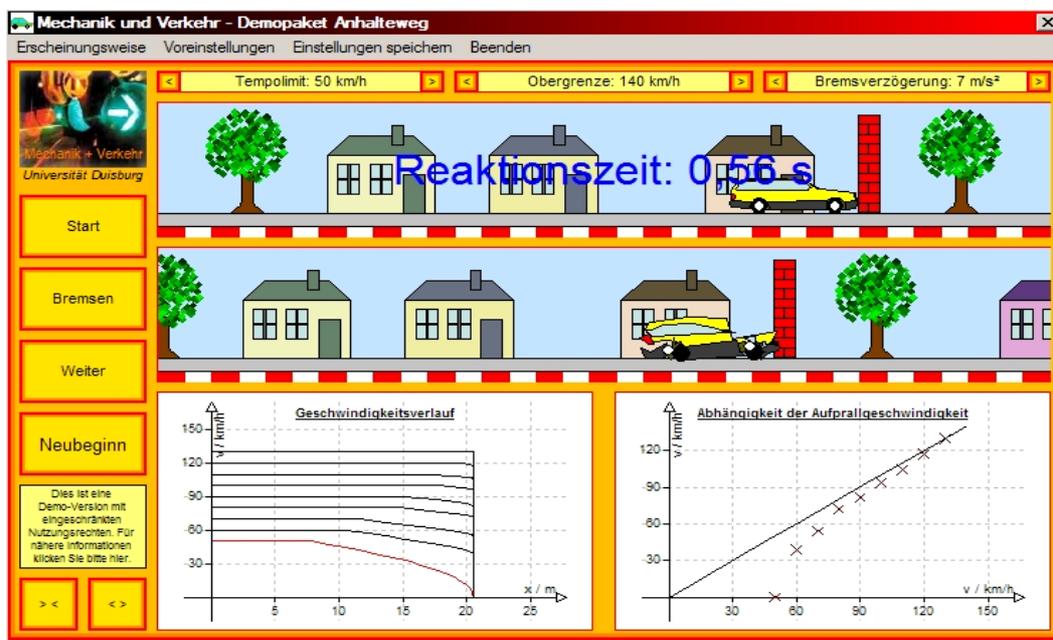
<http://padowan.dk/graph/>

Mechanik und Verkehr

Multimediale Lernsoftware mit Info-Video ‚Physik im Straßenverkehr‘

Das Projekt Mechanik und Verkehr, das 2001 von der Universität Duisburg (Fakultät für Naturwissenschaften, Institut für Physik, Sektion Didaktik der Physik) initiiert wurde, hat als wesentliches Ziel die Konzeption und Entwicklung multimedialer Lernsoftware zum Rahmenthema Fahrzeug und Straßenverkehr. Von Beginn an wurde bei der Entwicklungsarbeit die Kooperation mit Lehrern, Schülern und Referendaren "vor Ort" in der Schule intensiv gepflegt, um so die Praxistauglichkeit des Produktes sicherzustellen. Weitere Kooperationen bestehen außerdem zur Landesverkehrswacht, zu zahlreichen Polizeidienststellen und Polizeifortbildungsinstituten, zur TÜV-Akademie Rheinland, zum ADAC und verschiedenen Arbeitskreisen, die sich mit Verkehrssicherheit beschäftigen.

Kontakt: Multimedia-Projekt Mechanik und Verkehr
Universität Duisburg-Essen - Standort Duisburg
Fakultät 4 - Institut für Physik - Sektion Didaktik der Physik
Lotharstraße 1 - ME 125 - 47057 Duisburg
Fon: 0203 / 379 - 2261 - Fax: 0203 / 379 - 3679
eMail: info@verkehr.uni-duisburg.de Web: <http://verkehr.uni-duisburg.de>



Charakteristika der Software

Komponentenorientierung

Sie besteht aus kleinen, unabhängigen Einzelprogrammen, die nach dem Baukastenprinzip zu größeren Einheiten zusammengesetzt oder in bestehende Szenarien integriert werden können. Diese lassen sich leicht als Objekte in Webseiten, Präsentationen oder Dokumente einbinden und sind so flexibel in unterschiedlichsten Kontexten einsetzbar.

Skalierbarkeit

Die Software soll für unterschiedlichste Zielgruppen geeignet sein. Hierzu lassen sich die Komponenten auf vielfältige Weise an Vorkenntnisse der jeweiligen Zielgruppe und an das Abstraktionsniveau der Lerninhalte, die vermittelt werden sollen, anpassen.

Interaktivität

Durch aktives Tätigsein und Ausprobieren erworbenes Wissen wird besser verinnerlicht und behalten als passiv aufgenommenes. Daher ermöglichen alle Komponenten dem Anwender ein hohes Maß an Interaktivität und Einflussnahme – je nach Lernziel und Lerngruppe jedoch im Umfang reduzierbar.

Modellbildungsidee

Die Wirklichkeit – so auch der Straßenverkehr – wird in unseren Köpfen durch Modelle repräsentiert. Ein physikalisch richtiges Modell ermöglicht sinnvolles Verhalten. Auch die interne Struktur der Programme spiegelt die physikalischen Zusammenhänge wider. Der Anwender kann diese Struktur einsehen und beeinflussen und dabei sein eigenes Modell überprüfen und verbessern.

Am Anfang war Mechanik - Ein multimedialer Lernkurs für die Oberstufe und den Studienanfang, <http://www.oebvhpt.at/physik/mechanik/mechanik.htm>

Die CD ist für Schüler/Innen, Student/Innen und Lehrer/Innen gemacht. Jedes Experiment verfolgt mit einer konstruktivistisch orientierten Didaktik ein bestimmtes Lernziel. Mit dem gezielten Einsatz von Multimedia soll dabei eine Problem- und Kontextorientierung von physikalischen Grundgedanken und Methoden situiert werden. Die "Kick-Idee" ist ein tragendes Konzept dieser CD: Zu jedem "spröden" Inhalt der Physik wird ein lebendiges, buntes und manchmal auch witziges Phänomen des Alltags zugeordnet, das dann – oft in schmunzelnder Weise – die dahinter liegenden Lerninhalte aufdeckt. Die CD enthält 13 abgeschlossene Lerneinheiten: Von Kinematik und Dynamik reicht der Inhalt über Energie, Drehmoment und Drehimpuls bis zu Freiheitsgraden, Rotation und Trägheitsmomenten. Jedes Experiment untersucht in multimedialer Weise ein alltägliches Phänomen, bereitet die Theorie auf, demonstriert Realvideos und Animationen, stellt Rechenaufgaben, Vertiefungsaufgaben und weiterführende Anregungen.'



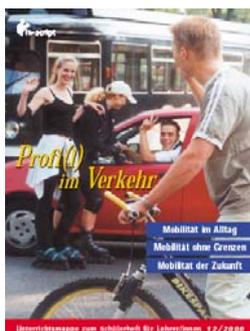
[Bemerkungen zu Lerntheorie und Didaktik mit dem Computer](#)

Weitere Arbeitsmittel



Themenheft Projekt Verkehr,

<http://www.oebvhpt.at/physik/compact/verkehr.htm>



Profi(l) im Verkehr

Eine Unterrichtsmappe zum Thema Mobilität der Zukunft, enthält gesellschaftsrelevante Information, Folien und Kopiervorlagen zum Download

<http://www.agenturcafe.de/in-script/schule/um/material-verkehr.php>

Medien vom Österreichischem Filmservice <http://www.filmservice.at>

Ein Tag wie jeder andere

VHS-Video, Nummer 27070, Laufzeit: 6 Minuten, Robert Bosch GmbH
'Dieser Film zeigt anhand einiger Beispiele, wie schnell es im Straßenverkehr zu brenzligen Situationen kommen kann. Hindernisse auf unübersichtlichen Strecken, unachtsame Verkehrsteilnehmer oder Gefahren alltäglicher Natur zeigen, wie vielfältig die Anforderungen an Fahrzeug und Fahrer sind. - Mit ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm) bleibt das Fahrzeug sicherer in der Spur.'

„Ein Tag wie jeder andere“ ist auch in englischer Sprache (A Day Like any Other, Nummer 27071) erhältlich.

Wir nutzen die Zeit!

VHS-Video, Nummer 27090, Laufzeit: 11 Minuten, Robert Bosch GmbH
'Neue Wege beim Insassenschutz werden heute beschritten im Rahmen der zunehmenden Vernetzung von aktiven und passiven Sicherheitssystemen im Automobil. Mit innovativen Sensorkonzepten, Bussystemen und hoch integrierten Steuerungen, mit Hard- und Software-Lösungen aus eigener Entwicklung und Fertigung ist Bosch Schrittmacher und Vordenker. Im Geschäftsbereich Automotive Electronics entstehen neue Elektroniklösungen, die die Anforderungen der Fahrzeugindustrie sowie die weltweiten gesetzlichen Auflagen erfüllen. - Der Film zeigt die aktuellen Entwicklungstrends und Visionen auf und demonstriert neue Lösungen für den Insassen- und Fußgängerschutz.'

„Wir nutzen die Zeit!“ ist auch in englischer Sprache („We Make Time Work for Us“, Nummer 27091) und auf DVD (Nummer 27092) erhältlich.

Die genannten Medien (Robert Bosch GmbH) sind in professioneller Gestaltung auch für Schüler/innen ansprechend und informativ. Weitere Medien findet man unter [„Sachgebiete“](#), „Auto – Verkehr“, wie z.B.: „Get on the Right Track!“ - Ein emotionaler, mit viel Aufwand produzierter Film über das Testzentrum Boxberg. *(„Der Zuschauer erlebt aus unterschiedlichen Perspektiven - z. B. Hubschrauber, subjektiv bei Testfahrten im Auto - die Möglichkeiten eines modernen Testgeländes mit praxisnahen Handlingstrecken, steilen Berganfahrten, Hochgeschwindigkeitsstrecken, Wasserdurchfahrten und spektakulären Tests auf unterschiedlichsten Fahrbahnbelägen. Zudem wird ihm ein Einblick in das Service- und Wartungsangebot, in Büro- und Werkstatt-Räume gegeben.“)*

Websites

Zu Unterrichtsmaterialien

Einige sehr umfangreiche Seiten, mit deren Hilfe man „fast alles“ für den Physikunterricht findet:



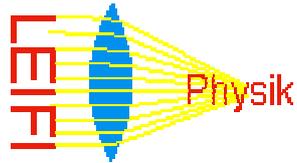
Zentrale für Unterrichtsmedien
im Internet e.V.

<http://www.zum.de/wegweiser>



Multimedia Physik

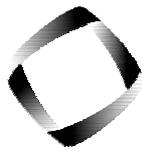
<http://www.schulphysik.de/>



<http://www.leifiphysik.de>

Zur Didaktik

<http://www.physik-im-kontext.de>



piko

Ein Programm zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung durch Physikunterricht des IPN - Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel

<http://www.fwu.de/semik/start/index.html>



SEMIK - Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse. Die Seite enthält interessante Publikationen und Literaturangabe zum Thema ‚Lernen mit neuen Medien‘

3 EVALUATION DES UNTERRICHTSKONZEPTS

3.1 Bewertung durch die Schüler/innen

Die Schüler/innen der beiden betroffenen Klassen (5CRG und 6BG) bewerteten mit der Beantwortung von 30 Fragen das Unterrichtskonzept, sodass ein Feedback über die Erreichung dieser Ziele vorliegt. Die Fragen waren durch Zustimmung/Ablehnung innerhalb von vier Stufen ‚Ja - Eher ja – Eher nein -Nein‘ zu beantworten, wodurch ein relativ klares Bewertungsbild entsteht. Obwohl die Angabe der Schülermeinungen mit Prozentsätzen aufgrund der kleinen Population (insgesamt 46 Schüler/innen) kritisierbar ist, habe ich sie aus Gründen der leichteren Einschätzung der Ergebnisse zur jeweiligen Frage gegenüber anderen Darstellungsformen bevorzugt. Die grafische Darstellung in Form von Balkendiagrammen ist im Anhang, Abschnitt 0, Seite 43, angegeben.

Alltagsrelevanz, Motivation:

Mehr als die Hälfte der Schüler/innen (58%) gaben ziemlich übereinstimmend in beiden Klassen an, dass es für sie persönlich wertvoll war, Wissen über Straßenverkehr mit physikalischem Hintergrund erworben zu haben.

Mit ähnlicher Zustimmung (60%) wurde die Frage ‚Hast du durch das Verkehrsprojekt Wissen erworben, dass jetzt oder später (als Autofahrer/in) im Alltag brauchbar ist?‘ beantwortet. Zu erwarten war eine mehr betonte Zustimmung mit ‚Ja‘ in der sechsten Klasse. Die konkretere Fragestellung ‚Nützt dir das physikalische Grundwissen zum Verkehrsprojekt, Sicherheitseinrichtungen im Auto besser verstehen zu können und sicheres Fahrverhalten ausreichend korrekt begründen zu können?‘ wurde von der Mehrheit der Schüler/innen (62%) zustimmend beantwortet. Der vom ARBÖ zur Verfügung gestellte Aufprallsimulator hatte wegen seiner relativ geringen Verzögerung nicht die erwünschte emotionale Wirkung. Die Hälfte der Schüler/innen (49%) meinte, es war sinnvoll, mit Hilfe des Aufprallsimulators eine Kraftwirkung auf den Körper erfahrbar zu machen.

Unterschiedlich zustimmend wurden die beiden Fragen beantwortet, ob die Schüler/innen durch bestimmte Themen und Inhalte (z.B. „die letzte Sekunde ohne Gurt“, Auswertung von Craih -Tests,...) emotional betroffen waren und insgesamt durch das Verkehrsprojekt für Gefahren bzw. für persönliche Gefährdungsmöglichkeiten im Straßenverkehr aufmerksam gemacht wurden: Mehr Schüler/innen in der fünften Klasse (67%) stellten eine emotionale Wirkung bestimmter Inhalte fest als Schüler/innen der sechsten Klasse (52%). Noch deutlicher wird der Unterschied in den Klassen bei der Frage nach der Sensibilisierung für Gefahren, hier steht einer deutlichen Mehrheit (84%) in der fünften Klasse nur die Hälfte der Schüler/innen (50%) in der sechsten Klasse gegenüber. (Interessant wäre eine Diskussion der emotionalen Wirkung von Inhalten und Aktivitäten unter verschiedenen Gegebenheiten wie Schüleralter und Klassenstruktur nach einer Fortführung von ‚Physik im Straßenverkehr‘ während der nächsten Jahre).

Persönliche Konsequenzen, Gesellschaftsrelevanz

Nicht zufrieden stellend ist die Tatsache, dass nur etwa ein Viertel der Schüler/innen (27%) das Wissen, das in beiden Klassen überwiegend als wertvoll und nützlich bewertet wurde, im Alltag nutzt und mehr als früher auf sicheres Verhalten im Straßenverkehr (Anschnallen, Überqueren der Straße,..) achtet.

Immerhin fühlen sich mehr als die Hälfte der Schüler/innen (54%) imstande, Verwandte und Bekannte über die im Unterricht behandelten Gefahren und Probleme im Straßenverkehr sachlich aufzuklären und mit sinnvoller Information zu versorgen – jedoch nur wenige (22%) sind zu solcher Aufklärung und Information leichtfertiger Verkehrsteilnehmer in ihrem Bekanntenkreis („Raser“, „Gurtemuffel“,...) motiviert.

Die selbe Tendenz konnte ich bereits im Rahmen anderer Unterrichtsprojekte (z.B.: Befragung beim Radonprojekt) feststellen: Schüler/innen fühlen sich überwiegend zur Aufklärung bezüglich eines Gefahrenpotentials imstande, sind aber ohne Anlass kaum zu konkreten Taten bereit.

Grundwissen, elementare Kompetenzen

Alles Schüler/innen der sechsten Klasse (100%) und fast zwei Drittel der Schüler/innen der fünften Klasse (72%) gaben an, wesentliche Gesetzmäßigkeiten der Mechanik (z.B. Newton's Axiome) verstanden zu haben.

Die meisten Schüler/innen der sechsten Klasse (83%) und mehr als die Hälfte der Schüler/innen der fünften Klasse (64%) meinten, wesentliche Begriffe der Mechanik (z.B. Beschleunigung, Kraft, Arbeit) so verstanden zu haben, dass sie diese sinnvoll verwenden können.

Relativ schwierige Aspekte der Mechanik (z.B. verschiedene Modellbildungen, Diagramme mit Bewegungsgrößen), welche die Entwicklung kognitiver Kompetenzen beinhalten, wurden im Schnitt von mehr als der Hälfte der Schüler/innen (54%) verstanden.

Die Ergebnisse liefern offenbar zwei didaktische Erkenntnisse:

- Grundwissen zu Konzepten und Begriffen der Mechanik kann eher auf einer höheren Altersstufe generiert werden (Ein etwas besseres Ergebnis bei Modellbildungsaspekten zugunsten der fünften Klasse dürfte in den Klassenstrukturen seine Ursache haben).
- Grundwissen wird durch umfangreichen Transfer (Lernen in verschiedenen Kontexten) geschaffen.

Für rund zwei Drittel der Schüler/innen stellen die physikalische Fachsprache und die richtige Verwendung von Fachausdrücken solche Schwierigkeiten dar, dass sie ihr Interesse an Physik beeinträchtigen. Das Ergebnis bestätigt die Wichtigkeit einer sorgfältigen Entwicklung und Pflege physikalischer Kommunikation (Verständnis von Größen und Begriffen im Abschnitt 1.4). Die Hälfte der Schüler/innen (51%) stellte im Verlauf des Verkehrsprojekts fest, dass sie bei der Verwendung der Fachsprache und Begriffe sicher wurden. In der sechsten Klasse sind rund halb so viele Schüler/innen wie in der fünften Klasse, die fachliche Sprachkompetenz konnte hier deutlich besser entwickelt werden (75%).

Beachtenswert und etwas überraschend ist die in beiden Klassen einheitliche Meinung von 92% der Schüler/innen, dass eine AHS-Schülerin / ein AHS-Schüler über Grundwissen der Mechanik verfügen sollte.

Problemorientierung

Als positives Feedback zur Problemorientierung kann die Meinung von 62% der Schüler/innen gewertet werden, dass ausreichend viele Beispiele und Themen mit praktischem Wissen durchgenommen wurden (Zu viele solche Beispiele und Themen:14%, zu wenig: 22%, kaum: 3%; eine bessere Zustimmung zu Beispielen und Themen mit 75% war in der sechsten Klasse festzustellen).

Für rund zwei Drittel der Schüler/innen (in der fünften Klasse: 60%,in der sechsten Klasse:75%) haben die Beispiele und Arbeitsblätter mit Verkehrsthemen zum besseren Verständnis der Mechanik beigetragen.

Immerhin gab es nach der vielfältigen Bearbeitung von Beispielen noch für rund ein Viertel der Schüler/innen (in der fünften Klasse: 20%,in der sechsten Klasse:33%) noch eine Frage oder ein Thema, das sie speziell interessierte, wo sie noch weiterlernen / weiterarbeiten würden.

Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass mehr als die Hälfte der Schüler/innen Interesse an wissenschaftlichen Neuigkeiten und/oder an neuen technischen Entwicklungen und im Besonderen an HI-Tech für Fahrzeuge (z.B. elektronische Sicherheitsmaßnahmen,...) und Verkehr (z.B. Navigation) hat (54% und 57%). Obwohl die sechste Klasse zur Zeit der Befragung ein ausgeprägtes ‚Tief‘ hatte, zeigte sie deutlicheres Interesse an solchen Inhalten (77% und 67%).

Lern- und Arbeitsmethoden

Ziemlich übereinstimmend wird eigenständiges Arbeiten überwiegend positiv bewertet. Für mehr als die Hälfte der Schüler/innen (57%) ist eigenständiges Arbeiten bei ihrer Auseinandersetzung mit Physik für sie persönlich motivierend und rund zwei Drittel (68%) gaben an, eigenständiges Arbeiten sei für sie nicht belastend (bezüglich Zeitaufwand, Einteilungsschwierigkeiten,...).

Andererseits schätzt eine deutliche Mehrheit der Schüler/innen instruktionale Lernphasen in naturwissenschaftlichen Fächern: Die Frage: ‚Sollte der Lehrer/innenvortrag teilweise durch die eigenständige Bearbeitung naturwissenschaftlich / technischer Fachtexte und Fachinformation von den Schüler/innen ersetzt werden (wobei diese eigenständigen Bearbeitungen ebenfalls Lern- und Prüfungsstoff sind)?‘ wurde von 68% der Schüler/innen verneint.

Das Lernziel ‚Kompetenzentwicklung durch eigenständiges Arbeiten mit Medien‘ erachte ich vor allem in der fünften Klasse als nicht im erwünschten Ausmaß erreicht. Zwar hat rund die Hälfte der Schüler/innen (in der fünften Klasse: 40%, in der sechsten Klasse:60%) selbst Information gesucht und aufbereitet (Ausarbeitung einer Mappe, einer Präsentation,...), aber insgesamt haben zu wenige Schüler/innen eigenständig mit Internetseiten gearbeitet (Seiten von www.leifiphysik.de [mehr als einmal] besucht und studiert: in der fünften Klasse: 44%, in der sechsten Klasse:83% / Seiten von www.leifiphysik.de [mehr als einmal] genau studiert: in der fünften Klasse: 8%, in der sechsten Klasse:42% / Andere Internetseiten zum Thema Verkehr [mehr als einmal] besucht und studiert: in der fünften Klasse: 28%, in der sechsten Klasse:33%).

Die meisten eigenständigen Arbeiten (Versuche, Präsentationen,...) wurden von Teams, oft von zwei Schüler/innen, erbracht. Dementsprechend ist für die Mehrheit

der Schüler/innen (87%) die Arbeit in einem Team für sie vorteilhaft bei der Bearbeitung physikalischer Fragestellungen.
Fast die Hälfte der Schüler/innen (43%) gab die Bereitschaft an, sich auch in ihrer Freizeit mit physikalischen Inhalten auseinander zu setzen (Themen ausarbeiten, Versuche machen,...), falls sie dazu motiviert werden würden (Eigeninteresse, Lehrerwunsch,...).

3.2 Bewertung durch die Autorin

Die Bildungswirkung des Unterrichtskonzepts

Betrachtet man die Ergebnisse der Schülerbefragung in einer Gesamtschau, so kann insgesamt die Effizienz des Unterrichtskonzepts ‚Physik im Straßenverkehr‘ und dessen Akzeptanz durch die Schüler/innen als zufrieden stellend bewertet werden - besonders unter Berücksichtigung der Tatsache, dass in beiden Klassen auch relativ leistungsschwache Schüler/innen waren.

Die relativ geringe Bereitschaft der Schüler/innen, aus den im Physikunterricht erworbenen alltagsrelevanten Kenntnissen persönliche Konsequenzen für das Verhalten in Alltagssituationen zu ziehen, kann offenbar auch durch didaktisch guten Unterricht nicht erhöht werden. Damit sich mehr Schüler/innen an der computerunterstützten Informationsbearbeitung und an der Bearbeitung von Arbeitsaufträgen mit spezifischer Software beteiligen, müsste die Konzeption der Leistungsfeststellung zugunsten dieser Leistungen geändert werden. Allerdings musste ich feststellen, dass die Betreuung, Bewertung und auch die Korrektur von mit neuen Medien erbrachten Leistungen einen enormen, zusätzlichen Zeitaufwand darstellen und daher diese pädagogischen Arbeiten nur im begrenzten Umfang durchführbar sind. Die hohe Akzeptanz des Unterrichtskonzepts scheint ein prinzipielles Interesse der Schüler/innen an der Verkehrsthematik zu bestätigen. Weit mehr als die Hälfte der Schüler/innen bewerteten ihr diesbezügliches Wissen als persönlich wertvoll und nützlich. Noch besser ist die Bewertung der themenbezogenen Arbeitsmittel (Arbeitsblätter, Aufgabenstellungen, Beispiele), die nach Meinung der Schüler/innen auch zu einem besseren Verständnis der Theorie beigetragen haben. Als den eigentlichen Erfolg des Unterrichtskonzepts erachte ich das überaus hohe Verständnis wesentlicher Konzepte der Stoffgebiete Kinematik, Dynamik und Energie, das die Schüler/innen nach ihrer Meinung entwickelt haben. Dieses Verständnis ist zwar noch keine hinreichende Bedingung für Grundwissen, sicher aber eine notwendige Voraussetzung. Ein direkter Vergleich mit Mechanikunterricht ohne besondere Problemorientierung ist wegen fehlender Befragungsergebnisse zu dieser Unterrichtsform nicht möglich. Nach meiner langjährigen Unterrichtstätigkeit kann ich jedoch feststellen, dass im Falle konventionellen Mechanikunterrichts nur wenige, naturwissenschaftlich begabte Schüler/innen den Gehalt von Grundkonzepten dieser Stoffbereiche erfassen.

4 ANHANG

4.1 Textvorlagen

4.1.1 Eine Auswahl an Aufgabenstellungen

4.1.1.1 DER SPRUNG MIT DEM BUS ÜBER EINE AUTOBAHNLÜCKE

Vielleicht hast du den Thriller „Speed“ mit Keanu Reeves gesehen. Er handelt von einem Erpresser, der einen voll besetzten Autobus kapert und den Chauffeur zwingt, ständig mit der unauffälligen Geschwindigkeit von 50mph zu fahren. Bei einer Verlangsamung des Busses würde eine Sprengladung automatisch explodieren.



Der Bus wird auf ein nicht eröffnetes Autobahnteilstück umgeleitet, um andere Verkehrsteilnehmer nicht zu gefährden. Diesem Autobahnteil fehlt aber ein Stück Fahrbahn.



Das zweite Filmfoto zeigt, wie der Bus über den Abgrund fliegt. Kann der Bus die abgebildete Lücke in der Wirklichkeit überwinden? Gibt es eine Mindestgeschwindigkeit, ab der er dieses Kunststück schafft?

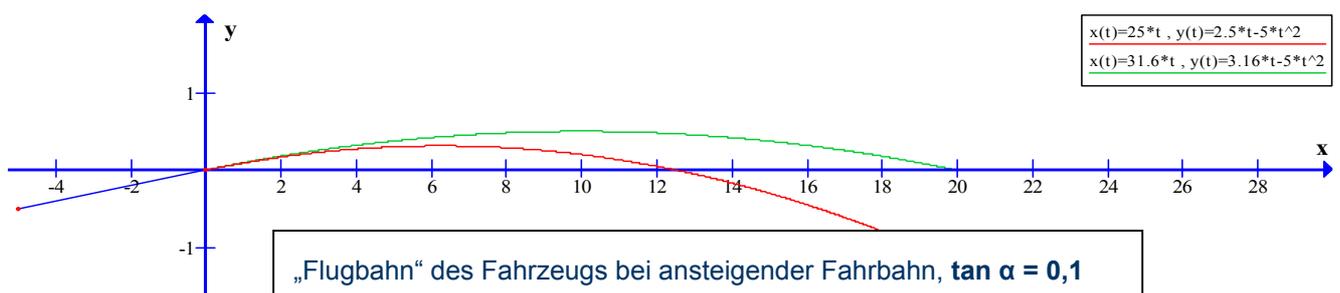
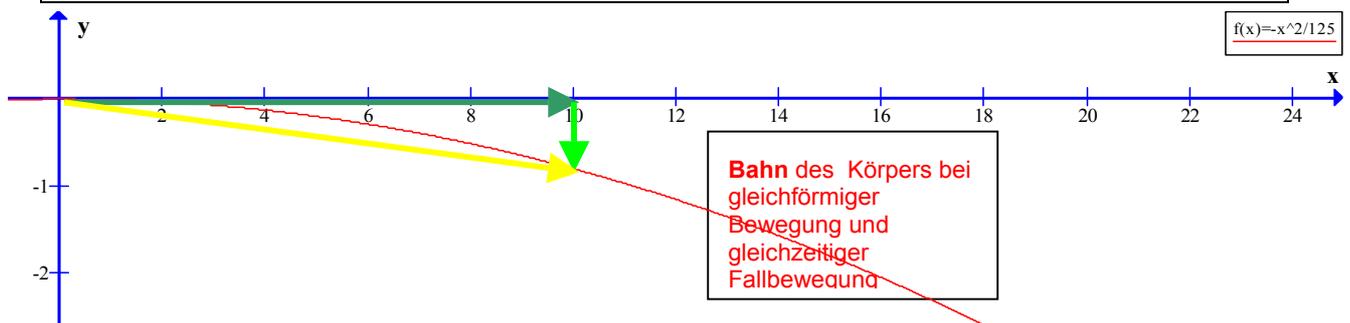
Gib Vorschläge an, unter welchen Voraussetzungen der Bus einen Abgrund überfliegen kann!

Abschätzung: Wie lange braucht der Bus (bei gegebenen Voraussetzungen) für seinen ‚Flug‘?

Kann er den Flug (einigermaßen) unbeschadet überstehen, sodass er weiterfahren könnte?

Daten: Busgeschwindigkeit: 90 km/h

Autobahnlücke: Breite ≈ 20 m, Bus: Länge ≈ 9 m, Radabstand ≈ 6 m



$$s_{\text{Ü}} = s_{\text{rel-Ü}} + v_2 \cdot \sqrt{2 \cdot s_{\text{rel-Ü}} / a}$$

$s_{\text{Ü}}$: Überholweg

$s_{\text{rel-Ü}}$: relativer Überholweg des Überholenden
bezüglich des überholten Fahrzeug

($s_{\text{rel-Ü}}$: Ausscherabstand + Fahrzeuglängen
+ Einscherabstand)

v_2 : Geschwindigkeit des überholten Fahrzeugs

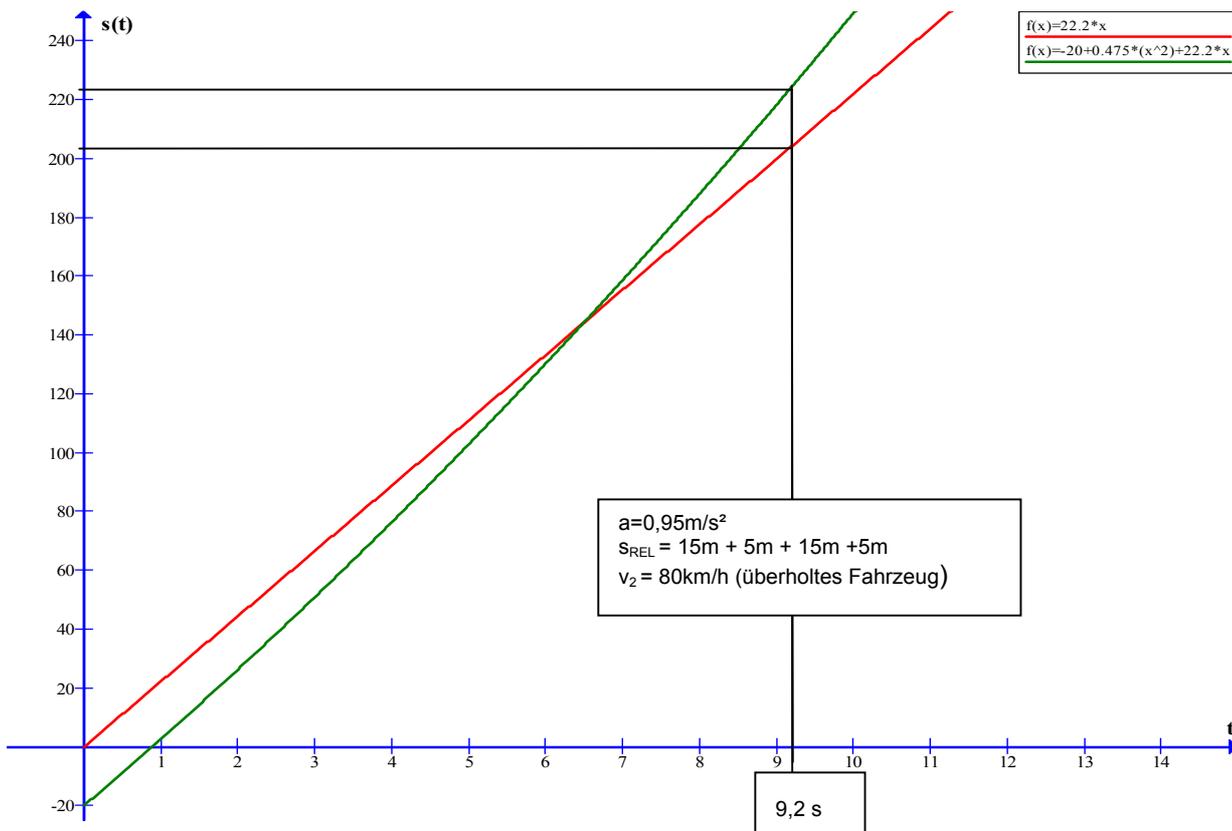
a : Beschleunigung des überholenden Fahrzeugs

Beschleunigungswerte			
	Mercedes Diesel	Ferrari	Mazda
Leistung in kW	66	294	44
Beschleunigung			
0 - 60 km/h	6,1 s	2,4 s	6,2 s
0 - 80 km/h	10,3 s	3,3 s	10,1 s
0 - 100 km/h	15,3 s	4,8 s	15,8 s
0 - 120 km/h	22,6 s	6,1 s	23,2 s
0 - 140 km/h	33,5 s	7,9 s	

Aufgabenstellungen

- 1) Interpretiere die Formel für den Überholweg. Von welchen Größen (Gegebenheiten) hängt der Überholweg ab ?
- 2) Überholen bei hohen Geschwindigkeiten (z.B. überholtes Fahrzeug: 100 km/h) erfordert einen langen Überholweg. Welche Größen in der Formel sind dafür verantwortlich?
- 3) Ein Fahrzeug fährt mit 80 km/h und wird
 - a) von einem Mercedes Diesel
 - b) von einem Ferrari
 überholt (vor dem Überholvorgang fahren die Fahrzeuge gleich schnell).
 Berechne in beiden Fällen den Überholweg.
 Fahrzeuglängen: alle (rund) 6m, Ausscherabstand und Einscherabstand je 15 m
 Beschleunigung des Überholenden: Daten aus der Tabelle für eine Geschwindigkeitszunahme des Überholenden von mindestens 20 km/h.
- 4) Ein Mazda steigert die Geschwindigkeit von 80 km/h auf 100 km/h beim Überholen.
 Fahrzeuglänge: 5m, Ausscherabstand und Einscherabstand je 15 m.
 Um wie viel % vergrößert sich sein Überholweg, wenn er statt eines Kleinwagens mit 5 m Länge einen Sattelschlepper mit 20m Länge überholt ?
 Zeichne ein s-t-Diagramm für das Überholen des Kleinwagens.

s-t-Diagramm erstellt mit dem Programm 'Graph'



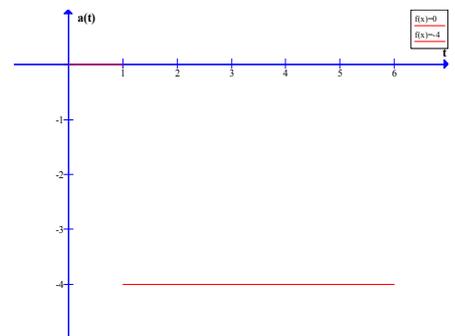
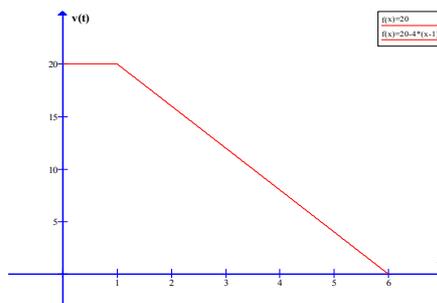
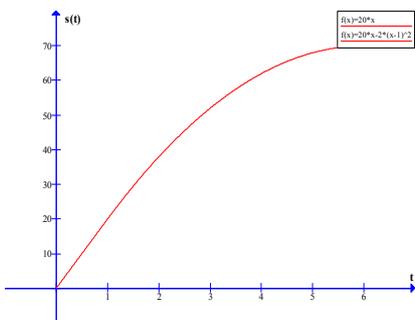
MODELLBILDUNG ‚ANHALTEWEG‘

Ein Fahrer fährt gleichförmig mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s und erkennt ein Hindernis. Er beginnt nach einer Reaktionszeit von 1 s zu bremsen. Während der Bremsung wird das Fahrzeug mit -4m/s^2 gleichmäßig verzögert. Gib die Funktionsterme für die Bewegungsgrößen an und zeichne die Graphen.

$0 \leq t \leq 1$ $s(t)=20t$, $v(t)=20$, $a(t)=0$

$1 \leq t \leq 6$ $s(t)= 20t - 2(t-1)^2$, $v(t)=20 - 4(t - 1)$, $a(t)= - 4$

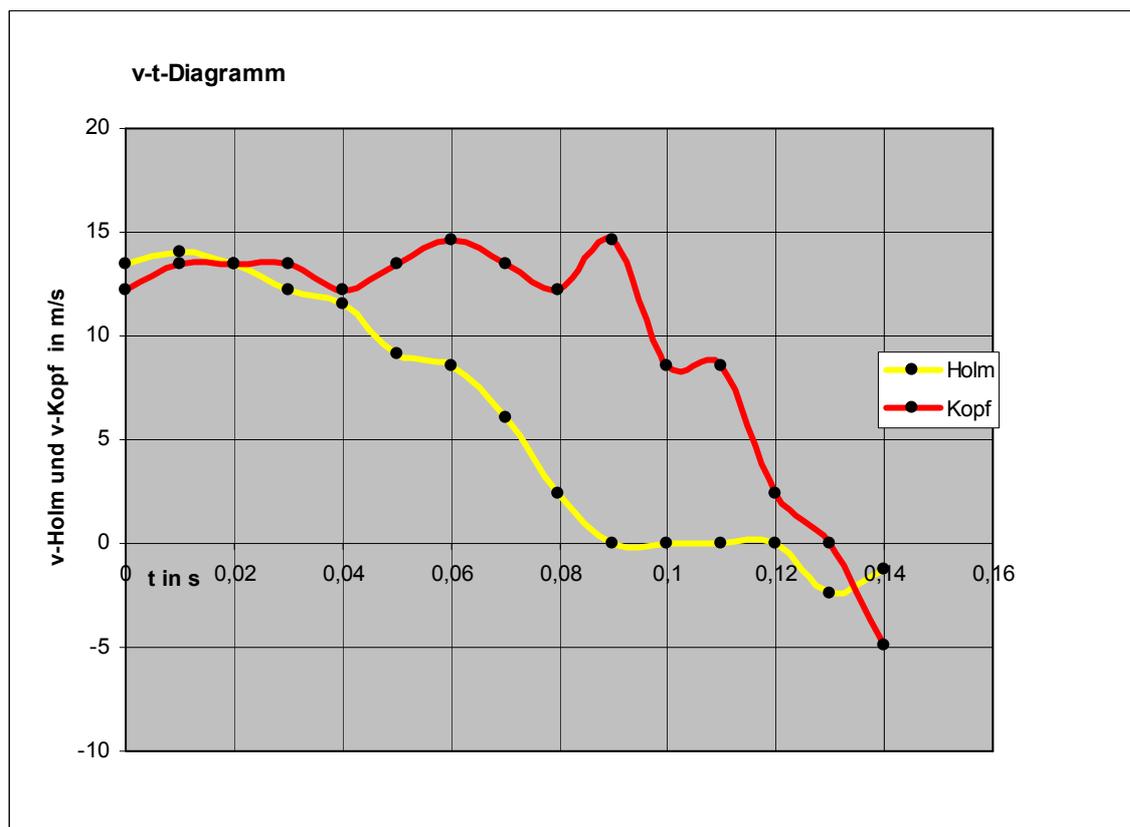
aus $0 = 20 - 4(t - 1)$ erhält man $t = 6$ für die Zeit bis das Fahrzeug steht.



4.1.1.3 CRASH-TEST - AUSWERTUNG

Daten aus http://www.physik.uni-muenchen.de/leifiphysik/web_ph11/videos/crash/crash.htm

t (s)	v-Holm (m/s)	v-Kopf (m/s)	t (s)	a-Holm (m/s ²)	a-Kopf (m/s ²)
0	13,415	12,195	0	($\Delta v/\Delta t$)	($\Delta v/\Delta t$)
0,01	14,024	13,415	0,01	60,976	121,951
0,02	13,415	13,415	0,02	-60,976	0,000
0,03	12,195	13,415	0,03	-121,951	0,000
0,04	11,585	12,195	0,04	-60,976	-121,951
0,05	9,146	13,415	0,05	-243,902	121,951
0,06	8,537	14,634	0,06	-60,976	121,951
0,07	6,098	13,415	0,07	-243,902	-121,951
0,08	2,439	12,195	0,08	-365,854	-121,951
0,09	0,000	14,634	0,09	-243,902	243,902
0,1	0,000	8,537	0,1	0,000	-609,756
0,11	0,000	8,537	0,11	0,000	0,000
0,12	0,000	2,439	0,12	0,000	-609,756
0,13	-2,439	0,000	0,13	-243,902	-243,902
0,14	-1,220	-4,878	0,14	121,951	-487,805
				121,951	487,805



Aufgabenstellung: Interpretation der Daten und des Diagramms
 Interpretation des Unfallverlaufs



Reifenvergleichstests

Nebenstehend sind auszugsweise die Ergebnisse von Reifenvergleichstests einer Automobilzeitschrift dargestellt. Dabei wird der Bremsweg aus einer festgelegten Geschwindigkeit angegeben, die beim Trockentest anders als beim Nasstest ist.

Aus diesen Tests kann man ersehen, dass es durchaus Unterschiede zwischen einzelnen Reifen gibt.



Bremsweg auf trockener Fahrbahn

So lang ist der Bremsweg mit ABS aus Tempo 100 km/h

Dunlop 16"	SP Sport 2000E	37,1	$\mu = 1,06$
Michelin 16"	Pilot HX (MXM)	37,4	$\mu = 1,05$
Continental 16"	SportContact	39,0	$\mu = 1,01$
Goodyear 16"	Eagle Touring NCT 3	40,1	$\mu = 0,98$
Meter		31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41	



Bremsweg auf nasser Fahrbahn

So lang ist der Bremsweg mit ABS aus Tempo 80 km/h

Dunlop 16"	SP Sport 2000E	$\mu = 0,65$	38,8
Continental 16"	Sport Contact	$\mu = 0,60$	41,9
Goodyear 16"	Eagle Touring NCT 3	$\mu = 0,59$	42,3
Michelin 16"	Pilot HX (MXM)	$\mu = 0,59$	42,4
Meter		32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42	

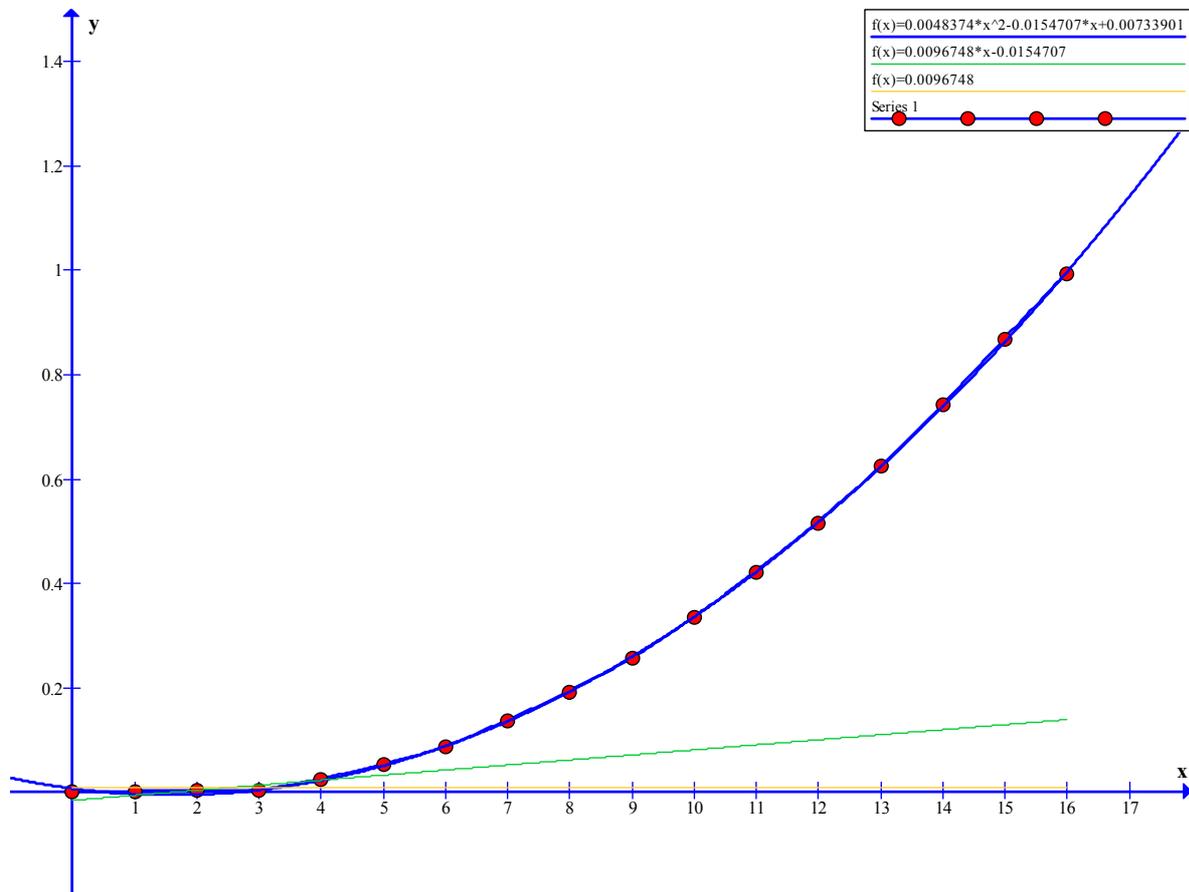
Aufgabenstellungen:

- 1) Welche Modellbewegung wird einer mathematischen Bearbeitung zugrunde gelegt?
- 2) Um welche Kräfte handelt es sich bei F_1 und F_2 ?
- 3) Leite aus der Bewegungsgleichung eine Formel für die Haftreibungszahl μ her !
- 4) Überprüfe die im Testbericht angegebenen Haftreibungszahlen ($g=9,81 \text{ m/s}^2$) (Rundung der Rechenergebnisse auf 3 Dez.) !

	Reifen	Haftreibungszahl (3 Dez.)
trocken		
nass		

4.1.1.5 VIDEOANALYSE

Eine Videoaufnahme eines gleichmäßig beschleunigten Wagens auf der Luftkissenfahrbahn wird mit ViMPS analysiert. Die Daten (t, s) sind in das Programm ‚Graph‘ zu kopieren und eine Näherungskurve zweiter Ordnung für das Weg-Zeit-Diagramm zu erstellen. Mit Hilfe von $f''(t)$ ist die Beschleunigung des Wagens anzugeben.



4.1.1.6 BENZIN SPAREN!

a) Welche Antriebskraft ist erforderlich, um ein Auto ($m = 1300 \text{ kg}$) auf horizontaler Straße unter Berücksichtigung seines Rollwiderstands ($\mu_R = 0,03$) und seines Luftwiderstandes (Querschnittsfläche $A = 1,90 \text{ m}^2$, $c_W = 0,40$. Die Dichte der Luft beträgt $1,29 \text{ kg/m}^3$.) auf der konstanten Geschwindigkeit $v = 50 / 60 / 70 / 80 / 90 / 100 / 110 / 120 / 130 / 140 / 150 \text{ km/h}$ zu halten?
(Für die Berechnung darf Windstille vorausgesetzt werden.)

b) Berechne mit Hilfe von EXCEL die Arbeit für einen Weg von 100 km zu den angegebenen Geschwindigkeiten und gib ein geeignetes Diagramm an.

c) Berechne den Benzinverbrauch (in Liter) bzw. den Erdgasverbrauch (in kg) für die in b) erhaltenen Werte und gib ein geeignetes Diagramm an.

Heizwerte: Benzin $8,56 \text{ kWh/l}$, Erdgas $13,72 \text{ kJ/kg}$, Wirkungsgrad 30%
Ermittle die ungefähren Treibstoffkosten.

Information zur Aufgabenstellung: Reibungskräfte am fahrenden Auto

Rollreibungskräfte treten immer dann auf, wenn eine runde Fläche (z.B. ein Rad oder eine Kugel) auf einer anderen Fläche abrollt. Ihre Ursache liegt in der Verformung der Flächen im Auflagepunkt. Der Rollwiderstand von Reifen hängt von der Reifenform, vom Reifenmaterial (Gummimischung), vom Reifendruck und der Unterlage ab.

Die Rollwiderstandskraft ist umso geringer, je härter Rad und Unterlage sind und je größer der Durchmesser der Räder ist. Diese Größen bestimmen die Rollreibungszahl μ_R . Sie liegt bei guten Reifen mit geeignetem Reifendruck und normaler Straße bei **0,01 bis 0,03**. Es gilt:

$$F_{RR} = \mu_{RR} \cdot F_N$$

F_N : Normalkraft = Gewicht des Autos auf horizontaler Straße



Ein platter Reifen hat einen großen Rollwiderstand

Die **Luftwiderstandskraft** F_L (Reibungskraft bei Bewegung durch die Luft) hängt von

- ☑ der **Form**,
- ☑ der **Querschnittsfläche** und
- ☑ der **Geschwindigkeit** des Fahrzeugs und
- ☑ der **Dichte der Luft** ab

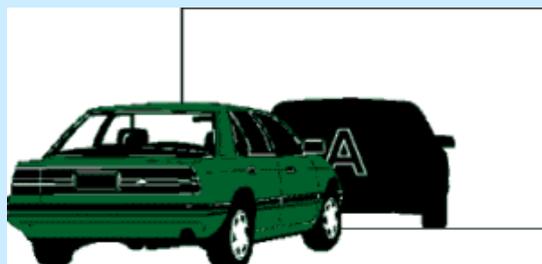
Die Formabhängigkeit der Luftwiderstandskraft misst man im Windkanal. Dazu stellt man ein Fahrzeugmodell bekannter Größe, bei bekannter Luftgeschwindigkeit und bekannter Luftdichte in den Windkanal und bestimmt die dabei auftretende Luftwiderstandskraft. Aus dieser berechnet man den von der Querschnittsfläche und der Luftgeschwindigkeit und Luftdichte unabhängigen **Luftwiderstandsbeiwert** c_w (kurz: c_w -Wert). Dieser liegt bei einem Pkw zwischen 0,3 und 0,4.

Die Luftwiderstandskraft ist zum Luftwiderstandsbeiwert direkt proportional:

$$F_L \sim c_w$$



Die Abbildung zeigt einen Mercedes der A-Klasse im Windkanal.



Außerdem ist die Luftwiderstandskraft direkt proportional zur **Querschnittsfläche** A des Fahrzeugs. Sie ergibt sich aus der Projektion des Fahrzeugs auf eine Ebene senkrecht zur Fahrtrichtung; sie liegt beim Pkw bei $1,7\text{m}^2$ bis $2,0\text{m}^2$.

$$F_L \sim A$$

Die Luftwiderstandskraft ist auch zur **Dichte der Luft ρ** direkt proportional:

$$F_L \sim \rho$$

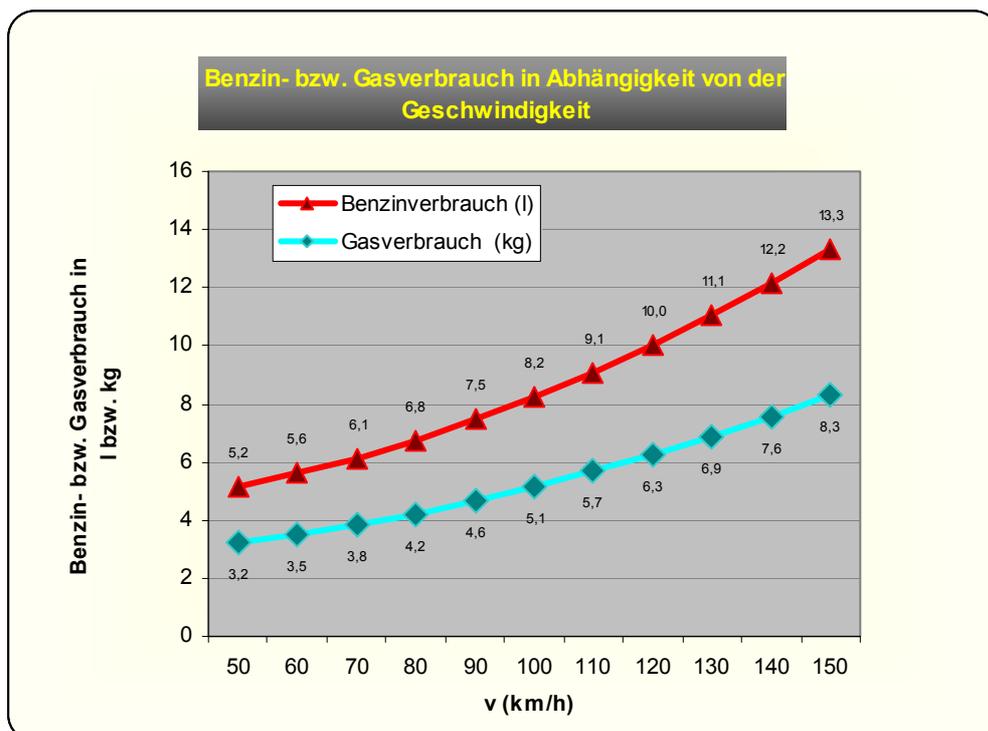
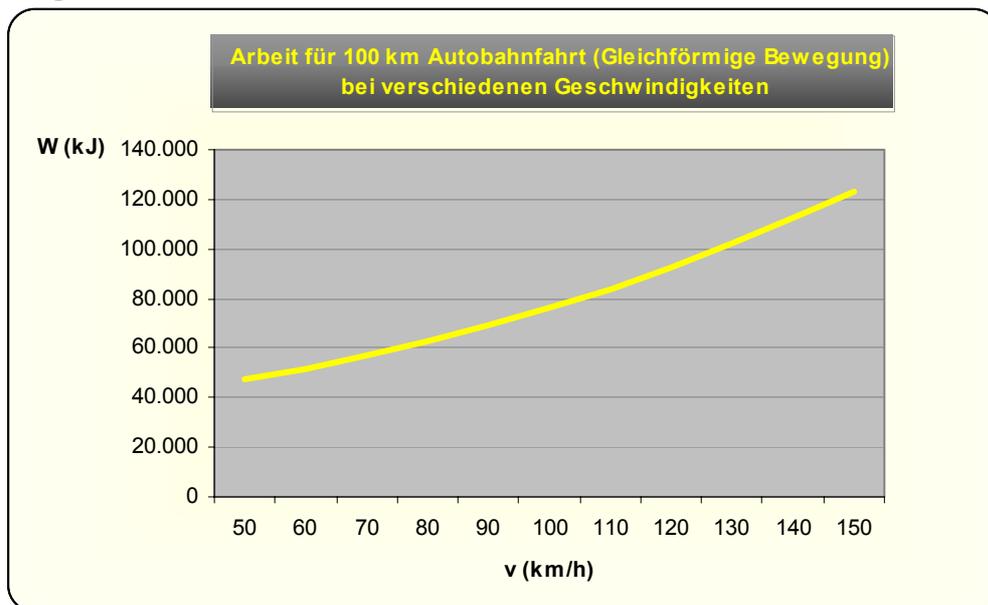
und die Luftwiderstandskraft ist direkt proportional zum Quadrat der **Geschwindigkeit v** (in m/s !) mit der sich das Fahrzeug gegen die Luft bewegt.

$$F_L \sim v^2$$

Die Luftwiderstandskraft berechnet sich nach der Formel:

$$F_L = 0,5 \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

Diagramme



Unter diesem Titel wurde im Oktober 2002 von Dr. Thomas Stern eine Sammlung von Aufgabenstellungen zur Verkehrsthematik verfasst, deren Auswahl durch die Leitlinien des Grundbildungskonzepts von S1 (IMST²) begründet wurde. Die folgende Auswahl an Aufgabenstellungen enthält jene, die im Unterrichtskonzept ‚Physik im Straßenverkehr‘, verwendet wurden.

Das schnelle Papier

Halte ein DIN-A4Blatt zwischen Daumen und Zeigefinger deines Partners oder deiner Partnerin. Fordere ihn oder sie auf, es zu fangen, und lasse es unangekündigt fallen. Warum schaffen das die wenigsten Versuchspersonen? Kannst du mit äußerster Konzentration das Papier sofort erwischen, also die Reaktionszeit auf null bringen? Was bedeutet das für den Ernstfall, dass beim Autofahren plötzlich ein Hindernis auftaucht?

Abstand halten im Kolonnenverkehr!

Die Reaktionszeit (Zeitspanne von der Gefahrenwahrnehmung bis zur Bremsung) wird meistens mit ca. 1 Sekunde angegeben. In dieser Zeit fährt das Auto ungebremst weiter.

Rechnet die Länge dieses Reaktionswegs für verschiedene Geschwindigkeiten aus, schreibt sie in eine Tabelle und zeichnet ein Diagramm (Bremsweg als Funktion der Geschwindigkeit).

In der Fahrschule lernt man eine Faustregel: „Halbiere die Anzeige des Tachometers.“

Der Zahlenwert gibt an, wie viele Meter der Vorsprung des Fahrzeugs vor dir mindestens sein muss. (Z.B.: Du fährst mit 90km/h, dann soll der Abstand zum Wagen vor dir größer als 45m sein.)

Welche Annahme über die Reaktionszeit liegt dieser Regel zugrunde? Kann etwas passieren, obwohl du diese Regel beachtest?

„Anhalteweg = Reaktionsweg + Bremsweg“ – Zwei Faustregeln aus der Fahrschule

Der Reaktionsweg ist der Weg, den dein Fahrzeug zurücklegt vom Moment, wo du die Gefahr erkennst bis zum Betätigen der Bremse.

Der Bremsweg ist der Weg, den das Fahrzeug zurücklegt vom Betätigen der Bremse bis zum Stillstand.

A) Schau dir die beiden Faustregeln an und überlege deine Antworten auf die Fragen.

1. Reaktionsweg in Metern: „0,3 mal Geschwindigkeit [in km/h]“

(Z.B.: Du fährst mit 90km/h. Dann ist die Reaktionsweg ca. 27m.)

Um wie viel länger ist der Bremsweg, wenn du um 40% schneller fährst (130 statt 90)?

Welche Annahme über die Reaktionszeit liegt dieser Regel zu Grunde?

Was bedeutet es, wenn in schweizerischen Fahrschulen diese Regel mit einem Faktor 0,5 (statt = 0,3) gelehrt wird? Was denkst du über diesen Unterschied?

Wie musst du fahren, wenn du diese Regel berücksichtigen möchtest, und was nützt es dir?

2. Bremsweg in Metern: „(0,1 mal Geschwindigkeit [in km/h])²“

Den ungefähren Bremsweg (in Metern) erhältst du, wenn du ein Zehntel der Geschwindigkeit (in km/h) quadrierst.

(Z.B.: Du fährst mit 90km/h. Dann ist der Bremsweg ca. 80m.)

Um wie viel länger ist der Bremsweg, wenn du um 40% schneller fährst (130 statt 90)?

Welche Annahme über die Bremsverzögerung liegt dieser Regel zu Grunde?

Ist sie realistisch? Wie könntest du sie überprüfen?

Wie verändert sich der Bremsweg bei rutschiger Fahrbahn

B) Bilde dir selbst ein Urteil und begründe es:

- Ist es sinnvoll, solche Regeln in der Fahrschule auswendig zu lernen? Bist du der Meinung, dass solches Wissen zur allgemeinen Verkehrssicherheit beiträgt?
- Sind solche Regeln eher etwas für Anfänger, weil ein routinierter Autolenker sich auf Erfahrung, Augenmaß und Gefühl verlässt?
- Kann man sich auf die Richtigkeit dieser Faustregeln wirklich verlassen? Wie genau sind sie? Gibt es Fälle, wo sie nicht mehr gelten? Kommt es nicht vor allem darauf an, wie gut der Autolenker fährt? Und in welchem Zustand die Autobremsen und die Reifen sind? Und welche Sichtverhältnisse herrschen?
- Wie ist man auf diese Faustregeln gekommen? Sind sie aus Beobachtungen und Messungen ermittelt worden? Oder stecken allgemeine physikalische Gesetzmäßigkeiten dahinter?
- Welchen Einfluss hat „Alkohol am Steuer“ auf den Anhalteweg (= Reaktionsweg + Bremsweg) und damit auf das? Wie müsste jemand fahren, der trotz erhöhtem Unfallrisiko und Verbot sein Auto oder Fahrrad lenkt? Meinst du, dass die gesetzlichen Bestimmungen ausreichen, oder dass die Strafen für alkoholisierte Lenker geändert werden sollten? Was hältst du von der „0,05%-Grenze“ (maximaler erlaubter Alkoholgehalt im Blut)?

Welche Kraft kannst du aushalten? Zum Beispiel beim Aufprall?

Einer aus der Klasse legt sich auf den Boden, eine Decke darunter. Eine weitere Person legt sich darauf, dann noch eine usw. Das Gewicht wird immer größer. Wie viele kann man aushalten? Hört auf, bevor es zu viel wird! Ein deutliches Zeichen (abschlagen mit der Hand auf dem Boden), bedeutet Stopp! Einer ist Aufpasser, und einer schreibt das Protokoll. Er addiert dann die Gewichte aller übereinander Liegenden. Das ist die Kraft, die der Körper gerade noch aushalten kann. Auch beim Aufprall soll sie nicht überschritten werden.

Beim Aufprall wird die Geschwindigkeit von v auf 0 herunter gebremst, auf einem Weg von ca. einem halben Meter (Knautschzone). Schätzt ab, wie groß die Geschwindigkeit v sein darf, damit dein Körper die Kraft noch aushält, die dabei auf ihn wirkt! (Du bekommst auf diese Weise nur ungefähre Werte heraus – in Wirklichkeit verteilt sich die Kraft, die beim Bremsen auf den Körper wirkt, auf den

schmalen Sicherheitsgurt. Andererseits wirkt sie dann nur kurz, nicht so lang wie das Gewicht der Menschen auf dem ganz unten liegenden Körper. Diese beiden Effekte wirken einander entgegen, sodass die Größenordnung der gemessenen Kraft ungefähr stimmt.)

In der Raumfahrt gilt die Faustregel, nach der ein Mensch in der Rakete eine Beschleunigung von 6.g aushält, also sein 6-faches Gewicht. Wie passt das mit eurem Versuchsergebnis zusammen? Falls der Unterschied groß ist – welche Erklärung habt ihr dafür?

Dein Schädel ist wie ein rohes Ei! (Modellversuch)

(a) Probiere, aus welcher maximalen Höhe du ein Ei in eine Pfanne fallen lassen kannst, ohne dass es zerspringt? Ermittle aus der gemessenen Fallhöhe, welche Kraft ausreicht, um die Eierschale zu knacken! Wie groß ist dann die maximale „Knautschzone“ für das Ei? Welche Ähnlichkeiten und welche Unterschiede gibt es zu einem Fahrradunfall ohne Helm? Welche maximale Aufprallgeschwindigkeit hält dein Kopf aus?

(b) Bastle aus Styropor einen „Sturzhelm“ für das Ei, um seine „Überlebenschancen“ zu verbessern! Welche Fallhöhe kann es jetzt ohne Schaden aushalten? Miss die „Knautschzone“ (Eindrücktiefe) des Styropors und schätze die auftretenden Kräfte ab.

(c) Versuche andere Tricks, um das Ei aus möglichst großer Höhe zu Boden fallen zu lassen! Du kannst auch eine Auffangvorrichtung bauen, die den Sturz abfängt. Deine Lösung ist umso besser, je größer je kleiner die Bremsstrecke ist, wenn du das Ei aus einer bestimmten Fallhöhe loslässt. Erkläre, warum das Ei beim Aufprall unbeschädigt bleibt!

4.1.2 Unterrichtsmaterial

Vorlagenbeispiel 1

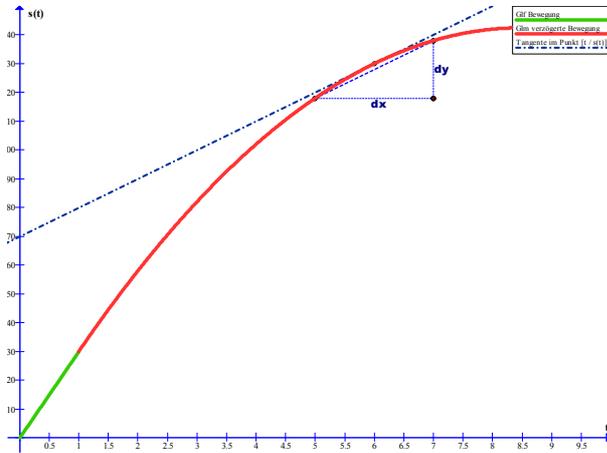
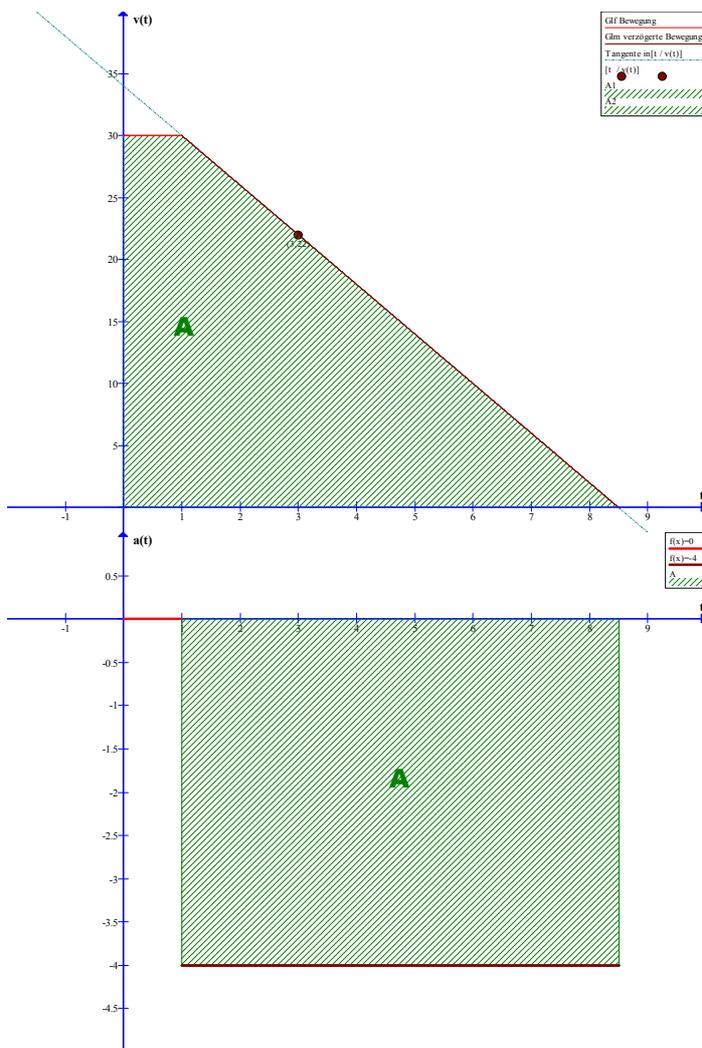
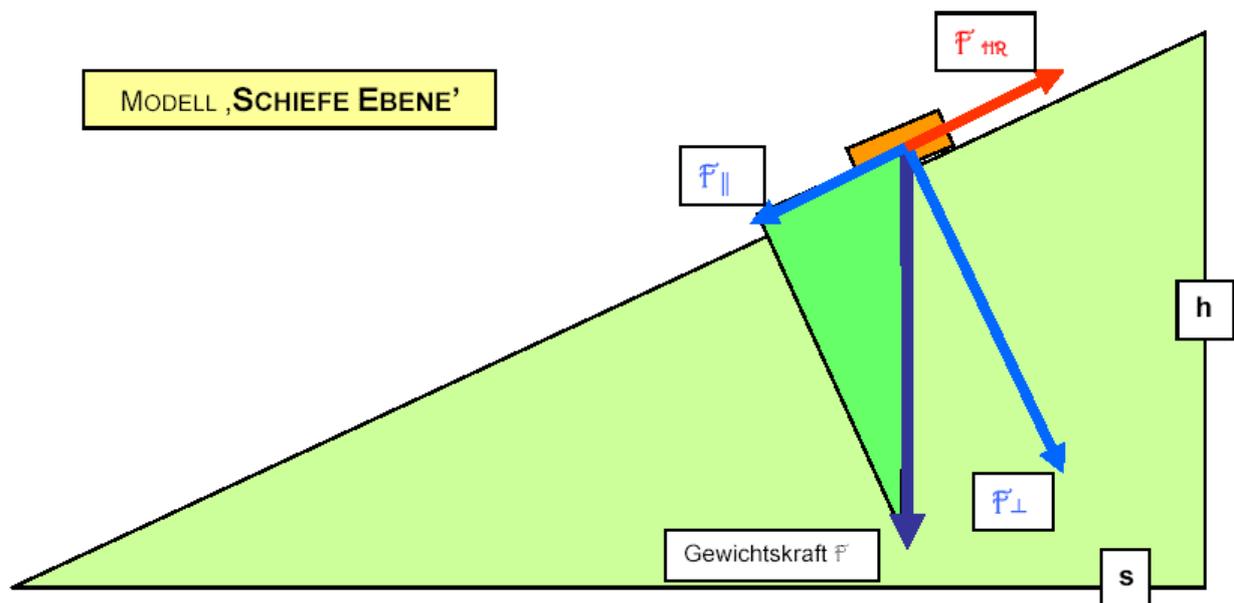


Diagramme (s-t, v-t, a-t) zur Modellbewegung für das Anhalten eines Fahrzeugs, erstellt mit dem Programm 'Graph'.

Mit Hilfe von Tangenten in beliebigen Kurvenpunkten und mit der Markierung von Flächeninhalten kann der (mathematische) Zusammenhang zwischen Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung vermittelt werden.



Vorlagenbeispiel 2



Bestimmung der Haftreibungszahl μ_{HR}

Beträge der Kräfte: $F_{HR} = F_{||}$

$$F_{HR} = \mu_{HR} F_{\perp}$$

$$\mu_{HR} = F_{||} / F_{\perp} = h / s$$

Aufgabenstellung:

Gib in **fachlich einwandfreier Ausdrucksweise** die Überlegungen zur Herleitung der Formel $\mu_{HR} = h / s$ an (Benenne die angegebenen Größen)!

Beschreibe die praktische Durchführung der Bestimmung der Haftreibungszahl!

Vorlagenbeispiel 3

MECHANISCHE ARBEIT

Arbeitsbegriff aus dem Alltag \longrightarrow Physikalischer Arbeitsbegriff ??

Arbeit im physikalischen Sinn wird verrichtet wenn:

- > eine Kraft wirkt
- > ein Weg zurückgelegt wird



Modell: das Auto wird (Zur Ermittlung der Arbeit beim Fahren) als **Massenpunkt** betrachtet, Kräfte greifen im **Schwerpunkt** des Autos an.

$F \parallel S$ Mechanische Arbeit $W = \text{Kraft } F \cdot \text{Weg } s$

$F \not\parallel S$ Mechanische Arbeit $W = \text{Kraftkomponente } F_{\parallel} \text{ in Wegrichtung}$

$$W = F \cdot s \text{ oder } W = F_{\parallel} \cdot s$$

Beide Sachverhalte werden vom **Skalarprodukt** zweier Vektoren erfüllt :

Mechanische Arbeit = skalares Produkt des Kraftvektors und des Wegvektors (Die Arbeit W ist ein Skalar, also eine Zahl !!!)

$$W = F \circ S$$

$$[W] = 1\text{J} \dots \text{Joule} \quad (\text{kJ, MJ})$$

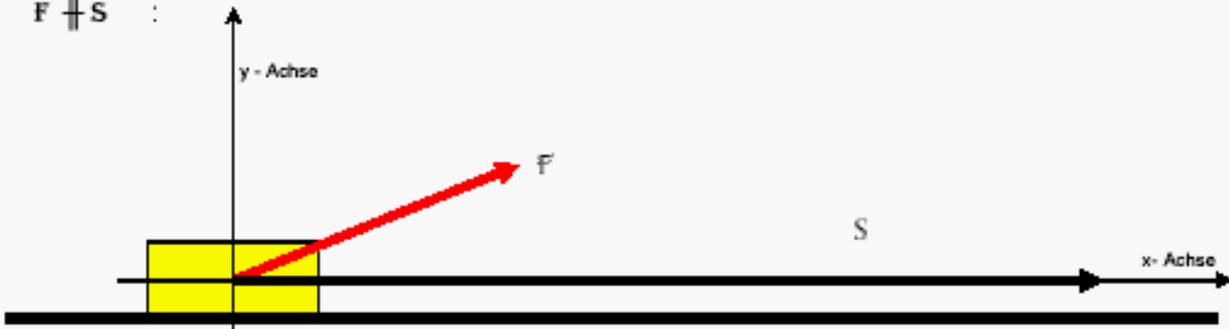
$$1\text{J} = 1\text{Nm} = 1\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$

Arbeit um einen Körper gleichförmig gegen eine Reibungskraft zu bewegen



$F \parallel S$ und $F = F_R$: daher $W = F_R \cdot s$

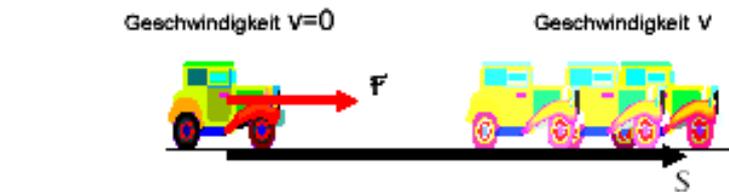
$F \not\parallel S$:



$$W = F \circ S$$

\circ skalares Produkt

Arbeit um einen Körper reibungsfrei (durch eine Kraft) auf eine Geschwindigkeit v gleichmäßig zu beschleunigen

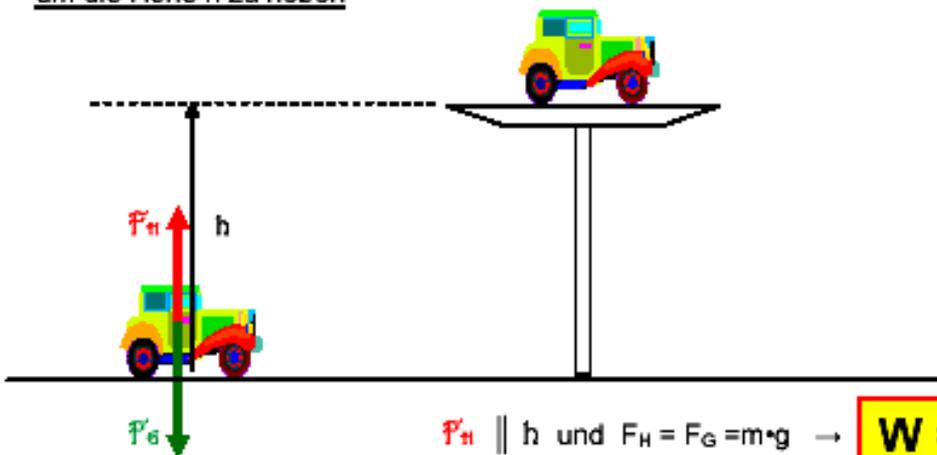


$F \parallel S:$

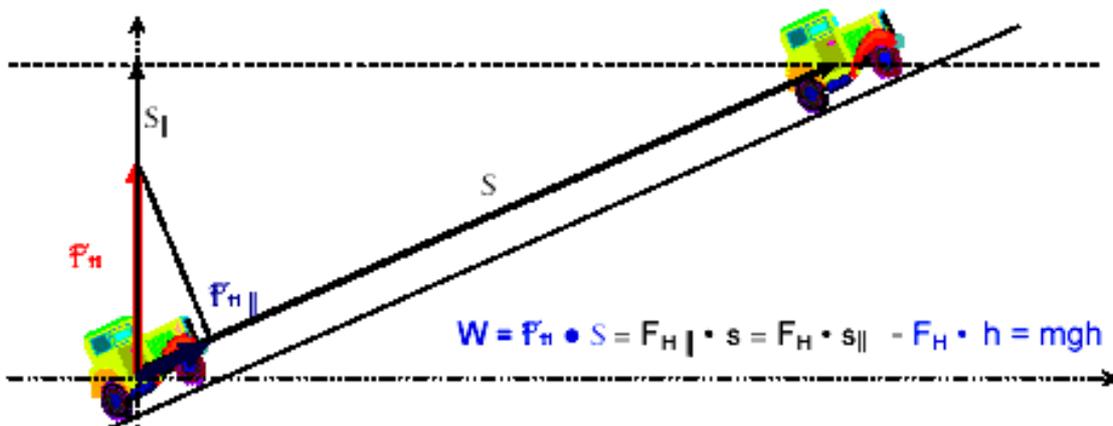
$$W = F \cdot s = m \cdot a \cdot \frac{v^2}{2a} = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$W = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Arbeit um einen Körper ohne Beschleunigung reibungsfrei gegen die Schwerkraft um die Höhe h zu heben



$F_H \parallel h$ und $F_H = F_G = m \cdot g \rightarrow W = mgh$



$$W = F_H \cdot S = F_{H \parallel} \cdot s = F_H \cdot s_{\parallel} = F_H \cdot h = mgh$$

Die Hubarbeit hängt nicht von der Form des Weges, sondern nur von der Höhendifferenz ab!

Bemerkung: $W = mgh$ gilt solange g entlang des Hubweges als konstant angenommen werden kann, d.h. wenn die Höhendifferenzen nicht zu groß sind.

Zeichen in der Schriftart ‚Harrington‘ stellen Vektorgößen dar.

4.1.3 Kontrollfragen

Der Abschnitt enthält eine Auswahl an Kontrollfragen zur Überprüfung von Lerninhalten der Stoffgebiete Kinematik und Dynamik.

1. Welche Annahmen benötigt man zur sinnvollen mathematischen Beschreibung einer Bewegung?

Ein Bezugssystem mit einem Koordinatensystem

2. Unter welchen Voraussetzungen kann man quantitative Aussagen über Bewegungsgrößen (Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung) machen?

Durch Modellbildung: Die reale Bewegung wird durch eine Modellbewegung (Gleichförmige Bewegung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung) ersetzt. Die Bewegungsgrößen sind dann durch einfache Funktionen bzw. Funktionsterme („Formeln“) gegeben.

3. Wieso verwendet man in der Mechanik „Massenpunkte“?

Ein Massenpunkt ist ein idealisierter punktförmig kleiner Körper. Diese Modellvorstellung wird verwendet, wenn die Ausdehnung des Körpers oder Teilbewegungen am Körper für die untersuchte Körperbewegung unnötig oder störend sind. Wird ein ausgedehnter Körper als Massenpunkt betrachtet, wählt man üblicherweise den Körperschwerpunkt als Ort der Masse.

4. Es soll der Anhalteweg für ein Auto abgeschätzt werden. Welche Modellbildungen liegen zugrunde?

Auto \triangleq Massenpunkt, Bewegung während der Reaktionszeit \triangleq Gleichförmige Bewegung, Bewegung während des Bremsens \triangleq gleichmäßig verzögerte Bewegung.

5. Welche Bewegungsgrößen werden als Funktion welcher unabhängigen Variablen angegeben?

Unabhängige Variable: Zeit t

Funktionen: Weg $s(t)$, Geschwindigkeit $v(t)$, Beschleunigung $a(t)$ jeweils als Funktion der Zeit.

6. Welche Bewegungsgrößen sind Vektorgrößen? Wann braucht man nur den Betrag dieser Vektoren beachten?

Vektorgrößen: s , v , a . Erfolgt die Bewegung eindimensional (entlang einer Geraden), so braucht man nur die Beträge betrachten.

7. Wie ist die Gleichförmige Bewegung definiert?

Die Bewegung erfolgt geradlinig. In gleichen Zeitintervallen werden gleich lange Wegabschnitte zurückgelegt.

8. Wie ist die gleichmäßig beschleunigte/verzögerte Bewegung definiert?

In gleichen Zeitabschnitten erfolgen gleiche Geschwindigkeitsänderungen (Die Geschwindigkeitszunahme/abnahme ist proportional zur Zeit).

9. Gib die mathematische Definition der Gleichförmigen Bewegung an ($s=0$ zur Zeit $t=0$).

$$s(t) = v \cdot t$$

$$v(t) = v_0 \text{ (konstant)}$$

$$a(t) = 0$$

10. Gib die mathematische Definition der Gleichmäßig Beschleunigten Bewegung an ($s=0$ und $v=0$ zur Zeit $t=0$).

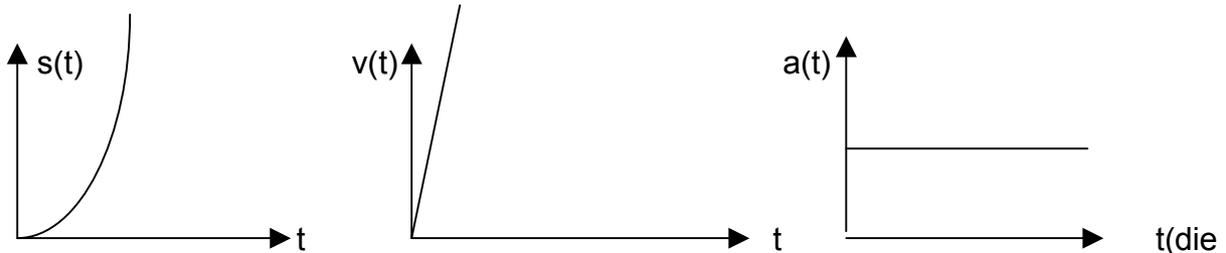
$$s(t) = a \cdot t^2 / 2$$

$$v(t) = a \cdot t$$

$$a(t) = a_0 \text{ (konstant)}$$

11. Ein Auto beschleunigt mit $a = 4 \text{ m/s}^2$. Gib $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ an und skizziere die zugehörigen Graphen ($t \geq 0$).

$$s(t) = 2t^2, v(t) = 4t, a(t) = 4$$



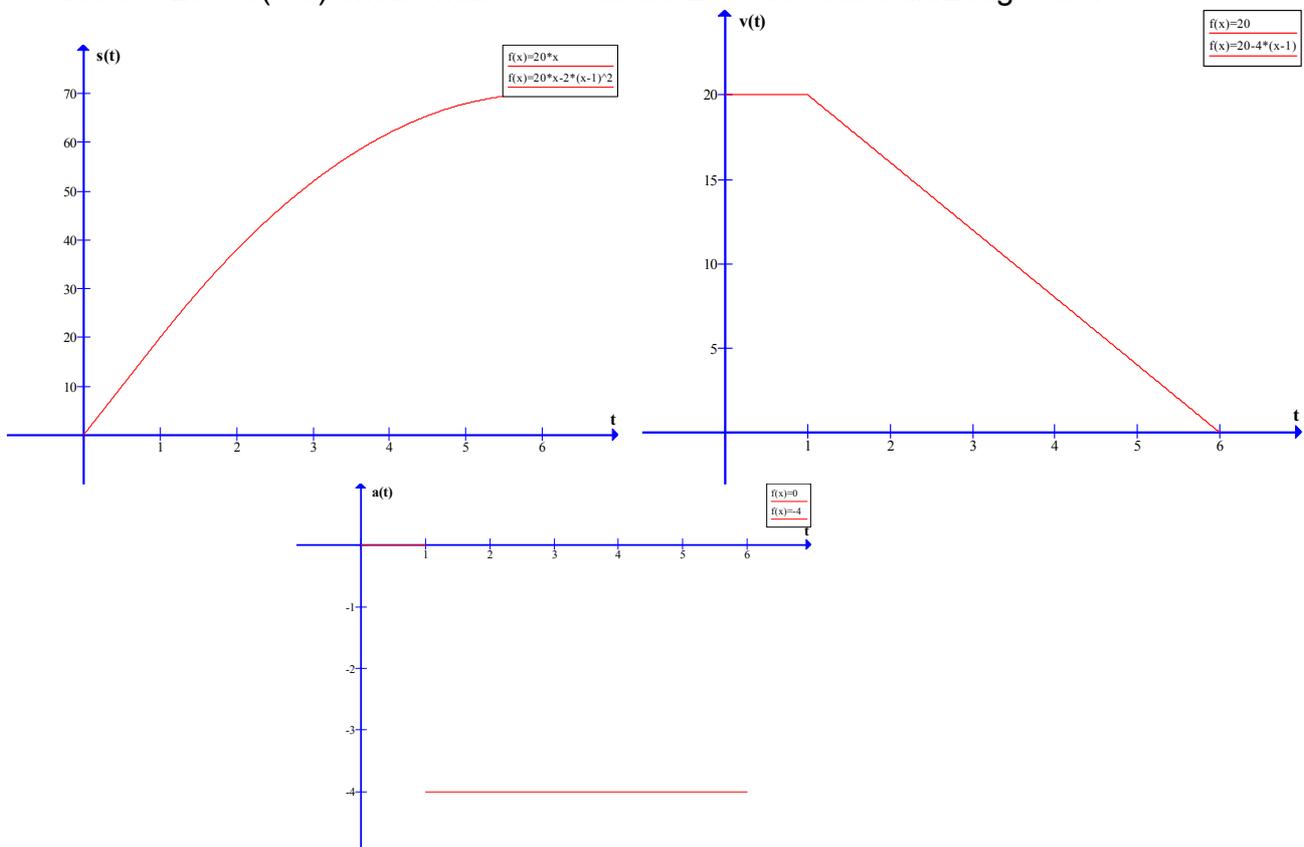
Funktionen sind eventuell mit Wertetabelle zu zeichnen)

12. Ein Fahrer fährt gleichförmig mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s und erkennt ein Hindernis. Er beginnt nach einer Reaktionszeit von 1 s zu bremsen. Während der Bremsung wird das Fahrzeug mit -4 m/s^2 gleichmäßig verzögert. Gib die Funktionsterme für die Bewegungsgrößen an und zeichne die Graphen.

$$0 \leq t \leq 1 \quad s(t) = 20t, v(t) = 20, a(t) = 0$$

$$1 \leq t \leq 6 \quad s(t) = 20t - 2(t-1)^2, v(t) = 20 - 4(t-1), a(t) = -4$$

aus $0 = 20 - 4(t-1)$ erhält man $t = 6$ für die Zeit t bis das Fahrzeug steht.



13. Wie berechnet man die mittlere Geschwindigkeit einer ungleichförmigen Bewegung?

$$\bar{v} = \Delta s / \Delta t \quad (\text{Wegstück/Zeitintervall})$$

14. Gegeben ist folgender Graph:

Ermittle die mittlere Geschwindigkeit und die Endgeschwindigkeit dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung.

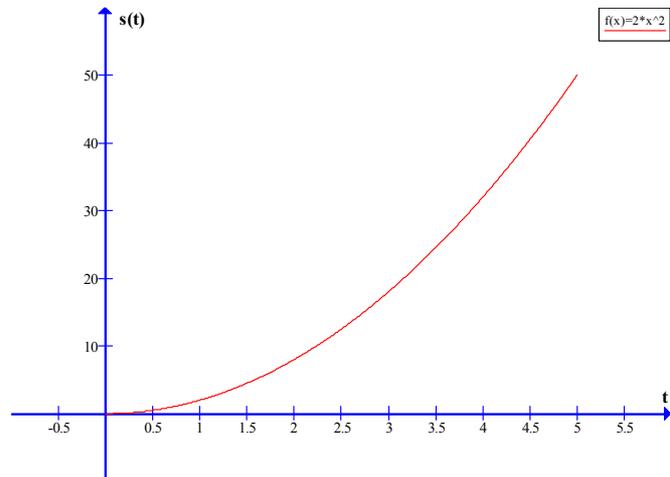
$$\bar{v} = 50/5 \text{ m/s} = \mathbf{10 \text{ m/s}}$$

$$s = a \cdot t^2 / 2 \rightarrow 50 = a \cdot 5^2 / 2$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$v = a \cdot t \rightarrow v = 4 \cdot 5 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{v = 20 \text{ m/s}}$$



15. Gib den Weg bei der gleichmäßig beschleunigten/verzögerten Bewegung in Abhängigkeit von der Anfangsgeschwindigkeit/Endgeschwindigkeit an.

$$s = v^2 / 2a$$

16. Welche Faustregel für den Bremsweg lernt man in Fahrschulen?

$$s \approx (v/10)^2 \quad v \text{ wird hier in km/h angenommen}$$

17. Welche Bewegungsgrößen kann man neben den dargestellten Größe aus Graphen (s/v/a –t Diagrammen) ermitteln?

s-t Diagramm: Anstieg der Tangente im Punkt [t/s(t)] \triangleq Momentangeschwindigkeit im Zeitpunkt t

v-t Diagramm: Anstieg der Tangente im Punkt [t/v(t)] \triangleq Momentanbeschleunigung im Zeitpunkt t

Flächeninhalt zwischen Kurve und t-Achse von t₁ bis t₂ \triangleq Weg während der Zeitspanne t₂ - t₁

a-t Diagramm: Flächeninhalt zwischen Kurve und t-Achse von t₁ bis t₂ \triangleq Geschwindigkeitsänderung während der Zeitspanne t₂ - t₁

18. Was heißt ‚Fahren auf halbe Sicht‘ ?

Der Anhalteweg ist kleiner als die halbe Sichtweite. Diese Fahrweise ist bei schlechten Sichtverhältnissen (Nebel) und auf engen Straßen notwendig.

19. Ein zunächst auf einer horizontalen Tischplatte gleichförmig fahrender Wagen fällt vom Tisch. Welche Bewegung führt der Wagen dabei aus?

Der Wagen führt eine zusammengesetzte Bewegung aus:

gleichförmiger Bewegung (horizontal)

gleichmäßig beschleunigte Bewegung (vertikale Fallbewegung)

Die Bahn der zusammengesetzten Bewegung ist eine Wurfparabel.

(Da der Wagen üblicherweise als Massenpunkt betrachtet wird, fallen Rotationsbewegungen außer Betracht).

20. Formuliere das Unabhängigkeitsprinzip für Bewegungen.

Führt ein Körper (Massenpunkt) gleichzeitig mehrere Bewegungen aus, so beeinflussen diese einander nicht. Die Bahnkurve des Körpers erhält man durch Addition der einzelnen Wegvektoren.

21. Überholen auf der Landstraße

Welche Bewegungen werden angenommen?

Überholendes Fahrzeug: gleichmäßig beschleunigte Bewegung

Überholtes Fahrzeug: gleichförmige Bewegung

Was ist der relative Überholweg, welches Bezugssystem nimmt man dabei an?

Der relative Überholweg $s_{rel-\ddot{U}}$ setzt sich aus den beiden Fahrzeuglängen, dem Ausscherabstand und dem Einschereabstand zusammen. Als Bezugssystem dient das überholte Fahrzeug.

Welche Mindestgeschwindigkeitsdifferenz ist für den Überholvorgang vorgeschrieben?

20 km/h

Von welchen Größen hängt der Überholweg ab?

Vom relativen Überholweg (beide Fahrzeuglängen, Ausscherabstand und Einschereabstand) sowie von der Geschwindigkeit des überholten Fahrzeugs und von der Beschleunigung des überholenden Fahrzeugs.

Gib die Überholwegformel an.

$$s_{\ddot{U}} = s_{rel-\ddot{U}} + v_2 \cdot \sqrt{2 \cdot s_{rel-\ddot{U}} / a}$$

Warum muss man bei hohen Geschwindigkeiten mit einem besonders langen Überholweg rechnen?

Die Geschwindigkeit des überholten Fahrzeugs tritt in der Überholwegformel als Faktor auf und das Beschleunigungsvermögen wird bei hohen Geschwindigkeiten kleiner.

22. Für welche grundsätzlichen Eigenschaften von Körpern ist alleine deren Masse verantwortlich?

Massenanziehung: alle Massen ziehen einander an

Trägheit: jeder Körper widersetzt sich einer Bewegungsänderung

23. Wie lautet das Newton'sche Gravitationsgesetz?

Zwischen kugelförmigen Körpern wirkt eine Gravitationskraft $F_G = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$

Gravitationskonstante $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ ($[6,6742 \mp 0,0010] \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$)

Körpermassen m_1, m_2

Abstand der Mittelpunkte r

24. Wie groß ist die Beschleunigung eines frei fallenden Körpers? Wie berechnet man Fallgeschwindigkeit und Fallhöhe?

Fallbeschleunigung = Erdbeschleunigung $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ bzw. $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$
(Normwert für Meeresniveau)

Fallgeschwindigkeit $v = g \cdot t$ (t : Fallzeit)

Fallhöhe: $s = g \cdot t^2 / 2$

25. Was ist mit dem ‚Gewicht eines Körpers‘ gemeint? Durch welche Beziehung kann das Gewicht berechnet werden?

Das Gewicht eines Körpers ist die Gravitationskraft zwischen Erde und Körper.

$F_G = m \cdot g$ m Körpermasse $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ Fallbeschleunigung, Erdbeschleunigung

26. Gib das 1. Newton'sche Axiom an.

Ein kräftefreier Körper verharrt im Ruhezustand oder er führt eine gleichförmige Bewegung aus.

27. Gib das 2. Newton'sche Axiom an.

Kraft = Masse • Beschleunigung $F = m \cdot a$

28. Gib 3 Interpretationen des 2. Newton'schen Axioms an.

Bei konstanter Masse ist die Beschleunigung zur wirkenden Kraft proportional.

Für eine bestimmte (feste) Beschleunigung muss die wirkende Kraft zur Masse proportional sein.

Bei einer bestimmten (festen) Kraftwirkung ist die Beschleunigung indirekt proportional zur Masse.

29. Was sind die physikalischen Ursachen für schwere Körperverletzungen bei Frontalzusammenstößen von Fahrzeugen?

Innerhalb sehr kurzer Bremswege wird die Fahrtgeschwindigkeit des bewegten Körpers auf Null reduziert. Dadurch ergeben sich extrem große Verzögerungswerte bis zu einigen hundert m/s^2 und extrem große Kräfte auf die verzögerten Körperteile.

30. Wozu dient ein Sicherheitsgurt?

Durch die Dehnung des Gurts wird der Bremsweg des Körpers (gegenüber einem Aufprall auf das Lenkrad) verlängert und die Verzögerung (nach $a = v^2/2s$) wesentlich verringert.

31. Ein PKW fährt mit 50 km/h frontal gegen eine nicht verformbare Betonwand. Der Bremsweg ist dabei die Länge der Knautschzone von 60cm. Welche Verzögerung tritt am Fahrgastraum auf, wie lange dauert der Crash?

$$a = v^2/2s \quad v = 50 \text{ km/h} = 13,8 \text{ (period.) m/s} \quad a = 160,75 \dots \text{ m/s}^2 \approx 161 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta t = \Delta v/a \quad t \approx 0,086 \text{ s}$$

32. Welche Sicherheitsmaßnahmen im Fahrgastraum bewirken eine Verminderung von Verzögerungen und Kräften bei Unfällen?

Sicherheitsgurt, Airbag, Seitenairbag, verformbare Lenksäule

33. Wie funktioniert ein Airbag?



Zum Zeitpunkt „Null“ berührt das Fahrzeug die Crashwand.

-> 25 ms später aktiviert der elektronische Sensor die Zündpille des Fahrerairbags. Die Auslösung erfolgt durch die Zündung eines pyrotechnischen Treibsatzes. Die hierbei entstehenden Abbrandgase füllen den Airbag.

-> Nach ca. 55 ms ist der Fahrerairbag vollständig aufgeblasen und der Fahrer taucht ein.

-> Nach 85 ms ist der Fahrer maximal in den Airbag eingetaucht und bewegt sich wieder vom Lenkrad weg.

-> Die Zündung des Beifahrerairbags und das Eintauchen des Beifahrers in den Airbag erfolgen um ca. 10 ms später, da der Beifahrer einen weiteren Weg bis zum Armaturenbrett zurückzulegen hat.

-> Nach ca. 150 ms ist das gesamte Unfallgeschehen abgeschlossen, die Insassen befinden sich in ihrer Ausgangsposition und beide Airbags sind weitgehend geleert.

34. Gib das 3. Newton'sche Axiom an.

Kräfte treten immer paarweise auf. Sie haben gleichen Betrag (sie sind gleich groß) und entgegengesetzte Richtung.

35. Setze fort: Übt ein Körper B auf einen Körper A eine Kraft F_B aus, so....

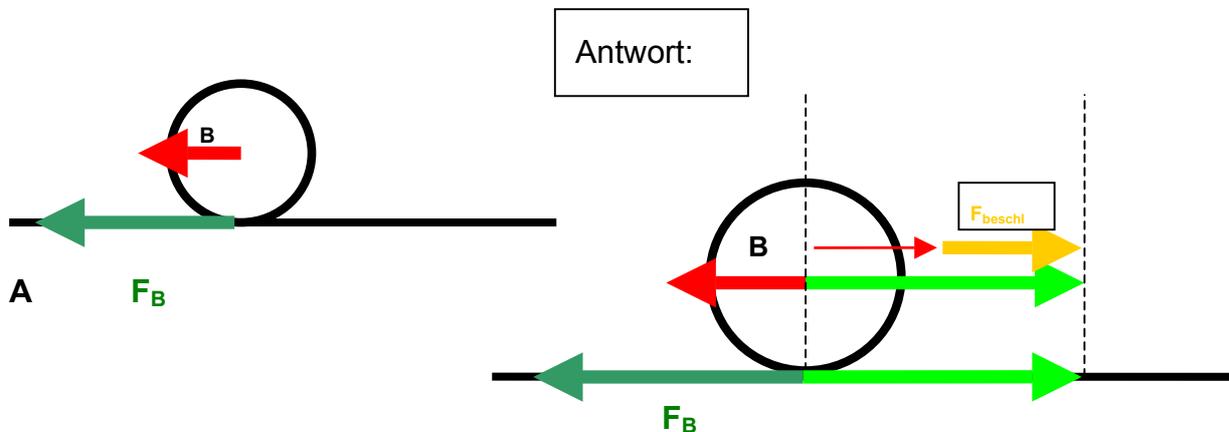
...übt der Körper A auf den Körper B eine gleich große gegengerichtete Kraft F_A aus.

36. Wann herrscht an einem Körper Kräftegleichgewicht? Wie verhält sich dann der Körper?

Die Kräfte greifen in einem Punkt an und heben einander in ihrer Wirkung auf! (2 Kräfte sind dann im Gleichgewicht, wenn sie gegengleich sind und auf einer Wirkungslinie liegen).

Der Körper ist dann kräftefrei, er verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung (1. Newton-Axiom)

37. Ein Rad (Körper B) übt auf die Straße (Körper A) eine Kraft F_B aus. F_{RR} ist die Rollreibungskraft auf das Rad. Zeichne die Gegenkraft F_A ein. Was bewirkt sie?



Die Gegenkraft F_A bewegt das Rad (nach vorne).

$|F_A| > |F_{RR}| \Rightarrow$ Die resultierende (Differenz-) Kraft F_{beschl} bewirkt eine Beschleunigung des Rades.

38. Was sind Inertialsysteme? Wie erkennt man sie?

Inertialsysteme sind Bezugssysteme, in denen die Newton'schen Axiome ihre Gültigkeit haben. Man erkennt sie am einfachsten durch die Gültigkeit des 1. Newton'schen Axioms: Kräftefreie Körper verharren im Ruhezustand oder in gleichförmiger Bewegung.

39. Ist die Erde ein Inertialsystem?

Infolge ihrer Rotationsbewegung ist die Erde kein Inertialsystem (z.B. spiralförmige Wolkenbewegungen).

Für die meisten (wichtigen) alltäglichen Bewegungen kann die Erde als Inertialsystem angenommen werden, wenn die Bewegungen hinreichend kurzzeitig sind.

40. Welche im Alltag wichtigen Kräfte haben ihren Ursprung in den Teilchen der Körper?

Gewicht, Elastische Kräfte, Reibungskräfte.

41. Zwischen welchen Reibungskräften unterscheidet man bei Festkörpern? Ordne sie nach ihrer Größe.

Haftreibungskraft > Gleitreibungskraft > Rollreibungskraft ($F_{HR} > F_{GR} > F_{RR}$)

42. Wovon hängen Reibungskräfte zwischen Festkörpern ab? Durch welche gemeinsame Formel kann man diese Abhängigkeiten angeben?

Von der Normalkraft F_N auf den reibenden Körper.

Von der Oberflächenbeschaffenheit, ausgedrückt durch die experimentell zu ermittelnde Reibungszahl μ .

Formel: Reibungskraft = Reibungszahl • Normalkraft $F_{HR} = \mu_{HR} \cdot F_N$ u.s.w.

43. Wie funktioniert eine Scheibenbremse?

Durch die Hydraulik werden Bremskolben in Richtung der Bremsscheibe gedrückt. Dadurch werden die Belagscheiben (Bremsbeläge) auf die mit dem Rad rotierende Bremsscheibe gepresst und mittels Gleitreibung die Bremswirkung erzielt.

44. Wie funktioniert das ABS? Wieso kann dadurch der Bremsweg verkürzt werden?

Der Bremsdruck wird in Abhängigkeit von der Radgeschwindigkeit und der Fahrzeuggeschwindigkeit geregelt: bevor die Räder bei einer Vollbremsung zu blockieren beginnen, wird der Bremsdruck etwas verringert. Nimmt die Radgeschwindigkeit wieder zu, wird der Bremsdruck zur Bremswirkung wieder aufgebaut.

Da die Räder nicht blockieren, wirkt die Haftreibung, die größer als die Gleitreibung (bei blockierenden Rädern) ist.

45. Wovon hängt die Luftwiderstandskraft bei einem fahrenden Auto ab?

Die Luftwiderstandskraft F_L (Reibungskraft bei der Bewegung durch die Luft) hängt von der

- Form, der
- Querschnittsfläche A , der
- Geschwindigkeit v des Fahrzeugs und der
- Dichte ρ der Luft ab

Formel: $F_L = 0,5 \cdot c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$ c_w : Luftwiderstandsbeiwert

46. Beschreibe das Verhalten elastischer Körper durch das Wirken von Teilchenkräften

Anziehende und abstoßende Kräfte zwischen Festkörperteilchen halten einander das Gleichgewicht, sodass sich ein fester Teilchenabstand ergibt. Festkörper widersetzen sich einer Verformung, weil dadurch die festen Teilchenabstände gestört werden.

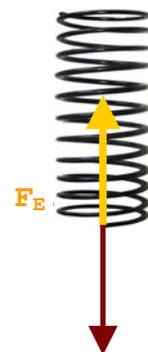
47. Wie hängen Dehnung und elastische Kraft bei der Dehnung von Schraubenfedern zusammen? Wie heißt das Gesetz?

→ →
 $F_E = -k \cdot \Delta x$ Hook'sches Gesetz, k : Federkonstante Δx : Dehnung

48. Skizziere die Kräfte bei der Dehnung einer Schraubenfeder.

Handelt es sich um Gegenkräfte?

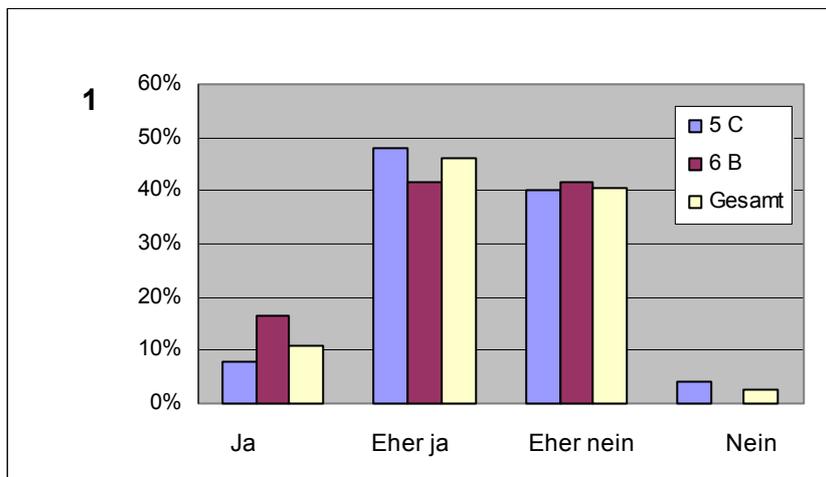
Ja, die Zugkraft F_Z greift an der Schraubenfeder an, die gleich große gegengerichtete elastische Kraft F_E greift am ziehenden Objekt (z.B. Massenstück) an.



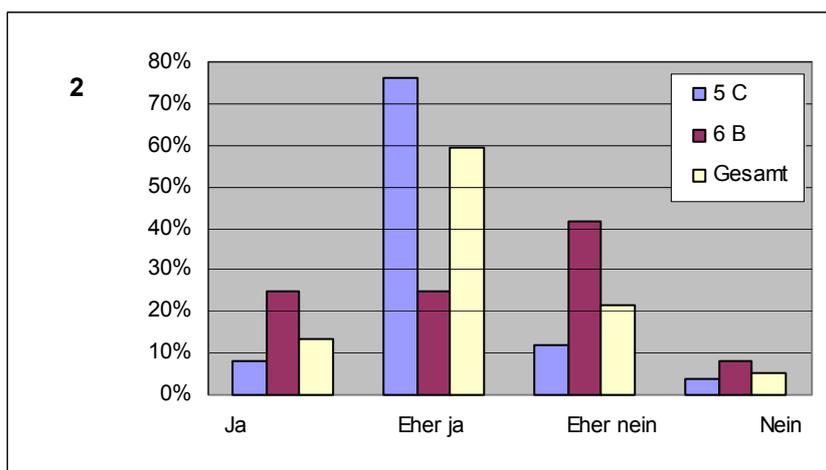
F_Z

4.2 Grafische Auswertung der Schülerbefragung

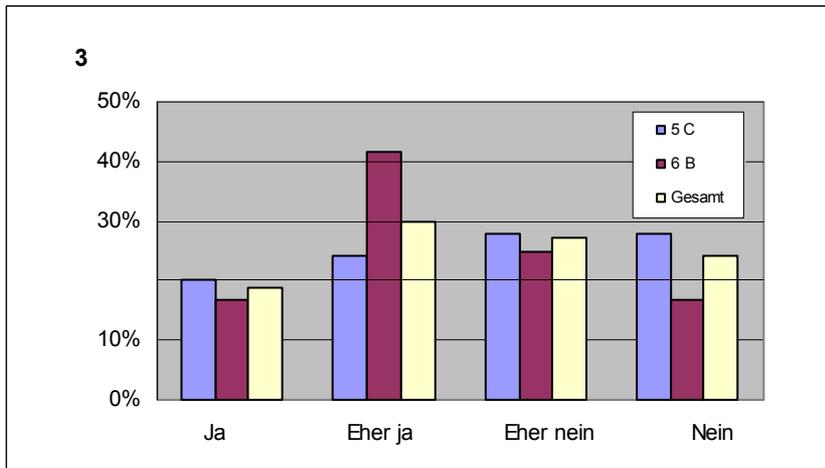
- 1) War es für Dich persönlich wertvoll, Wissen über Straßenverkehr (mit physikalischem Hintergrund) erworben zu haben?



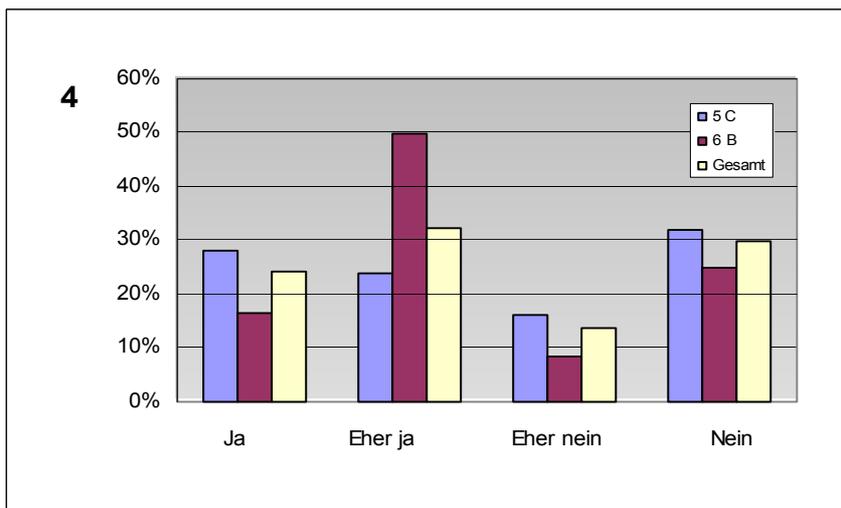
- 2) Wurdest Du durch das Verkehrsprojekt für Gefahren bzw. für deine persönlichen Gefährdungsmöglichkeiten im Straßenverkehr aufmerksam gemacht?



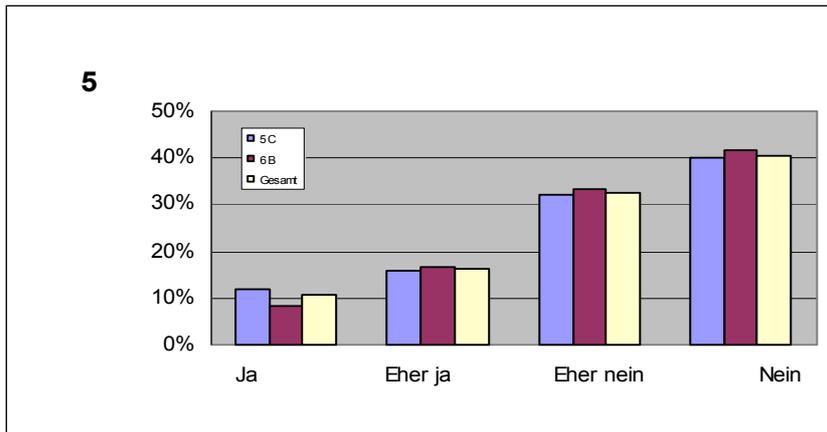
3) War es sinnvoll, mit Hilfe des ARBÖ - Aufprallsimulator eine Kraftwirkung auf deinen Körper erfahrbar zu machen?



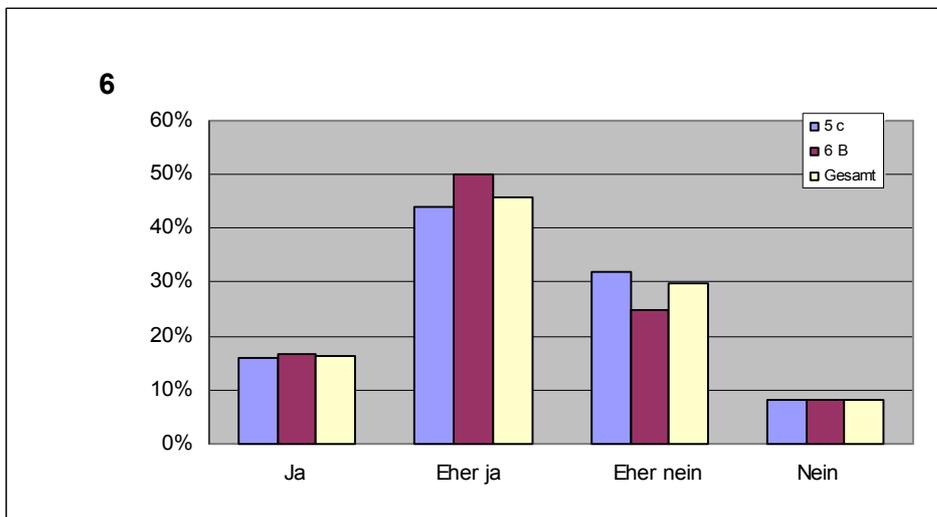
4) Warst Du durch bestimmte Themen und Inhalte (z.B. „die letzte Sekunde ohne Gurt“, Auswertung von Crash -Tests,...) emotional betroffen?



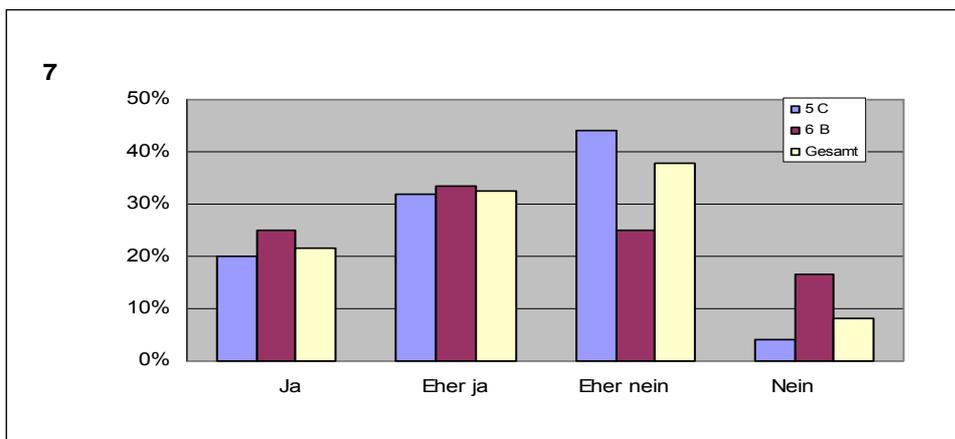
5) Achtest du nach dem Verkehrsprojekt mehr als früher auf sicheres Verhalten im Straßenverkehr (Anschnallen, Überqueren der Straße,...)?



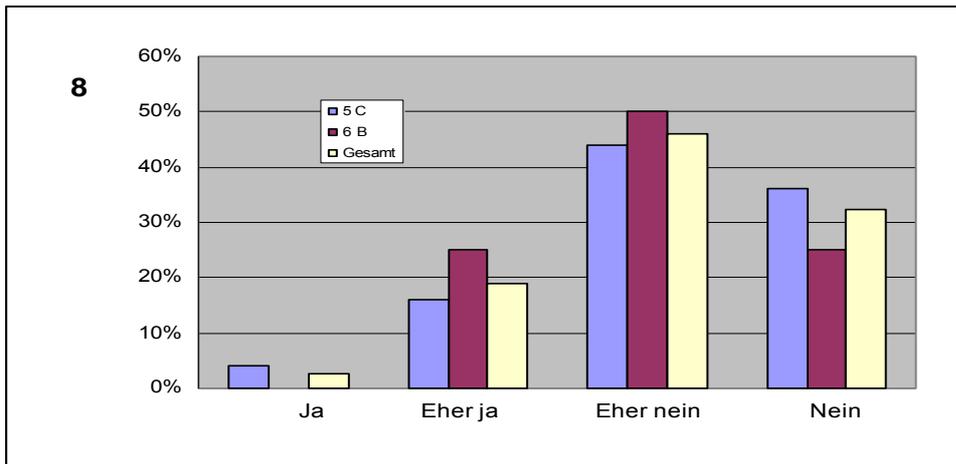
6) Nützt dir das physikalische Grundwissen zum Verkehrsprojekt, Sicherheitseinrichtungen im Auto besser verstehen zu können und sicheres Fahrverhalten ausreichend korrekt begründen zu können?



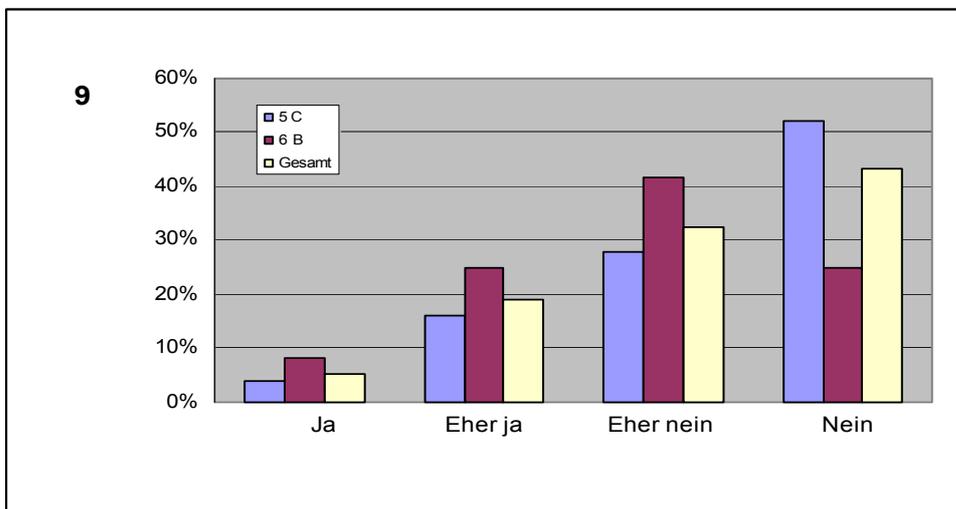
7) Fühlst Du Dich imstande, Verwandte und Bekannte über die im Unterricht behandelten Gefahren und Probleme im Straßenverkehr sachlich aufzuklären und mit sinnvoller Information zu versorgen?



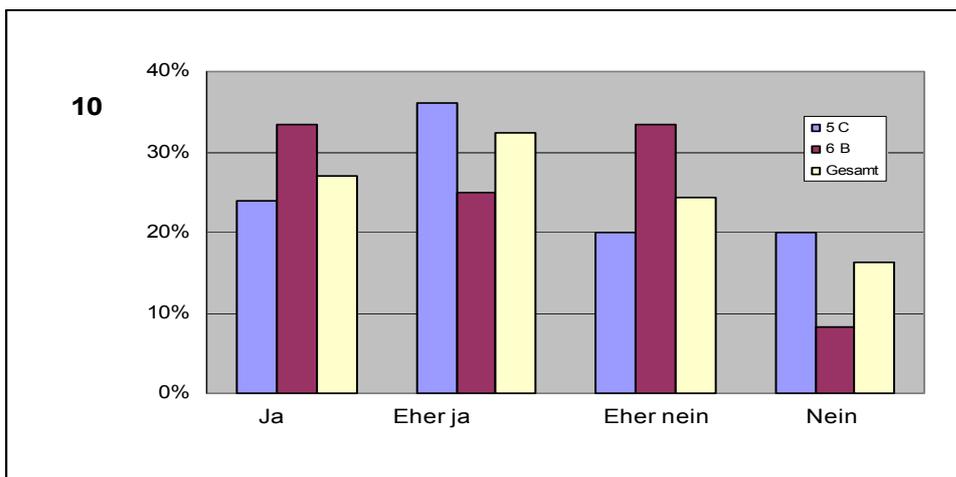
8) Fühlst Du dich zu solcher Aufklärung und Information leichtfertiger Verkehrsteilnehmer in Deinem Bekanntenkreis („Raser“, „Gurtmuffel“,...) motiviert?



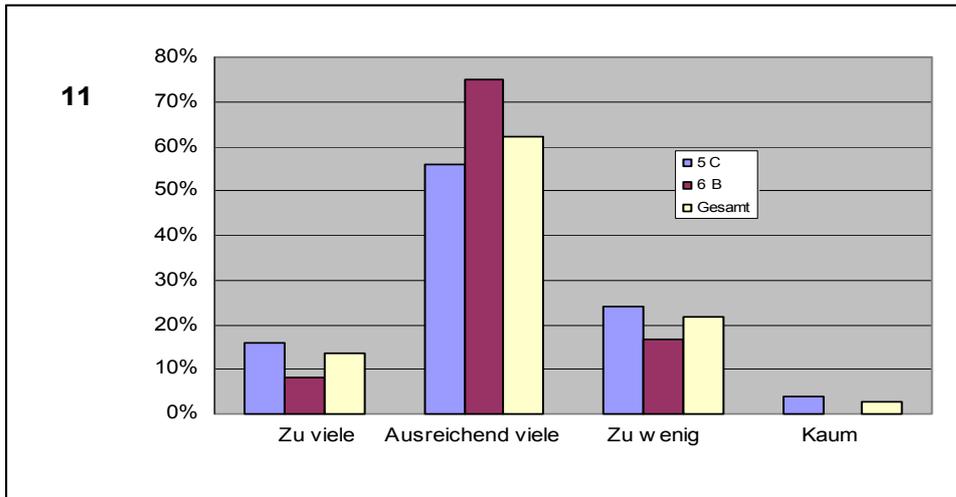
9) Gab es während des Verkehrsprojekts eine Frage oder ein Thema, das Dich speziell interessiert, wo Du noch weiterlernen / weiterarbeiten würdest?



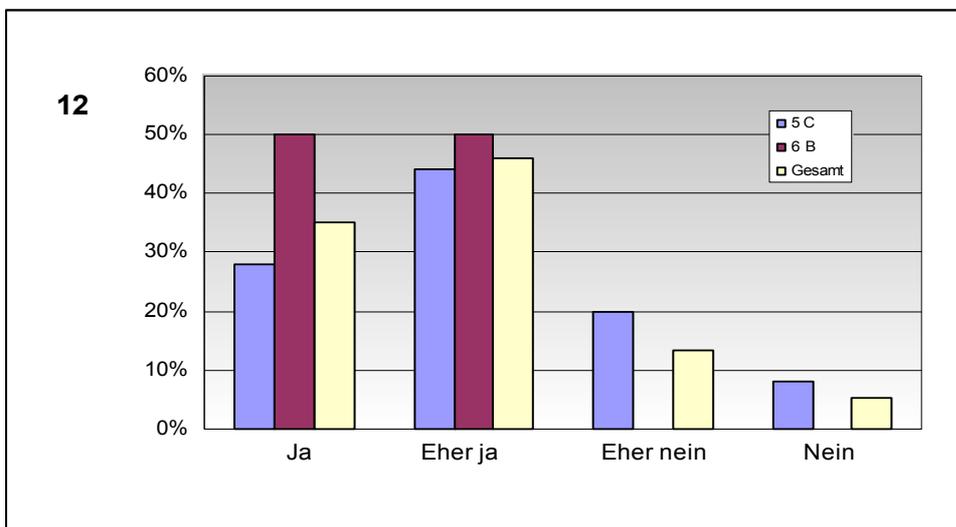
10) Hast du durch das Verkehrsprojekt Wissen erworben, das jetzt oder später (als Autofahrer/in) im Alltag brauchbar ist?



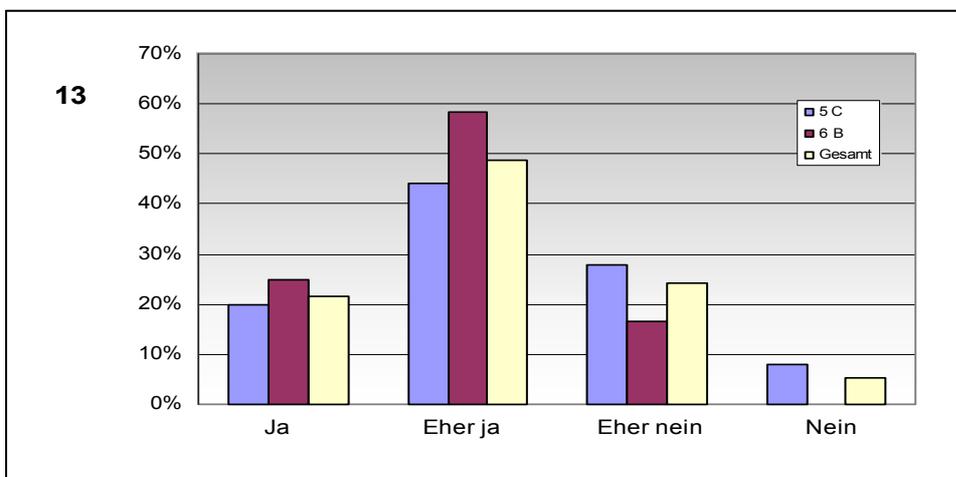
11) Es wurden im Verkehrsprojekt zu viele / ausreichend viele / zu wenig / kaum Beispiele und Themen mit praktischem Wissen durchgenommen.



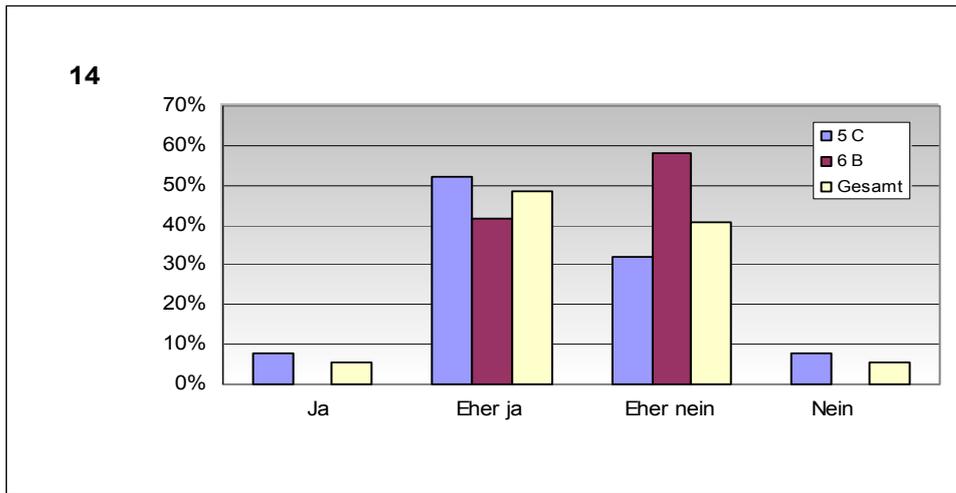
12) Meinst Du, wesentliche Gesetzmäßigkeiten der Mechanik (z.B. Newton's Axiome) verstanden zu haben?



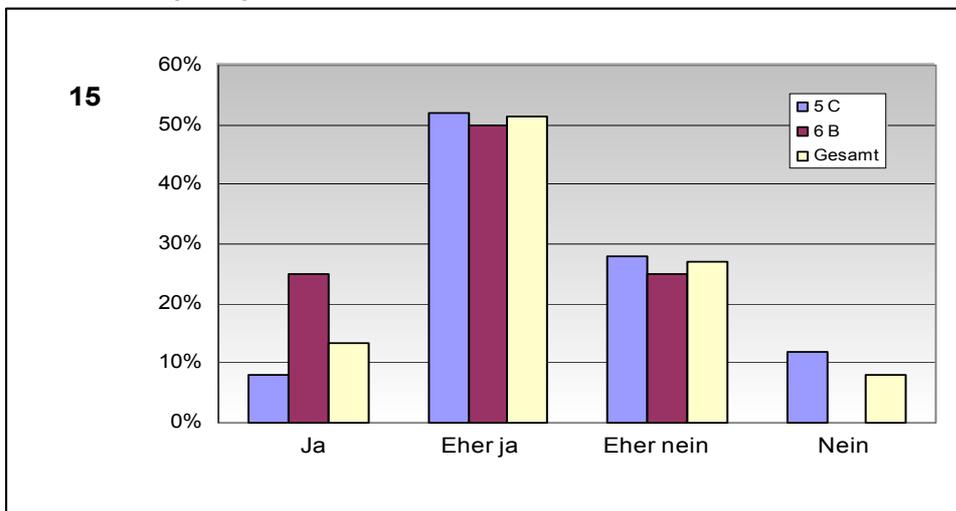
13) Meinst Du, wesentliche Begriffe der Mechanik (z.B. Beschleunigung, Kraft, Arbeit) so verstanden zu haben, dass du sie sinnvoll verwenden kannst?



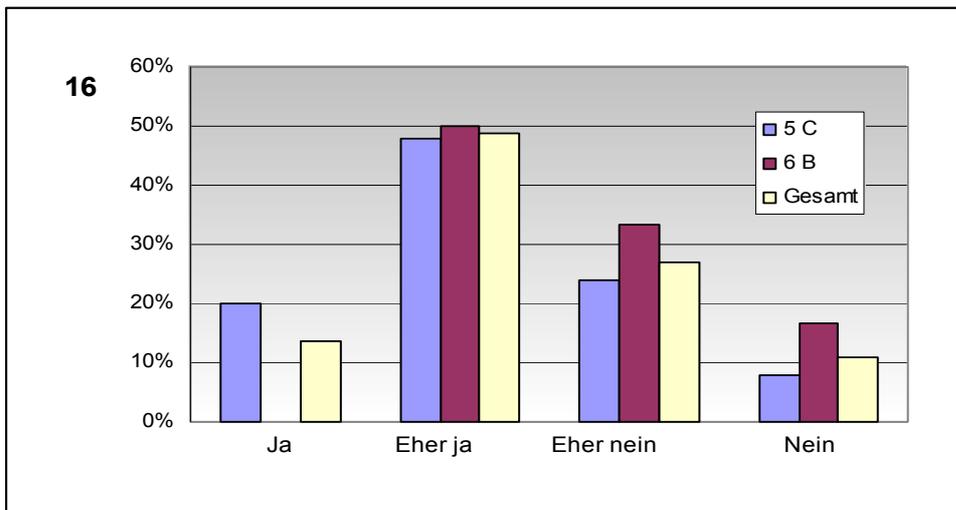
14) Meinst Du, wesentliche Aspekte der Mechanik (z.B. verschiedene Modellbildungen, Diagramme mit Bewegungsgrößen) verstanden zu haben?



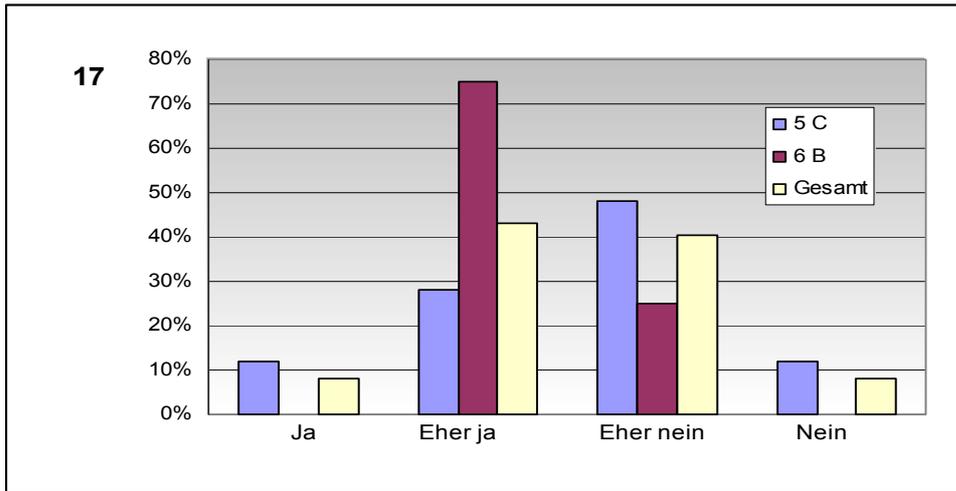
15) Haben Beispiele und Arbeitsblätter mit Verkehrsthemen zum besseren Verständnis der Mechanik beigetragen?



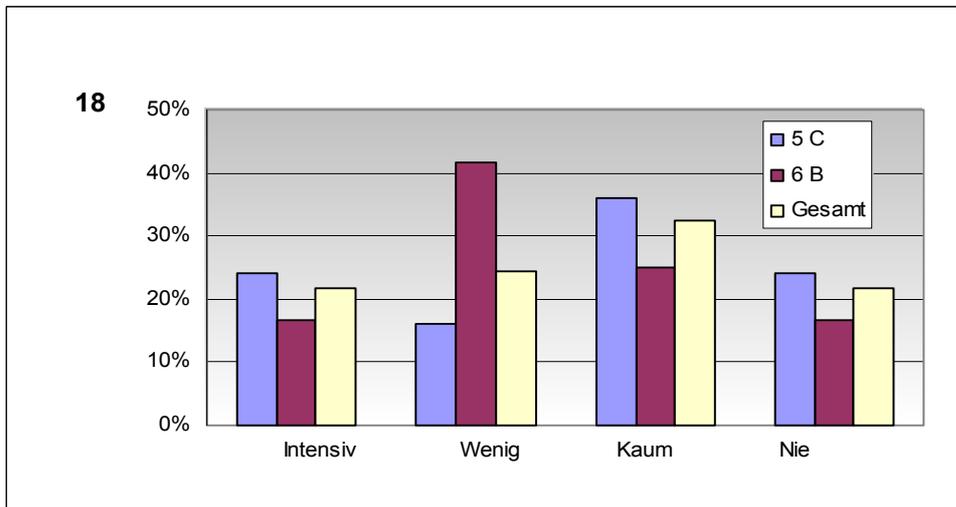
16) Bereiten Dir die physikalische Fachsprache und die richtige Verwendung von Fachausdrücken solche Schwierigkeiten, dass sie dein Interesse an Physik beeinträchtigen?



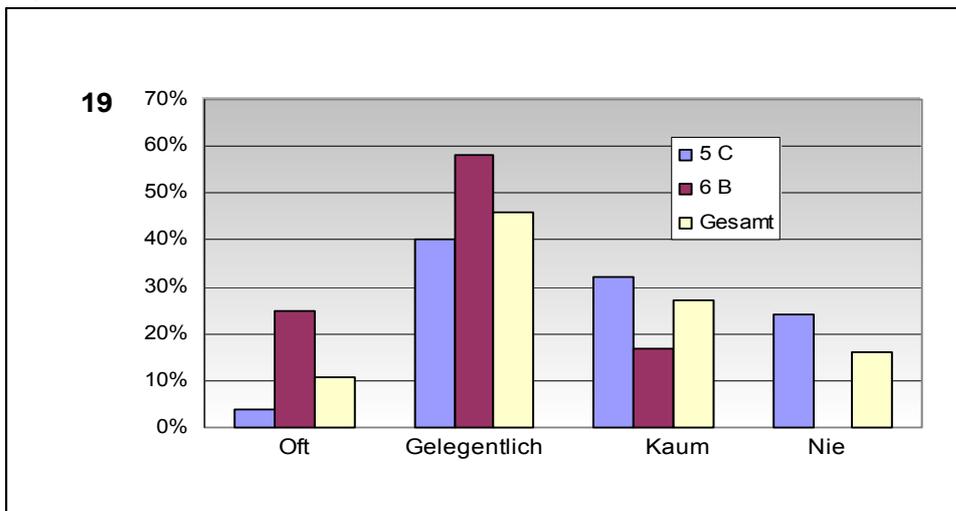
17) Wurdest Du im Verlauf des Verkehrsprojekts bei der Verwendung der Fachsprache und Begriffe sicherer?



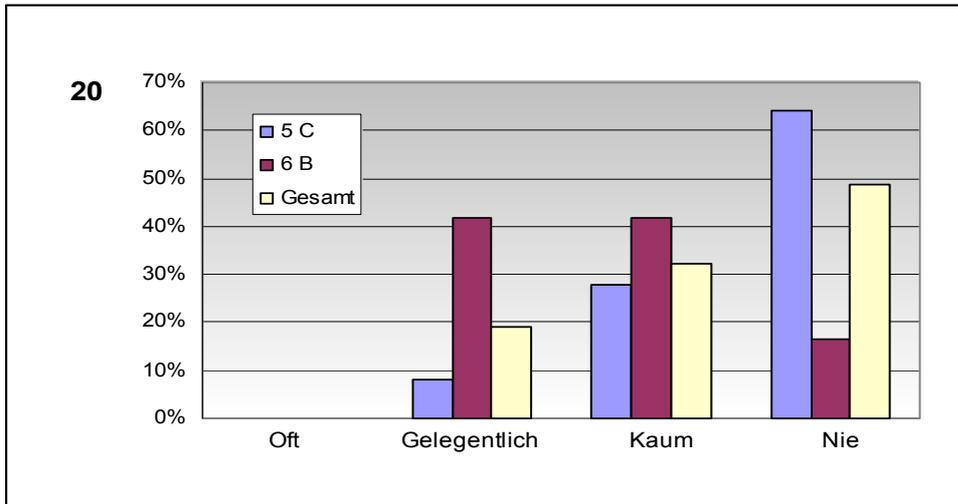
18) Hast Du im Rahmen des Verkehrsprojekts selbst Information gesucht und aufbereitet (Ausarbeitung einer Mappe, einer Präsentation)?



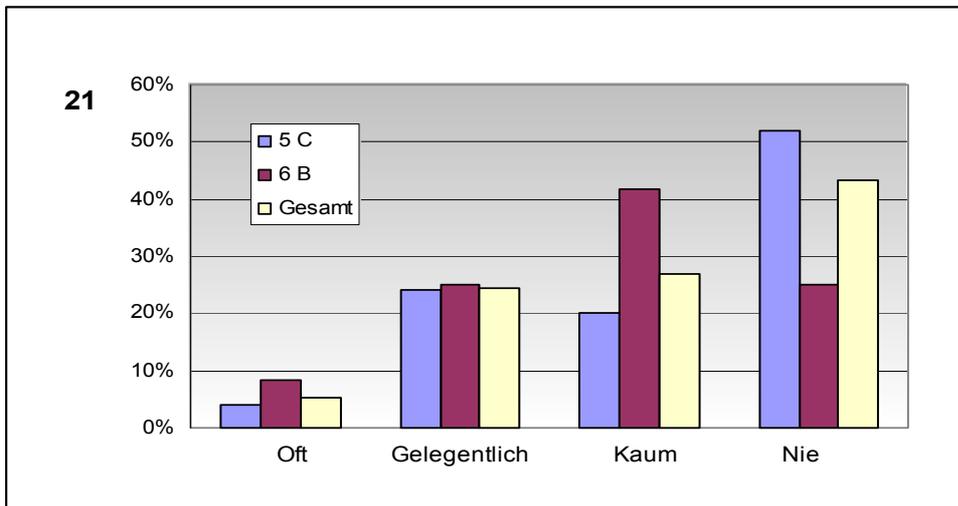
19) Hast du während des Verkehrsprojekts Seiten von www.leifiphysik.de besucht und angesehen?



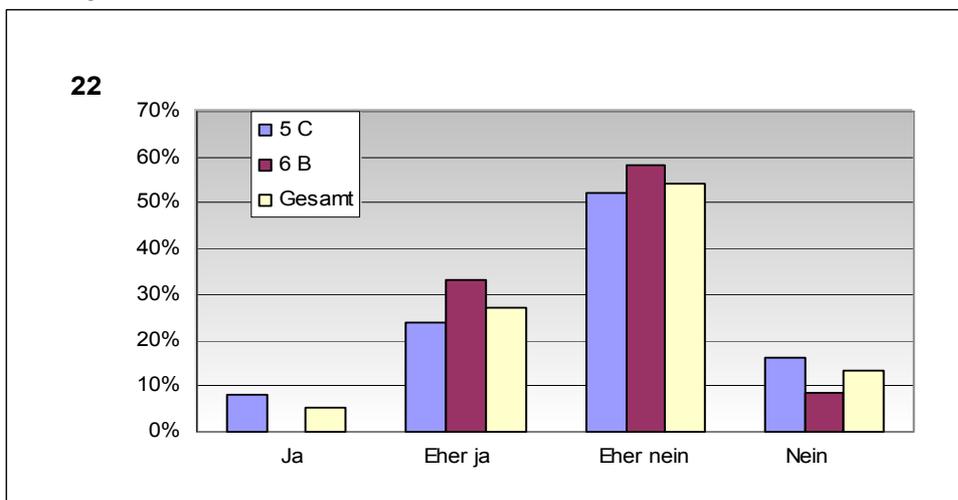
20) Hast du während des Verkehrsprojekts Seiten von www.leifiphysik.de genau studiert?



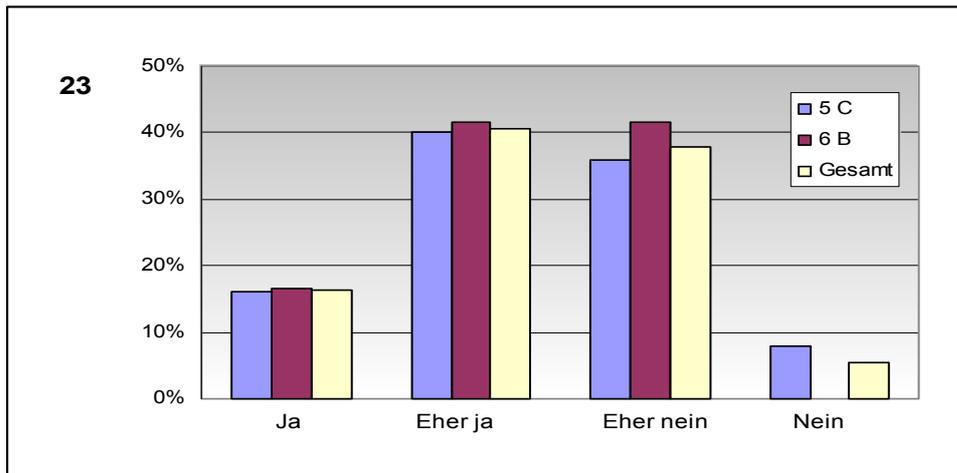
21) Hast du während des Verkehrsprojekts andere Internetseiten zum Thema Verkehr angesehen?



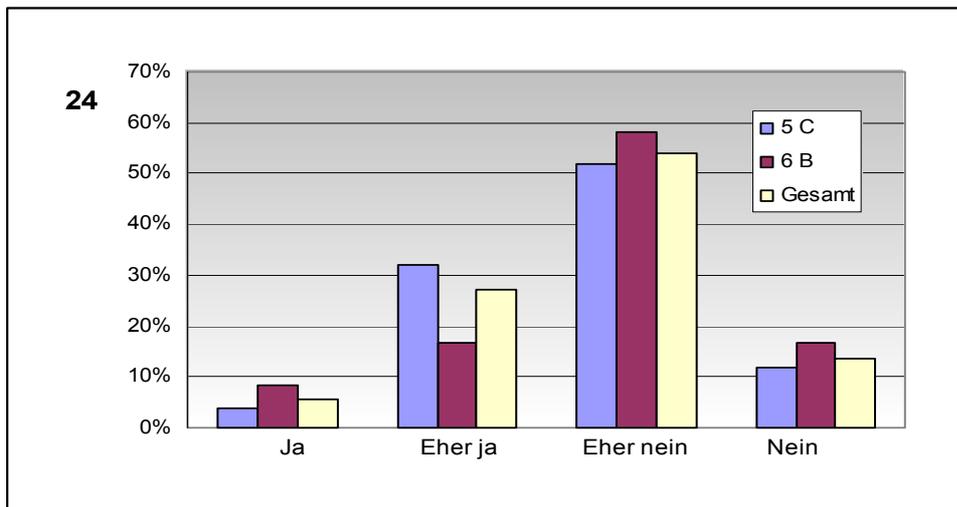
22) Sollte der Lehrer/innenvortrag teilweise durch die eigenständige Bearbeitung naturwissenschaftlich / technischer Fachtexte und Fachinformation von den Schüler/innen ersetzt werden (wobei diese eigenständigen Bearbeitungen ebenfalls Lern- und Prüfungstoff sind)?



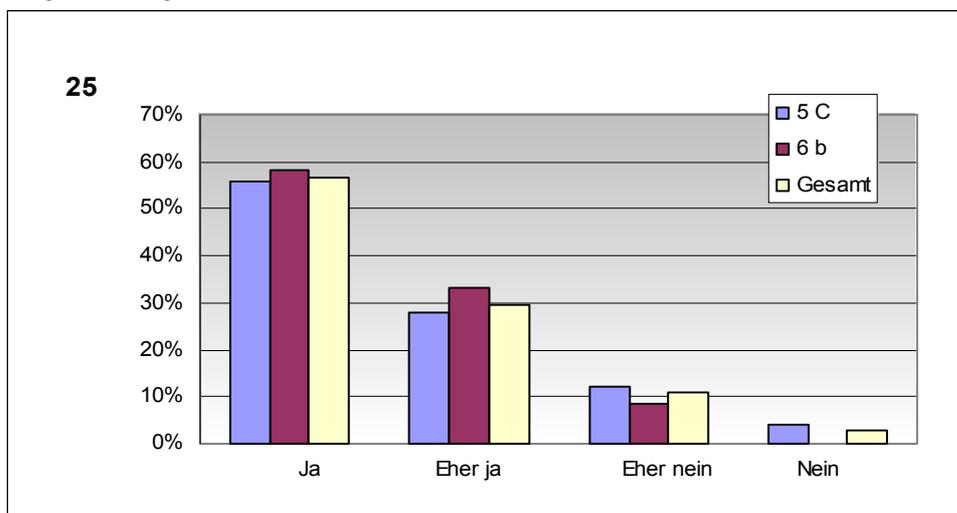
23) Ist eigenständiges Arbeiten bei deiner Auseinandersetzung mit Physik für Dich persönlich motivierend?



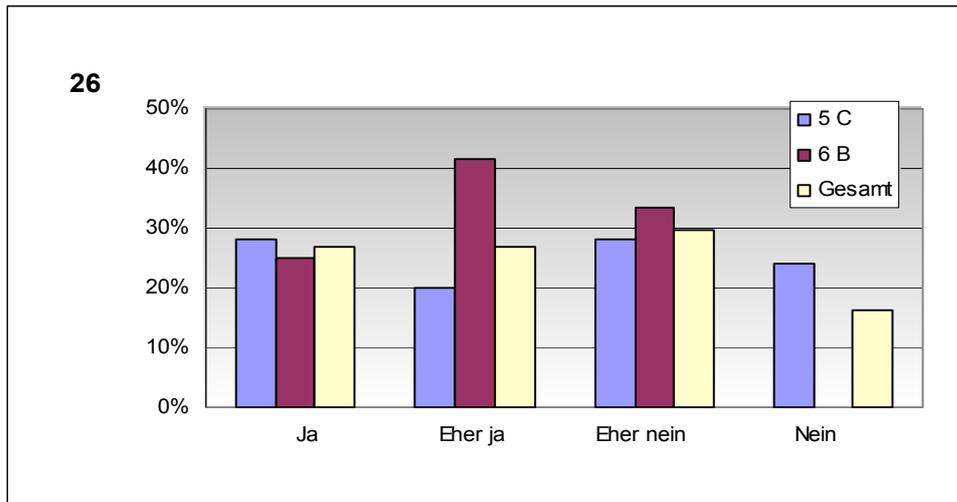
24) Belastet Dich persönlich eigenständiges Arbeiten (Zeitaufwand, Einteilungsschwierigkeiten,...)?



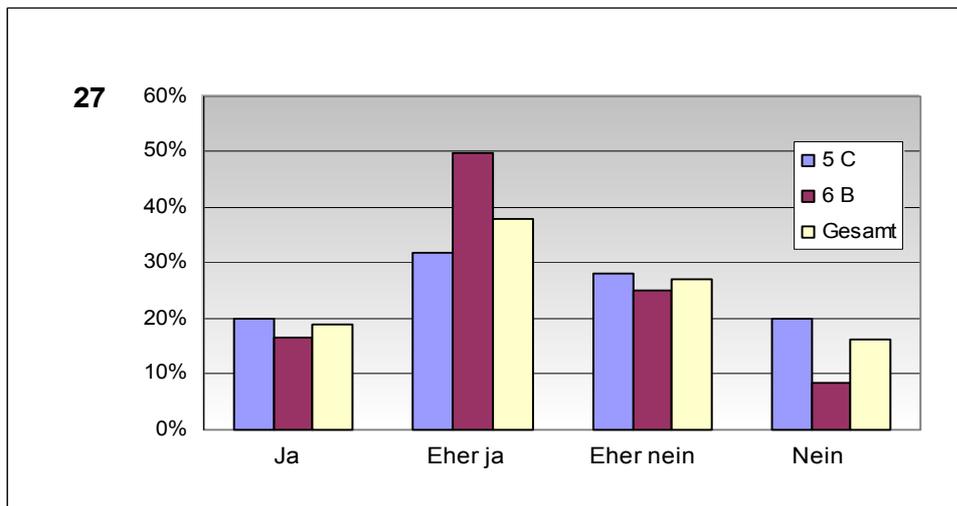
25) Ist die Arbeit in einem Team für Dich vorteilhaft bei der Bearbeitung physikalischer Fragestellungen?



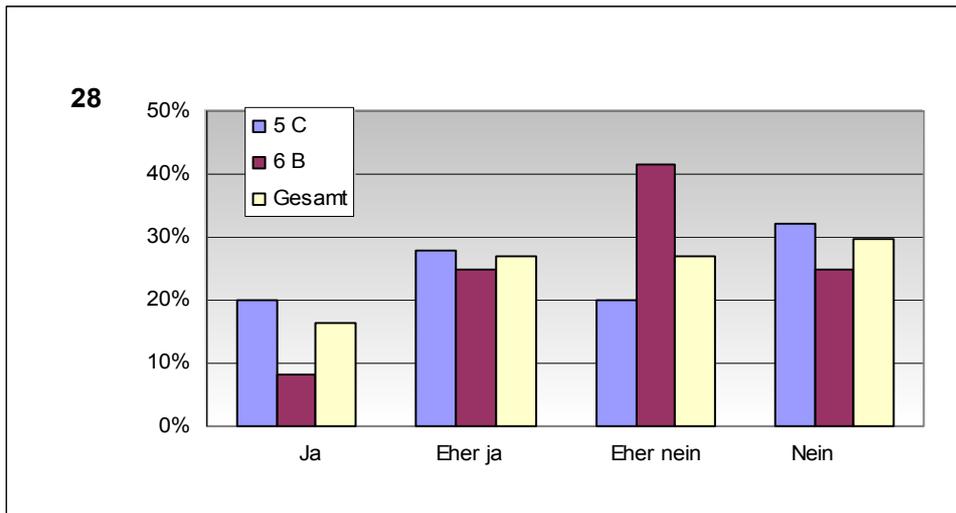
26) Hast du Interesse an wissenschaftlichen Neuigkeiten und/oder neuen technischen Entwicklungen?



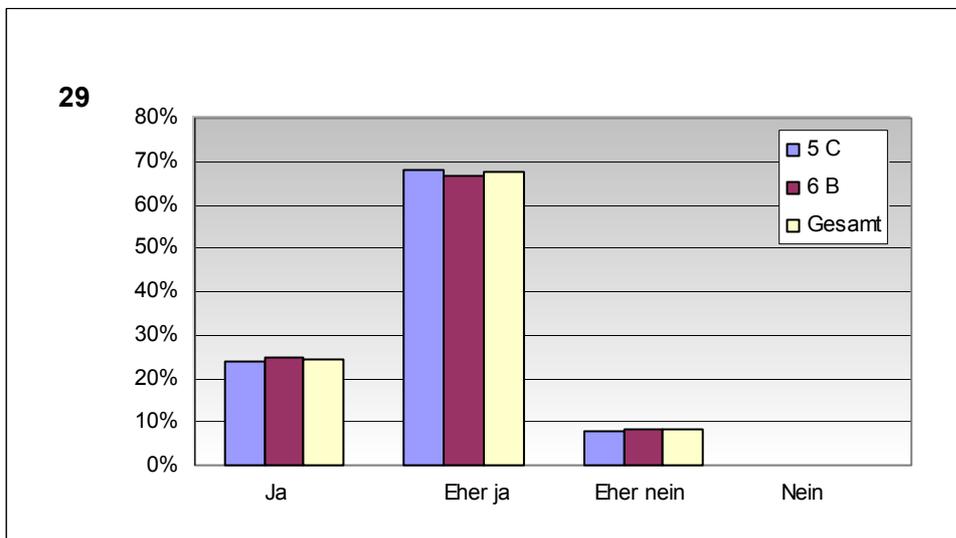
27) Interessiert Dich HI-Tech für Fahrzeuge(z.B. elektronische Sicherheitsmaßnahmen,...) und Verkehr (z.B. Navigation)?



28) Würdest Du Dich in deiner Freizeit mit physikalischen Inhalten auseinandersetzen (Themen ausarbeiten, Versuche machen,...) falls Du dazu motiviert werden würdest(Eigeninteresse, Lehrerwunsch, Note,...)?



29) Sollte eine AHS-Schülerin / ein AHS-Schüler über Grundwissen der Mechanik verfügen?



4.3 Lehrplaninhalte: Kinematik, Dynamik und Energie

	Einfache Bewegungen und ihre Ursachen	Energie und Impuls
Grundgedanken	Bewegung ist messbar - Kräfte ändern eine Bewegung	Energie und Impuls sind Erhaltungsgrößen
Lernziele	<p>Einen Messvorgang durchführen und auswerten können;</p> <p>Gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen beschreiben, graphisch darstellen und berechnen können;</p> <p>Dimensionen von abgeleiteten Größen</p>	<p>Mechanische Arbeit definieren und auf einfache Beispiele anwenden können;</p> <p>Energie und Impuls als fundamentale Austauschgrößen begreifen;</p> <p>Die Bedeutung der Erhaltungssätze</p>

	<p>bestimmen können; skalare und vektorielle Größen unterscheiden können;</p> <p>Kräfte als Ursache von Bewegungs- und Formänderungen erkennen;</p> <p>Kenntnisse der Mechanik auf das Verkehrsverhalten anwenden können.</p> <p>Zusätzlich im RG: Den Einfluss der Reibung auf die Bewegung erkennen;</p> <p>Am Begriff des „materiellen Punktes“ die Zuverlässigkeit und Zweckmäßigkeit von Modellvorstellungen erläutern können.</p>	<p>der Physik, im besonderen jener für Energie und Impuls erkennen;</p> <p>Energie- und Impulssatz qualitativ und an einfachen Beispielen auch quantitativ anwenden können.</p> <p>Zusätzlich im RG: Energie- und Impulssatz zur Herleitung der Stoßgesetze benützen können;</p> <p>Antrieb durch Rückstoß als Folge des Impulssatzes verstehen.</p>
Lerninhalte	<p>Modell des materiellen Punktes, Bahn, Geschwindigkeit, Beschleunigung; Grundversuche zur Bewegungslehre; graphische Darstellung von Bewegungen; Dimensionsbetrachtungen, abgeleitete Größen und ihre Einheiten; Skalare und Vektoren in der Bewegungslehre; Grundgleichungen der Mechanik, Inertialsysteme; Kraft, Federkraft, Reibung, Masse und Gewicht; zusammengesetzte Bewegung. Anhaltstrecke, Überholstrecke.</p> <p>Zusätzlich im RG: Bewegungsaufgaben etwa aus Straßenverkehr, Biologie oder Sport; Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aus Mikro- und Makrokosmos.</p>	<p>Hub-, Beschleunigungs- und Dehnungsarbeit; Beispiele aus der Erfahrungswelt der Schüler; Unterscheidung der Begriffe Arbeit und Leistung; kinetische und potentielle Energie; Energieerhaltung, Perpetuum mobile erster Art; Impuls und Impulserhaltung; Verkehrssicherheit.</p> <p>Zusätzlich im RG: Dissipative Systeme. Elastischer und unelastischer zentraler Stoß, Reflexionsgesetz; Fortbewegung von Lebewesen und Fahrzeugen in Wasser und Luft; Wirkungsgrad; Rückstoßprinzip.</p>

4.4 Bildungs- und Lehraufgabe der Physik

Bisheriger Lehrplan, gültig für alle Oberstufenklassen bis einschließlich 2003/2004, auslaufend bis 2006/2007.

Der Unterricht in Physik soll zum Erreichen der folgenden Ziele beitragen, die sowohl fachspezifische als auch fächerübergreifende Aspekte enthalten.

Fachübergreifende Ziele

1. Zur Befähigung der Schüler zur Mündigkeit und zu Verantwortungsbewusstsein sich selbst gegenüber:

- Fähigkeit, die Wechselbeziehungen zwischen Naturwissenschaften, Technik, Gesellschaft und Politik zu erkennen und kritisch zu beurteilen.
- Erkennen, dass Forschung und Verantwortung untrennbar sind. Bereitschaft und Fähigkeit, konstruktiv zu Problemlösungen beizutragen. Im Besonderen auch die Bereitschaft zuzuhören und auf andere einzugehen.
- Einsicht in die Stellung des Menschen in der Natur und im Kosmos gewinnen.
- Fähigkeit, durch richtiges Einschätzen von Gefahren zur Unfallverhütung

beizutragen.

2. Zur Befähigung der Schüler zu Verantwortungsbewusstsein gegenüber der Mitwelt und der Umwelt:

- Erkennen, dass zwischen dem Stand naturwissenschaftlicher Forschung (mit Einschluss der Grundlagenforschung) in einem Staat und dessen wirtschaftlicher und politischer Bedeutung ein Zusammenhang besteht.
- Erkennen der Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit zwischen Forschern und Politikern bei Entscheidungsprozessen.
- Erkennen, dass Naturwissenschaft das Ergebnis der Arbeit zahlreicher Menschen aus vielen Nationen ist und daher die Zusammenarbeit und Verständigung zwischen den Völkern fördert.
- Einsicht, dass Forschung von der Öffentlichkeit unterstützt, aber auch kontrolliert werden muss.
- Einsicht, in welcher Weise die Auswirkungen der naturwissenschaftlich-technischen Entwicklung unsere Umwelt verändern.
- Den Einfluss der Naturwissenschaften auf die Geisteshaltung der Menschheit erfassen.

3. Zur Befähigung der Schüler, notwendige Einsichten, grundlegende Verfahrensweisen und Haltungen als Voraussetzung wissenschaftlichen Arbeitens zu gewinnen:

- Bereitschaft und Fähigkeit, naturwissenschaftliche Probleme zu erkennen und mit geeigneten Mitteln Lösungsversuche anzustellen.
- Fähigkeit, erworbene Kenntnisse auf verwandte Probleme anzuwenden und Analogien zu erkennen.
- Einsicht in die Arbeitsweise der Technik anhand bestimmter technischer Entwicklungen.
- Kenntnis von Beiträgen österreichischer Forscher.
- Erreichen eines rationalen Verhaltens im Sinne der empirisch-analytischen Wissenschaften durch Kenntnis und Einübung von naturwissenschaftlichen Verfahrensweisen.
- Fähigkeit, Informationen aufzusuchen, zu verarbeiten und weiterzugeben.
- Fähigkeit, Arbeiten in der Gruppe zu organisieren und durchzuführen.

Fachspezifische Ziele:

1. Wissen und Verständnis:

- Grundlegende physikalische Erscheinungen und Versuche in ihrem Ablauf beschreiben können.
- Physikalische Größen und Begriffe definieren sowie bei den Größen Messvorschriften und Definitionsgleichungen angeben können. Kenntnis der Größenordnungen physikalischer Daten.
- Verstehen physikalischer Erscheinungen des Alltags.
- Verständnis der physikalischen Grundlagen technischer Geräte.
- Kenntnis der physikalischen Modellvorstellungen und ihrer Aussagekraft.
- Kenntnis der Grundzüge der historischen Entwicklung der Physik, insbesondere den Beitrag österreichischer Physiker.

2. Fähigkeiten und Fertigkeiten:

- Fähigkeit, genau zu beobachten, Einzelheiten zu sehen und das Beobachtete sprachlich richtig wiederzugeben.
- Fähigkeit, einfache Experimente durchzuführen und Ergebnisse zu interpretieren.

- Erkennen von Messfehlern und Abschätzen ihrer Einflüsse.
- Fertigkeit im Gebrauch der Mathematik zur Beschreibung physikalischer Zusammenhänge.
- Fertigkeit in der graphischen Darstellung von Messreihen sowie in der Auswertung von Graphen.
- Fertigkeit in der Lösung einfacher physikalischer Aufgaben.
- Fähigkeit, physikalische Vorgänge mit Hilfe bekannter Gesetze oder bekannter Modelle zu erklären.
- Fähigkeit, aus bekannten Gesetzen und Modellen Vorhersagen über den Ausgang eines Versuchs zu machen.
- Fähigkeit, im Zusammenhang mit den Lerninhalten ein Referat selbständig zu erarbeiten.

3. Einsichten, Bewertungen und Haltungen:

- Fähigkeit, Ergebnisse und Verfahrensweisen der Physik in ihrer technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bedeutung zu beurteilen.
- Fähigkeit, Informationen und Darbietungen der Massenmedien sachlich zu beurteilen.
- Bereitschaft zur Kommunikation und Kooperation beim Beobachten, Experimentieren und Forschen.
- Erreichen eines energie- und umweltbewussten Verhaltens auf Grund gewonnener Einsichten.
- Einsicht, dass persönliche Weiterbildung auf dem Wissensgebiet der Physik notwendig ist.
- Einsicht, dass physikalische Denkweisen unter dem Zwang neuer Erkenntnisse modifiziert werden müssen.
- Einsicht, dass physikalisches Wissen für demokratische Entscheidungsprozesse unerlässlich ist.
- Einsicht, dass die Naturwissenschaften und damit auch die Physik einen wesentlichen Teil der menschlichen Kultur darstellen.

Neuer Lehrplan (BGBl. II Nr. 277/2004 v. 8. 7. 2004), gültig für die Oberstufe aufsteigend ab 2004/2005

Vorbemerkung: Der neue Lehrplan für die AHS-Oberstufe repräsentiert deutlich Ergebnisse des Schwerpunktprogramms S1 – Grundbildung von IMST².

Der Physikunterricht hat zum allgemeinen Bildungsauftrag der Schule, insbesondere der Befähigung zum selbstständigen Wissenserwerb, dem verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt und der verantwortlichen, rationalen Mitwirkung an gesellschaftlichen Entscheidungen fachspezifisch beizutragen und damit in besonderer Weise den Erwerb von Schlüsselqualifikationen und dynamischen Fähigkeiten zu fördern.

Die Schülerinnen und Schüler sollen eine rationale Weltsicht erwerben, aktiv die spezifische Arbeitsweise der Physik und ihre Bedeutung als Grundlagenwissenschaft erkennen und damit beurteilen lernen, welche Beiträge zu persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungen physikalische Methoden liefern können. Weiters sollen sie die Bedeutung physikalischer Phänomene und Konzepte im Alltag und in der Umwelt und für die Welterkenntnis erfassen und für ihre Lebensgestaltung

nutzen. Dadurch sollen die Schülerinnen und Schüler Einblicke in die Vorläufigkeit von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen erhalten und die Bedeutung neuer Sichtweisen bei anstehenden Problemen (Paradigmenwechsel) sowie die Physik als schöpferische Leistung der Menschheit und damit als Kulturgut erkennen. Der Physikunterricht hat einen wichtigen Beitrag zur Berufsorientierung und der persönlichen Berufswahl zu leisten.

Ziel des Physikunterrichts ist daher die Vermittlung des nötigen Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik und keinesfalls nur das Informieren über sämtliche Teilgebiete der Physik.

Das Ziel ist der Erwerb folgender Fähigkeiten, Fertigkeiten und Werthaltungen:

- Informationen sammeln, hinterfragen und argumentieren können
- eigene Arbeiten zielgruppengerecht präsentieren können
- Problemlösungsstrategien einzeln und im Team entwickeln können
- eigenständig arbeiten können
- umweltbewusst handeln können
- mit Expertinnen und Experten sprechen, Expertenmeinungen hinterfragen und grundlegendes Fachvokabular richtig anwenden können
- physikalische Zusammenhänge darstellen können
- Diagramme erstellen und interpretieren können
- konzeptuales Wissen anwenden können
- fachbezogene Fragen formulieren können
- einfache Experimente planen und durchführen können
- Hypothesen entwickeln, einschätzen und diskutieren können
- Gefahren erkennen, einschätzen und sicherheitsbewusst handeln können

Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:

Die bereits im Lehrplan der Unterstufe definierten Beiträge sind altersadäquat weiter zu entwickeln und zu vertiefen.

Beiträge zu den Bildungsbereichen:

Natur und Technik:

Einsichten in die Ursachen von Naturerscheinungen und daraus abgeleiteten, zugehörigen physikalischen Gesetzmäßigkeiten gewinnen; Kausalitätsdenken und Erkennen der Grenzen der Vorhersagbarkeit auf Grund von praktisch bzw. prinzipiell unvollständigen Systeminformationen entwickeln; Physik als Grundlage der Technik verstehen.

Sprache und Kommunikation:

Ein Grundvokabular physikalischer Begriffe als zusätzliche Form der Kommunikation innerhalb und außerhalb des fachwissenschaftlichen Bereiches erwerben; zwischen Alltagssprache und Fachsprache differenzieren können; Einsicht in die Notwendigkeit und Mächtigkeit symbolischer Beschreibungen gewinnen; physikalische Sachverhalte beschreiben, protokollieren, argumentieren und präsentieren können; das Ringen um naturwissenschaftliche Erkenntnisse auch im Spiegel künstlerischer Auseinandersetzungen, etwa in Romanen und Dramen, einsehen.

Mensch und Gesellschaft:

Physik als Grundlagenwissenschaft (Welterkenntnis) und als angewandte Wissenschaft (Weltgestaltung) verstehen; Verantwortung für den nachhaltigen Umgang mit materiellen und energetischen Ressourcen übernehmen; ethische Maßstäbe in der gesellschaftsrelevanten Umsetzung physikalischer Erkenntnisse beachten; rationale Kritikfähigkeit bei gesellschaftlichen Problemen (zB Klimawandel, Elektrosmog, ionisierende Strahlung) entwickeln.

Kreativität und Gestaltung:

Hypothesenbildung und Problemlösen als kreative Prozesse verstehen; Prinzipielles über physikalische Grundlagen der Wahrnehmung wissen; sich mit künstlerischen Umsetzungen physikalischer Konzepte aus einander setzen

Gesundheit und Bewegung:

Grundlagen für gesundheitsförderndes Verhalten (zB Biomechanik) verstehen; Sicherheitsbewusstsein in Haushalt und Verkehr entwickeln.

Didaktische Grundsätze:

Die Lehrerinnen und Lehrer haben den Bildungsprozess durch Einbettung der Lehrinhalte in lebensweltbezogene Themenbereiche zu unterstützen und so einer verfrühten Abstraktion vorzubeugen. Dabei ist der erhöhte Abstraktionsgrad moderner physikalischer Inhalte durch verstärkte Nutzung von Analogien und audiovisuellen Medien zu kompensieren.

Die Themenwahl ist an folgenden Zielbereichen physikalischer Grundbildung zu orientieren:

- Physik und Gesellschaft: Verantwortungsbewusstes gesellschaftspolitisches Handeln und sachbezogene öffentliche Diskussion physikalischer Technologien
- Physik im Alltag: Beherrschen und Verstehen der Grundprinzipien einfacher physikalischtechnischer Geräte und Systeme im Alltag
- Physik als Erlebnis: Bereicherung des gefühlsmäßigen Erlebens von Natur und Technik und subjektiv befriedigende Beschäftigung mit Physik
- Physik als Wissenschaft: Der Förderung des intellektuellen Persönlichkeitsbereiches dienende, in der Tradition der Wissenschaft Physik stehende Beschäftigung mit Physik
- Physik und Beruf: Übersicht über und Grundlagenqualifikation für den beruflichen Bereich

Die Wahl der Themen hat sich an der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler und an Anwendungsbereichen der Physik zu orientieren und zu übergeordneten Einsichten zu führen. Dabei ist unter Betonung der jeweils maßgeblichen Konzepte ein physikalisches Verständnis wesentlicher Vorgänge in Natur und Technik mit Schwerpunkten in Bereichen der klassischen Physik (5. und 6.

Klasse) bzw. in Bereichen der modernen Physik (7. und 8. Klasse) aufzubauen.

Bei der Methodenwahl sind folgende Leitlinien zu berücksichtigen:

- empirisch arbeiten und erfahrungsgelenkt lernen: Das Zusammenspiel von Beobachtung, Hypothesenbildung und überprüfendem Experimentieren sowie die Formulierung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten als physikalische Methode hat in allen Formen des Unterrichts deutlich zu werden
- situiert und an Hand authentischer Probleme lernen: Realistische und für die Schülerinnen und Schüler relevante Probleme motivieren zum Erwerb neuen Wissens; Dabei ist die oft verschiedene Interessenslage von Burschen und Mädchen zu beachten; auf aktuelle Probleme ist einzugehen
- in vielfältigen Zusammenhängen lernen: Neu erworbene Kenntnisse sind in vielfältigen Anwendungen zu festigen und damit über den Unterrichts Anlass hinaus abzusichern
- unter vielfältigen Blickwinkeln lernen: Auf Grund der in realistischen Problemen immer unvollständigen Informationen müssen Fakten gewichtet werden; Unterschiedliche Gewichtungen führen zu unterschiedlichen Schlüssen, und damit beispielsweise zur Frage, wie mit divergierenden Expertenansichten umgegangen werden kann

- im sozialen Umfeld lernen: Gemeinsames Lernen und Lösen von Problemen wie auch Kooperation von Schülerinnen und Schülern mit Expertinnen und Experten bereitet auf analoge Situationen im späteren Leben vor
- mit instruktionaler Unterstützung lernen: Die Gewichtung zwischen angeleitetem und eigenverantwortlichem Lernen ist dem Leistungsvermögen und dem Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler anzupassen

Entsprechend der Zukunftsorientierung des Unterrichts sind auch moderne Methoden der Informationsbeschaffung, der Datenerfassung (Messen, Steuern, Regeln) und –verarbeitung sowie der Modellbildung im Unterricht einzusetzen.

Die im Lehrstoff angeführten Konzepte sind schülerzentriert, ausgehend vom Vorwissen und von den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler in ihrer natürlichen und technisierten Umwelt, anhand von geeigneten Themen, für die die Lehrerinnen und Lehrer letztverantwortlich sind, zu erarbeiten. Dabei ist exemplarisch an mindestens einer Thematik pro Schulstufe eine größere Erklärungstiefe anzustreben und vermehrte Möglichkeit zur eigenständigen Befassung zu geben. Dies ist nach Möglichkeit auch fächerübergreifend durchzuführen.

Durch das wiederholte Aufgreifen und Vernetzen von Konzepten und Grundbegriffen in verschiedenen Zusammenhängen soll das Erreichen der physikalischen Bildungsziele sichergestellt werden.

Mathematisierung als spezifische physikalische Arbeitsweise bedeutet das Durchlaufen verschiedener Stufen zunehmender Abstraktion von der Gegenstandsebene über bildliche, sprachliche und symbolische Ebenen zur formal-mathematischen Ebene. Für das Verständnis sind die nichtformalen Ebenen wichtig, während der mathematischen Ebene für die Anwendung (Vorhersage) besondere Bedeutung zukommt.

5 LITERATUR

IN-SCRIPT – Die Unit für Bildung und Information der Kohtes Klewes Bonn GmbH:
Profi(l) im Verkehr. Bonn 2000

KOUBEK, LO, FLOR, MAYER, REHATSCHEK: Am Anfang war Mechanik -
Ein multimedialer Lernkurs für die Oberstufe und den Studienanfang. ÖBV+HPT,
Wien. ISBN 3-209-02828-1

KUNZE, TENTSCHERT: Themenheft Projekt Verkehr. ÖBV+HPT, Wien.
ISBN 3-209-02711-0

MANDL Heinz, REINMANN-ROTHMEIER Gabi, GRÄSEL Cornelia: Pädagogische
Grundannahmen für die Entwicklung einer Lernkultur. In: Gutachten zur Vorbereitung
des Programms "Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und
Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse (SEMIK)". BLK, Bonn 1998

SCHLICHTING, H. Joachim: Physik - eine Perspektive der Realität. Probleme des
Physikunterrichts (Teil 1 u. 2). In: Physik in der Schule 34/9,283- 288 und 34/10, 339-
342 (1996).

SCHLICHTING, H. Joachim: Die physikalische Dimension des Sports.
In: Naturwissenschaften im Unterricht- Physik 3/12, 4 (1992).

SKOWRONEK, Helmut: Psychologische Grundlagen einer Didaktik der
Denkerziehung. Kognitive Prozesse und kognitive Strukturen. Schroedel, Hann, 1982

LEHRPLÄNE PHYSIK im Vergleich

Österreich:

http://www.bmbwk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Lehrplaene_der_Allgemein2102.xml

Bremen: http://didaktik.physik.uni-bremen.de/niedderer/rrl/rrl_text/rrl.html

Rheinland Pfalz: <http://bildung-rp.de/lehrplaene/alleplaene/physik-gym-oberstufe.pdf>

Bayern: <http://didaktik.physik.uni-wuerzburg.de/~pkrahmer/home/phy23.html>

Internetseiten

<http://www.fwu.de/semik/start/index.html> : Systematische Einbeziehung von Medien,
Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse

<http://www.physik-im-kontext.de>

<http://bebis.cidsnet.de/weiterbildung/sps/allgemein/bausteine/themen.htm>