

Einführung in die Mechanik über die Statik

Ein kontextbezogener Zugang zur Mechanik
für die Sekundarstufe 1

Berlin

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN



Impressum

Berlin, 7. Mai 2007

Herausgeber

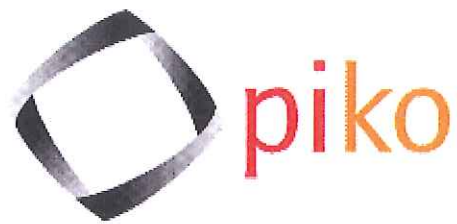
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik
Didaktik der Physik
Newtonstr. 15
12489 Berlin

Autoren

Dreilinden Gymnasium: Gabriele Krüger, Dagmar Potratz
Gottfried-Keller-Gymnasium: Gunther Wapler, Christian Glagow
Humboldt Oberschule: Ando Ribbeck
Humboldt Universität: Franz Boczianowski, Prof. Lutz-Helmut Schön
Menzel Gymnasium: Dr. Peter Schulze
Theodor-Haubach-Schule: Petra Brostowski, Anke Dahlke, Peter König
Walter-Gropius-Schule: Gabriela Ernst, Andrea Kaiser, Ulrich Wieland, Detlef Skirke
John-Lennon-Schule: Helmke Schulze

Kontakt

Humboldt-Universität zu Berlin, Didaktik der Physik
Franz Boczianowski, bocziano@physik.hu-berlin.de
Newtonstr.15 / 12489 Berlin / Tel 030.2093-8045 / fax-7795



„**Physik im Kontext**“ (piko) ist ein Programm*, das die naturwissenschaftliche Grundbildung von Schülerinnen und Schülern durch Physikunterricht fördern will. Dabei arbeiten erfahrene Lehrkräfte und Fachdidaktiker gemeinsam in sogenannten „Schulsets“ an der Entwicklung von neuen Unterrichtskonzepten und Materialien, die sich an drei Leitlinien orientieren:

1. Entwicklung einer neuen Lehr-Lern-Kultur: Ein methodisch vielfältiger und auf die Lernziele abgestimmter Unterricht bietet Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Zugänge zu einem Thema, hilft bei der Überwindung von Lernschwierigkeiten und kann selbstgesteuertes Lernen ermöglichen. Die Anbindung an Alltagskontexte fördert Interesse und Motivation.

2. Förderung des naturwissenschaftlichen Denkens, Arbeitens und Anwendens: Ein grundlegendes Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen kann Schülerinnen und Schüler zu eigenständiger Arbeit befähigen sowie die Anwendung schulischen Wissens in der Auseinandersetzung mit Problemen aus Alltag und Lebenswelt fördern.

3. Integration von Themen aus dem Bereich moderne Physik/Technologien: Moderne Themen können als Anwendungskontexte das Interesse von Schülerinnen und Schülern fördern. In höheren Jahrgangsstufen kann darüber hinaus ein Grundverständnis für moderne theoretische Perspektiven entwickelt werden. Die vorliegende Handreichung ist ein Produkt der piko-Arbeit im Schulset

* Das Programm wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel in Kooperation mit den Universitäten Kassel und Paderborn, der Humboldt-Universität zu Berlin und der Pädagogischen Hochschule in Ludwigsburg durchgeführt.



Einführung in die Mechanik über die Statik für die 7./8. Klasse

Bezug zu Bildungsstandards/Rahmenplan

Klasse 7/8: Mechanik¹ - insgesamt geplant 25 Stunden

- | | |
|---|--|
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ○ aus den Wirkungen auf das Vorhandensein von Kräften schliessen können. ○ Bewegungsänderungen; Verformungen. ○ Kräfte nach Betrag, Angriffspunkt und Richtung unterscheiden können. ○ Kräfte, u.a. Gewichtskraft. ○ mit Federkraftmessern umgehen können. ○ Gewichtskraft und Masse unterscheiden können. ○ Dichte als Stoffeigenschaft kennen, Masse; Dichte als Materialkonstante |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> ○ einfache Maschinenelemente als Kraftwandler erklären können; ○ Hebelgesetz anwenden können. ○ feste und lose Rolle; ○ Hebel. |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> ○ die Begriffe Arbeit und Leistung von der Umgangssprache absetzen und fachlich korrekt anwenden können. ○ mechanische Energieformen kennen. ○ mechanische Arbeit und Leistung ○ Anwendungen, einfache Berechnungen. ○ Lage- und Bewegungsenergie in qualitativer Form ○ Hinführung zum Energieerhaltungssatz |

Rahmenlehrplan Klassenstufe 7/8:

- Pflichtthema 5: Vom Tragen zur Goldenen Regel der Mechanik
- Wahlthema 5: Brücken zur Mechanik

Bei dem unten verfolgten Ansatz wird das Wahlthema: P1: Experimentieren und Protokollieren ebenfalls behandelt.

Eine Vielzahl von Phänomenen und technischen Anwendungen basieren auf dem Wirken von Kräften. Grundlegende Begriffe aus der Physik sind zur Beschreibung der betrachteten Phänomene geeignet und werden zunehmend bewusst zur Beschreibung von Vorgängen verwendet. Den Schülerinnen und Schülern soll durch den Praxisbezug, eine hohe Anschaulichkeit und Experimenten Gelegenheit gegeben werden, Vorgänge wahrzunehmen und Zusammenhänge zu erkennen.

Kompetenzbezug:

Die Schülerinnen und Schüler

- | | |
|-----|--|
| I | <ul style="list-style-type: none"> - erleben, spüren und interpretieren Gegebenheiten als Kraftwirkungen. - unterscheiden Kräfte bzgl. ihrer Art, ihrer Größe und ihrer Wirkungslinie. - bewerten Möglichkeiten zur Kraftmessung. - recherchieren, präsentieren und nutzen Werkzeuge zur Bewegung von großen Massen - erkennen und benennen mechanische Arbeit in Alltagsbeispielen und unterscheiden sie bzgl. ihrer Größe. |
| II | <ul style="list-style-type: none"> - entwickeln und bewerten Alternativen zur Kraftmessung. - analysieren Experimente und nutzen dazu Beschreibungsgrößen der Mechanik - untersuchen Bauwerke hinsichtlich ihrer Statik. - nutzen Kraftwandler. - wenden Kenntnisse zur Konstruktion von Eigenbauten an. - interpretieren die Energie als Arbeitsvermögen und berechnen Aufgaben aus der Praxis zur mechanischen Arbeit. |
| III | <ul style="list-style-type: none"> - schließen aus Messreihen auf die Grenzen des Hookeschen Gesetzes. - lösen, bewerten und präsentieren Lösungen zu Anwendungsaufgaben mit Hilfe der Vektorenaddition. - deuten Versuchsergebnisse und argumentieren mit dem Drehmoment. |

¹ Rahmenplan Physik, Land Berlin: Quelle: http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_physik.pdf

Ziele der Unterrichtseinheit	
Inhaltliche Schwerpunkte	Methodische Schwerpunkte
- Beobachten und Beschreiben einfacher physikalischer Phänomene; - Planung, Durchführung und Auswertung von eigenständigen Experimenten - Messen und Vergleichen physikalischer Größen; - Konstruieren und Reflektieren von gegenständlichen Modellen; - Entwickeln und Anwenden von Regeln – Goldene Regel – zur Erklärung einfacher Anwendungen	- Schülerorientierte Methoden, die den Schülerinnen und Schülern viel Raum geben für: - selbstständiges Forschen und Erkunden; - das Bauen von gegenständlichen Modellen - selbstständiges Entwickeln von Ideen. - Beispiele: Gruppenarbeit, Lernen an Stationen; Forschertätigkeiten
Unterrichtsbausteine	
Zeit / Unterrichtsstunden	Unterrichtsbaustein
1	Tragen von Lasten
2	Stütze, Träger, Seil
10	Kräfte als Pfeile / Addition und Zerlegung von Kräften
5	Stabile Dreiecke - Brücken
wahlweise	
4	Bäckergeschichte – Experimente zum Hebel
1	Flächengleichheit
2	Rollen - Flaschenzug
oder	
2	Brunnen und Rollen
1	Lose Rollen - Flaschenzug
2	Hebel
Danach	
	Goldenen Regel
	Arbeit
	Energie
	Leistung

Didaktischer Rahmen

Phänomenologischer Zugang
Fachbegriffe werden aus der Beobachtung entwickelt.

Situated Learning
Ausgangspunkte sind sinnliche Wahrnehmungen.

Kontextbasiert
Alltagserfahrungen werden aufbereitet.

Kumulativ
Weitreichende Formalismen der Beschreibung

Die Grundlage des Curriculums bilden der phänomenologische Zugang, das Situierte Lernen und das Kumulative Lernen. Einen phänomenologischen Zugang zu gestalten, bedeutet mit der Wahrnehmung und der Beobachtung von Phänomenen zu beginnen. Erklärungen und Deutungen sind am Anfang zurückzuhalten. So kommt es zu einer eigenen Auseinandersetzung, einem eigenen Forschungsprozess des Lernenden mit der Materie. Um die Erscheinungen der Mechanik intensiver und mit mehreren Sinnen wahrnehmen zu können, als dies durch ein miniaturisiertes Experiment geschehen kann, sind die zu beobachteten Größen in einen menschlichen Maßstab gesetzt worden: Kräfte müssen deutlich spürbar sein, Strecken müssen menschlichen Maßstäben entsprechen. „Nur durch den Verzicht auf Messgeräte und versteckte Mechanismen wird eine unmittelbare, unverfälschte, echte Auseinandersetzung mit den Phänomenen möglich“ (FIESSER, KIUPEL).

Situiertes Lernen stellt folgende Bedingungen an die Lernumgebung (BLUMSTENGEL):

- Authentizität bedeutet, dass komplexe, reale Situationen und Anwendungen behandelt werden. An dieser Stelle sind keine Idealisierungen und Vereinfachungen zulässig.
- Komplexe Ausgangsprobleme, die auch über einen längeren Zeitraum zu behandeln sind, stellen eine Herausforderung dar. Eine oder mehrere Lösungen sind möglich.
- Das Wissen wird in einen größeren Kontext eingebettet. Dieser muss nicht die Komplexität der Realität besitzen.
- Multiple Perspektiven und multiple Kontexte schaffen eine Dekontextualisierung des Wissens, also die freie Übertragbarkeit des Wissens auf neue, unbekannte Situationen zur Vermeidung trügerischen Wissens. Außerdem ist eine Vielzahl von Kontexten notwendig, um jeden Lernenden einer großen, gemischten Gruppe erreichen zu können.
- Die Kommunikation der Lernenden untereinander und die gemeinschaftliche Erarbeitung von physikalischen Problemen schaffen einen sozialen Kontext.
- Die Lernenden müssen sich selbst artikulieren und Ergebnisse präsentieren, um über die eigene Sichtweise reflektieren zu können und eigene Denkprozesse anzuregen.

Kumulatives Lernen meint nicht das Anhäufen oder Aufsummieren von Wissen, sondern das Vertiefen, das Organisieren von schon in Grundzügen vorhandenem Wissen. Die Vernetzung und Ordnung des Wissens verändert sich (WEBER, SCHÖN). Der Unterricht muss in diesem Sinne eine Anschlussfähigkeit garantieren. Erlerntes muss Einfluss auf spätere Inhalte haben. Dieser sequenzielle Transfer erfolgt im gleichen Kontext, in der gleichen Domäne. Kumulatives Lernen zielt auch auf eine Verbesserung des fachspezifischen Selbstkonzeptes. Die Lernenden sollen die Nützlichkeit des Erlernten spüren.

Beispiel-Curriculum

Das Beispiel eines schulinternen Curriculums bezieht sich auf den neuen Berliner Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, gültig ab August 2006, der die in den KMK-Bildungsstandards formulierten Kompetenzen berücksichtigt.

„Zur Entwicklung von Kompetenzen wird Wissen gezielt aufgebaut und vernetzt und geht durch vielfältiges Anwenden in kompetentes, durch Interesse und Motivation geleitetes Handeln über.“¹

In Berlin muss jede Schule ein schulinternes Curriculum erstellen. Der Rahmenlehrplan bietet

„..Orientierung und Raum für die Gestaltung schulinterner Curricula, in denen auf der Grundlage der Vorgaben des Rahmenlehrplans der Bildungs- und Erziehungsauftrag von Schule standortspezifisch konkretisiert wird. Dazu werden fachbezogene, fachübergreifende und fächerverbindende Entwicklungsschwerpunkte sowie profilbildende Maßnahmen festgelegt.“²

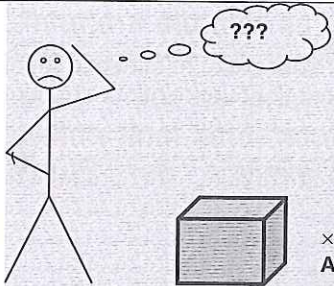
In der dargestellten Tabelle

- muss ein **Entwicklungsschwerpunkt** gemäß dem Leitbild der Schule aufgeführt werden,
- haben wir den Schwerpunkt auf den **Kompetenzbereich** Kommunikation gelegt,
- in der Spalte **Standards** stehen die Formulierungen aus dem RLP Physik,
- die Spalte **Themen und Inhalte** berücksichtigt das Pflichtmodul P5 7/8 und die im Rahmen des piko – Projekts **„Brücken zur Mechanik“** entwickelten Bausteine, in der Spalte **Methoden / Umsetzung** sind nur Richtwerte bezüglich der Zeit- und Umfangsangaben genannt.

¹ Rahmenlehrplan Physik für die Sekundarstufe I, Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport, Berlin, gültig ab August 2006

² Rahmenlehrplan Physik für die Sekundarstufe I, Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport, Berlin, gültig ab August 2006

Standards / Kompetenzen Schülerinnen und Schüler ...	Themen und Inhalte	Umsetzung, methodische Überlegungen	Überprüfung, Verneizung, Verantwortung
3.1 Fachwissen Basisk. Wechselwirkungen - interpretieren die Kraft als Wechselwirkung zwischen zwei Körpern (→), - argumentieren bei Bewegungsänderungen und Verformungen mit dem Kraftbegriff(→), - beschreiben das Prinzip von Kraftmessern und messen Kräfte(→) - stellen die Kraft als vektorielle Größe dar und wenden das Grundprinzip der Kräftezerlegung und -addition kontextbezogen an (→), - setzen Kraftwandler sinnvoll ein und berücksichtigen bei der Anwendung die Goldene Regel der Mechanik (→), - beschreiben die Wirkungsweise eines Kraftwandlers mithilfe seiner Gesetzmäßigkeit anhand von Anwendungen (→ →), - wenden die Größe Drehmoment sachgerecht in kontextgebundenen Aufgaben an(→ → →) - diskutieren reale Vorgänge als Folge von Gewicht-, Reibungs- und Zugkraft (→), - unterscheiden zwischen Masse und Gewichtskraft (→).	P5 7/8 Vom Tragen zur Goldenen Regel der Mechanik Bausteine – Thema - Stunden A. Tragen und Heben 1 h B. Stütze, Träger, Seil 2 h C. Kräfte 6 h D. Stabile Dreiecke, Brücken 4 h E. Hebel 3 h F. Rolle, Flaschenzug 4 h G. Arbeit H. Energie I. Leistung	Zeit: 8. Klasse im 1. Halbjahr Umfang: ca. 20 Stunden - Physik erleben und entdecken A, E, F - offene Aufgaben bearbeiten A, E, F - präsentieren D, E, F - experimentieren in Gruppen C, D, E, F - in Projekten arbeiten D Material zu Baustein ... A Tragen und Heben: Eine Getränkebox B Stütze, Träger, Seil: Steine, min. 5kg, Stabile Holzplatten: 50cm x 50cm x 1cm; Papier und Klebeband; Holzstützen: z.B. 10cm x 10cm x 20cm; Flexible Träger: Dicker Schaumstoff 50cm x 50cm x 10cm, dünne Holzplatte 50cm x 50cm x 3mm; Deckenhaken; Seil; Stein in einem Jutebeutel C Kräfte als Pfeile: Stein, Seil,...??? - Sand, Beutel, Stativmaterial, ...?? Würfel, Spielbrett, Kraftmesser, Faden, Lineale D Brücken: Magnetspiel (ähnlich GEOMAG), PC-Programm „Bridge Builder“ www.bridgebuilder-game.com Makkaronipackungen und Klebepistolen Waage, Material zum Belasten der Brücke (Gewichte, Ziegelsteine o.ä.) E Hebel: Selbstgebautes Auflager für den Schwebebalken, Schwebebalken, schwere Kiste, Folie zur Bäckergeschichte Archimedes F Rolle: ...??	Vernetzung: Biologie: Wirbeltiere und Pflanzen Mathematik: Produktgleichheit Sport: Kletterwand Physik: Wahlmodul W5 7/8 Brücken Kontexte: z.B. Automobilbau Verantwortliche /Bausteine: Frau A. (D, F) Herr B.: A, E,.. Überprüfung: Präsentationsbewertung, Lernerfolgskontrolle, Bericht in der Fachkonferenz
3.1 Fachwissen Basiskonzept System ordnen Vorgänge und Phänomene in das passende System ein und benennen dessen Bestandteile (→).			
3.4 Kommunikation - tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus (→), - beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise (→), - dokumentieren und präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit (→).			
3.5 Bewertung vergleichen (→) und bewerten(→ →) alternative technische Lösungen unter physikalischen Aspekten.			

Tragen von Lasten	
Bezug zu Bildungsstandards / Rahmenplan	Dauer
„Kräfte nach Betrag, Angriffspunkt und Richtung unterscheiden können. Kräfte, u.a. Gewichtskraft; Darstellung von Kräften durch Vektoren“ ¹	Circa 45 min
Leitende Fragestellung, Problem	
 Wie kann ich den Flaschenkasten am besten von A nach B transportieren?	
Kurzbeschreibung	
Einstiegsexperiment: Tragen von schweren Lasten unter Körpereinsatz	
Methodische Schwerpunkte	
Einstieg Die Schüler werden aufgefordert, eine Getränkekiste durch den Raum zu tragen. Erarbeitung Dokumentation auf dem OH-Projektor durch das Skizzieren der tragenden Person mit der Last. Zug- und Druckpfeile sind „nach Gefühl“ einzuzeichnen. Festigung In der Diskussion der verschiedenen Methoden des Tragens werden Vor- und Nachteile besprochen. Das Tragen auf dem Kopf ist vorteilhaft.	
Lernziele/Kompetenzen	
Zug und Druck werden am eigenen Körper erfahren. Diese hängen von der Art des Tragens ab. Der Kraftpfeil wird intuitiv eingeführt. Kompetenzen: „Beobachten“, „Aufstellen und Prüfen von Hypothesen“. ²	
Anhang	
○ Unterrichtsverlauf ○ Erfahrungsbericht ○ Quellen ○ Arbeitsblätter	

¹ Rahmenplan Physik, Land Berlin, Quelle:

http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_physik.pdf

² Curriculare Vorgaben für die gymnasiale Oberstufe, Land Berlin, Quelle:

http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/cv_physik.pdf

Unterrichtsverlauf

Die Schüler schlagen unterschiedliche Arten vor, eine Wasserkiste so „einfach“ wie möglich zu tragen. Diese werden in einem vom Lehrer geleiteten Schülerexperiment getestet. Das Tragen der Kiste von zwei Personen ist möglich und sinnvoll. Die Körperhaltung und die Position der Kiste werden auf der OH-Folie skizziert (siehe Anhang). Die Schüler tragen in die Skizze außerdem Pfeile in zwei unterschiedlichen Farben ein. „Druck“ wird durch einen grünen Pfeile, „Zug“ durch rote Pfeile symbolisiert. Dies geschieht ohne die Benutzung des Kraftbegriffes. Der Pfeil wird ohne Erläuterung intuitiv benutzt. Die Proportionalität zwischen Pfeillänge und Größe der Kraft und die Wahl eines Angriffspunktes erschließen sich von selbst.

Die Kiste nahe am Körper zu tragen ist günstiger. In diesem Fall sind die Kraftpfeile am Körper des Tragenden vergleichsweise kurz. Durch die Bilder der Wasserträger (siehe Anhang) können die Schüler - sollte dies noch nicht geschehen sein - darauf gebracht werden, die Last auf dem Kopf zu tragen. Der „Druck“-Pfeil läuft entlang des Körpers des Tragenden. Später führt dies zur Definition der Stütze.

Materialien

Eine Getränkebox

Didaktischer Kommentar

„Zug“ und „Druck“ werden am eigenen Körper durch die schwere Getränkebox erfahrbar gemacht. Der Unterricht beginnt mit der Statik, das Kräftegleichgewicht nicht die Beschleunigung schafft den Zugang.

(Die Begriffe „Zug“ und „Druck“ werden in diesem Curriculum benutzt, um Kräfte nach ihren Richtungen bezüglich eines Körpers zu kategorisieren. „Druck“ steht in diesem Zusammenhang also nicht für die Kraft pro Fläche. „Zug“ und „Druck“ werden stets im Miteinander gebraucht, um sich von der eigentlichen physikalischen Definition des Drucks abzusetzen.)

Bildungsstandards

E1 (Erkenntnisgewinnung)³

Erfahrungsbericht

Die Schüler nehmen mit Begeisterung teil. Die Durchführung des Experiments und die Dokumentation am OH sind problemlos. Meistens kommen die Schüler selbst auf die Idee, die Wasserkiste auf dem Kopf zu tragen.

„Probleme“ die beim Experiment auftreten können sind folgende:

- Die Schüler nehmen Schwung, das System ist nicht mehr statisch.
- „Schräglage“ des Tragenden zur Kompensation von Querkräften. Ein zusätzlicher Pfeil für die Gewichtskraft des Tragenden ist nötig. Für einen unproblematischen Vergleich der Methoden ist die annähernd gerade Körperhaltung nötig.
- Außerdem behindert der Wasserkasten das Laufen durch das Streifen an den Beinen, was zu einer schlechten Bewertung dieser Methode führt, obwohl die wirkenden Kräfte relativ gering sind.

Eine Diskussion ist auf jeden Fall erforderlich!

³ Entsprechend „Struktur für Ergebnisberichte/Lehrerhandreichungen“, Christoph Müller, IPN Kiel
Original: Kultusministerkonferenz, Quelle: <http://www.kmk.org/schul/home1.htm>

Quellen

Die Quellen der Fotos sind auf dem Arbeitsblatt vermerkt.

Arbeitsblätter

- OH-Folie:
[Ergebnisbericht Teil 2.1 Baustein Tragen von Lasten OH-Folie.doc](#)
- Fotos der Wasserträger:
[Ergebnisbericht Teil 2.1 Baustein Tragen von Lasten Fotos.doc](#)

Hier holen zwei Jungen über weite Entfernungen, vorbei an Steppen und Bananenpflanzungen,



Helfer bei der Bananenernte:

Die Kinder aus Uganda müssen morgens noch vor der Schule schwere zehn Liter Gefäße voller Wasser aus dem Brunnen bis zu drei Kilometer weit ins Dorf zu ihren Eltern schleppen.

Bei der Bananenernte laufen alle Kinder barfuß durch die Plantagen und sammeln die Bananen ein, die ihre Eltern abholzen.

www.primolo.de/home/UGANDA/hp_innen17.htm

Trinkwasser für die Familie. Sie tragen es in Plastikkanistern auf dem Kopf.



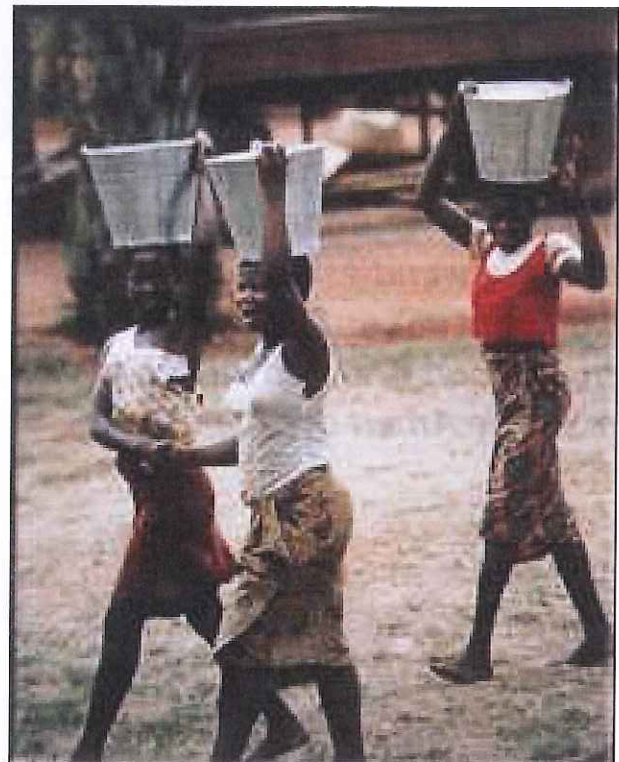
Zimbabwe - Midlands: zwischen Harare und Chirumanzu:
Einfach unglaublich was afrikanische Frauen alles auf dem Kopf tragen können.

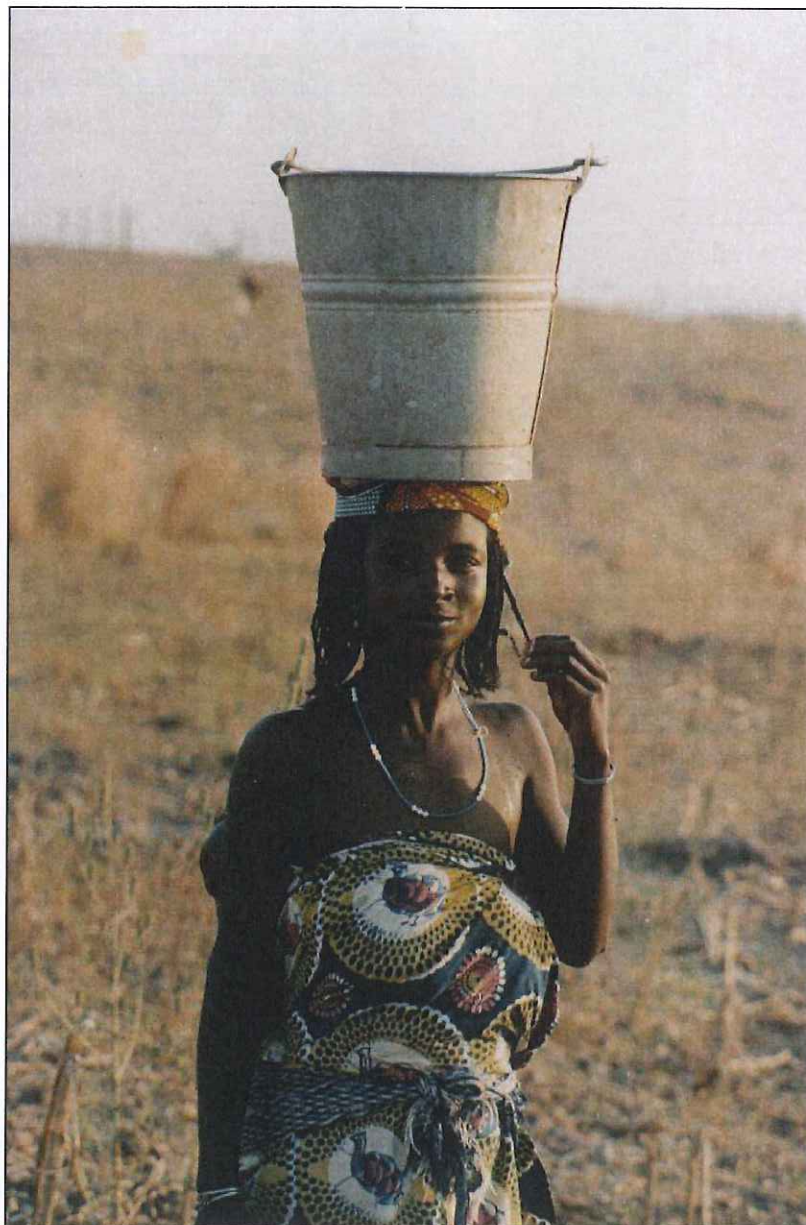
www.africalife.de/site/dyn/1760.htm



Frisches Wasser ist in den Dörfern teilweise kilometerweit entfernt:
Die Menschen tragen das benötigte Wasser in Eimern oder in Gefäßen auf dem Kopf über viele hundert Meter weit.

www.augustiner.de/html/texte/tx_kongoproj12.htm





Evangelische Kirche von Westfalen
www.arbeitsstelle-moewe.de/.../wasser_gross.html



www1.ndr.de/.../0,2299,OID329978,00.jpg



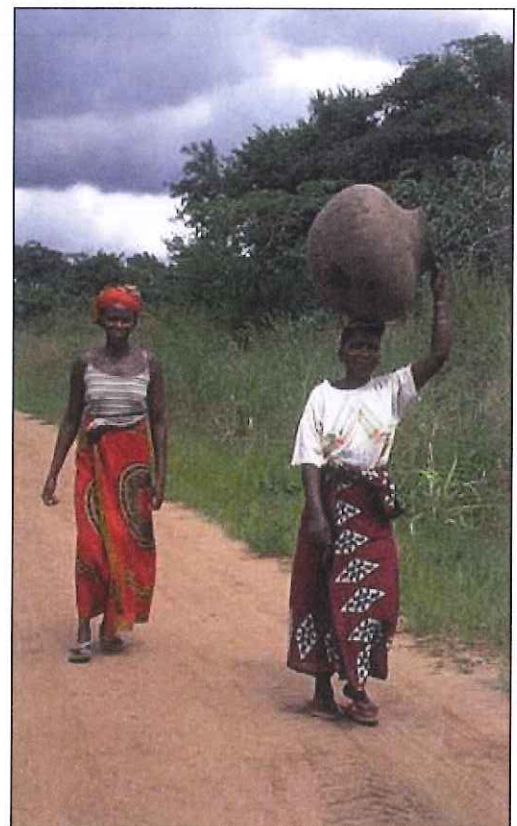
Myanmar_Wassertraegerin.jpg



wassertraegerinnen.jpg



fo22.jpg



wassertragen.jpg

Die Wasserträgerin

Sie geht nicht einfach, sie schreitet, die Wasserträgerin von Fritz Viegner. Alterslos scheint sie aus einem fernen Land zu kommen, wo junge Frauen mit anmutiger Würde die schwere Last auf dem Kopf tragen. Ruhig und gelassen steht sie vor uns. Man meint, gleich zöge sie gemessenen Schrittes an uns vorüber, unberührt durch unsere Blicke.



www.holzboss.de/kunst/slides/wassertraegerin.html



wassertraegerin_Holz.jpg

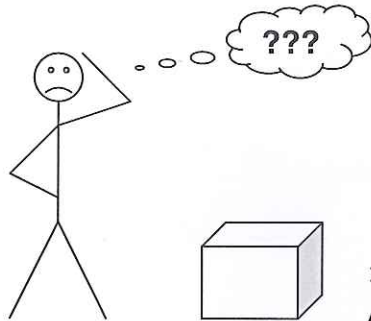


Kopfträgermini5.jpg

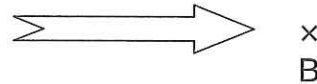
Ph**Mechanik 7/8**
Das Tragen von Lasten

Name

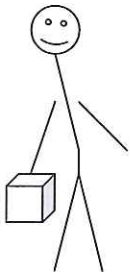
Datum

Problem:

Wie kann ich den
Flaschenkasten am besten von A
nach B transportieren?

**Aufgabe:**

Stelle die verschiedenen Möglichkeiten dar, den Kasten zu tragen. Ein
Beispiel ist die vorgegeben.
Notiere, ob diese Möglichkeit gut oder schlecht ist.



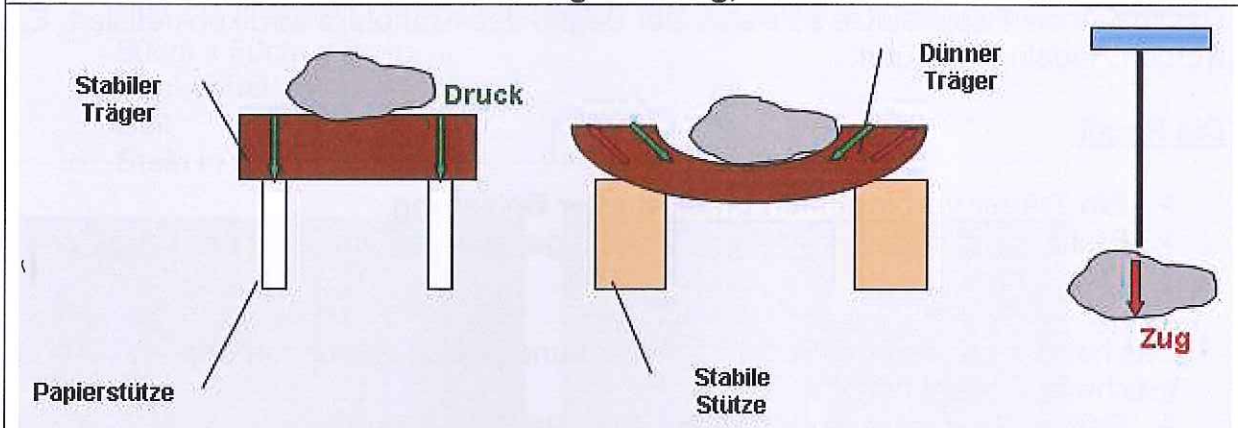
Stütze, Träger, Seil

Bezug zu Bildungsstandards/Rahmenplan

Dauer

Circa 90 min

Leitende Fragestellung, Problem



Kurzbeschreibung

Einstieg

Verschiedene tragende Systeme werden vom Lehrer vorgestellt. Von den Schülern werden Vermutungen geäußert. Anschließend Belastungstests durchgeführt.

Erarbeitung

Entsprechend der Zeichnung oben, werden die Elemente differenziert. Druck- und Zugpfeile eingezeichnet.

Festigung

Weitere Systeme werden besprochen, z.B. Tisch, Kran ...

Methodische Schwerpunkte

Alltagsgegenstände benutzt: Steine statt Massestück, Papier und Schaumstoff statt Kraftmesser etc. Die Belastbarkeit der Papierstützen ist beeindruckend.

Lernziele/Kompetenzen

Die Unterscheidung von Stützen, Trägern und Seilen ist der erste Schritt in Richtung Brücken. Kompetenzen: „Beobachten“, „Aufstellen und Prüfen von Hypothesen“.

Anhang

- Unterrichtsverlauf
- Erfahrungsbericht
- Quellen
- Arbeitsblätter

Unterrichtsverlauf

Die Schüler werden mit der tragenden Konstruktion aus Papierstützen konfrontiert. Es besteht im Allgemeinen die Annahme, dass die Papierstützen nicht sehr belastbar sind. Die Überraschung ist um so größer, dass diese mehrere Kilogramm tragen können. Der Zusammensturz erfolgt plötzlich (Arbeitssicherheit beachten). Der Druckpfeil läuft entlang des Papiers, es gibt keine Kraft, die „seitlich“ gegen das Papier drückt und die Stütze einknicken lässt. Der Pfeil läuft entlang der Stütze. Das macht die Papierstütze so stabil. Der Begriff des Kraftpfeils wird konkretisiert. Es werden Regeln eingeführt:

Die Regel

- Ein Träger verbiegt sich unter starker Belastung.
- Pfeile werden immer in dem Material gezeichnet, von dem der Druck oder Zug ausgeht.

Das heißt insbesondere für die von Stütze und Seil ausgehenden Kräfte.
(Stichwort Gegenkraft):

- Stütze: Pfeil zeigt nach außen („Ich, die Stütze, muss drücken.“)
- Seil: Pfeil zeigt nach innen („Ich, das Seil, muss ziehen.“)

Zur Notation:

- Ein Zugpfeil ist rot.
- Ein Druckpfeil ist grün.

(Diese Regel wird von einigen Lehrkräften nicht benutzt, da mit der Einführung der Kraft eine Differenzierung unnötig ist.)

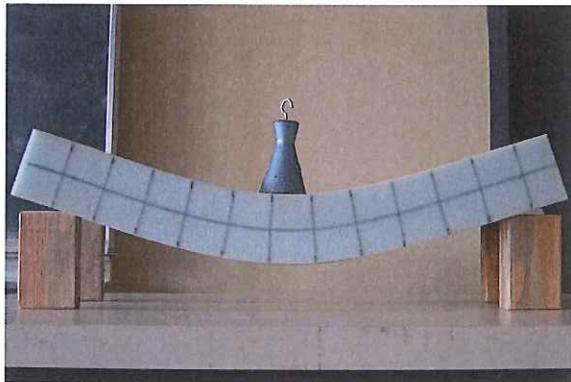


www.arbeitsstelle-moewe.de/.../wasser_gross.html <http://www2.westfalia.de/>

Der flexible Träger und das Seil lassen sich ähnlich betrachten. Durch das Zuladen von Steinen in einen Jutebeutel am Seil kann dieses zum Reißen gebracht werden.

Materialien

- Steine, min. 5kg
- Stabile Holzplatten: 50cm x 50cm x 1cm
- Papier und Klebeband
- Holzstützen: z.B. 10cm x 10cm x 20cm
- Flexible Träger: Dicker Schaumstoff 50cm x 50cm x 10cm, dünne Holzplatte 50cm x 50cm x 3mm
- Deckenhaken
- Seil
- Stein in einem Jutebeutel



Didaktischer Kommentar

Die Unterscheidung von Stützen, Trägern und Seilen ist der erste Schritt in Richtung Brücken. Diese bilden den Grundbaustein für das Verständnis des Kräftegleichgewichts. Zug- und Druckpfeile werden in der Benutzung vertieft.

Bildungsstandards

E1

Erfahrungsbericht

Die Experimente mit großen Gewichten und spektakulären Zerstören der Konstruktionen sorgen für Spannung und Aufmerksamkeit.

Quellen

Die Quellen der Fotos sind auf dem Arbeitsblatt vermerkt.

Arbeitsblätter

- Leistungskontrolle:

[Ergebnisbericht Teil 2.2 Baustein Stuetze Traeger Seil Test.doc](#)

Ph	Mechanik 7/8	Name
	Das Tragen von Lasten	Datum

*Nutze für die Skizzen ein extra Blatt.
Antworte in vollständigen Sätzen und achte auf deine Rechtschreibung.*

1. Stütze

a) Was passiert mit einer Stütze, wenn sie immer stärker belastet wird?

/ 3

b) Mache an einer Skizze deutlich, welche Kräfte an einer Stütze wirken.

/ 3

c) Nenne drei Beispiele, wo Körper die Eigenschaft einer Stütze haben.

/ 3

2. Seil

a) Was passiert mit einem Seil, wenn es immer stärker belastet wird?

/ 3

b) Mache an einer Skizze deutlich, welche Kräfte an einem Seil wirken.

/ 3

c) Nenne drei Beispiele, wo Körper die Eigenschaft eines Seils haben

/ 3

Ph	Mechanik 7/8	Name
	Das Tragen von Lasten	Datum

3. Träger

a) Was passiert mit einem Träger, wenn er immer stärker belastet wird?

/ 3

b) Mache an einer Skizze deutlich, welche Kräfte an einem Träger wirken.

/ 4

c) Nenne drei Beispiele, wo Körper die Eigenschaft eines Trägers haben

/ 3

Wörter:

Gesamtpunktzahl: / 28

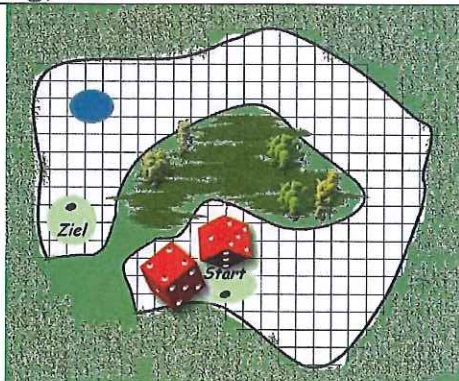
Fehler: R:

Abzug für Rechtschreibung:

G:

Z:

Note:

Kräfte als Pfeile Addition und Zerlegung von Kräften	
Bezug zu Bildungsstandards/Rahmenplan	Dauer
„Zusammensetzung zweier auch verschieden gerichteter Kräfte, resultierende Kraft; Zerlegung einer Kraft in zwei Komponenten, Kräftegleichgewicht.“ ¹ (Niveau II)	5 x 90min
Leitende Fragestellung, Problem	
	
Kurzbeschreibung	
Einstieg 1. Entsprechend dem oben gezeigten Foto wird ein Stein von zwei Schülern getragen, zunächst stehen die Schüler dicht nebeneinander, dann gehen sie auseinander. Es entstehen enorme Kräfte. Erarbeitung 2. In Gruppen wird das Szenario in kleinen Experimenten (Reißfestigkeit von Nähseide) untersucht und Messungen aufgenommen. 3. Die Methode der Addition von Pfeilen wird durch ein Würfelspiel eingeführt und auf Kraftpfeile übertragen. 4. Anhand von Kraftmessern, die an einen Knoten angreifen, wird klar, dass sich im Gleichgewicht alle Kraftpfeile zu null addieren. Festigung 5. Der Stein wird wieder getragen, diesmal jedoch mit einer Querstütze.	
Methodische Schwerpunkte	
Wieder stehen „große“ Experimente am Anfang des Bausteins. Daran entwickelt sich eine Forschungsfrage nach der Kraftentwicklung am Seil, die in Gruppenarbeit bearbeitet wird. Ein Würfelspiel verinnerlicht die „Regeln“ der Pfeiladdition im Kontext „Brettspiel“. Tischexperimente mit Kraftmessern führen zurück zur Physik. Am Ende des Bausteins wird die anfangs gestellte Frage wieder aufgegriffen, erweitert und beantwortet.	
Lernziele/Kompetenzen	
Fachwissen: physikalisches Grundprinzip (Kräftezerlegung) Erkenntnisgewinn: Beschreiben und Erkennen von Phänomenen, Planung des Gruppenexperiments, Mathematisierung durch Vektoren, Übertragung auf neue Situationen	

¹ Rahmenplan Physik, Land Berlin

http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_physik.pdf

Anhang

1. Unterrichtsverlauf
2. Arbeitsblätter
3. Materialien
4. Quellen

Unterrichtsablauf**Einstieg**

1. Die Schüler werden aufgefordert, einen großen Stein mit einem Seil zu zweit zu transportieren und auf einen Tisch zu heben. Je weiter die Schüler auseinander gehen, desto größer wird der Zug am Seil (Abb. oben). Was passiert? Obwohl sich die Last auf zwei Träger aufteilt, ist keine Erleichterung zu spüren.

Erarbeitung

2. Zur Lösung der Fragestellung werden Schülerexperimente in Gruppen durchgeführt.

Es gibt drei verschiedene Aufgabenstellungen:

- Die Reißfestigkeit des Fadens (Nähseide) wird an einer Aufhängung untersucht, bei der beide Fäden parallel sind. Sie werden mit Sandbeuteln belastet.
- Die Reißfestigkeit der Fäden unter einem festen Winkel wird getestet, indem sie mit unterschiedlichen Mengen an Sand belastet werden. (Siehe Bild unten.)
- Durch Ziehen an den Fäden wird der Winkel zwischen den beiden Fäden variiert und die Reißfestigkeit bei Belastung mit verschiedenen Steinen untersucht.

Die Messergebnisse werden dokumentiert und anschließend der Gruppe vorgestellt. Die Abhängigkeit zwischen Winkel und der max. Belastbarkeit wird klar.

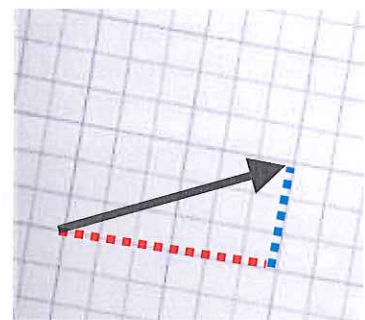


Schülerinnen der Walter-Gropius-Schule, Berlin

3. Die verschiedenen Spielfelder und eine Anleitung des Würfelspiels finden Sie in der Anlage. Die Regeln sind einfach: Es wird mit zwei Würfeln gespielt, jede Augenzahl ergibt eine Komponente des Vektors. Vor dem Zug ist zu bedenken, welchen Würfel man welcher Komponente zuordnet, um auf dem Parcours zu bleiben bzw. das Ziel zu erreichen. Außerdem ist das Vorzeichen geeignet zu wählen. Der durchgeführte Spielzug ist in Vektorschreibweise zu notieren. (Siehe Abb.) An das Vektorspiel schließt sich eine Festlegung der Regel für die Addition von Pfeilen an, die dann in Übungen auf die Addition der Kraftpfeile übertragen wird, bei der die Einheit der Kraft eingeführt wird, Diese Regeln werden dann auch genutzt, um die Auswertung der Versuche zur Reißfestigkeit der Nähseide durchzuführen.



$$\Rightarrow \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \end{pmatrix} \Rightarrow$$



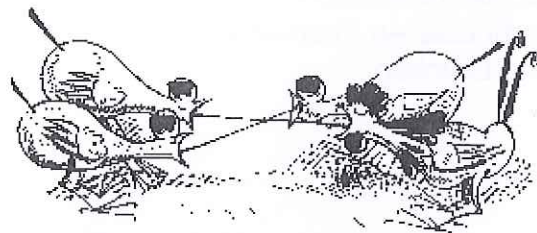
4.

Die Addition von Kraftpfeilen wird an einem Freihandexperiment geübt. Die Schüler führen dieses in Vierer- oder Fünfergruppen durch, wobei jeder an einem Schnurende mit einem Federkraftmesser zieht. Diese gemessenen Kräfte müssen dann von den Schülern als Pfeile dargestellt werden, wobei ein geeigneter Maßstab zu wählen ist und die Richtung berücksichtigt werden muss. Nach der Addition aller gemessenen Kräfte ergibt sich die resultierende Kraft zu null.

Es gilt das Grundprinzip: „Wenn ein Körper in Ruhe ist, dann ist die Summe der angreifenden Kräfte null.“ Weitere Übungen zur Darstellung von Kraft als Pfeil und zur Addition dieser schließen sich an.



Freihandversuch: Abtragen der Pfeilrichtung, die Pfeillänge ergibt sich aus der angezeigten Kraft.



nach Wilhelm Busch

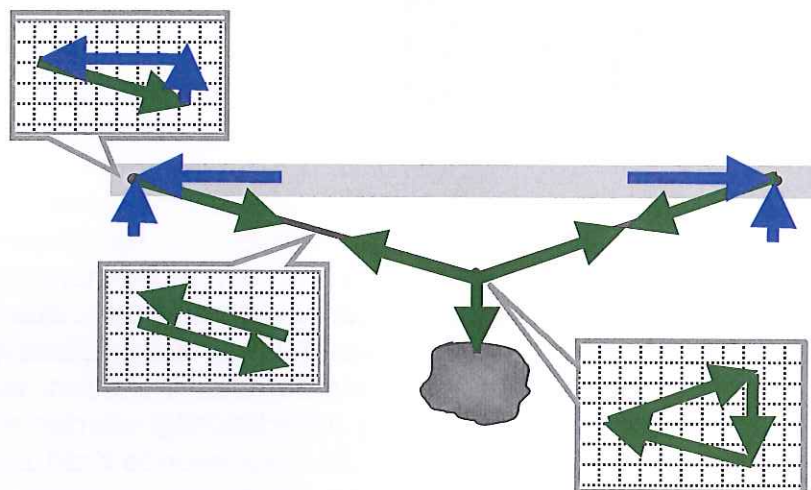
Festigung

5.

Es wird auf den Einstiegsversuch unter der Fragestellung Bezug genommen, welche Kräfte in dem Seil wirken, wenn der Stein auf den Tisch gehoben wird. Das Problem wird konstruktiv von den Schülern gelöst.

Danach werden Vorschläge gesammelt, wie man sich den Transport des Steines vereinfachen könnte, wobei immer noch zwei Personen, ein Seil und weitere Hilfsmittel genutzt werden sollen. Als eine Möglichkeit der Erleichterung wird eine Holzlatte als Querstange genutzt, in welche die Seilenden eingehängt werden können.

Die Untersuchung der wirkenden Kräfte an den Enden der Holzlatte führt auf eine Diskussion der Frage, ob die Holzlatte eine Stütze oder ein Träger ist. Die Antwort kann mit einem überdimensionalen Kraftmesser (große Feder in einem durchsichtigen Plexiglasrohr mit zwei Holzstangen) überprüft werden.



An dieser Stelle kann auch auf Kräftepaare (Kraft und Gegenkraft) eingegangen werden.

Ausblick

Diese Stunden insbesondere die Blöcke 4 und 5 sind eine wichtige Voraussetzung für die Untersuchung stabiler Dreiecke und die Anwendung des Cremonaplanes in komplexeren Fachwerken oder anderen Konstruktionen wie z.B. Fahrrädern, Kränen und Brücken.

Kompetenz ²

F2 (Fachwissen):

² Entsprechend „Struktur für Ergebnisberichte/Lehrerhandreichungen“, Christoph Müller, IPN Kiel
Original: Kultusministerkonferenz, Quelle: <http://www.kmk.org/schul/home1.htm>

- Geben ihre Kenntnisse über physikalische Grundprinzipien, Größenordnungen, Messvorschriften, Naturkonstanten sowie einfache physikalische Gesetze wieder E8 (Erkenntnisgewinn):
- planen einfache Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse. K2 (Kommunikation)
- Unterscheiden zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen

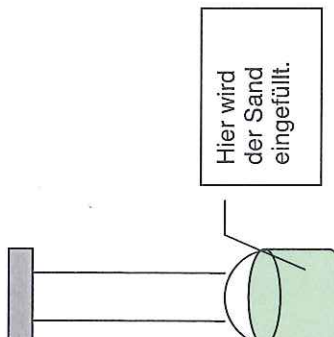
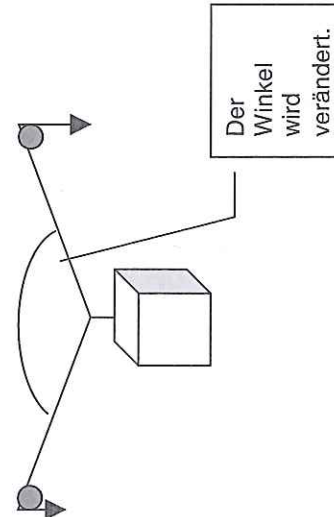
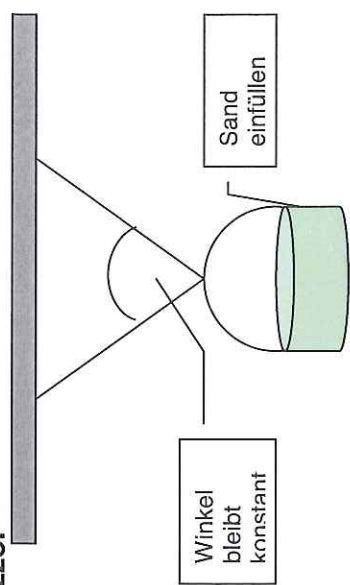
Erfahrungsbericht

- Die Schüler haben Spaß die großen Versuche mit den Steinen durchzuführen. Hier haben sie die Möglichkeit auch ihre Kräfte wirklich einzusetzen und diese wahrzunehmen. Das Seil darf hier reißen!
- Bei dem Nähseidenversuch müssen die Schüler genau arbeiten, damit die Werte verwendet werden können. Für den Versuch sollte ausreichend Zeit für Aufbau und Durchführung eingeplant werden.
- Beim Vektorspiel müssen sich die Schüler an die Reihenfolge (erst rechts oder links dann hoch oder runter) sowie an die Vorzeichen gewöhnen, verstehen aber das Prinzip schnell.

Arbeitsblätter

- **Schülerexperiment**
Durchführung:
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile_durchführung.doc
Auswertung:
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile_auswertung.doc
- **Vektorspiel**
Regeln:
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile__Regeln.doc
Spielfelder:
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile__Tor.doc
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile_Autorennen.doc
OH-Folie:
Ergebnisbericht_Teil_2.3_Baustein_Kraefte_als_Pfeile__OH-folie.doc

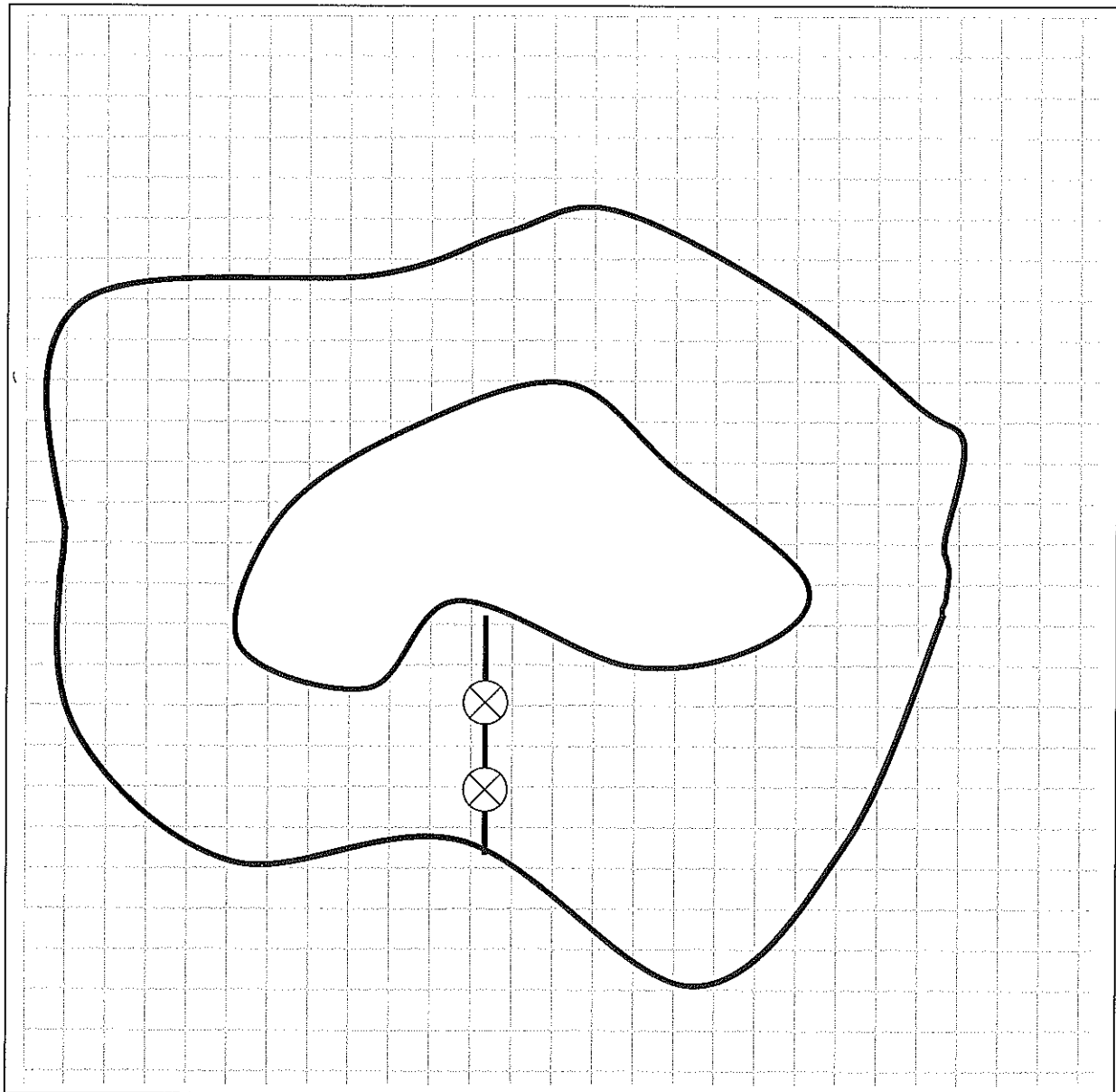
Schülerexperiment: Die Reißfestigkeit von Seilen

Gruppe 1: Messung der Reißfestigkeit bei variabler Masse	Gruppe 2: Messung der Reißfestigkeit bei variablem Winkel	Gruppe 3: Messung der Reißfestigkeit bei festem Winkel und variabler Masse
Skizze: 	Skizze: 	Skizze: 
Messergebnisse: $m_1 =$ _____ $m_2 =$ _____ $m_3 =$ _____ $m_4 =$ _____ $m_5 =$ _____ Mittelwert: $m =$ _____ Das Seil reißt bei: _____	Messergebnisse: Benutzte Masse reißt bei Winkel $m_1 =$ _____ $\alpha_1 =$ _____ $m_2 =$ _____ $\alpha_2 =$ _____ $m_3 =$ _____ $\alpha_3 =$ _____ $m_4 =$ _____ $\alpha_4 =$ _____	Messergebnisse: Eingestellter Winkel reißt bei Masse $\alpha_1 =$ _____ $m_1 =$ _____ $\alpha_2 =$ _____ $m_2 =$ _____ $\alpha_3 =$ _____ $m_3 =$ _____ $\alpha_4 =$ _____ $m_4 =$ _____
Pfeildarstellung:	Pfeildarstellung:	Pfeildarstellung:

Schülerexperiment: Die Reißfestigkeit von Seilen

Gruppe 1: Messung der Reißfestigkeit bei variabler Masse Vektoraddition:	Gruppe 2: Messung der Reißfestigkeit bei variablem Winkel Vektoraddition:	Gruppe 3: Messung der Reißfestigkeit bei festem Winkel und variabler Masse Vektoraddition:

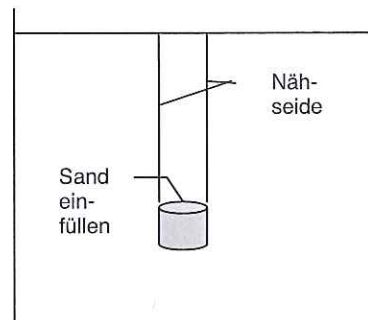
Autorennen



Viel Spaß!!

Material:

- Stativmaterial
- 1 x Nähseide
- 1 Plastiktüte
- 1 Trichter
- Sand
- Waage (am Lehrertisch)
- Messbecher

**Arbeitsanweisung:**

1. Baue den Versuch entsprechend der Skizze auf.
2. Fülle vorsichtig den Sand in die Tüte ein, nutze dazu den Trichter.
3. Fülle den Sand so lange ein, bis der Faden reißt. Bestimme dann die Masse des Sandes, der eingefüllt werden musste.
4. Führe den Versuch noch weitere 4-mal durch und trage jeweils die Werte in die Messwerttabelle ein. (Dabei den Sand in den Messbecher umfüllen)
5. Bestimme den Mittelwert der Massen.

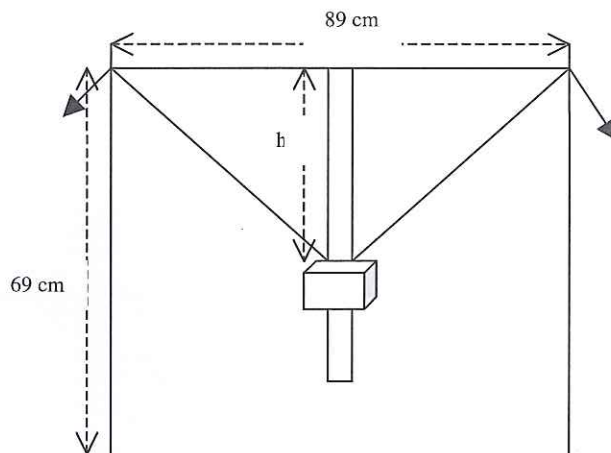
Messwerte:

Versuch Nummer	Masse in g
1	
2	
3	
4	
5	

Der Mittelwert der Massen ist: $m =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 100g Massestück
- 1 x Nähseide
- Umwandlungsdiagramm

**Arbeitsanweisung:**

1. Baue den Versuch mit den genauen Abmessungen (siehe Skizze) auf.
2. Stelle das Massestück genau mittig vor dem Lineal auf und lege den Faden wie in der Zeichnung über die beiden Stangen.
3. Zwei Personen ziehen **langsam** und **gleichmäßig** an dem Faden, sodass sich das Massestück immer in der Mitte befindet.
4. Die dritte Person liest am oberen Ende des Hackens (des Massestücks) die Höhe ab, bei der der Faden reißt.
5. Notiert diese Höhe in der Tabelle und lest aus dem Diagramm den entsprechenden Winkel ab. Tragt auch diesen ein.
6. Wiederholt den Versuch noch weitere 4-mal und bildet am Ende den Mittelwert des Winkels.

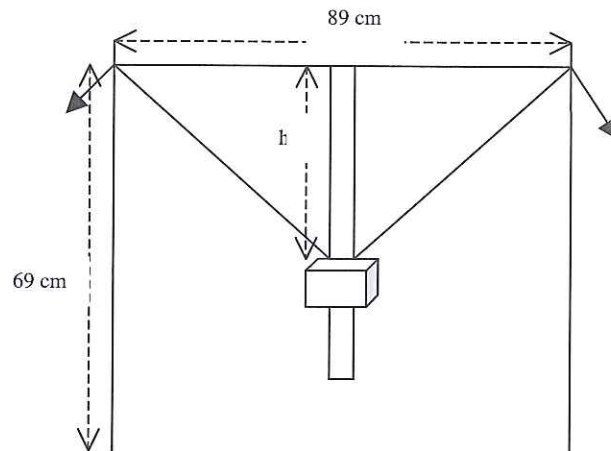
Messwerte:

Versuch Nummer	Höhe h in cm	Winkel α in °
1		
2		
3		
4		
5		

Der Mittelwert der Winkel beträgt: $\alpha =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 200g Massestück
- 1 x Nähseide
- Umwandlungsdiagramm

**Arbeitsanweisung:**

1. Baue den Versuch mit den genauen Abmessungen (siehe Skizze) auf.
2. Stelle das Massestück genau mittig vor dem Lineal auf und lege den Faden wie in der Zeichnung über die beiden Stangen.
3. Zwei Personen ziehen **langsam** und **gleichmäßig** an dem Faden, sodass sich das Massestück immer in der Mitte befindet.
4. Die dritte Person liest am oberen Ende des Hackens (des Massestücks) die Höhe ab, bei der der Faden reißt.
5. Notiert diese Höhe in der Tabelle und lest aus dem Diagramm den entsprechenden Winkel ab. Tragt auch diesen ein.
6. Wiederholt den Versuch noch weitere 4-mal und bildet am Ende den Mittelwert des Winkels.

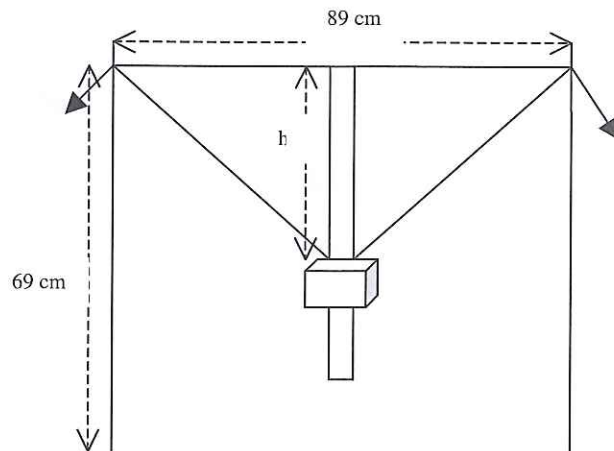
Messwerte:

Versuch Nummer	Höhe h in cm	Winkel α in °
1		
2		
3		
4		
5		

Der Mittelwert der Winkel beträgt: $\alpha =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 300g Massestück
- 1 x Nähseide
- Umwandlungsdiagramm

**Arbeitsanweisung:**

1. Baue den Versuch mit den genauen Abmessungen (siehe Skizze) auf.
2. Stelle das Massestück genau mittig vor dem Lineal auf und lege den Faden wie in der Zeichnung über die beiden Stangen.
3. Zwei Personen ziehen **langsam** und **gleichmäßig** an dem Faden, sodass sich das Massestück immer in der Mitte befindet.
4. Die dritte Person liest am oberen Ende des Hackens (des Massestücks) die Höhe ab, bei der der Faden reißt.
5. Notiert diese Höhe in der Tabelle und lest aus dem Diagramm den entsprechenden Winkel ab. Tragt auch diesen ein.
6. Wiederholt den Versuch noch weitere 4-mal und bildet am Ende den Mittelwert des Winkels.

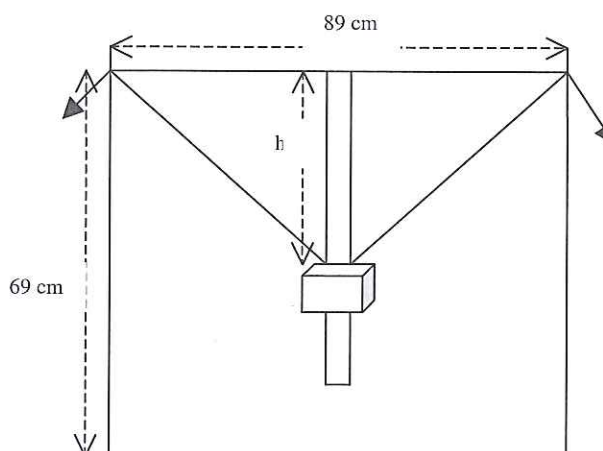
Messwerte:

Versuch Nummer	Höhe h in cm	Winkel α in °
1		
2		
3		
4		
5		

Der Mittelwert der Winkel beträgt: $\alpha =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 500g Massestück
- 1 x Nähseide
- Umwandlungsdiagramm

**Arbeitsanweisung:**

1. Baue den Versuch mit den genauen Abmessungen (siehe Skizze) auf.
2. Stelle das Massestück genau mittig vor dem Lineal auf und lege den Faden wie in der Zeichnung über die beiden Stangen.
3. Zwei Personen ziehen **langsam** und **gleichmäßig** an dem Faden, sodass sich das Massestück immer in der Mitte befindet.
4. Die dritte Person liest am oberen Ende des Hackens (des Massestücks) die Höhe ab, bei der der Faden reißt.
5. Notiert diese Höhe in der Tabelle und lest aus dem Diagramm den entsprechenden Winkel ab. Tragt auch diesen ein.
6. Wiederholt den Versuch noch weitere 4-mal und bildet am Ende den Mittelwert des Winkels.

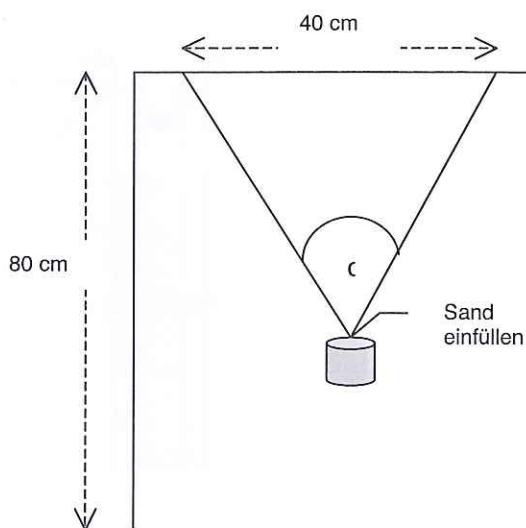
Messwerte:

Versuch Nummer	Höhe h in cm	Winkel α in °
1		
2		
3		
4		
5		

Der Mittelwert der Winkel beträgt: $\alpha =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 2 Hacken
- 50g Massestück
- 1 Trichter
- 1 Plastiktüte
- 1 Geodreieck
- Nähseide
- Sand
- Waage (am Lehrertisch)
- Messbecher

**Arbeitsanweisung:**

1. Baut den Versuch wie in der Skizze auf. Achte auf die Maße. Nutzt das 50g Massestück und das Geodreieck um einen Winkel von $\alpha = 60^\circ$ einzustellen.
2. Hängt nun den Plastikbeutel an und füllt **vorsichtig** mit dem Trichter den Sand in die Tüte.
3. Füllt so lange den Sand ein, bis der Faden reißt. Bestimmt die Masse des Sandes, der eingefüllt werden musste, und tragt den Wert in die Tabelle ein.
4. Führt den Versuch weitere 4-mal durch, tragt die Massen in die Tabelle ein und bestimmt den Mittelwert der Massen. (Dabei den Sand in den Messbecher umfüllen.)

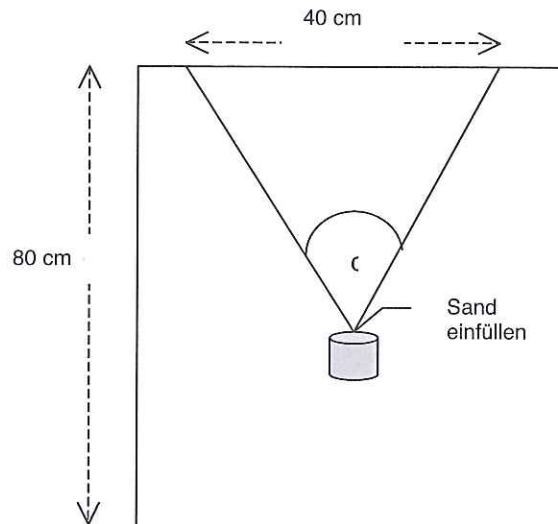
Messwerte:

Versuch Nummer	Masse in g
1	
2	
3	
4	
5	

Der Mittelwert der Masse beträgt: $m =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 2 Hacken
- 50g Massestück
- 1 Trichter
- 1 Plastiktüte
- 1 Geodreieck
- Nähseide
- Sand
- Waage (am Lehrertisch)
- Messbecher

**Arbeitsanweisung:**

1. Baut den Versuch wie in der Skizze auf. Achte auf die Maße. Nutzt das 50g Massestück und das Geodreieck um einen Winkel von $\alpha = 90^\circ$ einzustellen.
2. Hängt nun den Plastikbeutel an und füllt **vorsichtig** mit dem Trichter den Sand in die Tüte.
3. Füllt so lange den Sand ein, bis der Faden reißt. Bestimmt die Masse des Sandes, der eingefüllt werden musste, und tragt den Wert in die Tabelle ein.
4. Führt den Versuch weitere 4-mal durch, tragt die Massen in die Tabelle ein und bestimmt den Mittelwert der Massen. (Dabei den Sand in den Messbecher umfüllen.)

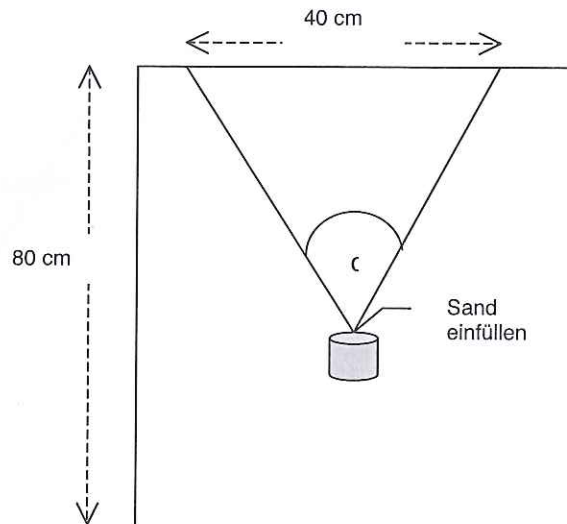
Messwerte:

Versuch Nummer	Masse in g
1	
2	
3	
4	
5	

Der Mittelwert der Masse beträgt: $m =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 2 Hacken
- 50g Massestück
- 1 Trichter
- 1 Plastiktüte
- 1 Geodreieck
- Nähseide
- Sand
- Waage (am Lehrertisch)
- Messbecher

**Arbeitsanweisung:**

1. Baut den Versuch wie in der Skizze auf. Achte auf die Maße. Nutzt das 50g Massestück und das Geodreieck um einen Winkel von $\alpha = 120^\circ$ einzustellen.
2. Hängt nun den Plastikbeutel an und füllt **vorsichtig** mit dem Trichter den Sand in die Tüte.
3. Füllt so lange den Sand ein, bis der Faden reißt. Bestimmt die Masse des Sandes, der eingefüllt werden musste, und tragt den Wert in die Tabelle ein.
4. Führt den Versuch weitere 4-mal durch, tragt die Massen in die Tabelle ein und bestimmt den Mittelwert der Massen. (Dabei den Sand in den Messbecher umfüllen.)

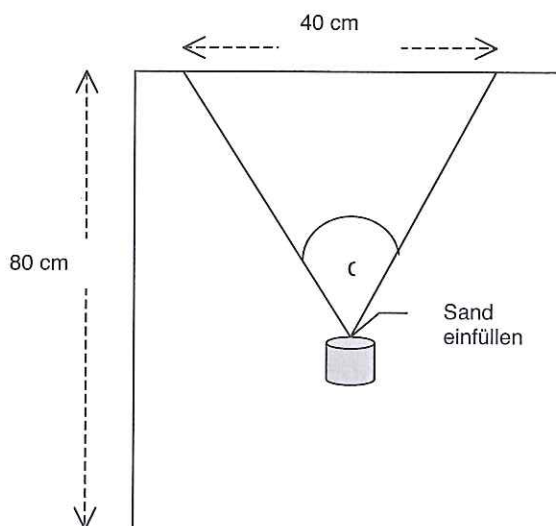
Messwerte:

Versuch Nummer	Masse in g
1	
2	
3	
4	
5	

Der Mittelwert der Masse beträgt: $m =$

Material:

- 1 Maßstab
- Stativmaterial
- 2 Hacken
- 50g Massestück
- 1 Trichter
- 1 Plastiktüte
- 1 Geodreieck
- Nähseide
- Sand
- Waage (am Lehrertisch)
- Messbecher

**Arbeitsanweisung:**

1. Baut den Versuch wie in der Skizze auf. Achte auf die Maße. Nutzt das 50g Massestück und das Geodreieck um einen Winkel von $\alpha = 150^\circ$ einzustellen.
2. Hängt nun den Plastikbeutel an und füllt **vorsichtig** mit dem Trichter den Sand in die Tüte.
3. Füllt so lange den Sand ein, bis der Faden reißt. Bestimmt die Masse des Sandes, der eingefüllt werden musste, und tragt den Wert in die Tabelle ein.
4. Führt den Versuch weitere 4-mal durch, tragt die Massen in die Tabelle ein und bestimmt den Mittelwert der Massen. (Dabei den Sand in den Messbecher umfüllen.)

Messwerte:

Versuch Nummer	Masse in g
1	
2	
3	
4	
5	

Der Mittelwert der Masse beträgt: $m =$

Ph	Mechanik 7/8	Name:
	Regeln für das Vektorspiel	Datum

Das Vektorspiel ist ein Spiel für jeweils zwei Personen, die dritte Person notiert den Spielablauf. Danach wechseln die Spieler, sodass jeder einmal Schriftführer ist.

Spielregeln:

1. Es wird mit zwei Würfeln gespielt. Beide Würfel werden geworfen. Der rote Würfel gibt an, wie viele Schritte der Spieler nach rechts oder links gehen kann. Der weiße Würfel gibt an, wie viele Schritte der Spieler nach oben oder unten gehen kann.
2. Hat ein Spieler gewürfelt, markiert er sein Ergebnis durch einen Pfeil, der den Ausgangspunkt mit dem Endpunkt verbindet. Danach ist der zweite Spieler an der Reihe.
3. Man darf nicht auf dem gleichen Endpunkt landen, wo sich bereits ein Spieler befindet.
4. Es gibt kein Aussetzen. Im Notfall kann auch das Ergebnis des weißen Würfels zuerst nach oben bzw. unten gesetzt werden und dann erst das Ergebnis des roten Würfels.
5. Gewonnen hat, wer zuerst das Zielfeld bzw. die Ziellinie erreicht.

Aufgaben des Schriftführers

- Die Aufgabe des dritten Teammitgliedes ist es, den Spielverlauf festzuhalten.
- Dabei wird auf einem extra Blatt eine Tabelle angelegt:

Name des Spielers 1	Name des Spielers 2

- Die Beschreibung des Spielzuges erfolgt, wie unten beschrieben:

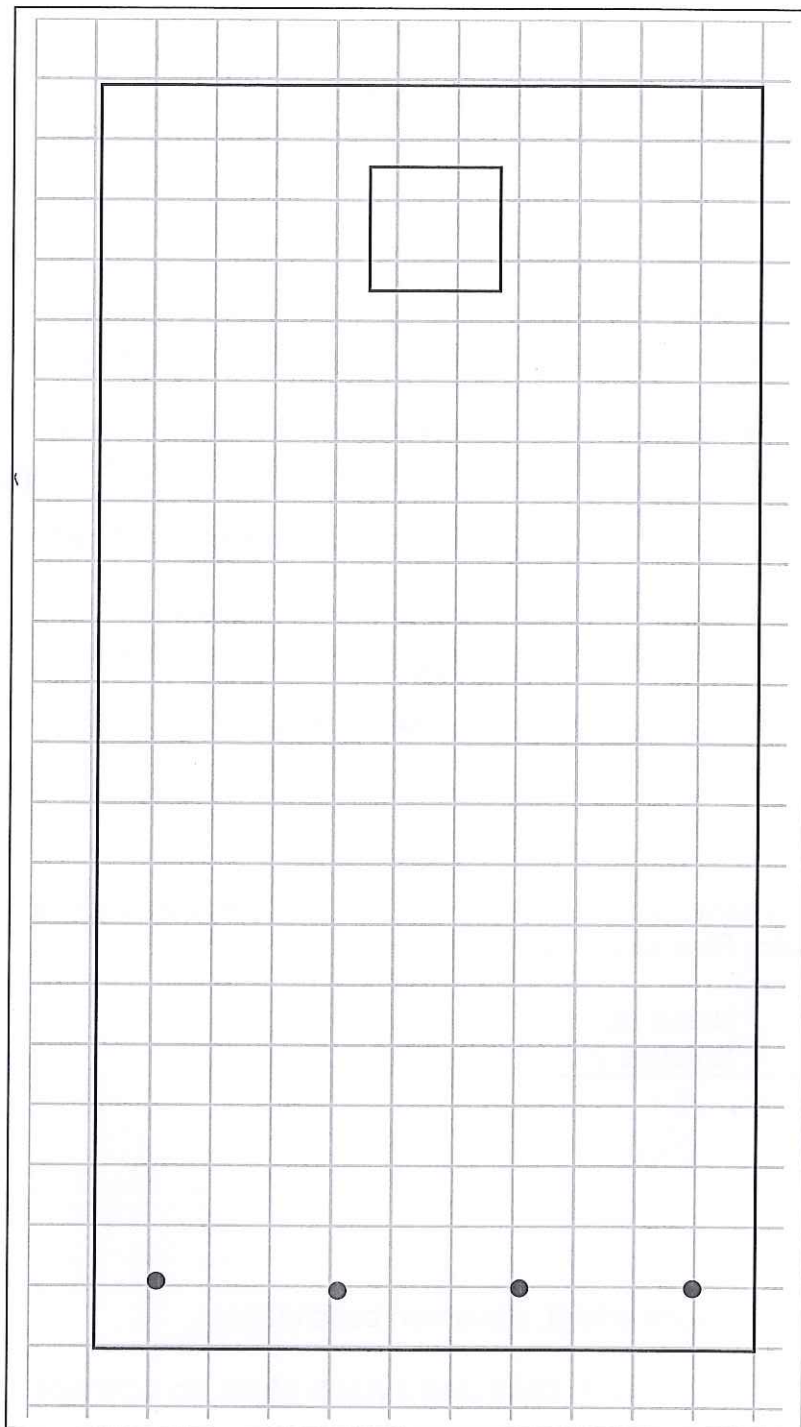
Geht ein Spieler z.B. 4 Schritte nach links und 3 nach oben, so schreibt

man: $\begin{pmatrix} -4 \\ 3 \end{pmatrix}$,

oder geht ein Spieler 2 Schritte nach rechts und 1 Schritt nach unten, so

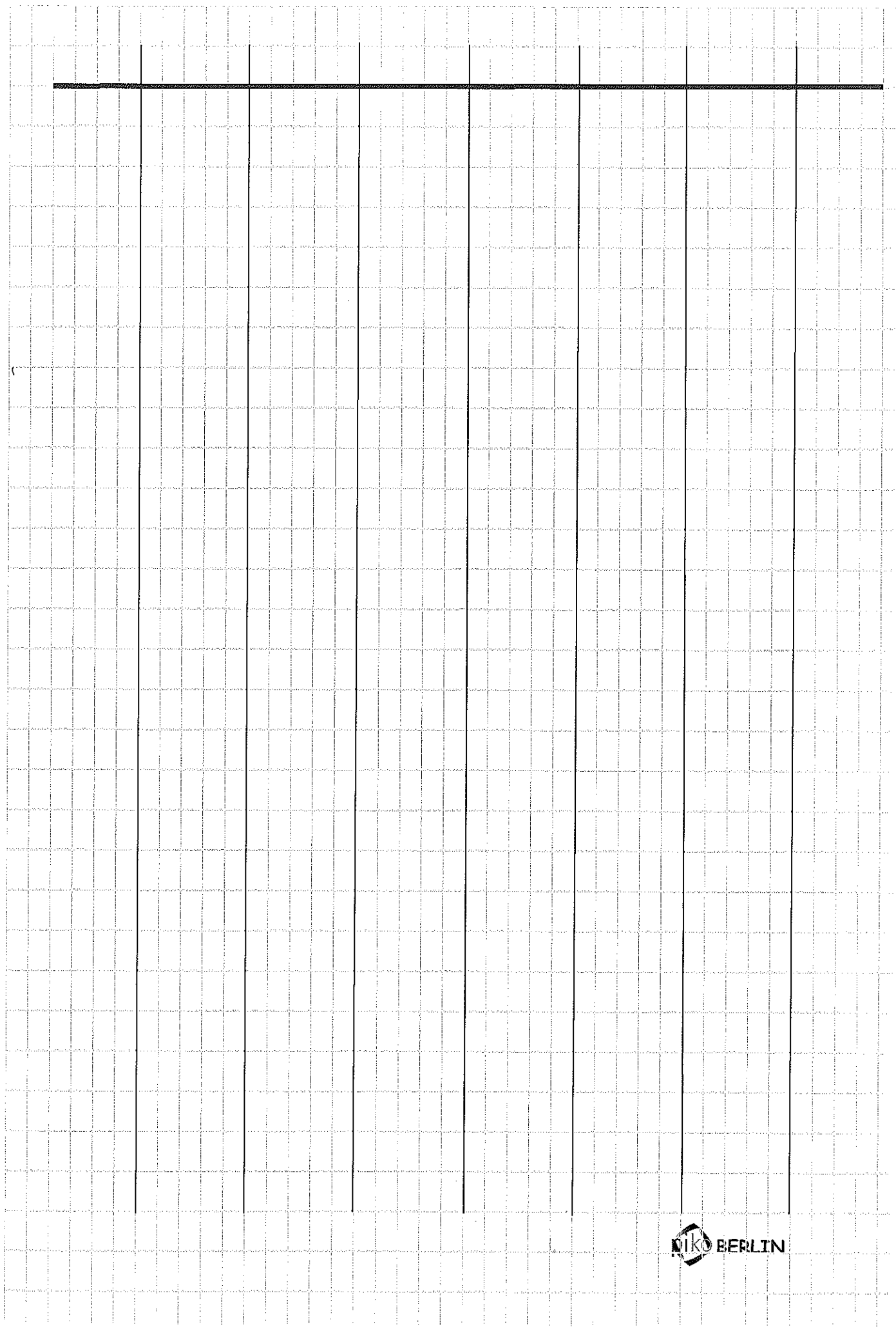
schreibt man: $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$

Ab in den Kasten



Gewonnen hat, wer zuerst den Kasten mit dem Ende des Pfeils erreicht.

Viel Spaß!!!



Brücken

Bezug zu Bildungsstandards / Rahmenplan

P5 7/8 Vom Tragen zur Goldenen Regel der Mechanik¹

W5 7/8 Brücken zur Mechanik

Dauer

45 min Stabile Dreiecke
45 min Brückenbau am PC
90 min Nudelbrücken bauen (evtl. HA)
90 min Wettbewerb und Bewertung der Nudelbrücken

Leitende Fragestellung, Problem

Baut tragfähige Brücken aus Nudeln!



Kurzbeschreibung

Einstieg: Stabile Dreiecke (1.Stunde)

1. Nachdem die Schüler gelernt haben, dass man Kräfte zerlegen kann und dass bei der Kräftezerlegung Dreiecke entstehen, bekommen sie nun die Aufgabe, aus Magnetkugeln und -stäbchen möglichst kleine stabile Elemente zu bauen.

Erarbeitung: Brückenbau am PC (2.Stunde)

2. In der nächsten Phase müssen die Schüler im Computerprogramm den Bau einer Brücke in verschiedenen Levels durchlaufen.

Festigung: Nudelbrücken bauen (3. und 4. Stunde) und

Wettbewerb und Bewertung der Nudelbrücken (5. und 6. Stunde)

3. Die Aufgabe für die Schüler lautet, eine „echte“ Brücke aus Nudeln zu bauen.

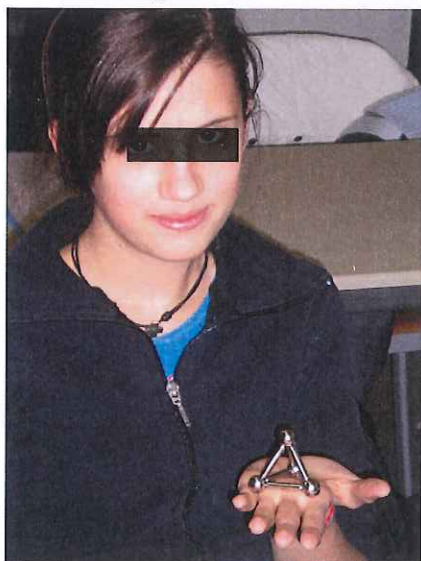
Das geschieht im Rahmen eines Wettbewerbs, in dem die Schülergruppen gegeneinander antreten.

¹ Neuer Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, Hauptschule, Realschule, Gesamtschule, Gymnasium; Physik Klasse 7 bis 10; gültig ab 2006 http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_physik.pdf

Methodische Schwerpunkte
In dieser Unterrichtseinheit stehen selbstständige Schülertätigkeiten im Mittelpunkt. In jeder der drei Phasen müssen die Schüler allein, in Partnerarbeit oder in Gruppenarbeit Probleme lösen. Beim Bau der Nudelbrücken soll sich zeigen, was die Schüler zuvor über Kräftezerlegung, Druck- und Zugkräfte und stabile Dreiecke gelernt haben.
Lernziele/Kompetenzen
Fachwissen: Der Einsatz von stabilen Dreiecken in der Architektur und in der Technik Erkenntnisgewinn: Lösen von Problemen, Planen einer Partner- oder Gruppenarbeit.
Anhang
1. Unterrichtsverlauf 2. Erfahrungsbericht 3. Quellen

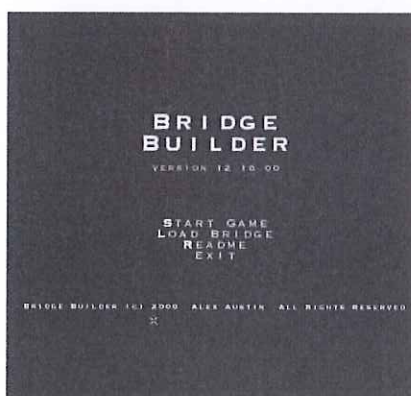
Unterrichtsverlauf

1. Einstieg



Die Schüler werden aufgefordert, aus Magnetkugeln und Magnetstäbchen kleine Elemente zu bauen, deren Stabilität durch Fingerdruck o.ä. getestet werden kann. Aus der vorangegangenen Stunde (Kräftezerlegung) und ihren Erfahrungen sollten sie wissen, dass hierbei die stabilen Dreiecke eine Rolle spielen. Im Anschluss sollte ein Praxisbezug hergestellt werden. Dazu könnten Bilder aus dem Internet bzw. die Erfahrungswelt der Schüler genutzt werden.

2. Erarbeitung



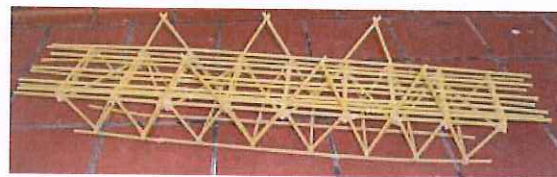
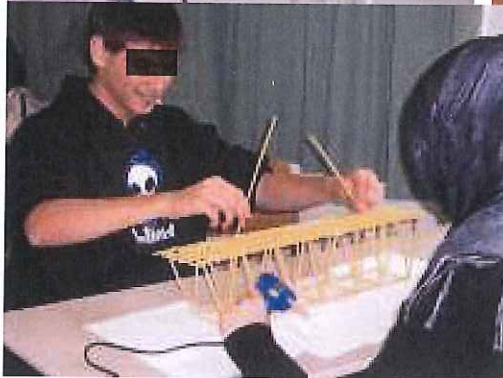
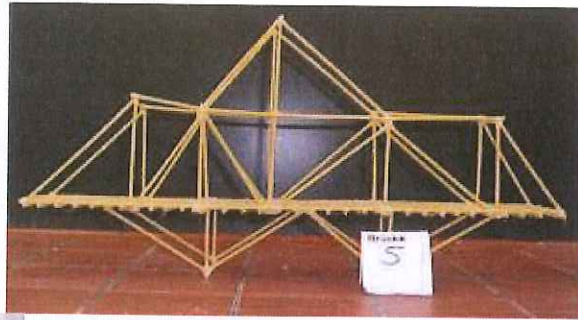
Die Schüler erstellen am Computer virtuelle Brücken. Dazu müssen sie sieben Level durchlaufen. Ihnen steht ein begrenztes Budget zur Verfügung. Ein anschließender Test (Zug fährt über die Brücke, Belastung wird farbig dargestellt) zeigt, ob die Brücke stabil ist.

<http://www.bridgebuilder-game.com>

3. Festigung

Mit dem Wissen aus der Einstiegs- und der Erarbeitungsphase sollen die Schüler nun in Partner- bzw. Gruppenarbeit eine echte Brücke aus Makkaroni bauen. Um die Schüler zu motivieren, wird ein Wettbewerb ins Leben gerufen. Für den Bau sind folgende Kriterien entscheidend:

- es darf nur eine 500 g – Packung Makkaroni verwendet werden (aus Kostengründen und wegen des Eigengewichtes),
- es muss eine Distanz von 50 cm überbrückt werden,
- die Brücke muss mindestens 10 cm breit sein, um die spätere Belastung zu ermöglichen,
- die Befestigungsart der Nudeln aneinander ist freigestellt (alle Schülergruppen entschieden sich für die zur Verfügung gestellten Klebepistolen).



Über die Bewertung und letztlich über den Sieger des Wettbewerbs entschieden:

- Masse der Brücke (20 %)
- Design (20 %)
- Präsentation (20 %)
- Belastbarkeit (40 %)

Über das Design und die Präsentation stimmten die Schüler ab, wobei jede Gruppe eine Stimme für die schönste Brücke hatte. Die eigene Brücke durfte nicht nominieren werden. Bei der Präsentation durften maximal drei Punkte für jede Gruppe vergeben werden.





Diese Brücke hat mehr als 15 kg Belastung ausgehalten und konnte erst durch das Heraufsetzen einer Schülerin (40 kg) zerstört werden.



Materialien

Magnetspiel (ähnlich GEOMAG)

PC-Programm „Bridge Builder“ www.bridgebuilder-game.com

Makkaronipackungen und Klebepistolen (evtl. von den Schülern selbst mitzubringen)

Waage

Material zum Belasten der Brücke (Gewichte, Ziegelsteine o.ä.)

Didaktischer Kommentar

Dieses kleine, in sich geschlossene Projekt beginnt mit einem zunächst abstrakten Problem. Aus den zuvor erteilten Stunden können die Schüler die einfache Lösung der Kräftezerlegung und der stabilen Dreiecke erarbeiten. Diese bilden dann die Voraussetzungen, eine neue, komplexere Aufgabe am PC zu lösen. Die selbstständige Tätigkeit zur Anwendung des Gelernten für den folgenden Wettbewerb. Die Alltagserfahrung von stabilen Konstruktionen wird hier aufgegriffen, problematisiert und über eine Situation des Situated Learnings gefestigt.

Bildungsstandards

F3, F4 (Fachwissen)²

E2, E7 (Erkenntnisgewinnung)

K6, K7 (Kommunikation)

B2 (Bewertung)

² Entsprechend „Struktur für Ergebnisberichte/Lehrerhandreichungen“, Christoph Müller, IPN Kiel
Original: Kultusministerkonferenz, Quelle: <http://www.kmk.org/schul/home1.htm>

Erfahrungsbericht

Die Schüler waren sehr eifrig mit der Bewältigung der Aufgaben beschäftigt. Sie hatten Spaß am Projektunterricht, weil sie hier auch mal selbst tätig werden konnten. Der Brückenbau wurde gemeinsam geplant und umgesetzt. Dabei wurde in einigen Gruppen heftig diskutiert.

Beim Bau der Brücken vergaßen einige Schüler allerdings den Bezug zur Physik (Kräftezerlegung). Das müsste im Vorfeld gründlicher herausgearbeitet werden. Spannend war für die Schüler, dass sie ihre Gruppenarbeit auch präsentieren mussten und sich gegenseitig beurteilen durften.

Wichtig wäre, sich vor dem Beginn des Wettbewerbs zu überlegen, womit die fertigen Brücken belastet werden sollen, weil einige Schüler in ihren Brücken Querverstrebungen eingebaut haben, sodass regelrechte Tunnel entstanden und man dann die Gewichtsstücke nicht mehr durchschieben konnte.

Arbeitsblätter

[Ergebnisbericht Teil 2.4 Baustein Bruecken Fotos.doc](#)

Quellen

www.bridgebuilder-game.com



Abbildung 3: <http://www-rcf.usc.edu/~echew/hobbies/photos/Paris2002/>



Abbildung 1:
<http://www.pollnow.de/aktuelles/bruecke.JPG>



Abbildung 2:
<http://www.nienburg-weser.de/images/bruecke.jpg>

Hebel und Lasten

Bezug zum Rahmenlehrplan Berlin

Dauer

Vom Tragen zur goldenen Regel (P5 7/8)

Leitende Fragestellung, Problem



Abbildung Bäcker



Foto 1: Im Gleichgewicht!

Kurzbeschreibung

Einstieg

1. Vorstellen der Bäckergeschichte (siehe Folie 1, Anlage).
2. Nachvollziehen der Bäckersituation auf dem Schwebebalkenhebel mit der schweren Kiste und einem Schüler.

Erarbeitung

3. Problemstellung formulieren:
Wie ermitteln wir die Masse der Kiste, ohne sie zu wiegen?
4. In Gruppen wird ein Experiment geplant, dass zur Problemlösung führen kann. Hilfsmittel wie z.B. Physikbücher können verwendet werden.
5. Die Planung wird dem Lehrer vorgestellt und erläutert.
6. Das Experiment wird am Schwebebalkenhebel durchgeführt.

Präsentation

7. Unterschiedliche Vorgehensweisen werden von je einer Gruppe den Mitschülern präsentiert.

Auswertung:

8. Die Masse der Kiste lässt sich mit folgender Gleichung berechnen:

$$m_{\text{KISTE}} = m_{\text{SCHÜLER}} \cdot \frac{l_{\text{SCHÜLER}}}{l_{\text{KISTE}}}$$

Die Masse des Schülers kann mit einer

Personenwaage ermittelt werden, die Abstände zur Drehachse werden mit Messlatten oder dem Bandmaß bestimmt.

Festigung:

9. Archimedes und der Hebel (siehe Folie 2, Anlage) wird vorgestellt. Im Unterrichtsgespräch werden die Idee von Archimedes und die Probleme in der Umsetzung diskutiert.

Methodische Schwerpunkte

Erneut wird der Kontext „Große Lasten“ aufgegriffen. Der Schwebebalken als Riesenhebel ermöglicht es den Schülern, selbst als Last im Experiment mitzuwirken, andererseits das Experiment von außen zu erleben. In der Gruppenarbeit soll das Planen eines geeigneten Experimentes im Vordergrund stehen, der selbstständige Umgang mit der Fachliteratur, hier das Schulbuch, ist erwünscht.

Lernziele/Kompetenzen in Bezug auf den Rahmenlehrplan

- erleben, spüren und interpretieren Wechselwirkungen
- recherchieren, präsentieren und nutzen Werkzeuge zum Ermitteln der Masse einer großen Last
- entwickeln und bewerten Alternativen zur Massenbestimmung, planen eines Experiments
- wenden einfache Formen der Mathematisierung an
- präsentieren und bewerten ihre Ergebnisse

Anhang

1. Unterrichtsverlauf
2. Arbeitsblätter
3. Materialien
4. Quellen

Unterrichtsablauf**Einstieg**

1. Die Schüler werden aufgefordert, die Bäcker Geschichte zu lesen und dann Stellung dazu zu nehmen. Wenn der Bäcker auf dem Balken nach außen geht, dann bewegt sich der Balken auf seiner Seite nur dann nach unten, wenn er eine größere Masse als der Brötchenkorb hat. Bei gleichem Abstand und gleicher Masse ist der Balken im Gleichgewicht.
2. Veranschaulichen des Verhaltens des Balkens durch einen Schüler und die mit Steinen und anderen schweren Lasten gefüllte Kiste, die den Brotkorb ersetzt.
3. Lehrer verallgemeinert die Fragestellung: da die Masse der Kiste nicht bekannt ist, soll ein geeignetes Experiment zur Ermittlung der Masse entwickelt und durchgeführt werden.
Einzige Bedingung: die Kiste darf nicht angehoben werden.
Alternativ kann der Arbeitsbogen AB1 eingesetzt werden.

Erarbeitung

4. Zur Lösung der Aufgabe werden in Gruppen Experimente geplant, Hilfsmittel wie z.B. Lineale oder Schulbücher werden auf Nachfrage zur Verfügung gestellt.
5. Die Gruppen stellen dem Lehrer ihre jeweilige Planung vor.
6. Jede Gruppe führt ihr Experiment am Schwebebalken durch, ermittelt die notwendigen Messwerte (siehe Foto2) und wertet diese aus.
7. Jede Gruppe bereitet ihre Präsentation vor.



Foto 2: Längenmessung

Präsentation

8. Bei Gruppen mit gleichem Lösungsweg wählt der Lehrer eine Gruppe aus, die stellvertretend für alle anderen ihr Vorgehen und ihr Ergebnis vorträgt.

Auswertung

9. Die unterschiedlichen Lösungswege werden verglichen, ggf. Spezialfälle wie $m_{\text{SCHÜLER}} = 2m_{\text{KISTE}}$ aufgegriffen und die allgemeine Gleichung

$$m_{\text{KISTE}} = m_{\text{SCHÜLER}} \cdot \frac{l_{\text{SCHÜLER}}}{l_{\text{KISTE}}} \text{ entwickelt.}$$

Festigung

10. Die Schüler werden aufgefordert, zu dem Holzschnitt mit Archimedes, dem Hebel und der Erde (s. Folie 2) Stellung zu nehmen.
Bei den Stellungnahmen sollen der extreme Massenunterschied zwischen Archimedes und Erde sowie die Notwendigkeit eines extrem langen Hebels herauskommen.

Ausblick

Diese Doppelstunde führt auf praktische Weise in den Themenbereich Hebel als Kraftwandler ein.

Hierbei ist zu beachten, dass so der zweiseitige Hebel als Waage eingeführt und verwendet wird. Im nächsten Schritt erfolgt der Übergang zu Kräften und die Formulierung des Hebelgesetzes. Abschließend wird die Verwendung von Hebeln im Alltag thematisiert.

Ein möglicher Weg wird kurz skizziert:

Ein langer stabiler Holzstab als Hebel, ein Besenstiel als Drehachse und ein schwerer Stein werden verwendet, um mit einem Finger den Stein anzuheben. Die wirkenden Kräfte werden mit den bekannten Pfeilen visualisiert, die Gleichung aus der Vorstunde wird für Kräfte formuliert.

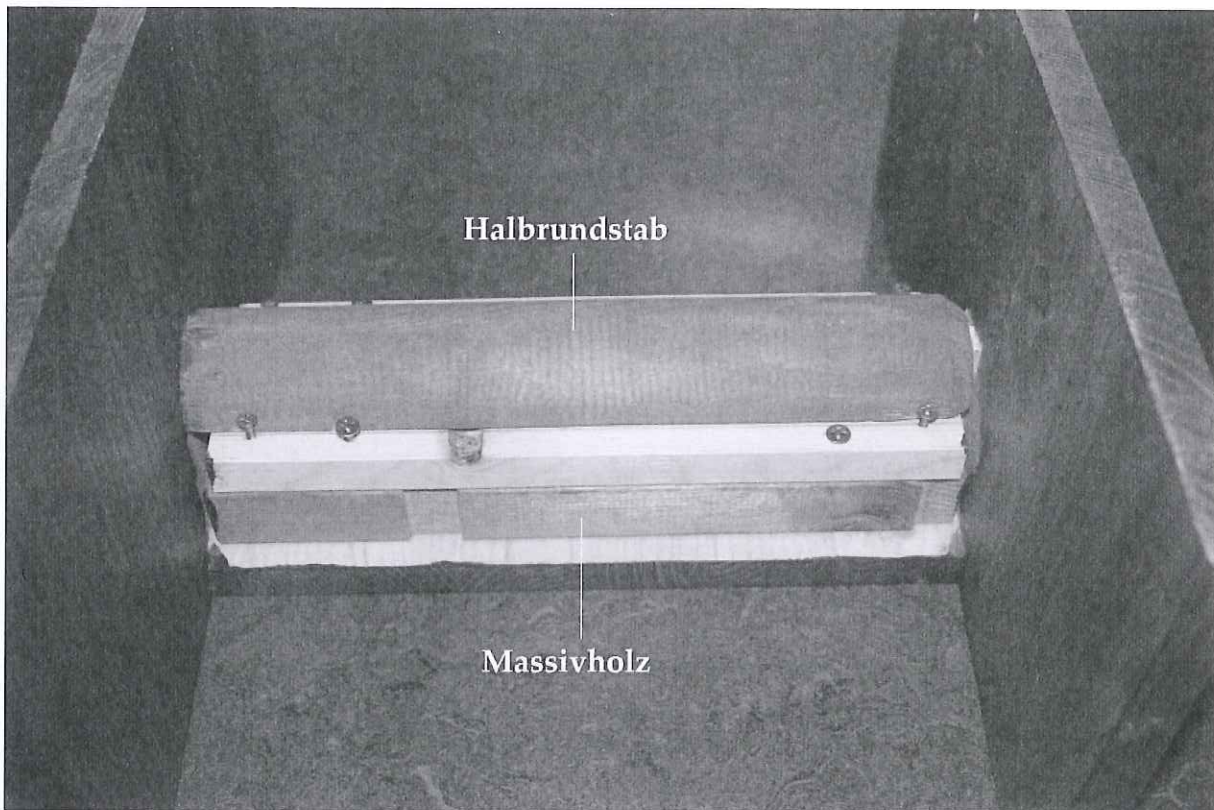
Es schließt sich ein Schülerexperiment zum einseitigen Hebel, bei dem die Gültigkeit des formulierten Gesetzes nachgewiesen wird (s. Foto).

Erfahrungsbericht

Der Kontextbezug wurde fächerübergreifend hergestellt. Die Schüler waren in selbst-organisierten Lerngruppen auch über das Ende der Stunde hinaus tätig.

Materialien

- Selbstgebautes Auflager für den Schwebebalken (Foto)
- Schwebebalken
- Schwere Kiste / Steine
- Folie zur Bäckergeschichte
- Arbeitsbogen „Aufgabenstellung“
- Folie „Holzschnitt“



Auflage-Lager für einen großen Hebel

Arbeitsblätter

[Ergebnisbericht Teil 2.5 Hebel und Last Aufgaben.doc](#)

[Ergebnisbericht Teil 2.5 Hebel und Last OH archimedes.doc](#)

[Ergebnisbericht Teil 2.5 Hebel und Last OH baeckergeschichte.doc](#)

Ph**Mechanik 7/8**

Name

Hebel und Last

Datum

Problem: In dem Kasten befinden sich mehrere Gegenstände, die unterschiedliche Massen besitzen. Mit Hilfe der Wippe sollt ihr feststellen, wie groß die Gesamtmasse des Kastens ist.

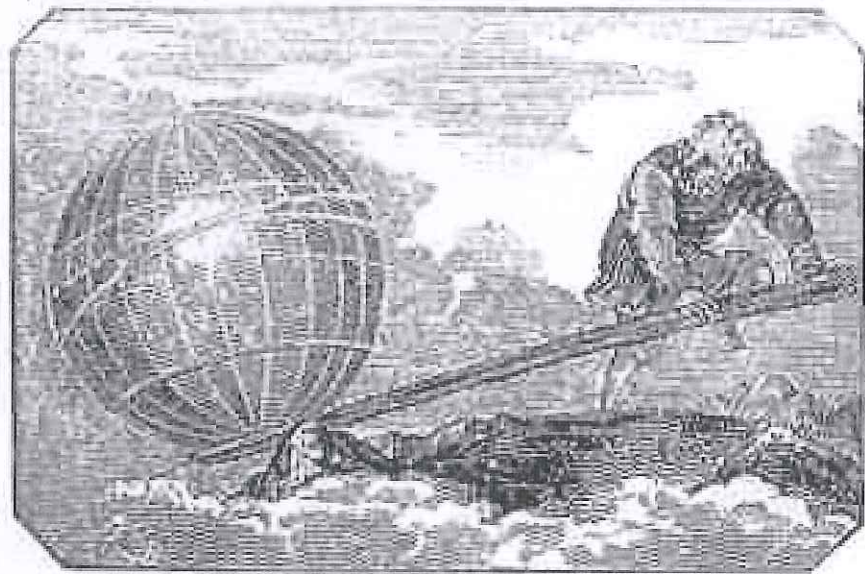
???

Wie schwer
ist die Kiste
mit Inhalt?

**Aufgaben:**

- In Eurer Gruppe müsst ihr Euch eine Lösung für das Problem überlegen. Dazu stehen Euch einige Hilfsmittel zur Verfügung:
- Materialien: - Wippe mit Kiste (*Es darf nichts herausgenommen werden.*)
 - Maßband
 - Lehrbücher
 - Waage
 - Versuchsmaterialien für einen Nachbau des Problems
- Eure Lösungsschritte mit der Lösung müsst ihr in einem Arbeitsbericht dokumentieren.
- In dem **Arbeitsbericht** muss folgendes enthalten sein:
 1. Aufgabenstellung
 2. Welche Teilprobleme wollt ihr untersuchen?
 3. Wie sind deren Lösungen?
 4. Beschreibung des Experimentes, dass zur Beantwortung der Frage durchgeführt wird.
 5. Erklärung, wieso dieses Experiment zum Ziel führt.
 6. Ergebnis (Lösung des Problems)

Jeder muss solch einen Bericht am Ende abgeben. Dieser wird bewertet.



Holzschnitt
Mechanics Magazine
London, 1824

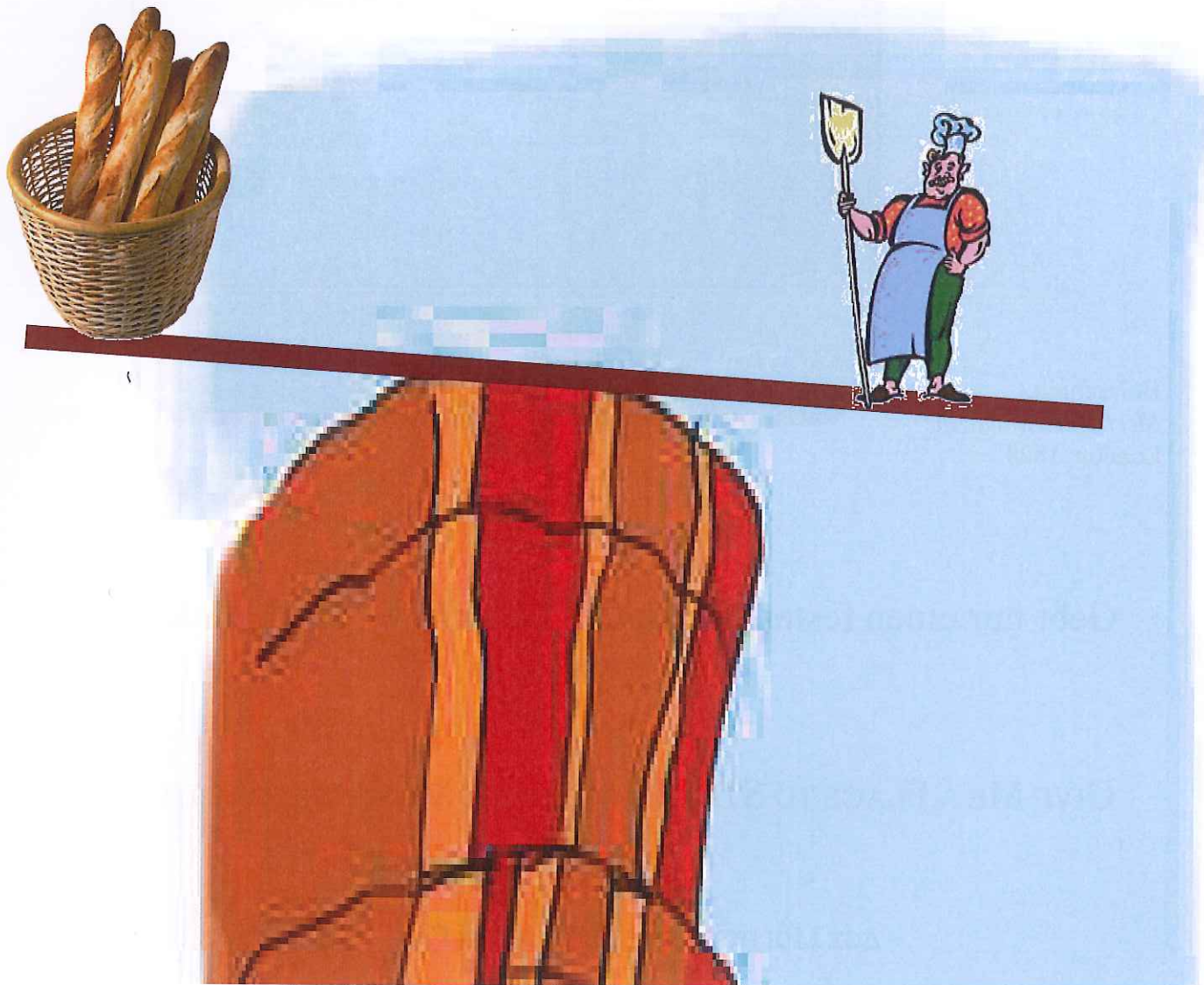
Gebt mir einen festen Standplatz und ich werde die Erde
bewegen.

GIVE ME A PLACE TO STAND AND I WILL MOVE THE EARTH

ΔΟΣ ΜΟΙ ΠΟΥ ΣΤΩ ΚΑΙ ΚΙΝΩ ΤΗΝ ΓΗΝ

Quelle: A remark of Archimedes quoted by Pappus of Alexandria in his
"Collection" (*Synagoge*, Book VIII, c. AD 340 [ed. Hultsch, Berlin 1878, p. 1060]).

Die Bäckergeschichte



Ein Bäcker wird beschuldigt, zu kleine Brötchen gebacken zu haben. Der Bäcker bestreitet diesen Vorwurf vehement.

Der Fall wird dem König vorgetragen, der die folgende Entscheidung trifft:

„Sage mir zunächst deine Masse. Wenn, wie du sagst, deine Brötchen die vorgeschriebene Masse haben, wirst du keine Angst haben den folgenden Versuch durchzuführen. Ein Korb mit Brötchen, der deiner Masse entspricht, wird auf das eine Ende eines Balkens platziert, an das andere Ende, welches über die Klippe ragt, wirst du laufen. Kommst du bis zum Ende, hast du Recht gehabt.“