1. Lektion (45')

a) Vortragsteil (20')

(Beschreibung und Informationen)

- Informationen

für Lehrperson: Physik für die Sekundarstufe I, Cornelsen / Orell Füssli, 1989:
Mechanik der Flüssigkeiten (Seiten 134, 135) bzw.
Physik für die Sekundarstufe I, Orell Füssli, 2007:
Druck in Flüssigkeiten (Seiten 152 – 158)

für die Schülerinnen und Schüler: Repetition als Hausaufgabe für die 2. Lektion.
Physik für die Sekundarstufe I, Cornelsen / Orell Füssli, 1989:
Mechanik der Flüssigkeiten, Seite 135 (oben) bzw.
Physik für die Sekundarstufe I, Orell Füssli, 2007:
Druck in Flüssigkeiten, Seite 157 (oben)

- Einstieg

Hellraumprojektorfolien oder Power-Point Präsentation mit verschiedenen modernen Hydraulikgeräten (vgl. dazu Fotos im Anhang), z.B.:

HYDRAULIK

Lastwagen

Hebebühne

Aufzug

Bagger

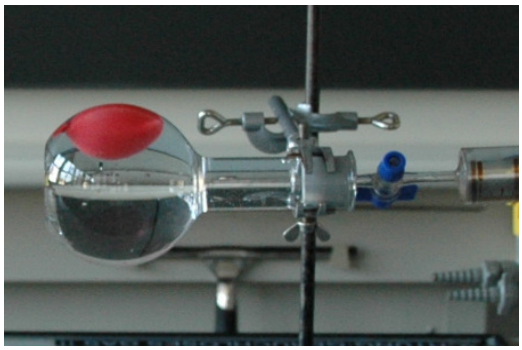
Die entsprechenden Gegenstände animiert auf ppt-Folie bringen

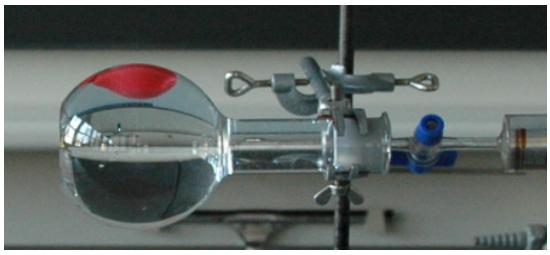
Drei Demonstrationsexperimente (zum Vortragsteil)

- Erstes Experiment (Foto rechts; zunächst versucht LP, danach die SuS die Spritze zusammen zu drücken, keiner schafft es)

  Fazit: Wasser ist nicht zusammendrückbar

- zweites Experiment

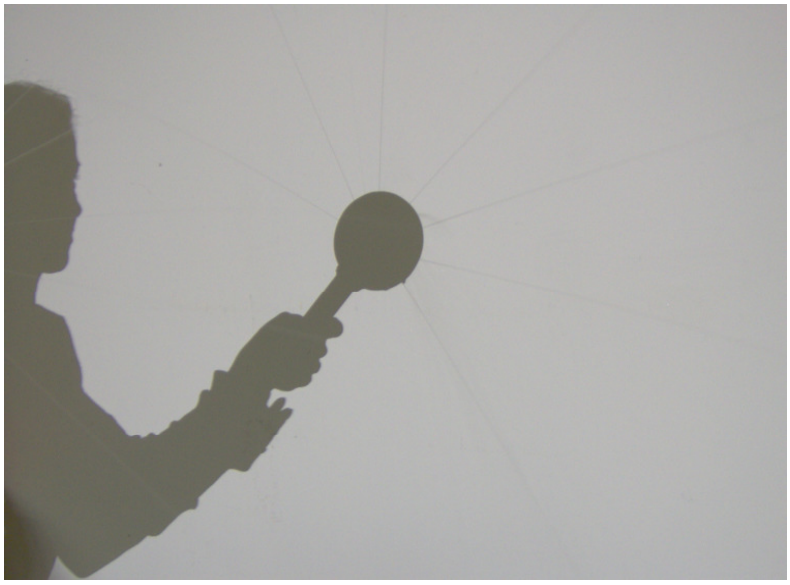




Kolben wird in Spritze hineingedrückt (durch LP), Luftballon wird kleiner

Fazit: Luft (Gas) ist gut zusammendrückbar

- Drittes Experiment



Fazit: Der Druck wirkt senkrecht auf die (die Flüssigkeit umgebenden) Gefässwände.

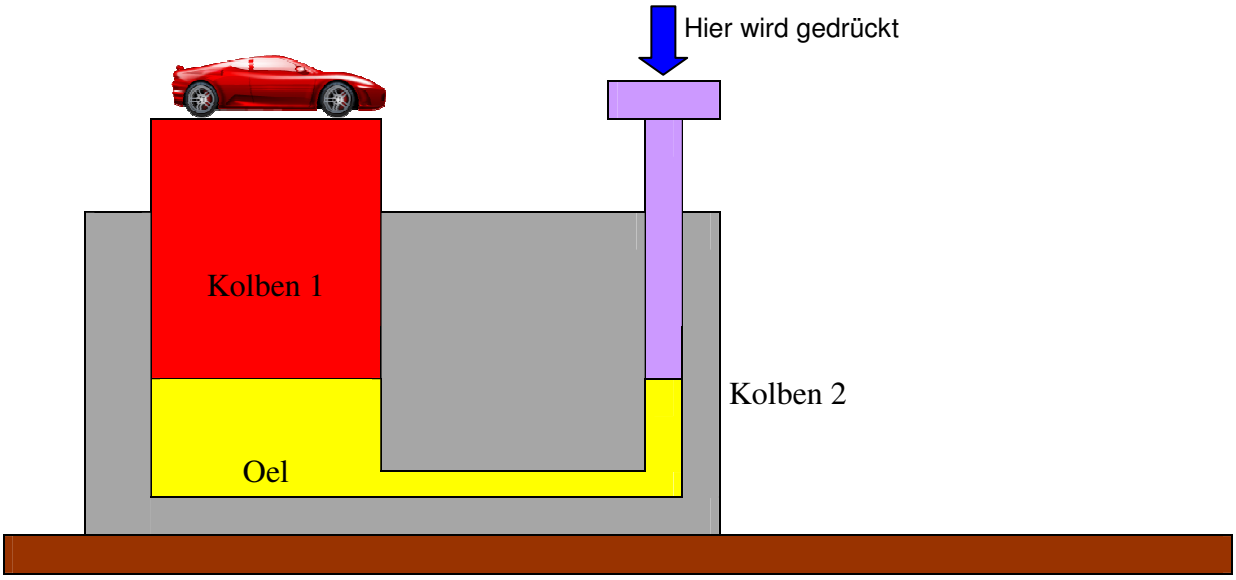
Das gleiche funktioniert auch mit einer grossen PET-Flasche, in die etwa 5 cm vom Boden auf gleicher Höhe rund herum 6 – 8 sehr feine Löcher (am besten sehr vorsichtig mit einer feinen Nähnadel) gestochen wurden. Füllt man die PET-Flasche etwa zur Hälfte mit (gefärbtem) Wasser und schliesst sie dann mit dem Deckel, so läuft bzw. tropft zunächst noch ein bisschen Wasser heraus, durch den entstehenden Unterdruck in der Flasche hört das aber bald auf (falls das Wasser stetig weiter ausläuft, sind die Löcher zu gross). Danach kann man auf die Flasche drücken und das Wasser spritzt gleichmässig heraus und von oben betrachtet erhält man das gleiche Bild wie mit dem „Profi-Gerät“ (Abbildungen auf der nächsten Seite).

b) Lernaufgabe (25')

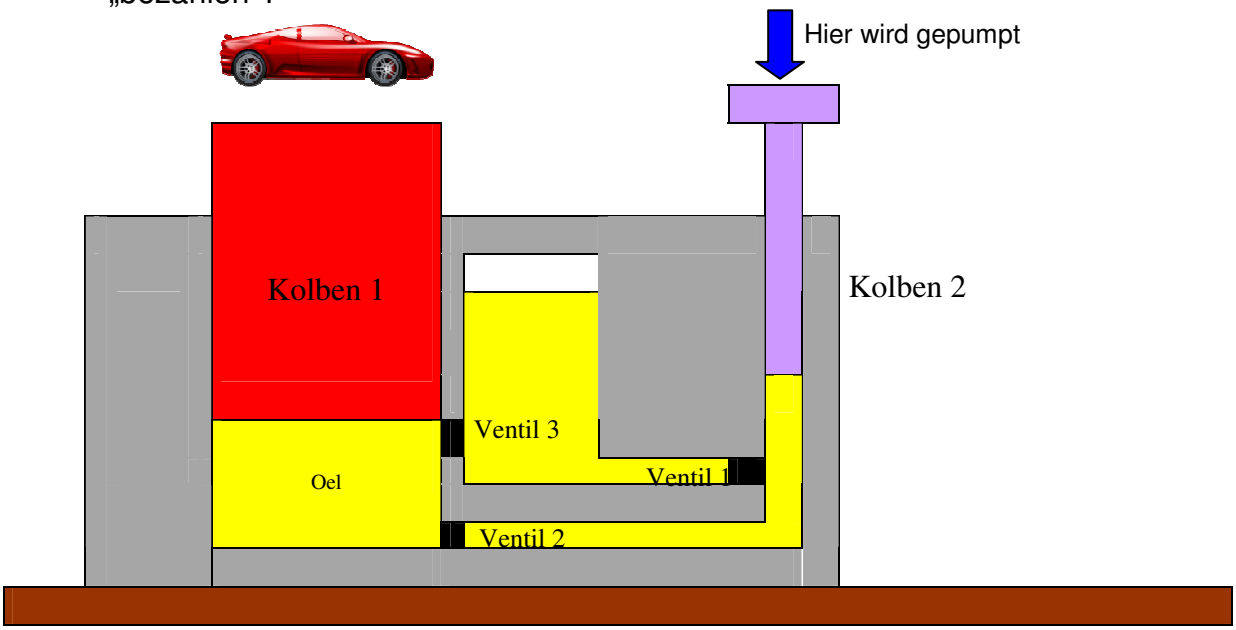
(Beschreibung und Aufträge an Sch. der Lernaufgabe)

Du weisst: Eine kleine Kraft auf eine kleine Kolbenfläche bewirkt eine grosse Kraft auf eine grosse Kolbenfläche. Bei einem hydraulischen Wagenheber lässt sich diese Aussage leicht prüfen.

[1] So einfach, wie im untenstehenden Bild gezeigt, kann ein hydraulischer Wagenheber nicht gebaut sein. Warum könnte man das Auto in einem so gebauten Wagenheber nur wenig anheben?



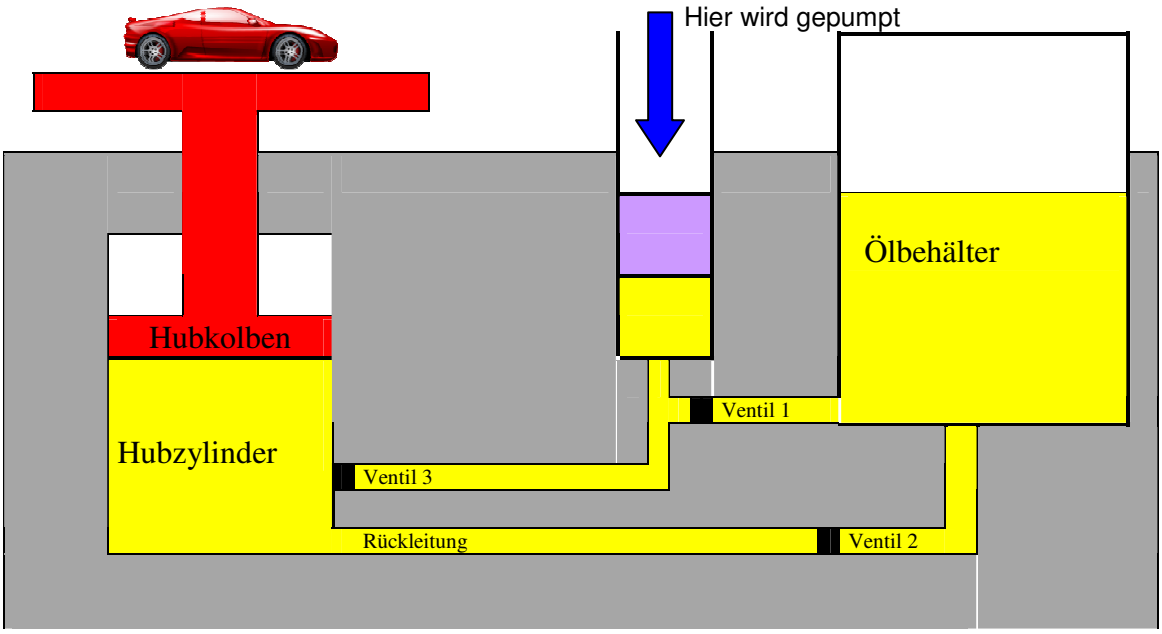
[2] Beschreibe anhand der zweiten Zeichnung auf dieser Seite, wie der Wagenheber funktioniert.
Überlege dazu Folgendes: Es sieht so aus, als ob man mit einer solchen Apparatur an Kraft sparen könnte. Ganz ohne zusätzlichen Aufwand geht das allerdings nicht. Auf welche Weise muss man für die Kraftersparnis „bezahlen"?



[3] Wie könnte man deine Erkenntnisse aus Aufgabe [2] in einem Experiment überprüfen? Beschreibe deinen Experimentvorschlag mit Hilfe einer Skizze.

[4] Auch viele Hebebühnen arbeiten hydraulisch. Sie könnten etwa so aussehen, wie in der dritten Abbildung gezeigt wird:

a) Wie gross ist der Druck, der in der Hydraulikflüssigkeit herrscht?[1]
b) Wie gross muss die Kraft auf den Pumpenkolben sein, damit die Last (also die Gewichtskraft des Autos) getragen wird?[2]
c) Wie hoch wird die Last gehoben, wenn der Pumpenkolben um 1 m gesenkt wird?



Lösungen zur Lernaufgabe:

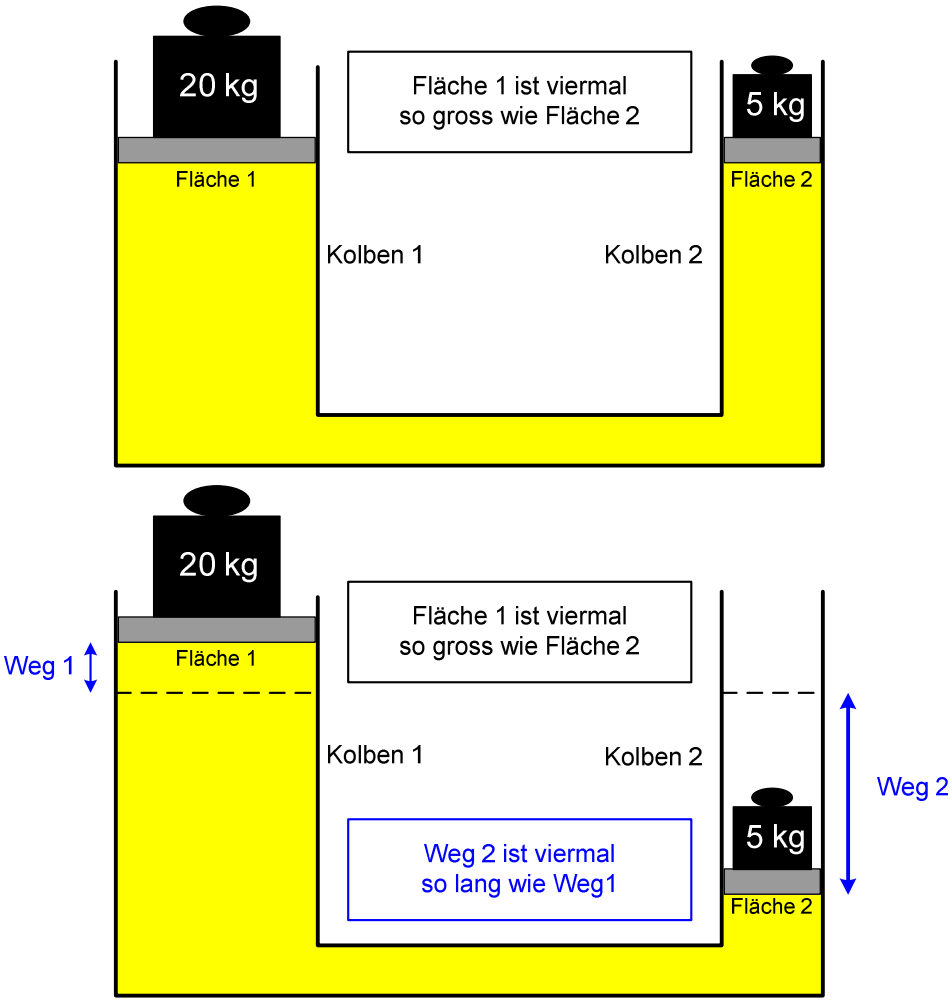
[1] Sobald der Kolben 2 ganz hineingedrückt wäre, könnte man Kolben 1 nicht weiter nach oben bewegen.

[2] Während das Auto nach oben gehoben wird ist das Ventil 3 die ganze Zeit geschlossen. Wenn der Kolben 2 hinunter gedrückt wird, ist das Ventil 2 geöffnet (und das Ventil 1 geschlossen), dadurch kann der Kolben 1 nach oben gedrückt werden. Zieht man den Kolben 2 wieder heraus, ist das Ventil 2 geschlossen und das Ventil 1 geöffnet, so dass Öl nachfliessen kann. Dies wird so lange wiederholt, bis das Auto die gewünschte Höhe erreicht hat. Zum Herunterlassen des Wagens wird das Ventil 3 geöffnet, so dass das Öl wieder hinausfliessen kann.
Für die kleine Kraft muss man mit dem längeren Weg „bezahlen“ (goldene Regel der Mechanik), d.h.: um den Wagen, also Kolben 1, z.B. um 10 cm nach oben zu heben, braucht man zwar nur ein etwa ein sechstel der Gewichtskraft des Wagens, muss den Kolben 2 dafür aber auch um den sechsfachen Weg (also 60 cm) hinein schieben.

[1] ein Tipp: überlege dir, ob der Druck in der Flüssigkeit überall gleich oder verschieden ist? Wo könnte er grösser, wo kleiner sein?
[2] ein Tipp: die Gewichtskraft des Autos ist ein Vielfaches der benötigten Kraft

[3] Mögliches Experiment: zwei Kolben (der Querschnitt von Kolben 1 ist viermal so gross wie der von Kolben 2) sind über einen Schlauch oder ähnliches verbunden. Das System ist mit Wasser gefüllt. Man stellt fest:

- Wenn auf Kolben 1 eine Gewichtskraft von 200 N wirkt, reicht bei Kolben 2 eine Kraft von 50 N aus, um das Ganze in Ruhe zu halten.
- Drückt man nun Kolben 2 um einen gewissen Weg nach unten, so bewegt sich Kolben 1 nur um ein Viertel dieses Weges nach oben.



[4] a) Der Druck ist überall gleich. Wenn die Gewichtskraft des Wagens F_G ist und die Fläche des Hubkolbens A_H, dann ist der Druck in der Hydraulikflüssigkeit: F_G/A_H.

b) Angenommen, der Querschnitt des Hubkolbens ist sechsmal so gross wie der des Pumpkolbens. Dann ist die benötigte Kraft 1/6 der Gewichtskraft des Autos.

c) Wieder angenommen, der Querschnitt des Hubkolbens ist sechsmal so gross wie der des Pumpkolbens. Dann ist der Weg des Hubkolbens 1/6 des Weges des Pumpkolbens, also knapp 17 cm.

2. Lektion: Schülerexperimente

(Experimentieraufträge an Sch)

Grundversuch Nr. 1a: Lasten mit Druckluft heben (einmal einzurichten)

Ausgangslage
Um mit kleinem Kraftaufwand enorme Massen anheben zu können, werden häufig sogenannte Hebekissen eingesetzt.

Als **Hebekissen** bezeichnet man zwei an den Kanten verbundene (vulkanisierte) Gummimatten, in die man Luft pumpen und sie so zum Heben von Lasten verwenden kann (siehe Abbildung).

Quelle: http://www.feuerwehr-uster.ch/technik/material/hebekissen.htm

Wir wollen ein einfaches Hebekissen selber ausprobieren.

Auftrag

- Entleert den Fahrradschlauch komplett.
- Schliesst die Fahrradpumpe an den Schlauch an.
- Legt das bereitliegende Brett auf den Fahrradschlauch.
- Eine/r von euch stellt sich nun noch auf das Brett.
- Jetzt pumpt der/die andere Schüler/Schülerin Luft in den Fahrradschlauch.

Was stellt ihr fest?

Wahrscheinlich werdet ihr feststellen, dass man auf diese Weise ohne grossen Kraftaufwand beachtliche Gewichte heben kann.

Von der Lehrperson bereitzustellendes Material:
- 1 Fahrradschlauch mit Ventil
- 1 Brett 60x60 cm^2
- 1 Fahrradpumpe

Grundversuch Nr. 1b: Lasten mit Wasser heben (einmal einzurichten)

Ausgangslage
Statt Luft kann man auch eine Flüssigkeit (z.B. Wasser) in das Hebekissen pumpen.

Auftrag

- Entleert den Schwimmring komplett.
- Schliesst einen etwa zwei Meter langen Gummischlauch an die Öffnung des Schwimmrings „wasserdicht“ an. Beachtet beim Anschliessen, dass das Ventil des Schwimmrings geöffnet ist (weil sonst das Wasser nicht hineinlaufen kann).
- Am anderen Ende des Schlauchs befestigt ihr einen Trichter.
- Legt das bereitliegende Brett auf den Schwimmring.
- Eine/r von euch stellt sich nun noch auf das Brett und hält den Trichter mit dem Gummischlauch etwa auf Schulterhöhe.
- Jetzt füllt der/die andere Schüler/Schülerin Wasser in den Trichter am Gummischlauch.

Ihr werdet nun feststellen, dass man auf diese Weise ohne grossen Kraftaufwand beachtliche Gewichte heben kann, wenn auch sehr langsam. Wenn ihr den Vorgang etwas beschleunigen wollt, könnt ihr den Schlauch direkt an einem Wasserhahn anschliessen.

Von der Lehrperson bereitzustellendes Material:

- 1 Schwimmring
- 1 Brett (etwa 60x60 cm^2, auf alle Fälle gross genug, damit es dem gesamten Schwimmring abdeckt)
- 1 Stück Gartenschlauch von 2-5 m Länge
- 1 Trichter

Grundversuch Nr. 2: Druckmessung (zweimal einzurichten)

Ausgangslage
Autoreifen müssen den richtigen Luftdruck haben, sonst nutzen sie sich zu schnell ab. Der optimale Reifendruck ist deshalb bei jedem Auto – in der Bedienungsanleitung, in der Türe oder der Tankkappe – angegeben. Den maximalen Druck für die Befüllung eines Reifens ist meistens auf dem Reifen selbst angegeben.
An diesem Posten sollt ihr den Druck, der in einem geschlossenen Gefäss herrscht, einem Manometer selbst messen.

Auftrag

- Studiert erst einmal die zum Manometer gehörige Funktionsbeschreibung.
- Nehmt jetzt das Druckgefäss und schliesst die Fahrradpumpe am dafür vorgesehenen Anschlussstutzen an.
- Ihr könnt jetzt Luft hineinpumpen. Dabei werdet ihr sehen, dass ihr einige Male die Fahrradpumpe betätigen müsst, bis ihr einen messbaren Druckanstieg feststellen könnt. Tragt eure Messwerte im Messprotokoll ein. Vergesst nicht, die Einheiten für den Druck zu notieren.
- Nun sollt ihr das Druckgefäss leeren und ganz mit Wasser füllen.
- Schliesst wiederum die Pumpe an das Gefäss an.
- Wie gross ist der Druckanstieg jetzt, wenn ihr die Pumpe betätigt?
- Warum erhält man ein ganz anderes Resultat?

Druckmessung

Gefäss mit Luft gefüllt		Gefäss mit Wasser gefüllt	
Anzahl Pumpenstösse	gemessener Druck	Anzahl Pumpenstösse	gemessener Druck
1		1	
5		5	
10		10	
20		20	
50		50	

Von der Lehrperson bereitzustellendes Material:
- 1 Druckgefäss mit Manometer (inkl. Funktionsbeschreibung)
- 1 Fahrradpumpe

Grundversuch Nr. 3: Stossdämpfer (zweimal einzurichten)

Ausgangslage
Die Aufgabe von Stossdämpfern ist es, die beim Fahren auftretenden Schwingungen des Fahrzeugaufbaus zu dämpfen und ruckfrei abklingen zu lassen. Im Folgenden sollt ihr euch mit den so genannten Teleskopstossdämpfern befassen. Bei ihnen wird durch den Widerstand, den ein Arbeitskolben in einem mit Oel gefüllten Rohr überwinden muss, Bewegungsenergie in Wärmeenergie umgewandelt und so ein Schwingen des Fahrzeugs verhindert.

Auftrag

- Suche auf der Web-Site: http://home.datacomm.ch/mad-/stossdaempfer.htm zwei Typen von Teleskopstossdämpfern
- Versuche die zwei unterschiedlichen Konstruktionen zu verstehen
- Wie könntest du auf einfache Weise eine Fahrradpumpe mit Wasser zu einem einfachen Stossdämpfer umbauen?
- Wie würde sich dein improvisierter Stossdämpfer verhalten, wenn du an Stelle von Wasser Öl verwenden würdest?

Von der Lehrperson bereitzustellendes Material:
- Fahrradpumpe

Grundversuch Nr. 4: Scheibenbremse (zweimal einzurichten)

Ausgangslage
In der Bremsanlage eines Autos möchte man die Kraft am Bremspedal auf alle vier Räder gleichmässig verteilen und zudem verstärken. Mit einem hydraulischen System lassen sich beide Forderungen optimal erfüllen.

Auftrag

- An diesem Arbeitsplatz sind zwei Fahrräder aufgestellt. Finde heraus, welches der beiden am Hinterrad mit einer hydraulischen Scheibenbremse versehen ist.
- Welches Bremssystem ist effizienter?
- Versuche mit den anderen Gegenständen, die du am Arbeitsplatz vorfindest, selbst eine hydraulische Bremse zu bauen.
- Könntest du mit deinem Bremssystem gleichzeitig zwei Räder bremsen; wie würdest du das realisieren?

Von der Lehrperson bereitzustellendes Material:
- zwei Fahrräder (eines mit konventioneller Backenbremse, das andere mit hydraulischer Scheibenbremse
- ein Velorad
- Backenbremssystem ohne Drahtzug
- Teflonspritze
- Teflonschläuchlein (5 mm Aussendurchmesser)
- ein kleines Teleskopelement mit Anschlusstülle

3./4. und 5. Lektion: Gruppenpuzzle

(Beschreibung des Gruppenpuzzles)

Grundsätzliches
Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten einen Teil des Stoffes und unterrichten danach ihre Mitschülerinnen und Mitschüler.

Ein Beispiel:
Der Stoff ist z.B. in 4 Bereiche eingeteilt. Die Klasse wird ebenfalls in 4 Gruppen aufgeteilt: A, B, C und D. Jede/r Schüler/in bekommt eines der vier Gebiete zugeteilt. Zuerst befasst sich jede/r alleine mit dem Gebiet (z.B. A), bis er/sie die Grundkenntnisse besitzt. Dann trifft er/sie sich mit jenen Schüler/innen, die dasselbe Thema (also A) behandeln, in der Expertenrunde an einem Tisch. In der Expertenrunde diskutieren die Jugendlichen, was sie nicht verstanden haben. Sie erarbeiten Präsentationsformen, Illustrationen und alles weitere, was den Stoff spannend machen kann.
Wenn die Schülerinnen und Schüler sicher sind, was sie unterrichten wollen, werden neue Gruppen (z.B. 1, 2, 3, 4 und 5, je nach Anzahl der Lernenden) eingeteilt. Diese Gruppen setzen sich aus jeweils einem/r Schüler/in der Expertengruppen A, B, C und D zusammen. Nun unterrichtet jede/r Schüler/in drei andere Schüler/innen über ihr/sein Gebiet.

In Ihrer Klasse findet also in mehreren Gruppen der gleiche Unterricht statt, den Sie sonst als Lehrerin oder Lehrer mit der ganzen Klasse durchführen würden.

Phase I (1 Lektion à 45')
Die Schülerinnen und Schüler suchen sich das Wissen zur Funktionsweise von speziellen hydraulischen Geräten aus den ihnen im Schulhaus zur Verfügung stehenden Informationsquellen.
Die Klasse wird in vier gleich grosse Gruppen unterteilt. Jede Gruppe erhält einen schriftlichen Arbeitsauftrag; dabei steht die ganze Stunde zur Informationsbeschaffung, Stoffverarbeitung (25') und zu einem ersten Infoaustausch (20') in der Expertengruppe zur Verfügung. Zu erarbeitende Themenfelder:

- Funktionsweise von Hebekissen; Anwendungsbeispiele suchen
- Funktionsweise von Kompressoren; Anwendungsbeispiele suchen
- sog. passive (hydraulische) Bauelemente wie Ventile, Blasenspeicher etc. suchen
- Funktionsweise einer Hebebühne; Anwendungsbeispiele suchen

Phase II (1 Doppellektion à 90')
In der ersten Lektion bereiten die Schülerinnen und Schüler ihre zu haltenden Präsentationen vor: Stoffverarbeitung, Infoaustausch in Expertengruppe und Material für Präsentation bereitstellen.

In der zweiten Lektion unterrichten die SchülerInnen ihre Mitschüler/innen über ihr Gebiet (Kurzreferate von 10 Minuten Dauer inkl. Nachfragen der Mitschüler/innen).

Gruppe 1: Hydraulische Hebekissen

(Aufträge Gruppenpuzzle)

Ausgangslage

Du hast im Versuch mit dem Fahrradschlauch selbst ein einfaches Hebekissen gebaut und ausprobiert. Solche Hebekissen werden an sehr vielen Orten als Hilfen eingesetzt.

Auftrag

Wissenserwerb:

1. Suche auf dem Internet drei Artikel zum Thema hydraulische Hebekissen.

2. Drucke sie aus und streiche das Wichtigste an.

3. Schreibe auf, was Du nicht verstanden hast. Versuche diese Fragen in der anschliessenden Expertenrunde zu klären.

   Zeitbedarf für den Wissenserwerb: 25 Min.

Expertenrunde

1. Besprich deine aufgeschriebenen Fragen mit den anderen Expertinnen und Experten und versuche die Fragen deiner Mitschüler/innen zu beantworten.

   Zeitbedarf für die Expertenrunde: 20 Min.

2. Bereite dich auf die Vermittlung des Stoffes vor, den du zusammen mit den anderen Expertinnen und Experten bearbeitet hast.

   Zeitbedarf für die Vorbereitungsarbeiten (in der Expertenrunde): 45 Min.

Gruppe 2: Kompressoren

Ausgangslage
Verkleinert man das Volumen eines Gases, so spricht man von Verdichten bzw. Komprimieren. Entsprechende Geräte heissen Verdichter oder Kompressoren. Es gibt viele verschiedene Kompressortypen.

Auftrag

Wissenserwerb:

1. Suche auf dem Internet drei Artikel zum Thema Kompressor. Suche Artikel zu verschiedenen Kompressortypen.

2. Drucke die Artikel aus und streiche das Wichtigste an.

3. Schreibe auf, was Du nicht verstanden hast. Versuche diese Fragen in der anschliessenden Expertenrunde zu klären.

   Zeitbedarf für den Wissenserwerb: 25 Min.

Expertenrunde

1. Besprich deine aufgeschriebenen Fragen mit den anderen Expertinnen und Experten und versuche die Fragen deiner Mitschüler/innen zu beantworten.

   Zeitbedarf für die Expertenrunde: 20 Min.

2. Bereite dich auf die Vermittlung des Stoffes vor, den du zusammen mit den anderen Expertinnen und Experten bearbeitet hast.

   Zeitbedarf für die Vorbereitungsarbeiten (in der Expertenrunde): 45 Min.

Gruppe 3: sog. passive hydraulische Elemente

Ausgangslage
Um hydraulische Anlagen wie Kompressoren, Hebekissen etc. betreiben zu können, sind auch so genannte passive hydraulische Elemente (Ventile, Blasenspeicher) nötig.

Auftrag

Wissenserwerb:

1. Suche auf dem Internet drei Artikel zum Thema passive hydraulische Elemente.

2. Drucke sie aus und streiche das Wichtigste an.

3. Schreibe auf, was Du nicht verstanden hast. Versuche diese Fragen in der anschliessenden Expertenrunde zu klären.

   Zeitbedarf für den Wissenserwerb: 25 Min.

Expertenrunde

1. Besprich deine aufgeschriebenen Fragen mit den anderen Expertinnen und Experten und versuche die Fragen deiner Mitschüler/innen zu beantworten.

   Zeitbedarf für die Expertenrunde: 20 Min.

2. Bereite dich auf die Vermittlung des Stoffes vor, den du zusammen mit den anderen Expertinnen und Experten bearbeitet hast.

   Zeitbedarf für die Vorbereitungsarbeiten (in der Expertenrunde): 45 Min.

Gruppe 4: hydraulische Hebevorrichtungen

Ausgangslage
Es gibt eine riesige Zahl von verschiedenartigen hydraulischen Hebevorrichtungen wie Autohebebühnen, Personenlifte etc.

Auftrag

Wissenserwerb:

1. Suche auf dem Internet drei Artikel zum Thema hydraulische Hebevorrichtungen.

2. Drucke sie aus und streiche das Wichtigste an.

3. Schreibe auf, was Du nicht verstanden hast. Versuche diese Fragen in der anschliessenden Expertenrunde zu klären.

   Zeitbedarf für den Wissenserwerb: 25 Min.

Expertenrunde

1. Besprich deine aufgeschriebenen Fragen mit den anderen Expertinnen und Experten und versuche die Fragen deiner Mitschüler/innen zu beantworten.

   Zeitbedarf für die Expertenrunde: 20 Min.

2. Bereite dich auf die Vermittlung des Stoffes vor, den du zusammen mit den anderen Expertinnen und Experten bearbeitet hast.

   Zeitbedarf für die Vorbereitungsarbeiten (in der Expertenrunde): 45 Min.

Infoquellen für Gruppenpuzzle

(Informationsquellen für Gruppenpuzzle)

Als Informationsquelle kann hier sehr gut auf die diversen Suchmaschinen des INTERNET zurückgegriffen werden. Unter den Stichworten „Hebekissen“, „Kompressoren (Verdichter)“, „Ventile“ bzw. „Blasenspeicher“ lässt sich so ausgiebiges Informationsmaterial finden.

a) für Lehrpersonen

www.google.ch
a) hydraulische Hebekissen
b) Kompressor
c) hydraulische Ventile; Blasenspeicher; ...
d) hydraulische Hebevorrichtungen

b) für Schülerinnen und Schüler

www.google.ch
a) hydraulische Hebekissen
b) Kompressor
c) hydraulische Ventile; Blasenspeicher; ...
d) hydraulische Hebevorrichtungen

Den Schülerinnen und Schülern muss man unbedingt weitere präzisierende Suchangaben machen, damit sie sich nicht in der Datenmenge verirren, z.B.:

www.google.ch
a) hydraulische Hebekissen (nur die Artikel der ersten Seite studieren)

oder

www.google.ch
a) hydraulische Hebevorrichtungen (spezifische Suche nach z.B. hydraulische Hebebühne oder hydraulischer Lift oder hydraulischer Kipper usw.

Abschliessend: Exkursion

Infoquellen bzw Informationshilfen für Stützpunktfeuerwehr

a) Für eine kurze Exkursion
Am einfachsten erkundigt man sich via Suchmaschine über die Stützpunktfeuerwehr seines Wohnortes. Die Angaben über alle in der Schweiz eingerichteten Stützpunkt-feuerwehren sind so rasch auffindbar. Neben der Organisation können detaillierte Informationen über die Ausrüstung eingesehen werden. Man kann so feststellen, ob die eigene Feuerwehr über alle Geräte verfügt, die man den Schülerinnen und Schülern vorführen lassen möchte, wie z.B.

hydraulisches Hebekissen
hydraulische Drehleiter
Kompressoren etc.

b) Für eine etwas aufwändigere Besichtigung
Besonders interessant sind natürlich Berufsfeuerwehren (z.B. eines Flughafens oder einer grösseren Stadt), weil diese über besonders gute Ausrüstungen verfügen und auch über Erfahrung mit Gruppenführungen haben.