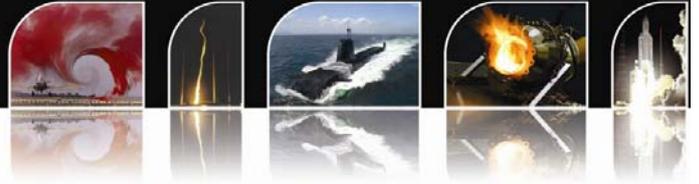


MASCHINENBAU ANSCHAU LICH

FACHHOCHSCHULE DUESSELDORF -
ERSTSEMESTERPROJEKT



Dokumentation

Erstsemesterprojekt SS 06 / 07

Maschinenbau anschaulich

Prof. Frank Kameier

(unredigiertes und nicht korrigiertes Exemplar)

Erstellt von Janine Mater, Jeannine Busch, Christoph Peuten

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Experimente

Cartesianischer Taucher	<i>Jeannine Busch</i>
Wirbelkanone	<i>Janine Mater</i>
Feuertornado	<i>Felix Renner</i>
Galileibahn	<i>Stefan Maxisch</i>
Kugelrampe	<i>Janine Mater</i>
Kugelrennen	<i>Christine Sokol</i>
schwebendes Ei	<i>Janine Mater</i>
Ei in der Flasche	<i>Markus Radtke</i>
Bermuda-Dreieck	<i>Ullrich Tiedtke</i>
Luftschiff	<i>Fausto Mendes</i>
Kuscheltier + Tasse	<i>Katharina Nowakowski</i>
Brauserakete	<i>Christoph Peuten</i>
Luftballonrennen	<i>Christoph Peuten</i>

Bericht vom „Tag der Technik“

Fazit

Anhang

1. Vorwort

Das Projekt "Maschinenbau anschaulich" ist ein Erstsemesterprojekt der Studenten des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik.

Von zentraler Bedeutung war für uns der Anspruch, physikalische Zusammenhänge zu veranschaulichen und gleichzeitig Spaß am Lernen zu bieten

Am effektivsten erschien es uns, im "learning-by-doing" Verfahren die Schüler selbst die Experimente durchführen zu lassen und sie beim Verstehen der Sachverhalte zu unterstützen. Der Tag der offenen Tür im Februar war unsere Bewährungsprobe. Viele Schüler und zukünftige Studenten ließen sich die Experimente zeigen, erklären und wollten sie natürlich auch selber ausprobieren. Vom benachbarten Kindergarten kam auch eine kleine Gruppe junger Entdecker, die auch teilweise bereits am Erstsemesterprojekt "Strömung - hören und sehen" (WS 04/05) teilgenommen hatten, denn viele unserer Experimente waren auch für Kinder dieser Altersgruppe verständlich gemacht. Nach einigen Anlaufschwierigkeiten ging es dann doch recht gut voran und auftretende Probleme und Schwierigkeiten wurden vermerkt und einige Experimente für den Tag der Technik im Juli verbessert.

Wir möchten uns an dieser Stelle für die tatkräftige Unterstützung durch Peter Rütz beim Aufbau der Experimente und die Bereitstellung seiner "Spielsachen", sowie bei Herr Kameier und Herr Mrowka für die Führung des "roten Fadens" durch das Projekt und ihre Geduld ☺ und Siggie Hauch für die handgemachten Cartesianischen Taucher und auch allen anderen Mitwirkenden bedanken.

Düsseldorf, Juni 2007

Cartesianischer Taucher

Idee

Versuchsaufbau:

Materialien und Geräte:

Cartesianischen Taucher
Glasflasche mit passendem Gummistopfen oder PET-Flasche

Weil wir diesen, aber in einer Nummer größer bauen wollen, benötigen wir:
Cartesianischen Taucher (XXL ca. 20cm)
Plexiglasröhre (Ø30cm, Länge 2m)
Plexiglasdeckel mit Dichtung
Luftpumpe mit langem Schlauch

Die Plexiglasröhre wird randvoll mit Wasser gefüllt und der Taucher ins Wasser gelassen. Im Körper des Tauchers muss so viel Luft sein, dass dieser noch so grade an der Oberfläche schwimmt. Dann wird die Röhre mit dem Plexiglasdeckel verschlossen.

Durchführung:

Wenn man nun die Luftpumpe betätigt, taucht der Taucher ab und schwebt im Wasser. Je öfter man pumpt, desto tiefer taucht er. Wenn man anschließend das Druckventil betätigt, kann die hinzugepumpte Luft entweichen und taucht der Taucher wieder auf.

Physikalisches Prinzip:

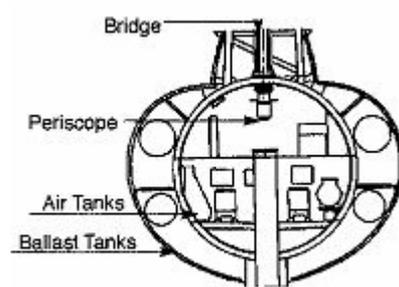
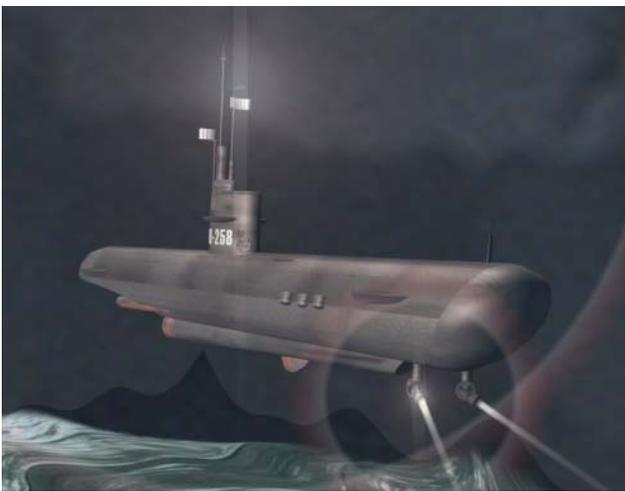
Der Taucher befindet sich in einem Gefäß, auf das man Druck mit Hilfe einer Luftpumpe ausüben kann. Bei Druckerhöhung verkleinert sich das im Taucher befindliche Luftvolumen. Damit wird der Auftrieb kleiner und der Taucher sinkt (Archimedes Prinzip). Entlastet man das Gefäß, nimmt die Luft wieder ihr ursprüngliches Volumen an, so dass Wasser über das Schwanzende entweicht (Rückstoßprinzip). Ist das Wasser entwichen, so hat der Körper seine alte Auftriebskraft zurück und schwimmt wieder an der Oberfläche.

Ob der Taucher nun im Wasser zu Boden sinkt, schwebt, oder nach oben steigt, hängt von der Resultierenden aus Auftriebs- und Gewichtskraft ab, die auf den Taucher wirkt. Die Auftriebskraft ist die im Taucher befindliche Luft. Die Gewichtskraft ist die Summe aus Gewicht des Tauchers und des Wasser im Körperinneren.

Cartesianischer Taucher

- sinkt: die Auftriebskraft ist kleiner als die Gewichtskraft
- schwebt: die Auftriebskraft ist gleich der Gewichtskraft
- schwimmt: die Auftriebskraft ist größer als die Gewichtskraft

Dieses Prinzip wird auch in einem U-Boot angewendet, welches zum tauchen dann Tanks (Tauchzellen) fluten kann. Will es wieder auftauchen, wird dann Druckluft in die Tanks gepumpt, so dass diese sich entleeren.



Cartesianischer Taucher

Informationen:

Den Namen Cartesianischer Taucher gibt es schon seit mehr als 300 Jahren. Man nahm anfangs an, dass der französische Philosoph und Wissenschaftler Rene Descartes (lat. Renatus Cartesius) (1596-1650) den Taucher erfunden habe. Jedoch geht man heute davon aus, dass der italienische Erfinder Raffaello Magiotti (1567-1656) 1648 als erster das Prinzip veröffentlichte.

Mittlerweile ist der Taucher unter vielen Namen bekannt:

Cartesian diver	Cartesianischer Taucher
Bottle imp	Cartesianischer Taucher
Sea-diver	Cartesischer Taucher
Dyna-diver	Cartesischer Teufel
	Flaschenteufel
	Flaschentaucher

Taucher gibt es mittlerweile in vielen Farben und Formen. Eine einfache Form ist eine Pipette, welche sich beispielsweise in Nasentropfenflaschen befindet. Es gibt auch Taucher aus Plastik, welche aussehen, wie kleine Teufel und ca. 4 cm groß sind. Diese sind in verschiedenen Farben erhältlich.

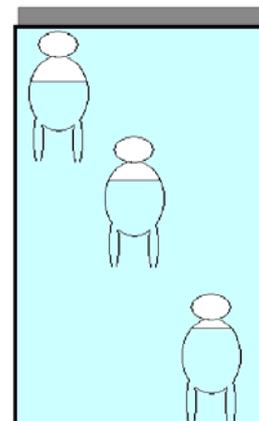
Eine andere Variante sind Taucher aus Glas, diese sind etwas aufwendiger gestaltet. Und schließlich gibt es sehr aufwendige Figuren aus Glas, welche detaillierter sind und Tiere darstellen.

Natürlich kann man auch Taucher selber basteln, z.Bsp.. aus einer Flasche.



Obwohl die Taucher sehr unterschiedlich aussehen, sind diese aber trotzdem alle nach dem gleichen Prinzip aufgebaut. Sie besitzen eine Öffnung am unteren Ende der Figur, meistens im Schwanz, der sich nach unten schlängelt. Dieser ist mit einem Hohlkörper in der Figur verbunden (Bauch), über die das Wasser in die Figur eindringen kann.

Beim Nachbau ist zu beachten, dass das Austarieren des Tauchers viel Zeit und Fingerspitzengefühl benötigt. Am besten tauchen die Figuren, wenn diese so voll mit Wasser sind, dass sie noch gerade an der Oberfläche schwimmen.



Wirbelkanone

Idee:

Die Wirkung von Luftwirbeln kann mit einer so genannten Wirbelkanone eindrucksvoll demonstriert werden. Hierbei kann eine Kerze auf einige Meter Entfernung mit einem Luftwirbel ausgeblasen werden.

Versuchsaufbau

Geräte und Materialien:

- Wirbelkanone
- Kerzen
- Disconebel

Die Wirbelkanone besteht aus einer Plexiglasröhre mit den Maßen 150 mm Durchmesser und 2000 mm Länge, an deren einem Ende ein Verdränger (Wasserball, Blasebalg, etc.) befindet. Die Röhre wird auf zwei Stahlstative fixiert. Im Inneren der Röhre befindet sich ein Gleichrichter, um die Bewegungsrichtung der Wirbel besser auszurichten. Um die Luftströmung sichtbar zu machen, wird Disconebel in den Verdränger gepumpt.

Durchführung:

Drückt man den mit Luft und Disconebel gefüllten Verdränger schnell zusammen, so strömt die Luft durch das Plexiglasrohr. Am Ende des Rohres entstehen starke Luftwirbel, die sich mit der Strömungsgeschwindigkeit weiter bewegen. Die Luftwirbel sind stark genug, um eine Kerze auf mehrere Meter auszublasen.

Physikalisches Prinzip:

Schnell strömende Luft wird an den Grenzwänden abgebremst. Geschieht dies schnell genug, bilden sich Luftwirbel heraus. Man redet hierbei von turbulenter Strömung. Entstandene Luftwirbel sind relativ stabil, d.h. sie zerfallen nicht sofort wieder.

Feuertornado

Versuchsaufbau

Geräte und Materialien:

- Wäschetrommel
- Item Aluminium-Profile,
- Kugellager
- Stabilitätsrollen
- Drahtgitterkäfig
- Kreisrunde Eisenplatte
- Quadratische Aluminiumplatte
- Brennstoffbehälter
- Doppelgeleimte Pressspanplatte
- Elektroantrieb (Bohrmaschine)

Die Wäschetrommel wird rechtsbündig auf der Pressholzplatte montiert. Hierzu wird in eine vorgefertigte Aluminiumplatte mit zwei eingepressten Kugellagern verwendet. Die Aluminiumplatte wird mit Hilfe von vier Vorgebohrten Montagelöchern auf der Holzplatte montiert.

Die Wäschetrommel kann jetzt bereits in die dafür Vorgesehenen Kugellager eingehängt werden.

Die Wäschetrommel wird zusätzlich durch vier Item-Aluminium Profile, mit vier vertikal montierten Kugelgelagerten Gummirollen, gestützt.

Auf dem Mittelpunkt des Wäschetrommelbodens wird die Kreisrunde Eisenplatte aufgeklebt

Der Drahtgitterkäfig wird auf der Eisenplatte mittig montiert.

Die vierte Stabilitätsrolle wird durch den Antrieb ersetzt (Bohrmaschine).

Physikalische Erklärung

Beim Ausführen dieses Versuchs kann man beobachten, dass sich eine laminare Diffusionsflamme eines sich in Ruhe befindenden Brenners um mehr als eine Größenordnung vergrößert, indem man von aussen eine Verwirbelung der Luft um diese Flamme aufzwingt. Durch diese so entstehende turbulente Flamme wird ebenfalls eine drastische Vergrößerung der Verbrennungsrate gemessen.

Diese Turbulenz wird hier mit Hilfe eines um die Flamme rotierten Gitterkäfigs aufgezwungen

Feuertornado

Die Erklärung für die Streckung der Wirbellinien ist die folgende:
Durch die vertikale Auftriebsbeschleunigung der heißen Verbrennungsprodukten an der Flamme, werden die Wirbellinien gestreckt und somit dehnt sich auch die Flamme nach oben aus.
Dadurch herrscht in Flammennähe ein Unterdruck, welcher verantwortlich ist, dass unverbrannte Luft aus der Umgebung zur Flamme nachströmt

$$\frac{\partial \vec{\omega}}{\partial t} + (\vec{u} \cdot \nabla) \cdot \vec{\omega} = (\vec{\omega} \cdot \nabla) \cdot \vec{u} + \nu \cdot \Delta \vec{\omega} \quad \text{mit } \vec{\omega} = \nabla \times \vec{a}$$

Der Term $(\vec{\omega} \cdot \nabla) \cdot \vec{u}$ stellt den sogenannten Wirbelstreckungsterm dar.

Zu beachten

Die ersten Schwierigkeiten lagen darin, dass der Abstand von Wäschetrommel und dem kolbenförmigen Drahtgitternetz zu groß gewählt wurde. Dadurch konnten die gewünschten Luftzirkulationen und Turbulenzen nicht entstehen. Nachdem der Abstand verringert wurde entstanden die gewünschten die Verwirbelungen. Die zweite Schwierigkeit war, dass die Wäschetrommel bei hoher Drehzahl anfang zu schwingen. Dieses Problem haben wir durch die zusätzlichen Stabilitätsrollen auf den Item-Profilen behoben.

Galileibahn

Versuchsaufbau:

Materialien und Geräte:

- Zwei Kugeln
- ein Stück Stahlblech 3mm
- Schwarze Farbe
- 5ml silberner Edding
- 4x Filzgleiter

Der Versuchsaufbau besteht aus zwei Stahlblechen, die eine Kreisbahn mit einer Bogenlänge von 80cm und einen Bogenradius von 150cm aufweisen. Diese sind mit einem Standfuß verschweißt. Als Kugeln dienen zwei Stahlkugeln mit einem Durchmesser von ca. 34mm. Die Kugeln können sich auf der Kreisbahn bewegen.

Durchführung:

Auf der Galileibahn werden zwei gleichgroße Kugeln auf einer kreisförmig geformten Bahn zur gleichen Zeit losgelassen. Die Kugeln treffen sich immer in der Mitte der Kreisbahn, unabhängig von ihrem Startpunkt.

Physikalisches Prinzip:

Die Beschleunigung der Kugel ist abhängig von der Form bzw. der „Steilheit“ der Bahn. Je höher die Kugel liegt desto stärker wird die Kugel beschleunigt. Dies geschieht durch die Anziehungskraft unserer Erde (Erdbeschleunigung $9,81\text{m/s}^2$). Die Kugel die tiefer liegt wird also weniger beschleunigt als die Kugel die höher auf der Bahn liegt. Deswegen treffen sich beide Kugeln wenn man sie zur gleichen Zeit loslässt immer in der Mitte unserer Kreisbahn.

Anleitung für Kids:

Die beiden Stahlkugeln an einem beliebigen Ort auf der Kreisbahn platzieren. Danach die Kugeln zeitgleich loslassen.

Was ist zu beobachten?

Die beiden Kugeln treffen sich unabhängig von ihrem Startpunkt immer in der Mitte der Kreisbahn.

Die bergauf rollende Kugel

Idee:

Zwischen zwei Kupferstangen scheint eine Kugel bergauf zu rollen. Das Prinzip hierbei ist, dass sich die Kugel nur scheinbar bergauf bewegt, ihr Schwerpunkt jedoch beim Rollen immer weiter sinkt.

Versuchsaufbau:

Geräte und Materialien:

- Holzgestell (siehe Skizze)
- 2 Kupferrohre ca. 1200 mm lang
- Kugel ca. $\varnothing = 120$ mm

Auf einem Holzgestell sind zwei Kupferrohre so angebracht, dass sie eine geneigte Ebene bilden. Dabei sind die beiden unteren Enden fixiert, während die oberen Enden beweglich sind. Auf einen Holzrahmen können die oberen Enden nach links und rechts bewegt werden.

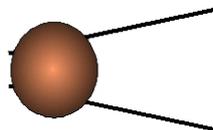
Durchführung:

Legt man eine Kugel zwischen die beiden Kupferrohre, so kann man durch geschicktes verschieben der Stäbe erreichen, dass die Kugel scheinbar bergauf rollt.

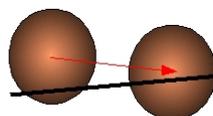
Physikalisches Prinzip:

Zurückzuführen ist das beobachtete Phänomen auf die Änderung des Schwerpunktes der Kugel. Durch das Auseinanderziehen der Kupferstäbe rutscht die Kugel und damit ihr Schwerpunkt nach unten, obwohl die Kupferstäbe selbst nach oben geneigt sind. Die Kugel rollt damit tatsächlich nach unten. Schiebt man die beiden Kupferstäbe während des Rollens wieder zusammen, so drückt man damit die Kugel nach oben. Der Kugel wird hierbei Energie zugeführt. Auf diese Weise ist es möglich die Kugel bis ans obere Ende der Stäbe rollen zu lassen.

Draufsicht



Seitenansicht



Die bergauf rollende Kugel

Zu beachten:

Es wurden verschiedene Kugelgrößen und Materialien getestet. Dabei stellte sich heraus, dass eine Eisenkugel aufgrund ihrer Masse ungeeignet ist. Eine hohle Styroporkugel ist zu leicht, weswegen wir eine passende Styroporvollkugel mit Nägeln gespickt in die Hohlkugel gelegt haben. Letztendlich probierten wir es mit einer Holzkugel, was am Besten funktionierte.

Anleitung für Kids

Lasst die Kugel auf den Stäben bergab rollen.
Versucht die Kugel durch geschicktes verschieben der Stäbe bergauf rollen zu lassen, ohne dass sie dabei herunter fällt.

Warum kann die Kugel auch bergauf rollen?
Warum müsst ihr hierzu die Stäbe verschieben?

Kugelrennen

Versuchsaufbau

Materialien und Geräte:

- 6 Holzlatten 20x40x300 mm
- 6 Holzlatten 20x40x550 mm
- 6 Holzlatten 20x40x10 mm
- 3 Holzlatten 20x40x500 mm
- 3 Holzplatten 250x400x8 mm
- 3 Plexiglasröhren $\text{Ø}20/16 \times 480$ mm
- 6 Gummistopfen
- 3 Drehscharniere
- verschiedene Flüssigkeiten
- 3 Murmeln

Bei diesem Versuch werden auf drei Plexiglasrohre Gummistopfen auf einer Seite befestigt. Es werden drei verschiedene Flüssigkeiten mit jeweils unterschiedlicher Viskosität eingefüllt (in unserem Beispiel waren es: Wasser, Salatöl und Motorenöl) um später sehen zu können wie dick eine Flüssigkeit ist, werden Metallkugeln in die Rohre gegeben. Nachdem dies geschehen ist werden die Rohre wiederum mit Gummistopfen fest verschlossen. Bei den Kugeln sollte man darauf achten, dass sie nicht korrodieren. Die Rohre werden an drei verschiedenen Brettern angebracht wo man sie beliebig drehen kann. Man kann auch einfache Weckeruhren zur Zeitmessung anbringen, es sollten jedoch die Stunden- und Minutenzeiger entfernt werden.



Physikalisches Prinzip :

Eine Widerstandskraft entsteht, wenn eine Kugel sich in einem flüssigen oder gasförmigen Stoff so langsam bewegt, dass keine Wirbel auftreten, sie wird auch „innere Reibung“ genannt. Diese wächst gleichmäßig linear mit der Geschwindigkeit, mit dem Radius der Kugel und mit der Zähigkeit des Materials. Diese Widerstandskraft ist von hoher Bedeutung beim Regen oder Nebel. Diese wird immer gleich groß wie ein Tropfen sein. Bei Nebel lässt sich das ganze mehr verdeutlichen, denn die Widerstandskraft ist genauso klein wie die Nebeltröpfchen und aus diesem Grund dauert es so lange bis der Nebel verschwunden ist.

Kugelrennen

Das Prinzip ist, dass die Flüssigkeiten eine unterschiedliche Viskosität haben somit können die Kugeln nicht gleichzeitig unten ankommen. Die Viskosität ist technisch von großer Bedeutung. Deshalb werden im Mineralölhandel auch meistens „Viskosimeter“ angeboten.

Wasser hat bei 25 °C generell eine Viskosität von 0,891 η in mPa s

Salatöl hat generell eine Viskosität von $\sim 102 \eta$ in mPa s

Motorenöl hat generell eine Viskosität von 102 bis 106 η in mPa s

Hier kann man deutlich erkennen das Wasser eine weitaus geringere Viskosität als Salatöl und Motorenöl hat.

Zu beachten

Schwierigkeiten bei diesem Versuch waren es, dass wir im Wasser eine Kugel verwendet haben, die gerostet ist und die leider die Farbe des Wassers verfärbt hat. Auch sollte man den Leuten erklären, dass man die Rohre nur einmal drehen sollte, damit man auch sehen kann, dass die Kugel auch unten ankommt und das Rohr nicht ständig gedreht wird.

4.1

Die Frage lautet ob die Kugeln gleichzeitig unten ankommen, vorher soll geschätzt werden. Und dann sollten alle drei gleichzeitig gedreht werden.

4.2

Das Fazit ist das, dass die Kugel im Wasser am schnellsten ist. An zweiter Stelle ist das normale Salatöl und an dritter Stelle kommt das Motorenöl. Das liegt wie oben schon erklärt an der unterschiedlichen Viskosität der Stoffe, da das Motorenöl eindeutig zäher ist, als das Wasser.

Schwebende Ei

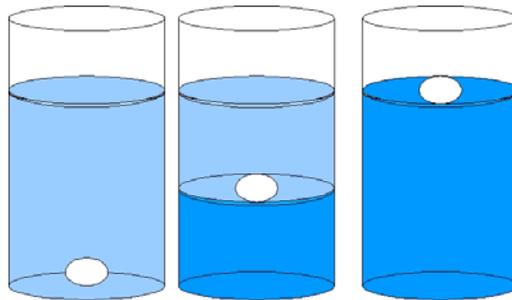
Idee:

Mischt man Salz- und Süßwasser geschickt miteinander, bildet sich zwischen beidem eine mehr oder minder saubere Sprungschicht heraus. Ein gekochtes und geschältes Ei schwimmt genau auf dieser Schicht und schwebt damit mitten im Wasser.

Versuchsaufbau:

Geräte und Materialien:

- 4 Glaszylinder
- 4 gekochte und geschälte Eier
- einen Schlauch
- einen Trichter
- Salz- und Süßwasser

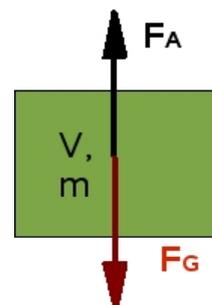


Beschreibung:

Bringt man ein Ei in einen mit Süßwasser gefüllten Behälter so sinkt das Ei auf den Grund ab. In einen mit Salzwasser gefüllten Behälter wird das Ei an der Wasseroberfläche schwimmen. Schichtet man Süßwasser über Salzwasser, so schwimmt das Ei auf der entstandenen Sprungschicht.

Physikalisches Prinzip:

Salzwasser ist schwerer als Süßwasser. Dies ist auf die höhere Dichte des Salzwassers zurückzuführen. Dies führt dazu, dass man das Süßwasser auf dem schwereren Salzwasser als Schicht aufbringen kann, ohne dass sich beide Flüssigkeiten wesentlich vermischen. Die Dichte eines gekochten Eis liegt zwischen der von Salz- und Süßwasser. Dadurch schwimmt das Ei auf der Sprungschicht zwischen Salz- und Süßwasser.



Schwebende Ei

Auf einen Körper in einem Gravitationsfeld wirkt neben seiner Gewichtskraft

$$F_G = -m \cdot g = -V_K \cdot \rho_K \cdot g$$

die Auftriebskraft.

Diese ist abhängig von dem umgebenden Medium. Sie entspricht der Gewichtskraft, die das Volumen des Körpers gefüllt mit dem Umgebungsmedium hat. Die Auftriebskraft ist positiv.

$$F_A = V_K \cdot \rho_U \cdot g$$

Auf den Körper wirkt eine resultierende Kraft: die Summe aus Auftriebs- und Gewichtskraft.

$$F_{Res} = F_G + F_A = -V_K \cdot \rho_K \cdot g + V_K \cdot \rho_U \cdot g = V_K \cdot g \cdot (\rho_U - \rho_K)$$

Ist die Dichte des Umgebungsmediums größer als die des Körpers, so steigt er auf.
Hat der Körper die höhere Dichte, so sinkt er im Umgebungsmedium ab.
Wenn beide Dichten gleich sind schwebt der Körper.

$$\rho_K < \rho_U : F_{Res} \text{ positiv}$$

$$\rho_K > \rho_U : F_{Res} \text{ negativ}$$

$$\rho_K = \rho_U : F_{Res} = 0$$

ρ ...Dichte

V ...Volumen

F_G ...Gewichtskraft

F_A ...Auftriebskraft

g ...Erdbeschleunigung

m ...Masse

Zu beachten

Es bietet sich an das Salzwasser mit einem Schlauch unter das Süßwasser zu führen, ggf. kann der Schlauch mit einem Draht stabilisiert werden. Die entstehende Schicht ist relativ stabil, so dass das gekochte Ei nach dem Herstellen der beiden Schichten in den Zylinder gelegt werden kann. Zum besseren Verständnis für die Zielgruppe sollte der Versuch noch einmal mit gefärbtem Wasser wiederholt werden.

Das Salzwasser muss solange mit Salz angereichert werden bis sich kein weiteres Salz mehr löst, ggf. kann das Salzwasser der Löslichkeit wegen vorher erwärmt werden.

Luftschiff

Versuchsaufbau

Materialien und Geräte

- Zwei Holzstäbe
- Eine Plastikflasche
- ein Gummi
- ein Unterbodenbrett
- ein Propeller
- Schnurr
- Sand in der Flasche damit es ein Gewichtsausgleich gibt
- Gewichte
- ein Nagel damit es drehbar ist

Das Experiment mit dem „Luftschiff“ ist wie folgt aufgebaut: eine Plastikflasche wird in der Nähe ihrer Enden von je einer Schlinge umschlossen (siehe Skizze). An jeder Schlinge wird ein Faden befestigt, mit dem die Flasche horizontal an einem Haken angebracht wird.

Die Mitte des Bodens wird mit einem Loch von etwa 4 mm Durchmesser versehen, die Mitte des Deckels mit einer Bohrung von etwa 2mm Durchmesser. Für den Gummimotor verwendet man dünnen Gummifaden, wie er beim Flugmodellbau Verwendung findet. Man wählt ein Stück von etwa 5 m Länge aus und verknüpft dessen Enden miteinander. Dann legt man diesen Ring so oft zusammen, dass eine Schleife entsteht, deren Länge gleich der Länge der Flasche ist. Man biegt eine Briefklammer auseinander und befestigt an deren einem Ende einen Propeller möglichst kleiner Masse von etwa 30 cm Durchmesser. Dicht unter den Schraubverschluss biegt man das zweite Ende um 180°. In den so entstehenden Haken legt man die Schleife ein. Danach wird der Deckel auf die Flasche geschraubt. Einen zweiten Haken, den man ebenfalls aus einer Briefklammer gefertigt hat, schiebt man durch den Boden der Flasche in deren Inneres. Mit diesem Teil hakt man die dem Propeller gegenüberliegende Seite der Gummischleife ein und zieht diese durch die Bohrung im Boden der Flasche. Das Luftschiff wird - wie im Bild dargestellt - an einem leichten, drehbaren Teil aus Holz am oberen Ende eines Stativstabes aufgehängt. Nun wird der Gummimotor durch Drehen am Propeller aufgezogen. Lässt man den Propeller los und bringt dabei das Modell Luftschiff auf eine kleine Kreisbahn, so nimmt dessen Geschwindigkeit bei ständig wachsendem Durchmesser der Kreisbahnen fortwährend zu.

Durchführung

Nach der Fertigstellung des Modells kann es direkt mit der Erprobung losgehen! Man dreht den Propeller so oft, dass der Gummimotor einen spürbaren Widerstand aufbringt. Danach bringt man die Plastikflasche auf eine kleine Kreisbahn und lässt diese los. Nach dem Loslassen wird der Propeller durch den Gummimotor in Bewegung gebracht, dadurch entsteht Schub, der die Flasche um den Stativ rotieren lässt.

Luftschiff

Physikalisches Prinzip

Durch den von dem Propeller aufgebrauchten Schub beginnt die Flasche zu beschleunigen. Man muss dabei erwähnen, dass es sich hier um eine nicht gleichmäßig beschleunigte Bewegung handelt, da der Propeller am Anfang mehr Schub aufbringt als zum einen späteren Zeitpunkt. Das heißt, dass der Schub kontinuierlich abnimmt, bis der Gummi in seine Ausgangsposition zurückkehrt. Von diesem Moment an bewegt sich die Flasche durch ihre Trägheit weiter, das heißt, dass die Flasche in einem Bewegungszustand verharrt bis es durch die an den Kontaktpunkten der Balken entstehende Reibung gestoppt wird. Bei dieser Bewegung handelt es sich um eine Kreisbewegung. Ein paar Worte zur Kreisbewegung: Nach dem Trägheitsprinzip (1. Newtonsches Axiom) haben alle Körper eine ihnen innewohnende Trägheit. Jeder Körper behält nach diesem Prinzip seine Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung bei, sofern keine äußeren Kräfte auf ihn einwirken. Er bewegt sich dann geradlinig gleichförmig. Isaac Newton erklärt jede Geschwindigkeits- und Richtungsänderung durch eine von außen auf den Körper wirkende Kraft. Beobachtet man eine Richtungsänderung, so weist die Kraft immer in Richtung der Ablenkung. Um einen Körper auf eine Kreisbahn zu zwingen, wird eine beständige Ablenkung in Richtung des Mittelpunktes benötigt. Diese wird als Zentripetalkraft bezeichnet. Diese Kraft ist daher die Ursache der Kreisbewegung. Formel für die Berechnung von der Zentripetalkraft: $F_z = m \omega^2 r$. So ist das auch bei diesem Experiment: durch die Spannung die dafür notwendig ist die drehende Flasche zu halten entsteht die Zentripetalkraft. Durch diese Zentripetalkraft bewegt sich der Körper erst in einem Kreis. Da die Flasche durch die Spannung einen größeren Kreis beschreiben soll, muss sie sich schneller drehen um in der gleichen Zeit größere Strecke zurückzulegen.

Zu beachten

Zunächst soll erwähnt werden, dass ein 5m langer Gummi –wie im Versuchsaufbau beschrieben- nicht aufzufinden war. Deshalb haben wir einen kürzeren genommen, der ursprünglich für ein Flugzeugmodell verwendet wurde. Wir glauben, dass das die Anfangsbeschleunigung verstärkt hat, anstatt, wie gedacht die Flasche weniger stärker dafür aber länger zu beschleunigen. Damit hängt auch zusammen, dass die Flasche durch die starke Beschleunigung sich in den Fäden verfangen hat. Daraufhin, haben wir in die Flasche grobe Körner rein getan, um diese schwerer zu machen. Danach, hat es beim Start besser funktioniert und die Flasche kam gut vom Fleck weg. Die zweite Schwierigkeit bestand darin die Flasche am drehbaren Stock so zu platzieren, dass sie sich im Gleichgewicht befand. Dafür haben wir die Flasche mit Gegengewichten ausbalanciert. Weitere Schwierigkeiten bereitete uns die Reibung. Um dieses Problem zu lösen haben wir einfach mehrere Metallplättchen zwischen den sich bewegenden Teilen gelegt um die Reibung zu reduzieren. Durch die bereits erwähnte hohe Beschleunigung kommt die Flasche zwar schnell vom Fleck weg, erreicht aber die von uns erwartete Kreisbahn nicht. Durch die geringe Masse geriet die ganze Konstruktion beim ausführen des Experiments aus dem Gleichgewicht und kippte. Um das in den Griff zu bekommen haben wir auf den Fuß des Stativs ein Gewicht gelegt und somit mehr Stabilität geschafft.

Luftschiff

Anleitung für Kids

Wir erwarten, dass die Kinder durch dieses Experiment einen ersten Überblick darüber erhalten, dass ein sich drehender Propeller in der Lage ist Gegenstände zu bewegen. Das Luftschiff wurde nicht genommen, weil die Begeisterung am Tag der Offenen Tür nicht so groß war. Des Weiteren wurde es auch nicht genommen weil es nicht so funktioniert hat wie wir uns das vorgestellt haben.

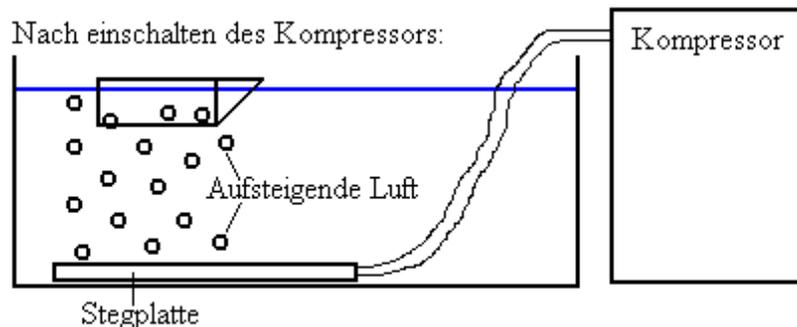
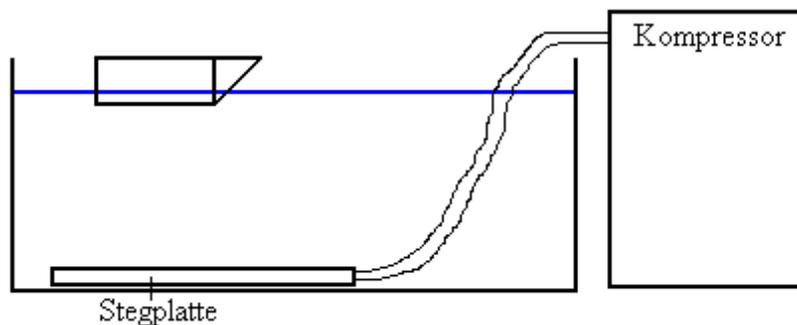
Bermuda-Dreieck

Versuchsaufbau:

Materialien und Geräte :

Es wird ein Behälter mit Wasser gefüllt und eine Platte mit Löchern darin versenkt. Diese Platte besitzt innen einen Hohlraum, welcher über einen Schlauch mit einem Kompressor verbunden ist. Des weiteren wird noch ein Boot oder ein Schwimmer benötigt, der deutlich auf der Oberfläche des Wassers schwimmt

Läuft der Kompressor und Blasen steigen auf, wird das Boot oder der Schwimmer in das Blasenfeld geschoben.



Durchführung:

Nach dem Einschalten des Kompressors steigt Luft auf. Wird das Boot/der Schwimmer in die aufsteigende Luft geschoben, sackt es deutlich sichtbar, oder sogar unter die Wasseroberfläche, ab.

Bermuda-Dreieck

Physikalisches Prinzip:

Damit ein Boot/Schwimmer überhaupt schwimmt, muss die Dichte des Bootes/Schwimmers kleiner sein, als die Dichte des verdrängten Wassers. Durch die aufsteigende Luft wird die Dichte des Wassers verringert. Dies geschieht in einem solchen Maße, dass die Wasser-Verdrängung des Bootes/Schwimmers nicht mehr ausreicht um an der Wasseroberfläche zu schwimmen. Zusätzlich erzeugen die aufsteigenden Blasen eine Sogwirkung, die das Boot/den Schwimmer ebenfalls nach unten ziehen.

ρ = Dichte eines Stoffes

$$\rho = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$

$\rho_{\text{Körper}} = \rho_{\text{Flüssigkeit}}$ Körper schwebt im Wasser

$\rho_{\text{Körper}} < \rho_{\text{Flüssigkeit}}$ Körper steigt/schwimmt

$\rho_{\text{Körper}} > \rho_{\text{Flüssigkeit}}$ Körper sinkt

Wasser hat eine Dichte von ca. 999,975 kg/m³.

Methanhydrat hat eine Dichte von ca. 900 kg/m³.

Methan hat eine Dichte von ca. 0,717 kg/m³.

Luft (Raumtemperatur) hat eine Dichte von ca. 1,204 kg/m³.

Zu beachten:

Die aufsteigenden Blasen ziehen Verwirbelungen nach sich, die das Boot/den Schwimmer zusätzlich nach unten ziehen sollten. Diese Verwirbelungen ziehen aber eher nachkommende Blasen in die Sinkbahn des Bootes/des Schwimmers, wodurch wiederum Auftrieb entsteht.

Des weiteren wühlen diese Wirbel und die zerplatzenden Blasen das Wasser soweit auf, dass keine wirkliche Bestimmung der Wasseroberfläche mehr möglich ist.

Ein weiteres Problem war, dass die Blasen zu groß waren, oder sich nicht auf dem Weg nach oben verbinden konnten um eine entsprechend große Blase zu bilden.

Verbesserungen:

Bei einer weiteren Wasserfläche (offenes Gewässer) könnte sich das Problem mit den Verwirbelungen unter Umständen lösen lassen, da sich diese im Gewässer verlaufen, jedoch lässt sich der Versuch in diesem Maßstab dann nicht mehr sinnvoll durchführen. Eventuelle Änderungen im Lochmuster der Platte könnten die Verwirbelungen ebenfalls reduzieren.

Außerdem könnte ein größeres Gefäß mit einer höheren Wassersäule zu einer Verbindung der einzelnen Blasen führen, was den Sog-Effekt und den Effekt des 'absackens' verstärken würde.

Bermuda-Dreieck

Schwierigkeiten

Es war nicht möglich ein Blasenfeld zu erzeugen was den gewünschten Effekt erzeugte. Die aufsteigenden Blasen unter dem Rumpf drückten das Boot zu sehr nach oben, so dass der sog-Effekt oder eine Abnahme der Dichte keine großen Auswirkungen zeigten. Das Boot sank zwar, wurde jedoch eher durch Wasser versenkt, dass die Blasen auf das Deck gespült oder gespritzt hatten.

Ein Schwimmer, der kaum auf der Wasseroberfläche schwamm, konnte zwar versenkt werden, jedoch lies sich durch die Blasen kaum feststellen wie weit er abgesunken war und er tauchte auch zwischendurch wieder an der Oberfläche auf.

Anleitung für Kids:

Was erwartet ihr?

Dass das Boot/der Schwimmer von den Blasen zur Seite gedrückt wird oder anfängt auf den Blasen zu 'tanzen'.

Was seht ihr?

Sobald das Boot/der Schwimmer in die aufsteigenden Blasen geschoben wird, sinkt es ab oder geht unter.

Kuscheltier und Tasse

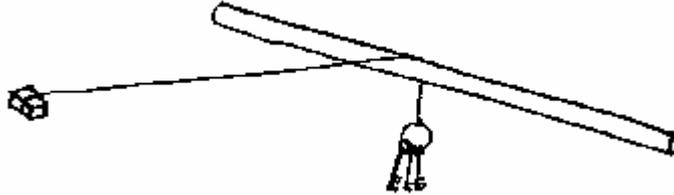
Versuchsaufbau

Materialien und Geräte:

Ein leichter und ein schwerer Gegenstand (z.B. Stofftiere und eine Tasse)

Einen Stab, z.B. einen langen Stift, ein Rohr, eine Fahrradluftpumpe, ...

Ein Faden, etwa 1 Meter lang



Als erstes müssen die beiden Gegenstände an die Enden des Fadens gut angebunden werden. Dann wird die Stange waagrecht, etwa in Augenhöhe gehalten. Der Faden wird quer über die Stange gelegt. Während der leichte Gegenstand mit der einen Hand festgehalten wird, zieht man den schweren Gegenstand mit der anderen Hand bis knapp unter den Stab hoch. Der leichte Gegenstand sollte ganz flach gehalten werden, so wie man es auf dem Bild sieht. Dabei muss darauf geachtet werden, dass besonders leichte Gegenstände nie über dem Stab gehalten werden sollten.

Durchführung:

Es wird vermutet, dass der schwere Gegenstand nach unten fällt, den anderen mitzieht und beide auf den Boden knallen. Aber das passiert nicht! Der schwere Gegenstand fällt zwar nach unten, aber er kommt gar nicht am Boden an. Denn der leichte Gegenstand wickelt sich mit dem Faden um den Stab, und das Ganze kommt zum Stehen.

Physikalisches Prinzip:

Für die Periode der Schwingung des leichten Gegenstandes kennen wir ja vom Fadenpendel die Formel, die zumindest für kleine Pendelauslenkungen gilt:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Wobei l die Länge des Fadens ist. Also können wir ablesen, dass bei kleinem l die Periode immer kleiner wird, die Frequenz und damit auch die Winkelgeschwindigkeit sich erhöht. Für sie gilt:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Damit erhöht sich auch die Geschwindigkeit des Gegenstandes, denn

$$v(t) = a \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t),$$

wobei a die Auslenkung oder die Amplitude des Pendels ist.

Man kann dabei auch vom Drehimpuls ausgehen, der ja konstant bleiben muss.

Kuscheltier und Tasse

Zu beachten:

Zuerst wurde ein zu leichter Gegenstand benutzt, da ist die schwere Tasse auf den Boden gefallen.

Verbesserungen:

Ein zweites Stofftier wurde angehängen, damit der leichte Gegenstand ein wenig erschwert wird.

Anleitung für Kids:

Was glaubst du, was passiert, wenn du nun den leichten Gegenstand einfach loslässt? Wahrscheinlich glaubst du dasselbe, was ich gedacht habe, als ich davon zum ersten Mal gehört habe. Ich war mir sicher, dass der schwere Gegenstand nach unten fällt, den anderen mitzieht und beide auf den Boden knallen. Aber das passiert nicht!

Luftballonrennen

Idee:

Die Idee ist das Rückstoßprinzip zu zeigen ähnlich dem Start einer Rakete.

Geräte und Materialien :

Luftballons
glatte Schnur
zwei feste Punkte
Klebeband

Durchführung:

Als erstes nimmt man sich einen Strohhalm und fädelt diesen auf die Schnur. Man nehme sich nun die Schnur und spanne diese stramm zwischen zwei festen Punkten im Raum. Danach nimmt man sich einen Luftballon und pustet diesen größtmöglich auf. Wenn der Luftballon voll aufgepustet ist, befestigt man diesen am Strohhalm mit einem Streifen Klebeband.

Nun muss man den Luftballon nur noch loslassen und dann fliegt er entlang der Schnur durch den Raum.

Physikalisches Prinzip:

Das Luftballonrennen beruht wie die Brauserakete auf dem Rückstoßprinzip. Durch das Loslassen des Ballons strömt die Luft nach Draussen wodurch sich die Rakete nach vorne bewegt.

Die durch den Rückstoß entstehende Kraft lässt sich über folgende Formel ermitteln

$$F_R = \dot{m}_l \cdot v$$

Diese Formel beschreibt den Zusammenhang zwischen Durchsatzrate der Düse und der Geschwindigkeit des ausströmenden Mediums, in unserem Fall des Gases. Angegeben wird diese Kraft in Newton.

Zu Beachten

Zu beachten sind ein paar wenige Dinge :

Man sollte eine möglichst glatte Schnur wählen.

Die Wahl der Ballons ist ebenfalls entscheidend für die Resultate des Rennens, am besten verwendet man die länglichen Partyluftballons.

Anleitung für Kids:

Nehmt eine glatte Schnur und spannt diese zwischen zwei festen Punkten im Raum.

Brauserakete

Idee:

Durch diese Brauserakete soll das Rückstoßprinzip gezeigt werden. Dieses Prinzip findet in der Raumfahrt seine Anwendung.

Geräte und Materialien:

Filmdose
Brausetabletten
Wasser
vordruckte Raketenoutfit auf Papier

Durchführung:

Zuerst schneidet man die vordruckte Rakete aus dem Papier aus und klebt diese an eine Filmdose. Anschließend nimmt man diese Filmdose und füllt sie mit einer halben Brausetablette. Nun legt man den Deckel griffbereit und nun nimmt sich ein bisschen Wasser und füllt dieses in die Filmdose. Danach muss man die Filmdose schnell verschließen und auf den Deckel stellen. Nun muss man warten und gucken was passiert.

Physikalisches Prinzip :

Die Brauserakete beruht auf dem Rückstoß-Prinzip. Wenn die Brause sich im Wasser auflöst, kommt es zu Gasbildung. Durch die Gasbildung kommt es innerhalb der Fotodose zu einem Überdruck in Folge dessen der Körper der Rakete nach oben beschleunigt und fliegt nach oben.

Somit lässt sich die Brauserakete mit einer normalen Rakete vergleichen.

Die Formel zur Rückstoßkraft F_R beschreibt den Zusammenhang zwischen Durchsatzrate der Düse und der Geschwindigkeit des ausströmenden Mediums, in unserem Fall des Gases. Angegeben wird diese Kraft in Newton.

$$F_R = \dot{m}_l \cdot v$$

F_R = Rückstoßkraft
 m = Massenstrom des ausströmenden Gases
 v = Geschwindigkeit

Zu Beachten :

Zu Beachten ist bei diesem Versuch eigentlich nur zwei Dinge: das man die Filmdose nach dem Verschließen schnell auf den Deckel stellt und dass man die Dose nicht mit genug Wasser und/oder Brausepulver gefüllt hat.

Wenn man nicht genug Wasser und/oder Brausepulver vorhanden ist, kommt es zu weniger Gasentwicklung und die Rakete hebt gar nicht oder nur ein kleines Stück ab.

Brauserakete

Erklärung für Kids:

Malt das Outfit der Rakete aus.

Schneid anschließend die Flügel und die Spitze aus und klebt sie an das Filmdose.

Nehmt nun eine Brausetablette und schneidet sie in der Mitte durch.

Legt diese Brausetablette in die Filmdose und füllt Wasser in die Dose

Macht nun schnell den Deckel auf die Filmdose und stellt die mit der Spitze nach oben auf den Boden.

Bericht vom „Tag der Technik“

Am 15. und 16. Juni 2007 fand in der Handwerkskammer in Düsseldorf der Tag der Technik statt. Seit Ende September `06 haben wir verschiedene Experimente vorbereitet, am Tag der offenen Tür der FHD im Januar `07 ausgestellt und anschließend die Versuche für den Tag der Technik überarbeitet.

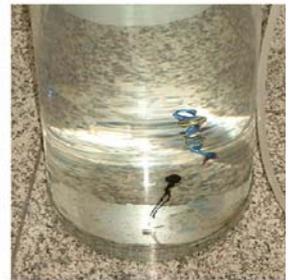
Am Freitag öffneten sich um 9.00 Uhr die Türen für die Besucher und unser Stand wurde von einer Horde interessierter Schüler überfallen, welche sich besonders für die Wirbelkanone, Windmaschine und den Feuertornado interessiert. Aber auch zu den anderen Projekten war das Interesse groß und wir durften viele physikalische Phänomene den Schülern erklären. Viele Lehrer kamen ebenfalls um sich die Versuche erklären zu lassen, um sie in den Schulen nachbauen zu können. Gegen Mittag wurde unser Stand von der Presse besucht und Herr Kameier gab ein Interview.

Nach diesem 1. Tag haben wir festgestellt, dass manche der Versuche nicht so schön umsetzbar waren wie beim Tag der offenen Tür, sodass wir einige Experimente am Nachmittag umgebaut bzw. abgebaut haben und gegen andere ausgetauscht haben.

Am 2. Tag ging es etwas ruhiger zu und es kamen viele Eltern mit ihren großen und kleinen Kindern, welche sich für die einzelnen Projekte viel Zeit nahmen.

Tag der Technik





Fazit

Abschließend möchten wir uns bei allen Beteiligten nochmals für ihren engagierten Einsatz am Projekt bedanken.

Wir wollten noch kurz resumieren, was positiv war und welche Dinge noch verbesserungsbedürftig sind.

Die aus der Stärke des Jahrgangs resultierende Gruppengröße wirkt sich einerseits positiv durch viele kreative Ideen aus, andererseits traten Kommunikations- und Organisationsschwierigkeiten in der Gruppe auf.

Das Erstsemesterprojekt ist jedoch eine gute Vorbereitungsmöglichkeit für andere Projekte im und außerhalb des Studiums und man lernt wie wichtig Teamfähigkeit ist.

Allem in allem hat das Erstsemesterprojekt viel Spaß gemacht, hat dazu beigetragen sich am Anfang des Studiums besser kennen zu lernen und auch bei den Besuchern vom Tag der offenen Tür und Tag der Technik hat das Projekt eine positives Feedback bekommen.