

MICROCREDENTIAL: EXPERIMENTE IM MINT-UNTERRICHT












2026, Nikolaus Albrecht

Skript: <http://www.sigmadelta.at/>

INHALT:

- 1 **Organisation, Ablauf Vorstellungsrunde und was Sie erwartet**
- 2 **“Einfache“ Experimente – sind leider nicht einfach zu finden!
(eine Problemanalyse)**
- 3 **Variablenkontrolle, Fortsetzung „einfache Experimente“,
Gauss'sche Kanone und fachlicher Hintergrund für Lehrpersonen**

Termine

<input type="checkbox"/>	Di	03.03.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	10.03.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	17.03.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	24.03.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	14.04.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	21.04.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	05.05.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	12.05.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	19.05.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	26.05.2026	17:00	20:00	
<input type="checkbox"/>	Di	02.06.2026	17:00	21:00	

ANWESENHEIT:

VN	03.03	10.03	17.03	24.03	14.04
AD					
JE					
KG					
KR					
KS					
MK					
MÜ					
MS					
MP					
MO					
SB					
SS					
TB					
US					
YK					

EXPERIMENTE | LISTE

-  (1) **Kaffee und Milch**
Messprotokoll & Datenauswertung (CODAP)
-  (2) **Lochkamera**
Theoretischer Unterbau von Experimenten & KI
-  (3) **Licht und Schatten**
Variablenkontrolle & Messprotokoll
-  (4) **Hand im Wasser & Waage**
Variationen zu einem Messaufbau

RICHTIG oder FALSCH – wir wollen es herausfinden ...

Das Szenario:

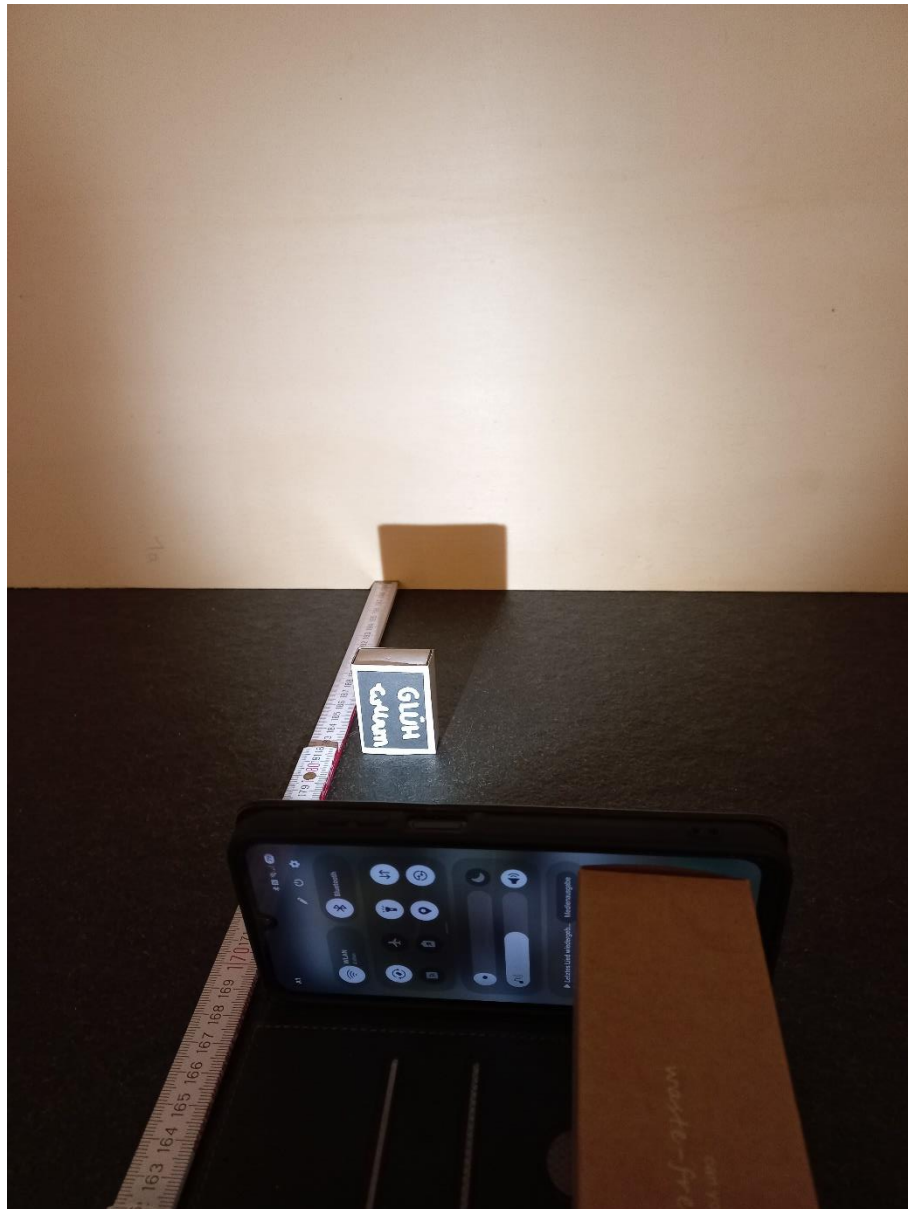
Jemand behauptet: „Ein Schatten entsteht, wenn ein undurchsichtiges Objekt in den Weg von Lichtstrahlen gestellt wird. Die Größe des Schattens hängt vom Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Objekt ab. Wenn Sie eine Taschenlampe näher an ein Spielzeugauto heranbewegen, wird der Schatten an der Wand kleiner, da die Lichtstrahlen weniger Raum haben, sich auszubreiten, bevor sie auf das Auto treffen.“



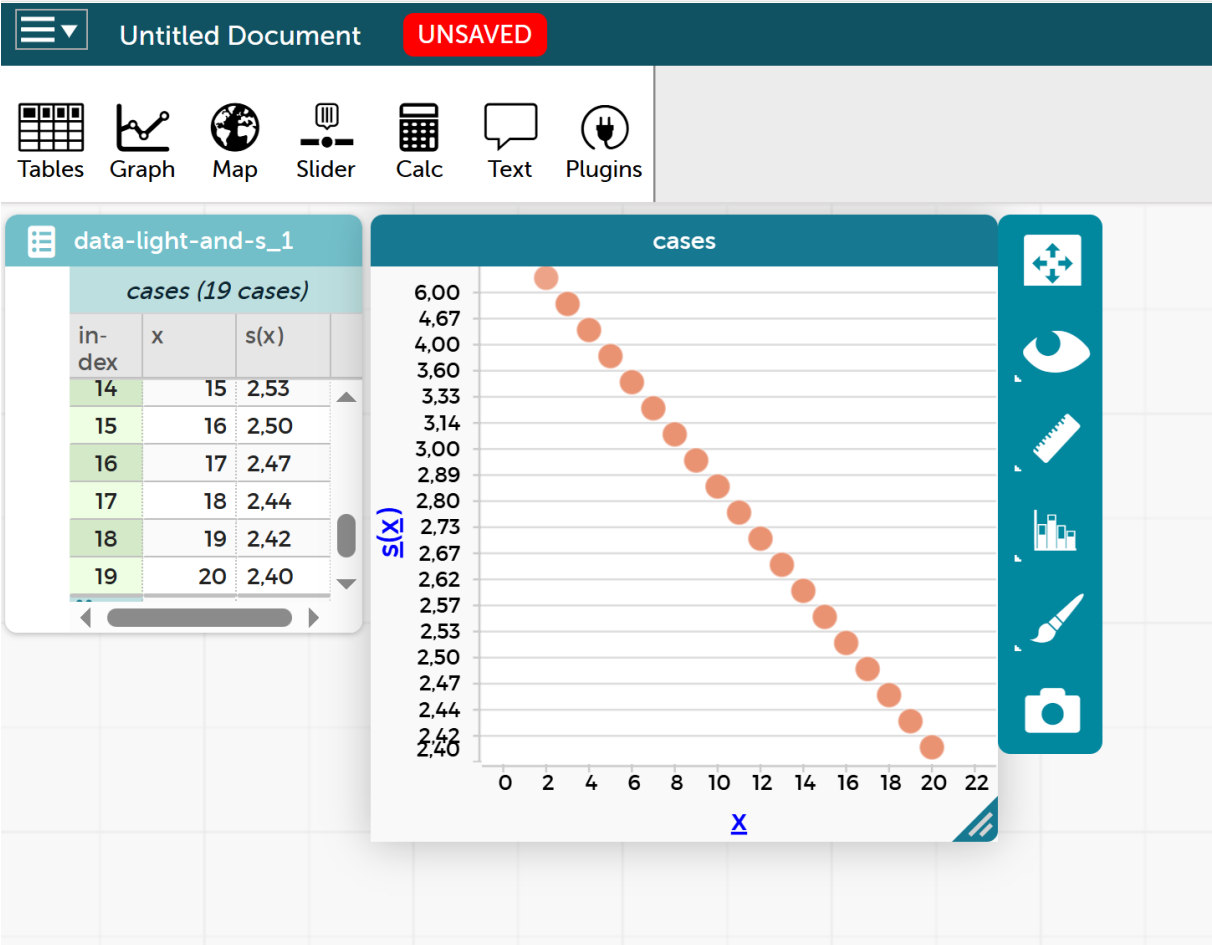
Licht und Schatten

Variablenkontrolle & Messprotokoll

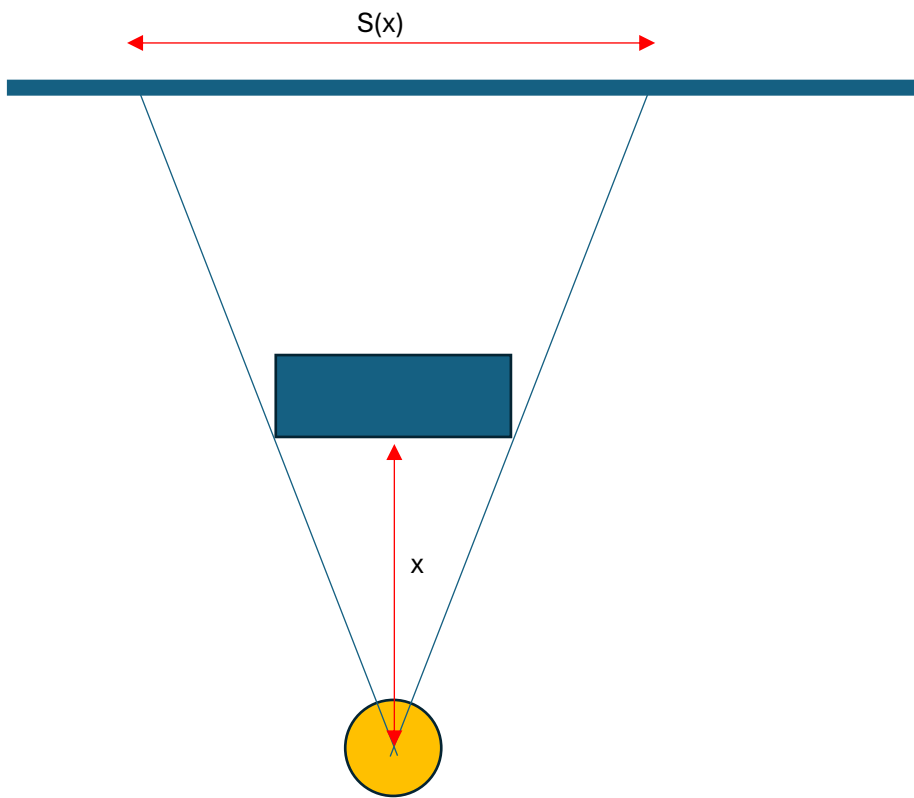
Setup:



Datenauswertung & funktionaler Zusammenhang:



CODAP



Elfenbeinturm. Bedeutungen: [1] figurativ: Ort der Abgeschlossenheit und Unberührtheit von der Welt; insbesondere abfällig über Akademiker, die jeden Bezug zur Praxis verloren haben.

 Wiktionary

<https://de.wiktionary.org/wiki/Elfenbeinturm>

[Elfenbeinturm - Wiktionary](#)

Vorstellungsrunde:

Klaus Albrecht



<https://www.youtube.com/watch?v=kJPFLONPVPU&pp=ygULdGh1bmRlcnBoeXo%3D>



<https://www.youtube.com/watch?v=slPsj hv6LWU&pp=ygULdGh1bmRlcnBoeXrSBwkJogoBhyohjO8%3D>



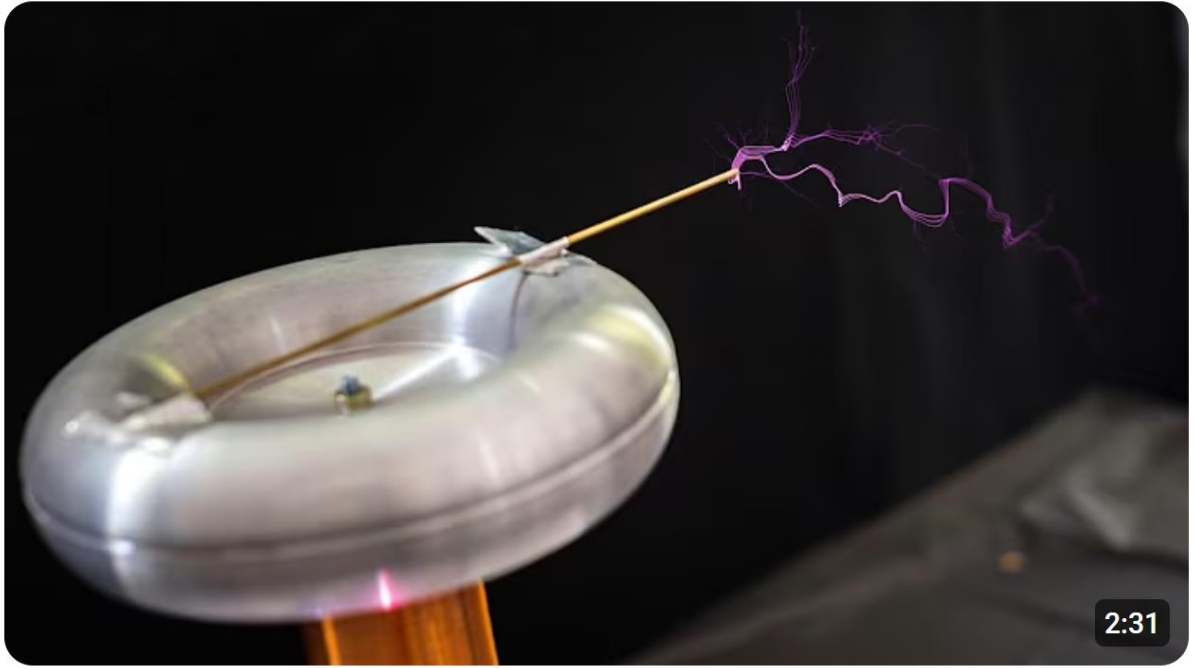
<https://www.youtube.com/watch?v=9xVUi8tHmww&pp=ygULdGh1bmRlcnBoeXo%3D>



<https://www.youtube.com/watch?v=1zMeFFKkmpQ&pp=ygULdGh1bmRlc nBoeXo%3D>

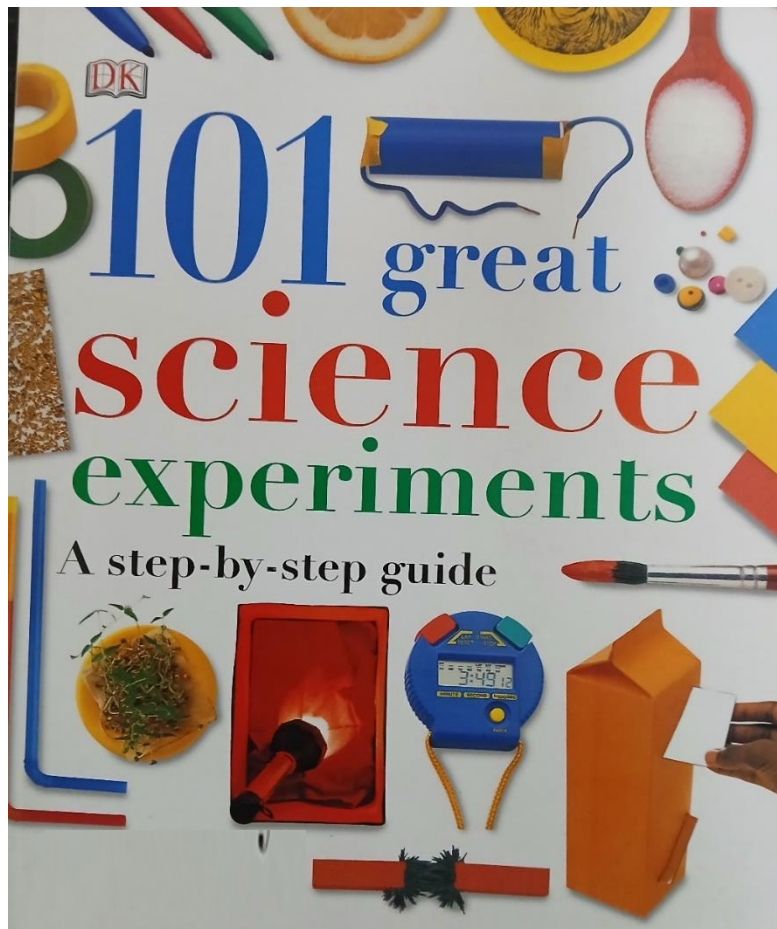


<https://www.youtube.com/watch?v=0yU6-RDYpfo&pp=ygULdGh1bmRlcnBoeXo%3D>



<https://www.youtube.com/watch?v=Y9WZg-lCbw&pp=ygULdGh1bmRlc nBoeXo%3D>

Was ich nicht bieten kann:



32 Build a kaleidoscope

Use mirrors and beads to make a colorful kaleidoscope. All you have to do is shake it, and beautiful patterns form, one after another.

You will need:



Sharp pencil



1 Tape the three mirrors together to form a triangle.

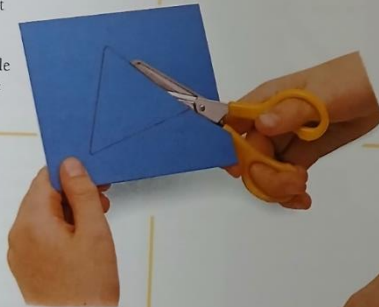
The shiny sides go inside.



2 Draw around the mirrors on the card.



3 Cut out the triangle. Use a pencil to make a hole in the middle of it.



4 Tape the triangle to one end of the mirrors.



5 Stretch the tracing paper over the other end of the mirrors. Tape it firmly in place.



6 Drop some beads through the hole. Your kaleidoscope is now ready.





Warum machen wir Experimente?

Warum machen wir Experimente in der Schule?

Kritische Auseinandersetzung ...

<https://www.schubu.org/p852/licht-wird-geknickt>

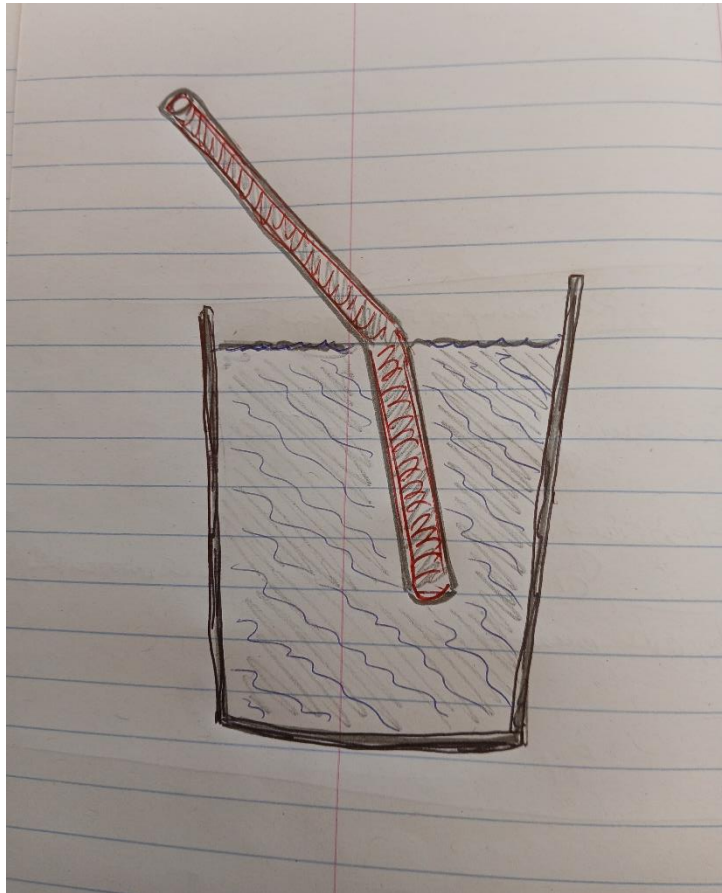
und

<https://klausalbrecht.substack.com/p/seeing-and-hearing-a08>

Übersetzung:

Das Szenario:

Ein Schüler wird gebeten, zu zeichnen, wie ein gerader Strohhalm aussieht, wenn er in ein Glas Wasser gesteckt wird. Er erstellt die folgende Zeichnung und Erklärung:

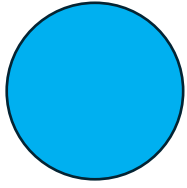


Schüler:in:

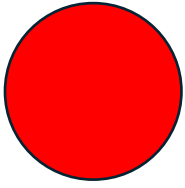
„Wenn Licht vom Wasser in die Luft gelangt, beschleunigt es sich. Diese Geschwindigkeitsänderung bewirkt, dass sich das Licht zur Normalen hin biegt. Daher scheint der Strohhalm tiefer ins Wasser gebogen zu sein, als er tatsächlich ist.“



Experimente im MINT-Unterricht in drei Schwierigkeitsklassen



Kaffee und Milch



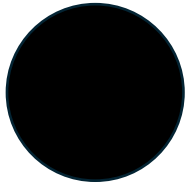
Gauss Kanone

<https://www.supermagnete.at/Magnetanwendungen/Gauss-Kanone>

(& Projektilgeschwindigkeit)

Anmerkungen:

- Pendelauslenkung
- Photogate (Micro:bit)
- Flugbahn / Höhe

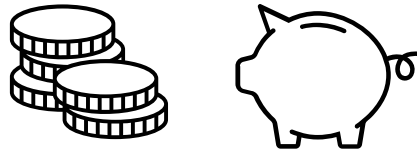


Monkey & Hunter

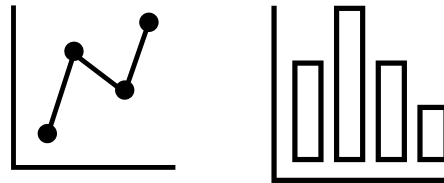
https://www.youtube.com/watch?v=z8S0_SHqoeY

Vier „Umstände“, welche das Experimentieren erleichtern ...

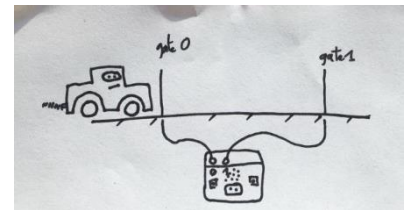
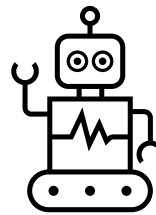
Finanzierung ?



Tools zur Datenauswertung ?



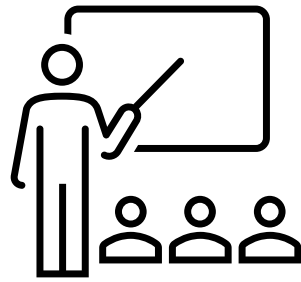
Tools zur Messdatenerfassung ?



Beispiel | LINK:

<https://makecode.microbit.org/projects/timing-gates>

Didaktisches Konzept ?



Mein großer Frust ...

- Viele Unterlagen, die „einfache Experimente“ vorstellen, haben „Schwächen“ in puncto fachlich korrekter Erklärungen.
- ... oder präsentieren „Bastelanleitungen“ ohne wesentliche fachliche Substanz
- ... oder sind „kognitiv verarmte“ Rezeptanleitungen.

Das Dilemma ergibt sich dann ...

- Auch einfachsten Experimenten liegt oftmals eine „ausgewachsene“ Fachwissenschaft zugrunde, deren fachlich korrekte Erklärung ein entsprechendes Fachwissen voraussetzt.

Ein kleiner Nachweis der voranstehenden Behauptungen:

Kategorie 1: **Einfach – aber falsch erklärt ...**



Didaktisch brauchbares Konzept (Karteikarten) ...

★ Zusammenhalt

Du brauchst:

- 2 gleich große Gläser
- Wasser
- Teelicht
- Löschpapier
- Streichhölzer

Und so wird's gemacht:

1. Feuchte das Löschpapier an.
2. Stelle das Teelicht in ein Glas, zünde es an und lege sofort das angefeuchtete Löschpapier auf das Glas.
3. Setze das zweite Glas vorsichtig umgekehrt auf das erste.

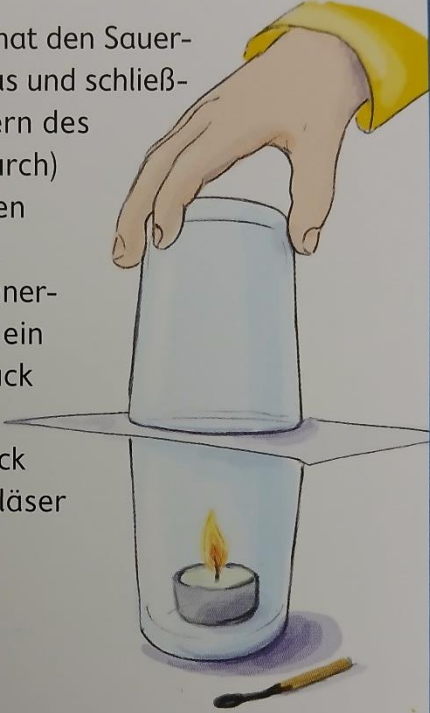
Was wird geschehen?

Die Kerze erlischt nach kurzer Zeit und du kannst, wenn du das obere Glas hochnimmst, das untere mit anheben. Die beiden Gläser halten zusammen.

... doch leider ist die Erklärung der Beobachtung (auf der Karteikartenrückseite) falsch:

Warum denn das ?

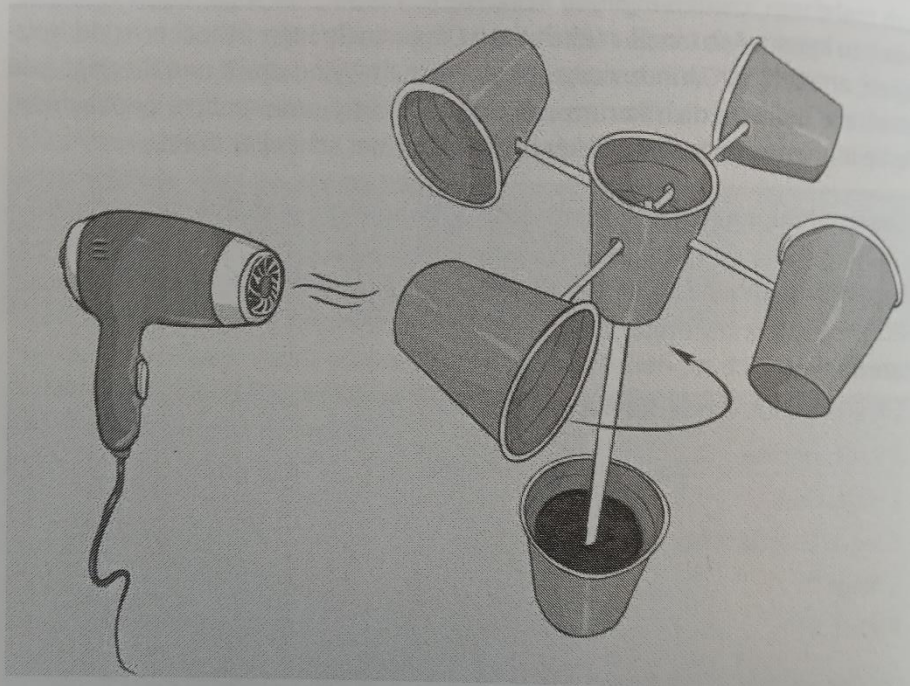
Die Kerzenflamme hat den Sauerstoff im unteren Glas und schließlich (durch die Fasern des Löschpapiers hindurch) auch den des oberen Glases verbraucht. Dadurch herrscht innerhalb beider Gläser ein niedrigerer Luftdruck als außerhalb. Der äußere Luftdruck presst die beiden Gläser zusammen.



Aha!

Die Luft um uns herum hat ein Gewicht und übt mit diesem Gewicht Druck auf uns bzw. die Erdoberfläche aus. Der **Luftdruck** wird in der Einheit Pascal gemessen. Er nimmt mit zunehmender Höhe ab.

- Nun musst du nur noch die Joghurtbecher einzeln an jedem Ende des Kreuzes anbringen. Dafür kannst du Reißzwecken verwenden. Falls die Becher nicht aufrecht bleiben, kannst du auch etwas Klebstoff zur Unterstützung nehmen. Jetzt ist dein Anemometer bereit für den Wind!



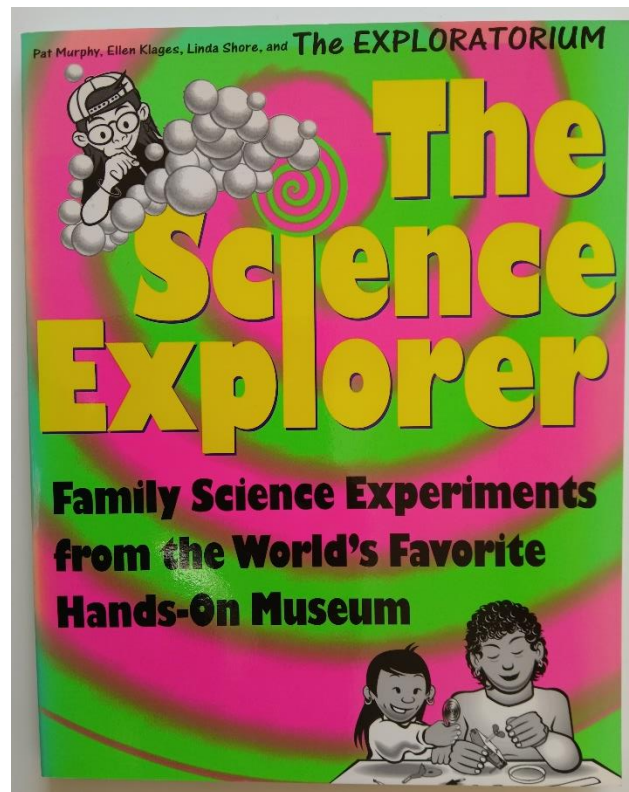
Erklärung: Ein Anemometer funktioniert dadurch, dass es den Wind einfängt und in Bewegung umsetzt. Die an den Enden des Kreuzes befestigten Joghurtbecher fangen den Wind ein. Je stärker der Wind bläst, desto schneller dreht sich das Anemometer um den Haltestab. Dieser ermöglicht dem Gerät, sich frei zu drehen. Durch die Beobachtung der Drehgeschwindigkeit kannst du die Stärke des Windes einschätzen. Auch professionelle Anemometer nutzen dieses Prinzip, um die Windgeschwindigkeit zu messen.

Bei „einfachen“ Experimente“ kommt noch ein Problem hinzu:

„Frau Lehrerin, Frau Lehrerin! Ich bin schon fertig. Was soll ich jetzt machen?“

Kategorie 3: **Einfach – aber die Fachwissenschaft hinter dem Experiment wurde ausgeblendet ...**

„from the World’s Favorite Hands-On-Museum”



... “Interferenz”??

Rainbow Prints

Add a clear coating to black paper, and get a rainbow of amazing colors!

What Do I Need?

- pie tin or shallow bowl
- water
- scissors
- construction paper (dark colors—like black, brown, or blue—work best)
- bottle of *clear* nail polish
- paper towels or newspaper

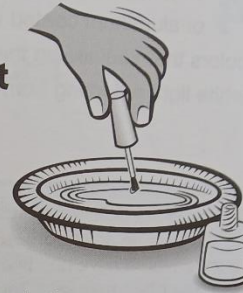
What Do I Do?

- 1 Fill the shallow bowl with about an inch of water.
- 2 Cut out pieces of construction paper. Make sure they're small enough to fit in the bowl.
- 3 Put one piece of paper into the water. Press it down with your fingers until it's completely wet. When you let go, it may float to the top of the water.

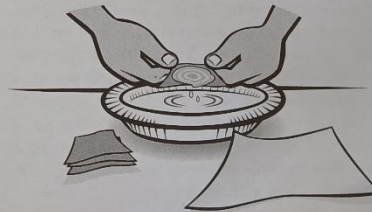


That's okay. When black paper gets wet, some of its color may come off in the water. That's okay, too.

- 4 Pull the brush out of the bottle of clear nail polish. Touch the very tip of the brush to the water. You should see a film floating on the water. (If you don't, add *one* more drop of nail polish.)



- 5 Make sure the film is floating on top of the paper. Then very carefully and slowly lift the piece of paper out of the water. Tilt it a little so the water runs off. Gently lay it onto a paper towel or some newspaper to dry.



- 6 If you have different colors of paper, make more Rainbow Prints. Start with fresh water each time.

- 7 When your prints are dry, pick one up and hold it under a bright light or out in the sun. Do you see the colors? Tilt the paper until you see the brightest colors. Wow! The colors of the print will be a little different with each color paper you use.

Dilemma ...

Selbst einfache Experimente (siehe nachfolgendes Beispiel) habe eine vernünftige „Erdung“ in der jeweiligen Fachdomäne.

22 Electricity

Museum of electrical history

A versorium needle is very simple to make. The set-up is shown in Figure 1.2.

- 1 Cut an elongated diamond of aluminium foil (about 75mm long and 30mm wide) and fold along the long line of symmetry. This is the needle.
- 2 Balance the needle on a cocktail stick set in a cork or clay.
- 3 Test various electrics (insulators) after rubbing with cloth. The needle should react clearly.

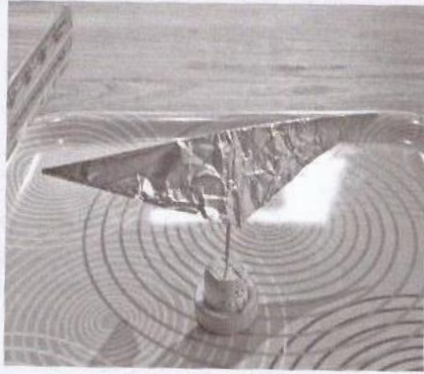
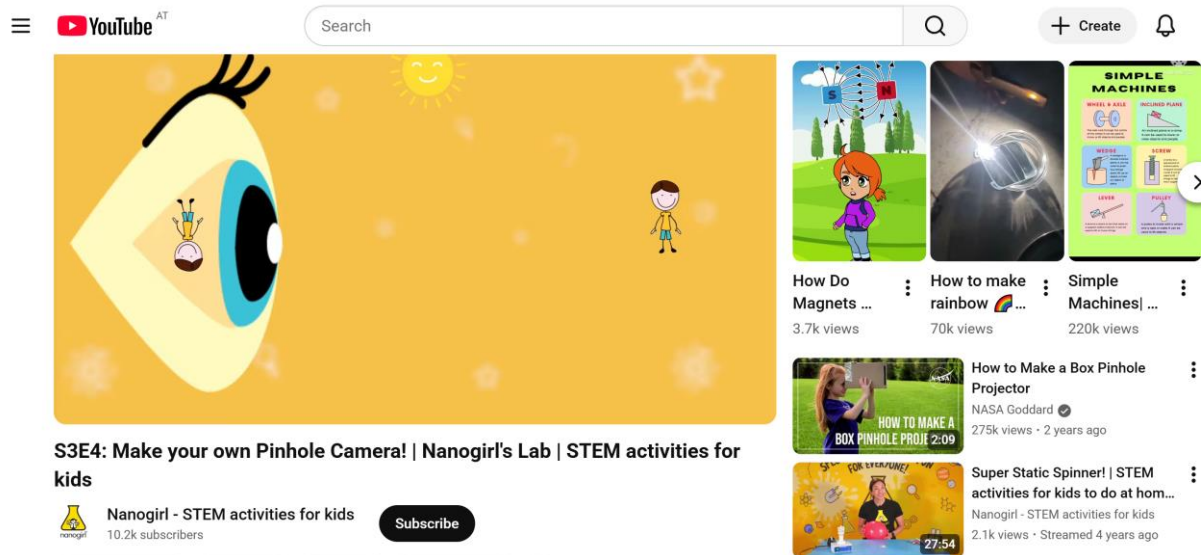


Figure 1.2 Gilbert's versorium needle

... um noch ein Beispiel zu nennen:
Beliebt ... Baue eine **Lochkamera**



The screenshot shows a YouTube interface. The main video player displays a cartoon illustration of a yellow eye with a blue iris, a small figure of a person inside, and a sun in the background. Below the video, the title reads "S3E4: Make your own Pinhole Camera! | Nanogirl's Lab | STEM activities for kids". The channel name is "Nanogirl - STEM activities for kids" with 10.2k subscribers and a "Subscribe" button.

On the right side, there is a list of recommended videos:

- "How Do Magnets ..." with 3.7k views
- "How to make rainbow ..." with 70k views
- "Simple Machines| ..." with 220k views
- "How to Make a Box Pinhole Projector" by NASA Goddard with 275k views, 2 years ago
- "Super Static Spinner! | STEM activities for kids to do at hom..." by Nanogirl - STEM activities for kids with 2.1k views, streamed 4 years ago

Klare MINT-Thematik (Physik, Biologie, Technik)

Bei der Umsetzung könnte ich Ihnen aber auch nicht besser helfen als viele bereits vorhandene Anleitungen im Netz ...

Hier ist für jede Altersgruppe (von SchülerInnen) etwas dabei:

<https://www.youtube.com/watch?v=7RaqFzMKUpM>

<https://www.youtube.com/watch?v=V7zQeCNczIU>

<https://www.youtube.com/watch?v=y7KWHNyEXjo>

https://www.youtube.com/watch?v=GJ2v_7FroF4

... und unzählige Anleitungen mehr.

Problem: Die Einbettung in den fachlichen Kontext

Abhilfe:

Kooperation mit der Fachlehrkraft (in diesem Fall Physik)

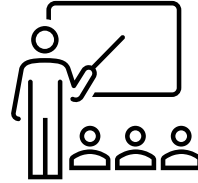
Sinnvolle Aufgabenerweiterungen: Was passiert wenn ...

- man das Loch größer macht?
- man ein zweites Loch hinzufügt?
- ...

Ein schwerwiegender NACHTEIL bleibt: Der Aufbau des Experimentes wird hier reduziert auf eine Schritt-für-Schritt Bauanleitung. Der eigenständige Entwurf eines vernünftigen Designs für dieses Experiment wäre für die SchülerInnen zu schwierig. Eine strikte Bauanleitung (Schritt für Schritt) ist somit unumgänglich. Für ein Projekt, welches den Fokus auf das T in MINT legt, ist dies aber durchaus akzeptabel.

Deshalb hier: Spurensuche nach geeigneten Experimenten.

Um diesen Schwierigkeiten auch nur halbwegs begegnen zu können, benötigen wir vorallem ein fachdidaktisch **Konzept für einen Unterricht**, welcher Experimente sinnvoll integriert.



Wollen wir uns dies an unserem Beispiel näher ansehen ...

Kaffee und Milch der Kategorie ●

Scenario A: Leeren Milch in den heißen Kaffee und warten fünf Minuten, bevor wir dann den abgekühlten Milchkaffee trinken.

Scenario B: Wir lassen den heißen Kaffee fünf Minuten auskühlen und leeren dann die Milch hinein, bevor wir dann den abgekühlten Milchkaffee trinken.

Ergebnis:

Zeit (min)	Scenario A Temp (°C)	Scenario B Temp (°C)
0 (START)	90.0	90.0
0 (Milch in A)	77.2	90.0
2	73.1	83.4
4	69.3	77.6
6	65.9	72.6
8	62.8	68.2
10 (vor Milch in B)	59.9	64.4
10 (Nachdem Milch in B)	59.9	55.5

Sieht alles ganz einfach aus - ist es aber nicht!

... ohne fachdidaktisches Konzept

Hätten die Schüler:innen nur diese Aufgabenstellung („Was ist besser, wenn ich die Milch zuerst reinschütte – oder später?“), dann durchleben wir als Lehrpersonen den **SUPER-GAU** im Klassenzimmer.

Ein kurze Geschichte hierzu ...

Ein Experiment zur Bestimmung des Energiegehalts von Lebensmitteln:

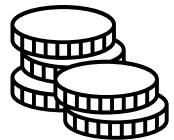
Dabei wird eine bestimmte Menge eines Lebensmittels verbrannt und die freigesetzte Wärmeenergie genutzt, um Wasser zu erhitzen. Aus dem Temperaturanstieg des Wassers lässt sich die im Lebensmittel enthaltene Energie berechnen.

So weit so gut ...

Benötigte Materialien

- **Lebensmittelproben:** Erdnüsse, Walnüsse, Erdnussflips, Popcorn (fettreiche Lebensmittel eignen sich gut)
- **Reagenzglas und Stativmaterial**
- **Messinstrumente:** Thermometer, Waage
- **Sonstiges:** Bunsenbrenner, Fonduegabel

Angenommen Sie nehmen noch die erste Hürde ...



Reagenzgläser, Stativmaterial, Thermometer, Waage ?

Versuchsaufbau und Schritt-für-Schritt-Anleitung (in der THEORIE):

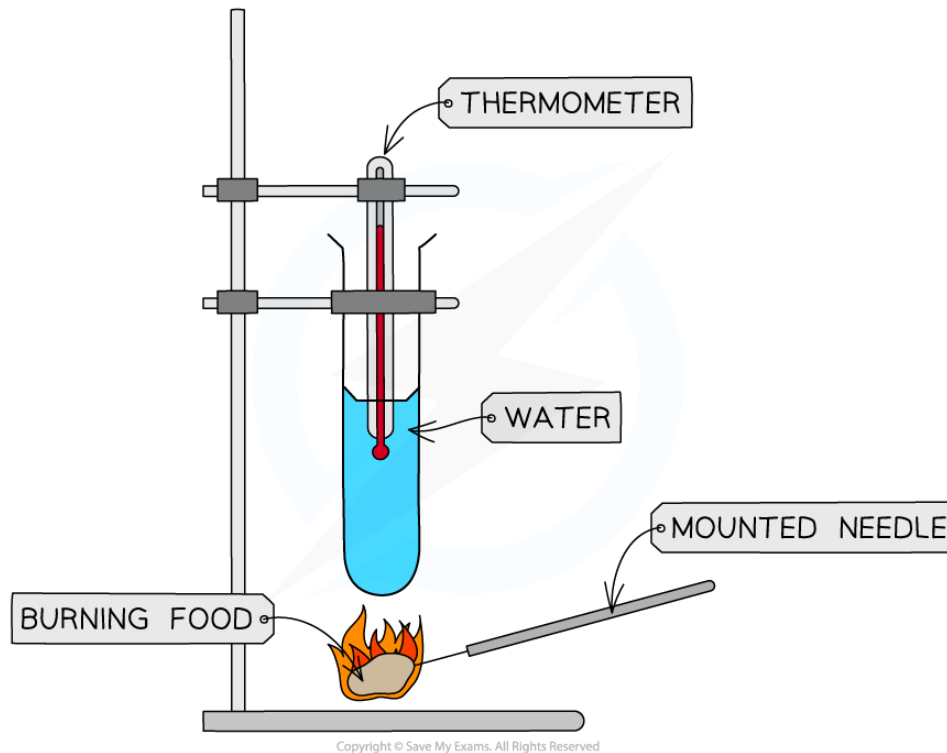
- 1. Stativ und Reagenzglas in Position bringen**
- 2. Lebensmittel wiegen**
- 3. Anfangstemperatur messen**
- 4. Verbrennung**
- 5. Abschließende Temperaturmessung**

+ Hilfestellungen für die Lehrperson im Netz oder Print ...



Chemie - echt fetzig

2.57k subscribers



<https://www.youtube.com/watch?v=KQ7TJBH1KAA>

FORSCHUNGSFRAGE UND VERSUCHSPLANUNG

Was brennt am längsten – Erdnuss, Haushaltszucker oder Rapsöl?

Untersuche die Forscherfrage!

1. Welche Informationen kannst du der Forscherfrage entnehmen, die du für die Versuchsplanung benötigst? Notiere diese Informationen in der Tabelle.

Ausgewählte Merkmale einer Frage:	Das Beispiel:
Die Frage muss festlegen, ...	
... welche Variable verändert werden soll.	Der zu untersuchende Stoff (Brennstoff: Erdnuss, Haushaltszucker, Rapsöl)
... welche Variable beobachtet werden soll.	(Erdnussöl (Brennstoff), was brennt am längsten...)

2. Überlege, wie du die Merkmale der Versuchsplanung umsetzen kannst. Ergänze die Tabelle.

Merkmale der Variablenkontrolle bei der Versuchsplanung:	Das Beispiel:
<ul style="list-style-type: none">Durch die Variablenkontrolle ist es möglich, eine Aussage über den Einfluss der untersuchten Variable zu treffen.	Es haben alle Energiegehalte eines Stoffes 1g, diese liegen in die Wertigkeit. Das Lebensmittel, welches am längsten brennt, hat den höchsten Energiegehalt.
<ul style="list-style-type: none">Es wird festgelegt, wie die zu untersuchende Variable geändert wird. Die Experimente, die verglichen werden sollen, unterscheiden sich nur in einer Variable.	Je nach dem eingesetzten Stoff wird während im ersten Experiment wird die Erdnuss untersucht, im zweiten Experiment Haushaltszucker, im dritten Experiment Rapsöl.
<ul style="list-style-type: none">Alle übrigen Variablen sind gleich. Die Experimente, die verglichen werden sollen, unterscheiden sich nur in einer Variable.	<ul style="list-style-type: none">Die Masse der eingesetzten Stoffe wird gleich gehalten.Die Probenmengen sind immer gleich groß.Die Masse des Folienmaterials ist gleich.
<ul style="list-style-type: none">Es wird festgelegt, wie die zu beobachtende Variable gemessen wird.	Es wird die Zeitdauer bestimmt, die der jeweilige Stoff zur vollständigen Verbrennung benötigt.
<ul style="list-style-type: none">Es wird festgelegt, wie lange die Messung dauert und in welchen Intervallen gemessen wird.	Die Zündmessung beginnt, sobald der Stoff jeweils vollständig brennt, und endet, wenn das Feuer erlosch.

Energiegehalt von Fetten

Planung eines Versuchs zur Ermittlung des Energiegehalts von Erdnuss, Haushaltsz...



<https://www.friedrich-verlag.de/friedrich-plus/sekundarstufe/chemie/organische-chemie/was-brennt-am-langsten-erdnuss-haushaltszucker-oder-rapsol-17697>

Was hierbei vorhersehbar ist:

(1)

Schüler:innen haben die größten Schwierigkeiten bei grundlegenden Tätigkeiten (Lehrplan der Primarstufe):

Messen (100 ml, 0.3 g, ...)

3. Klasse Volksschule ...

Kompetenzbereich Größen

Die Schülerinnen und Schüler können

- mit genormten Maßeinheiten (kg, dag, m, dm, cm, ℓ, h, min, s, €, c, neu: t, g, km, mm, mℓ) Vorstellungen verbinden und Größenangaben interpretieren; Größen messen bzw. mithilfe von Stützpunktvorstellungen abschätzen und Ergebnisse mit entsprechenden Maßeinheiten notieren; Beziehungen zwischen Maßeinheiten anwenden; Größen ein- und mehrnamig anschreiben und Umrechnungen durchführen.
- Uhrzeiten mit Stunden und Minuten ablesen und darstellen; mit Größen in Sachsituationen arbeiten.

OHNE fachdidaktisches Konzept

Was hierbei vorhersehbar ist:

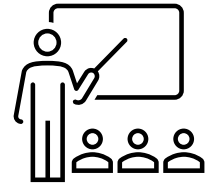
(2)

Chaotische Versuchsdurchführungen die zu uninterpretierbare Messdaten führen.

Was tatsächlich passieren wird ...



Dies zeigt die **ABSOLTUE NOTWENDIGKEIT** für ein
durchdachtes **Konzept**.



Also zurück zu „Kaffee und Milch“

Erste FRAGE

Sind alle notwendigen Dinge, die die Schüler:innen mit großer Wahrscheinlichkeit für die Durchführung des Experimentes benötigen, vorhanden ...

oder

... planen Sie, die Schüler:innen mit diesem Problem zu konfrontieren?

Was werden wir höchst wahrscheinlich benötigen?

Geeignete Flüssigkeit-Messzylinder



Bechergläser



Two glass beakers are shown side-by-side. The beaker on the left is labeled '200 ml' and the one on the right is labeled '400 ml'. Both have a pouring spout. A small heart icon is located to the right of the beakers.

★★★★★

Becherglas, 10er-Set

[Mehr Varianten](#)

ab € 27,95

Sehr gefragt!



- inkl. Sicherheitsaufbewahrung
- Länge der Schutzröhre ca. 32 cm
- Messungen von -30°C bis 110°C



Bitte Leistung wählen

300 W

1000 W

× Alles zurücksetzen

12,90 € zzgl. 20% MwSt.

15,48 € inkl. 20% MwSt. ohne Fracht- und Nebenkosten

● Ware vorhanden

- 1 +

In den Warenkorb



ACHTUNG: die Schüler:innen fangen nicht einfach irgendwie mit dem Experimentieren an („selbstentdeckender Unterricht),

“Discovery Learning ...”

“Experiential Learning ...”

Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching

Paul A. Kirschner

*Educational Technology Expertise Center
Open University of the Netherlands
Research Centre Learning in Interaction
Utrecht University, The Netherlands*

John Sweller

*School of Education
University of New South Wales*

Richard E. Clark

*Rossier School of Education
University of Southern California*



BEVOR die Schüler:innen die benötigten Dinge ausgehändigt bekommen, muss ...

für JEDEN EINZELNEN GEGENSTAND (Thermometer, Messzylinder, ...) der **Umgang** und die oftmals hiermit verbundenen Sicherheitsmaßnahmen **besprochen werden**

UND - **bevor Schüler:innen die benötigten Dinge erhalten** - muss jeder Schüler / jede Schülerin ein **PROTOKOLL** für den vorgesehenen Ablauf des geplanten Experimentes **auf einem Blatt Papier** anfertigen!

Hierzu arbeiten die Schüler:innen in Dreiergruppen zusammen.

(Thema: Gruppenbildung & Regeln siehe später)

BEVOR die Lehrperson die Bewilligung zur tatsächlichen Durchführung des Experimentes erteilt, **kritisiert** die Lehrperson im direkten Dialog mit der Dreiergruppe die vermutlich vorhandenen **Schwachstellen der Entwürfe** für die geplante Durchführung des Experimentes der Schüler:innen („schwarz auf weiß“ auf einem Blatt Papier zu sehen).

Die Lehrperson denkt hierbei an ...

- Kommt die Milch direkt aus dem Kühlschrank?
- Gleiche Gläser für Scenario A und Scenario B (Oberfläche, Kontaktfläche zur Umgebung).
- Temperatur der Milch kontrollieren.
- Mengen kontrollieren.
- Zeitintervalle vernünftig vereinbaren.
- Prozedere für das Ablesen der Temperatur vereinbaren.
- Kontakt mit Umgebung vermeiden / kontrollieren (Kontakt Hände & menschliche Körpertemperatur)
- Raumtemperatur

Diese kritische Auseinandersetzung mit der Planung der Durchführung des Experimentes erfolgt vielfach durch **Fragen:**

Lehrperson: „Ist es nicht ein Problem, wenn wir zwei unterschiedlich große Kaffeetassen für das Experiment verwenden?“

Lehrperson: „Ist es nicht ein Problem, wenn wir die bereits zuvor schon verwendete Kaffeetasse für den zweiten Durchlauf des Experimentes erneut verwenden?“

Lehrperson: „Habt ihr vereinbar, wie die Temperatur abgelesen wird?“

Diese kritische Auseinandersetzung mit den Planungsentwürfen der Schüler:innen wird häufig dazu führen, dass das Experiment zunächst in **kleinere Schritte** zerlegt wird.

Beispiel: Abkühlungskurve für erhitztes Wasser bestimmen. Das Protokoll legt hierbei fest, mit welcher Temperatur der erste Messpunkt festgelegt werden soll (z.B. Wassertemperatur = 90°C)

Auch hier muss von den Schüler:innen die geplante Durchführung **auf einem Blatt Papier** festhalten werden, **bevor** ein Teilschritt ausgeführt wird.

Auch hier: Kritik an den schriftlichen Entwürfen der Schüler:innen.

Lehrperson: „Ist es wichtig, dass alle Dreiergruppen dieselbe Wassermenge verwenden, damit wir am Ende unsere Ergebnisse vergleichen können?“

EXTREM WICHTIG:

Die gesamte Klasse (also ALLE Dreiergruppen) muss sich vor der Durchführung auf **ein EINZIGES MESSPROTOKOLL einigen**.

Alle Dreiergruppen gehen identisch vor, damit die Ergebnisse vergleichbar bleiben!

Einigung auf EIN Protokoll, dem alle folgen müssen!

Für mich persönlich unverzichtbar ...

Training der Schüler:innen im Vorfeld zum Experiment!

„Retrieval Practice“, siehe auch meine eigene Seite

<https://klausalbrecht.substack.com/about>

Zum Beispiel **m**athematische Grundfähigkeiten

MINT

Beispiele im Kontext „Kaffee und Milch“:

- $\frac{1}{8}$ Liter
- 15 % Milch
- Messwerte ablesen und Messgenauigkeit

Ein guter Start:

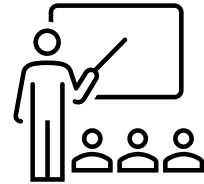
ABSTIMMUNG / gesamte Klasse:

In welchem Szenario hat der Michkaffee schlussendlich die geringere Temperatur?

- A** Zuerst die Milch dazugeben
- B** Am Ende die Milch dazugeben
- C** Es macht keinen Unterschied

(Abstimmung mit „Mini-Whiteboards“)

Didaktischer Hinweis



Adam Boxer

„Front-load the means of participation”

Ein gutes Ende:

Abschließende gemeinsame Besprechung aller Messergebnisse.

Von der Lehrperson geleiteter Klassendiskurs – inklusive „Cold Call“:

(Maria, wie hat eure Gruppe die benötigte Milch ermittelt und bestimmt?)

RANDNOTIZ: Die grafisch gut aufbereitete Messergebnisse aller Dreiergruppen sind hierbei natürlich die notwendige Voraussetzung.

Wie sieht es mit der Vergleichbarkeit der einzelnen Durchführungen aus? Haben alle Dreiergruppen gut vergleichbare Ergebnisse erzielt? Gibt es Auffälligkeiten?

Im Rahmen dieser Abschlussbesprechung werden natürlich die **ERKLÄRUNGEN** thematisiert.

Auch werden gemeinsam geeignete **Retrieval Karten** (Retrieval Practice) für den späteren Gebrauch (Spaced Learning) erstellt.

Es ist **SEHR SINNVOLL**, nach dem ersten Experiment nicht ein neues Kapitel aufzuschlagen, sondern ...

in der Abschlussbesprechung **Variationen** zu thematisieren und deren experimentelle Überprüfung zu planen.

- Mehr oder weniger Kaffee – macht dies einen Unterschied?
- Mehr oder weniger Milch?
- Größerer oder kleinerer Temperaturunterschied (Milch – Kaffee)?
- Unterschiedliche initiale Temperatur Kaffee / Milch (bei konstanter Temperaturdifferenz):

Kaffee_1: 90°C

Kaffee_2: 85°C

Milch_1: 10°C

Milch_2: 5°C

$$\Delta T = 80^\circ\text{C}$$

Selbstständige Übungsphase ...

MINT

... zum Thema

Datenauswertung

<https://codap.concord.org/>

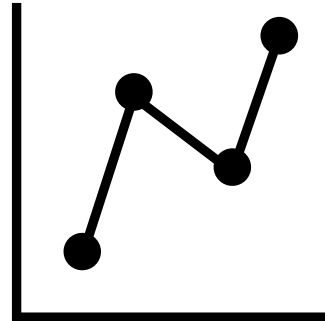
Data Fluency

Empowering learners to experience variability, investigate uncertainty, and make sense of data visualizations.



<https://codap.concord.org/>

daten: [coffee-milk.csv](#)



Protokoll:

- **Kaffee Initial Temp:** 90°C
- **Kaffee Volumen:** 200ml
- **Milch Temp (Kühlschrank):** 5°C
- **Umgebung Raum-Temp:** 20°C
- **Milch Volumen:** 15% von 200ml

Daten

Zeitintervall 2 min 10 Minuten

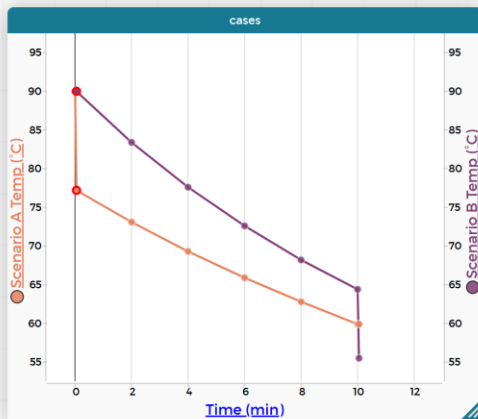
Dauer: 10 Minuten

Mess-Serie

0 2 4 6 8 10

- **Scenario A:** Milch hinzugefügt zum Zeitpunkt 0 [min]
- **Scenario B:** Milch hinzugefügt zum Zeitpunkt 10 [min]

coffee-milk			
cases (8 cases)			
in- dex	Time (min)	Scenario A Temp (°C)	Scenario B Temp (°C)
1	0	90	90
2	0.05	77.2	90
3	2	73.1	83.4
4	4	69.3	77.6
5	6	65.9	72.6
6	8	62.8	68.2
7	10	59.9	64.4



Measure

Show ...

- Count
- Connecting Lines
- Movable Point
- Movable Line
- Least Squares Line
 - Show Fit Uncertainty
- Intercept Locked
- Plotted Function
- Plotted Value
- Squares of Residuals

Auch für uns gilt:

Zunächst Zerlegung in überschaubare Vorarbeiten!

Wünschenswert (für unsere nächste Einheit) ...

Kaffee und Milch



Erste Hürde überwinden ...

Anfrage Kustodiate im Haus

Ergänzung:

„Dreiergruppen“:

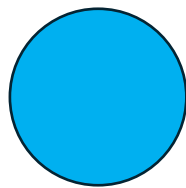
- Gruppengröße (3)
- Zufällige Zuordnung
- Abänderung der Zusammensetzung im Verlauf des Schuljahres
- Rechenschaft für alle Gruppenmitglieder einfordern.

VORSCHAU:

Die Zauberbühne

MINT

Kategorie:

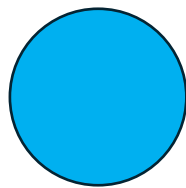


VORSCHAU:

Licht und Schatten

MINT

Kategorie:



Aufgabe zur Beurteilung des logischen Denkvermögens (RAT): [Licht und Schatten]

Das Szenario:

Jemand behauptet: „Ein Schatten entsteht, wenn ein undurchsichtiges Objekt in den Weg von Lichtstrahlen gestellt wird. Die Größe des Schattens hängt vom Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Objekt ab. Wenn Sie eine Taschenlampe näher an ein Spielzeugauto heranbewegen, wird der Schatten an der Wand kleiner, da die Lichtstrahlen weniger Raum haben, sich auszubreiten, bevor sie auf das Auto treffen.“

Siehe: <https://klausalbrecht.substack.com/about>

RÜCKBLLENDE:

Kaffee und Milch

THEORIE zum Kaffee & Milch Experiment

Lernabsichten nehmen eine ganze Bandbreite von Möglichkeiten ein.

WAS sollen meine SchülerInnen hierbei lernen?

Haben meine SchülerInnen gelernt, was sie lernen sollten?

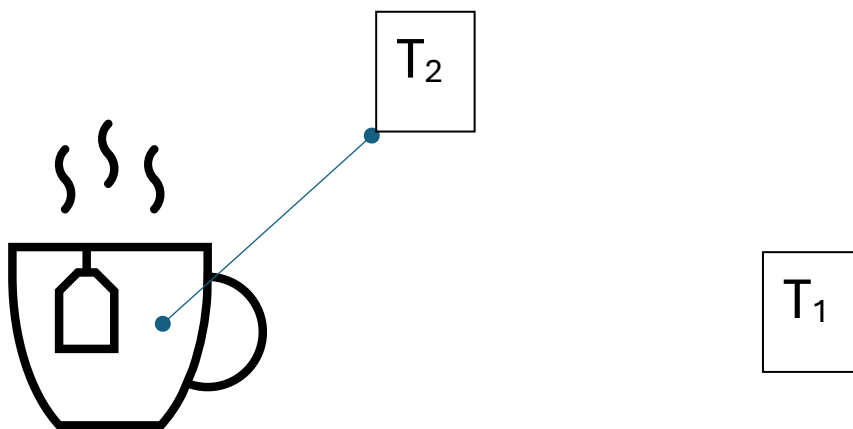
Kann ich den Nachweis hierfür erbringen?

Kaffee und Milch: Fokus muss nicht auf der Theorie liegen, Fokus kann auf der **Messdatenerfassung und der Darstellung der Messdaten** liegen.

Aber auch die **Theorie hinter dem Experiment** kann ein legitimes Lernziel darstellen.

Wie kann ich mir den Ausgang des Experimentes erklären?

Die Abkühlungsrate (wie schnell etwas abkühlt) hängt vom Temperaturunterschied ab. In unserem Fall ist dies der Unterschied „Flüssigkeit gegenüber Umgebung“



Temperaturdifferenz: $\Delta T = T_2 - T_1$

Abkühlungsrate (also die Temperaturänderung pro Minute) hängt von der Temperaturdifferenz ab.

Je größer der Unterschied, **desto schneller** kühlt die Flüssigkeit ab.

ChatGPT

Prompt:

Kann ich eine einfache Erklärung für das bekannte Experiment bezüglich der Abkühlung von Kaffee mit Milch erhalten?

Kann ich eine einfache Erklärung für das bekannte Experiment bezüglich der Abkühlung von Kaffee mit Milch erhalten?



Ja. Das bekannte Experiment zur **Abkühlung von Kaffee mit Milch** wird oft verwendet, um **Wärmeübertragung und Newtonsches Abkühlungsgesetz** einfach zu erklären.

Die einfache Frage des Experiments

Du hast zwei Möglichkeiten:

1. Du gibst **sofort kalte Milch** in den heißen Kaffee.
2. Du wartest etwas und gibst die Milch **erst später** hinein.

Welche Methode führt dazu, dass der Kaffee nach z. B. 10 Minuten heißer ist?

Die einfache Erklärung der Lösung

Die wichtigste Idee ist:

Je größer der Temperaturunterschied zur Umgebung ist, desto schneller kühlt etwas ab.

Das ist das Prinzip des **Newton's law of cooling**.

Was passiert physikalisch?

Fall 1: Milch sofort hineingeben

- Der Kaffee wird sofort etwas kühler.
- Der Temperaturunterschied zur Raumluft wird kleiner.
- Dadurch verliert der Kaffee **langsamer Wärme**.

Fall 2: Milch später hineingeben

- Der Kaffee bleibt zuerst sehr heiß.
- Der Temperaturunterschied zur Luft ist groß.

- Deshalb verliert der Kaffee **schneller Wärme**.
- Wenn du später Milch zugibst, ist er insgesamt kälter.

Das überraschende Ergebnis ★

Der Kaffee ist am Ende heißer, wenn du die Milch sofort zugibst.

Intuitive Alltagsvorstellung

Man kann es sich so vorstellen:

- Sehr heißer Kaffee = große "Temperaturdifferenz" → starke Abkühlung
- Weniger heißer Kaffee = kleinere Differenz → langsamere Abkühlung

Also:

Frühes Abkühlen reduziert spätere Wärmeverluste.

Noch einfacher in einem Satz:

👉 Wenn du möchtest, dass dein Kaffee länger warm bleibt, gib die Milch sofort hinein.

Wenn du möchtest, kann ich dir auch eine **Version mit einer einfachen Grafik-Erklärung** oder eine **Version für den Unterricht (z. B. für Schüler)** geben.

Ein weiterer Test:

Prompt:

Es gibt auch ein bekanntes Experiment, bei welchem zwei Gläser aneinander haften bleiben, wenn man eine Kerze in ein Glas stellt. Könnte ich hierzu eine einfache Erklärung haben?



Es gibt auch ein bekanntes Experiment, bei welchem zwei Gläser aneinander haften bleiben, wenn man eine Kerze in ein Glas stellt. Könnte ich hierzu eine einfache Erklärung haben?

Cancel

Send

Ja, dieses Experiment wird oft verwendet, um **Luftdruck** und **Druckunterschiede durch Temperaturänderung** einfach zu erklären. Es ist ein klassisches Demonstrationsexperiment im Physikunterricht.

Das Experiment

Du brauchst:

- zwei Gläser
- eine kleine Kerze
- etwas Wasser (oft verwendet)
- ein Feuerzeug

Durchführung (typische Variante):

1. Du stellst eine brennende Kerze in ein Glas.
2. Oft wird der Rand des Glases leicht angefeuchtet (oder das Glas steht in Wasser).
3. Du stellst ein zweites Glas darauf oder verschließt es.
4. Nach kurzer Zeit geht die Kerze aus.
5. Die Gläser „haften“ scheinbar aneinander.

Die einfache Erklärung

Die Erklärung hat **3 einfache Schritte**:

1. Die Kerze erwärmt die Luft

Die Flamme macht die Luft im Glas warm.

Warme Luft:

- dehnt sich aus

- ein Teil entweicht aus dem Glas

2. Die Kerze geht aus → Luft kühlt ab

Wenn der Sauerstoff verbraucht ist, geht die Kerze aus.

Jetzt passiert:

- Die Luft im Glas kühlt ab.
- Kalte Luft zieht sich zusammen.
- Dadurch entsteht im Glas ein **niedrigerer Druck**.

Das hängt mit dem Prinzip des **Air pressure** zusammen.

3. Der äußere Luftdruck drückt die Gläser zusammen

Außerhalb des Glases ist der normale Luftdruck weiterhin vorhanden.

Da innen weniger Druck ist als außen:

- drückt die äußere Luft die Gläser zusammen
- sie wirken „festgeklebt“

In Wirklichkeit ist es also kein Kleben, sondern **Luftdruck!**

Die Kurzfassung in einem Satz:

👉 Die Kerze macht die Luft zuerst warm, danach kühlt sie ab – dadurch entsteht ein Unterdruck, und der äußere Luftdruck drückt die Gläser zusammen.

Sehr anschauliches Bild für Schüler 🎓

Man kann sagen:

„Die Luft außen drückt stärker als die Luft innen – deshalb werden die Gläser zusammengedrückt.“

Wenn du möchtest, kann ich dir auch eine **sehr schülergerechte Erklärung (z. B. für Volksschule)** oder eine **Version mit typischen Fehlvorstellungen von Schülern** geben (das ist bei diesem Experiment didaktisch besonders interessant).

Prompt:

Gerne hätte ich eine Version mit typischen Fehlvorstellungen von Schülern zu diesem Experiment.

Gerne hätte ich eine Version mit typischen Fehlvorstellungen von Schülern zu diesem Experiment.



Dieses Experiment ist didaktisch besonders interessant, weil Schülerinnen und Schüler sehr typische **Alltagsvorstellungen (Misconceptions)** zeigen, die sich gut für Conceptual Change oder kritisches Denken nutzen lassen.

Hier sind die häufigsten Fehlvorstellungen und eine einfache fachliche Klärung:

Typische Fehlvorstellungen von Schülern

1. „Die Gläser kleben wegen des Wachses“

Viele Schüler glauben:

Das Kerzenwachs wirkt wie Klebstoff.

Warum diese Idee entsteht:

Schüler suchen oft nach sichtbaren Ursachen. Wachs ist sichtbar, Luftdruck nicht.

Klärung:

Man kann zeigen:

- Die Gläser haften auch ohne Wachs.
- Der Effekt funktioniert auch mit anderen Wärmequellen.

Didaktischer Trick:

Gläser vorher reinigen → Effekt bleibt.

2. „Die Kerze verbraucht den Sauerstoff und deshalb entsteht ein Vakuum“

Sehr häufige Aussage:

Der Sauerstoff wird verbraucht und dann entsteht ein Vakuum.

Das ist nur teilweise richtig.

Problem der Vorstellung:

Schüler denken:

- Sauerstoff verschwindet einfach.
- Weniger Sauerstoff = automatisch Unterdruck.

Was wirklich passiert:

- Sauerstoff wird chemisch gebunden (CO_2 entsteht).
- Der wichtigste Effekt ist aber:
 - Erwärmung der Luft
 - anschließende Abkühlung
 - Volumenänderung der Luft

Didaktisch gute Frage:

„Warum haften die Gläser stärker, wenn man sie länger abkühlen lässt?“

Das lenkt auf Temperatur statt Sauerstoff.

3. „Die Flamme saugt die Gläser zusammen“

Typische Formulierung:

Die Flamme zieht die Gläser zusammen.

Warum das passiert:

Schüler denken oft in **aktiven Ursachen** („etwas zieht“ statt Druckunterschied).

Das nennt man in der Physikdidaktik oft:

agentive Fehlvorstellung (etwas wirkt aktiv statt durch Gleichgewicht von Kräften).

Klärungsidee:

Frage:

„Was drückt stärker – innen oder außen?“

Ziel:

Schüler entdecken:

Nicht innen wird gezogen → außen wird gedrückt.

4. „Es entsteht ein Vakuum im Glas“

Typische Aussage:

Im Glas ist dann gar keine Luft mehr.

Problem:

Schüler denken oft in Extremen (alles oder nichts).

Klärung:

Es entsteht nur:

- **ein kleiner Druckunterschied**
- kein echtes Vakuum

Gute Analogie:

„Wie bei einem leicht eingedrückten Plastikflasche.“

5. „Das Wasser klebt die Gläser zusammen“

Wenn Wasser verwendet wird:

Das Wasser wirkt wie Kleber.

Testidee:

Experiment ohne Wasser wiederholen.

Oder fragen:

„Warum braucht man dann nur sehr wenig Wasser?“

Didaktisch besonders wertvolle Schlüsselfrage ★

Eine sehr gute Conceptual-Change-Frage ist:

„Was hält die Gläser wirklich zusammen: etwas innen oder etwas außen?“

Das führt zu der zentralen Einsicht:

👉 Nicht der Unterdruck innen „zieht“, sondern der Luftdruck außen „drückt“.

Das ist ein wichtiger Perspektivenwechsel im Physiklernen.

Typische Lernchance aus fachdidaktischer Sicht

Das Experiment eignet sich sehr gut um zu zeigen:

- Lernen bedeutet oft **Umdenken von Alltagsvorstellungen**

- Unsichtbare Ursachen (z. B. Druck) sind schwerer zu verstehen als sichtbare
 - Schüler denken oft **substanzorientiert** (etwas ist „drin“ oder „weg“) statt in **Systemzuständen**
-

Eine gute Lehrerfrage am Ende 🎓

Eine sehr wirksame Abschlussfrage ist:

„Wenn wir das Experiment auf einem hohen Berg machen würden – würde es gleich gut funktionieren?“

Das aktiviert:

- Transferdenken
 - Verständnis von Luftdruck
 - Systemdenken
-

Wenn du möchtest, kann ich dir auch eine **kleine Unterrichtsstruktur (Predict–Observe–Explain)** geben, weil dieses Experiment dafür fast ideal ist (besonders für kritisches Denken, was ja gut zu deinem STEAM-CT Projekt passt).

„Variablenkontrolle“

Bessere Wortwahl → „Abhängigkeiten prüfen“

Ein paar Beispiele zu Beginn:

Beispiel 1

„Je mehr Personen in einem Haushalt leben, desto mehr Wasser wird verbraucht.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

... wir wollen an dieser Stelle unser Unbehagen mit dieser Aussage unterdrücken und uns weitere Beispiele ansehen:

Beispiel 2

„Je mehr Arbeiter auf der Baustelle sind, desto weniger lang dauert die Behebung des Schadens.“

(Kurzsprechweise: MEHR → WENIGER)

Beispiel 3

„Je nach dem wann ich einkaufen gehe, muss ich länger oder kürzer an der Kasse warten.“ **(Kurzsprechweise:**

HÄNGT DAVON AB)

Beispiel 4

„Je mehr ich trainiere, desto mehr verdiene ich in Zukunft in der Fussballmannschaft.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 5

„Je mehr Treibstoff im Kanister ist, desto schwerer ist der Kanister.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 6

„Je stärker der Luftballon aufgefüllt wird, desto schwerer wird der Luftballon.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 7

„Je mehr Kieselsteine ich in das Wasserglas gebe, desto höher ist der Wasserstand im Glas.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 8

„Je mehr Magnete wir bei der Gauß-Kanone verwenden, desto weiter fliegt die Kanonenkugel.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 9

„Je mehr PS ein Wagen hat, desto größer die Höchstgeschwindigkeit.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Beispiel 10

„Je schwerer ein Wagen, desto schwächer seine Beschleunigung von 0 auf 100.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → WENIGER**)

Beispiel 11

„Je stärker die Gitarrensaite gespannt wird, desto höher der Ton.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

... SchülerInnen formulieren nun ihre eigenen Abhängigkeiten.

Anschließend werden alle Aussagen durch einen **dreiteiligen** Prozess geordnet.

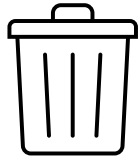


1.

AUSMISTEN

Können wir die Behauptung **durch ein Experiment** einfach überprüfen?

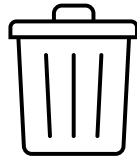
MÖGLICHERWEISE



NEIN



MÖGLICHERWEISE



NEIN

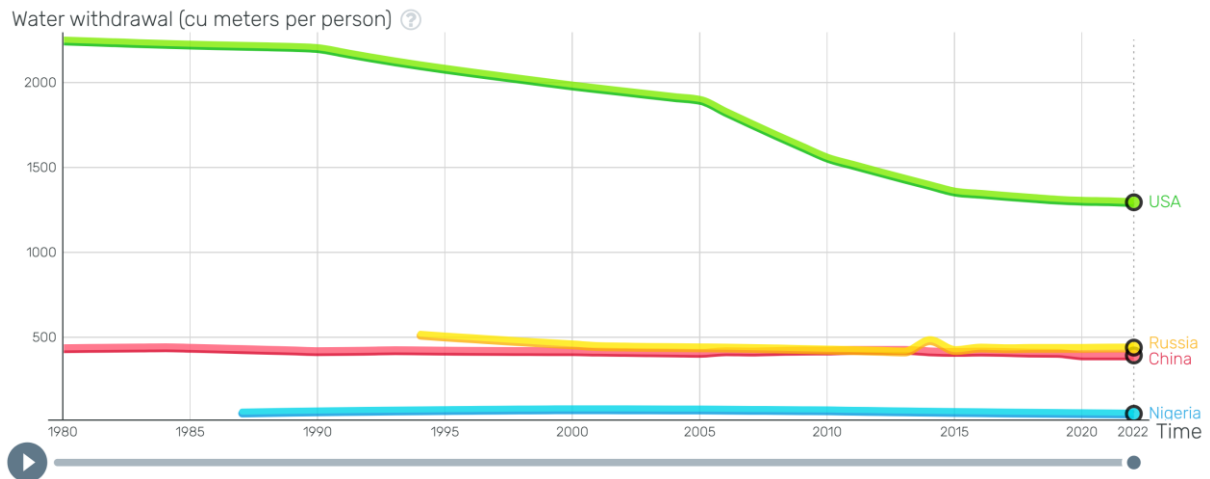


Beispiel 1

„Je mehr Personen in einem Haushalt leben, desto mehr Wasser wird verbraucht.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

Exkurs: Gapminder

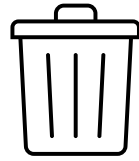
<https://www.gapminder.org/>



Andere Faktoren dominieren möglicherweise!

Experimenteller Zugang ???

MÖGLICHERWEISE



Beispiel 5

Beispiel 6

Beispiel 7

Beispiel 8

Beispiel 11

NEIN



Beispiel 1

Beispiel 2

Beispiel 3

Beispiel 4

Beispiel 9

Beispiel 10

2.

FAIRE SACHE?

NO CHEATING

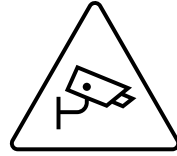
Was müssen wir **kontrollieren**, damit alles fair abläuft?

BEISPIEL:

Stabhochsprung-Wettbewerb

- Fiberglas-Stab
- Bambus-Stab
- Stahlrohr

KONTROLLE

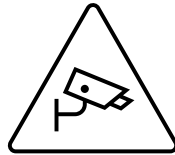


Identische Stabhochsprung-Stäbe

KONTROLLE

Beispiel 11

„Je stärker die Gitarrensaite gespannt wird, desto höher der Ton.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)

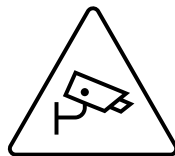


1. Saiten darf nicht verändert werden (Material, Durchmesser, ...)
2. Länge der Saite darf nicht verändert werden.
3. Raumtemperatur muss konstant bleiben.
4. ...

KONTROLLE

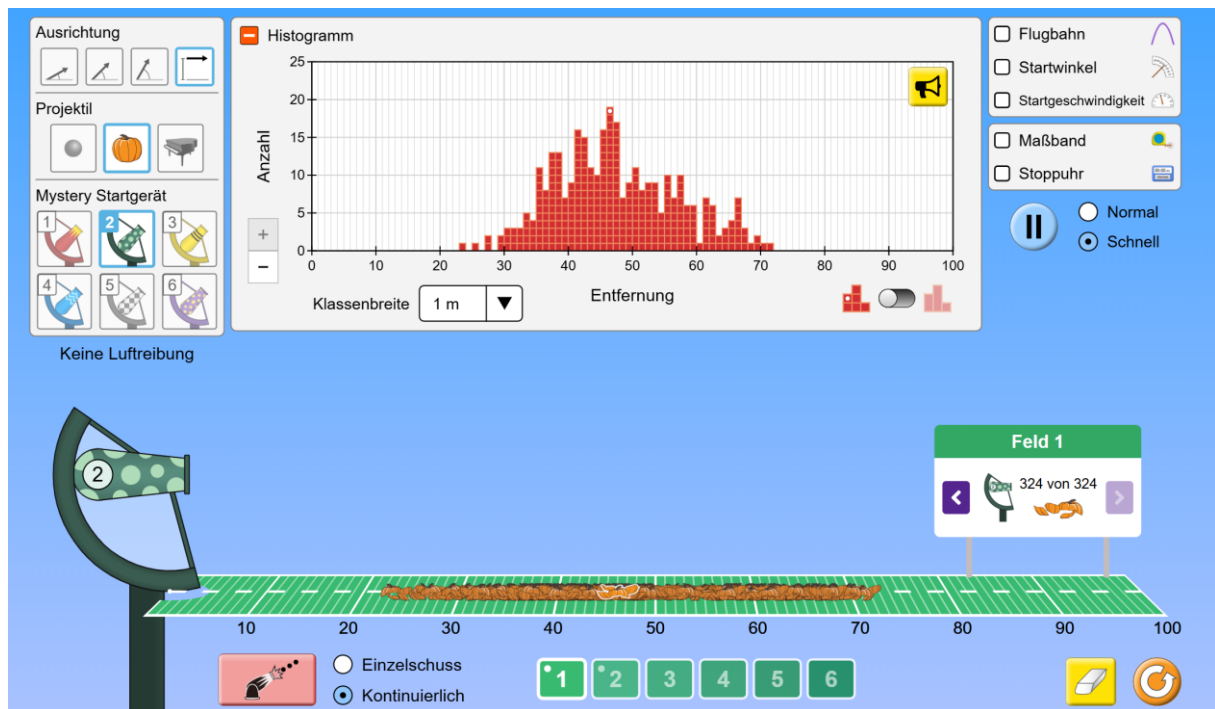
Beispiel 8

„Je mehr Magnete wir bei der Gauß-Kanone verwenden, desto weiter fliegt die Kanonenkugel.“ (**Kurzsprechweise: MEHR → MEHR**)



1. Masse der Kanonenkugel?
2. Abschusswinkel
3. Abstand zwischen den Magneten?
4. ...?

Simulationen ...





<https://phet.colorado.edu/>

3.

MESSPROTOKOLL

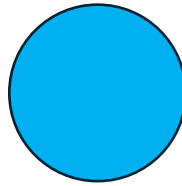
Die SchülerInnen arbeiten ein Messprotokoll mit Blatt **Papier und Bleistift** für die Durchführung des Experimentes aus. (Dreiergruppen und kritische Rückmeldungen / Fragestellungen durch die Lehrperson).

Zentrale Frage: Wie soll das Experiment aufgebaut und durchgeführt werden?

Anmerkung: Die Gauß-Kanone habe ich der Kategorie  zugeordnet. Wir wollen aber noch länger bei der Kategorie  bleiben.

Einfache Experimente:

Lochkamera



(Physik, Biologie, Technik)

Die **Bauweise** (wird in diesem Fall klar vorgegeben, da eine „Versuch-und-Irrtum“ Vorgangsweise für das Design dieses Experimentes viele „halbgebackene“ Ergebnisse liefern würde – nicht „Fisch und nicht Fleisch“ – zu gute Entwürfe, um gar nicht zu funktionieren, aber zu schlechte Entwürfe, um gut zu funktionieren).

Die Bilder zeigen uns, auf was zu achten wäre ...

OHNE WORTE ...

















THEORIE:

Geradlinige Lichtausbreitung

Licht scheint nicht um die Hausecke (→ Schatten), sondern ein Lichtstrahl folgt einem geradlinigen Verlauf.

Retrieval Cards:

Sehen und Hören:

<https://klausalbrecht.substack.com/p/seeing-and-hearing>

Optische Systeme:

<https://klausalbrecht.substack.com/p/optical-systems>

6-2-009
Zwei Laser stehen zur Verfügung, um den Verlauf von Lichtstrahlen zu demonstrieren. Der Laser wird ausgerichtet, so dass der Strahl auf ein sehr kleines Loch in einem Karton fällt. Welche Skizze zeigt den Verlauf der Strahlen richtig?

A

B

Skizze A zeigt den richtigen Verlauf des Laserlichts.

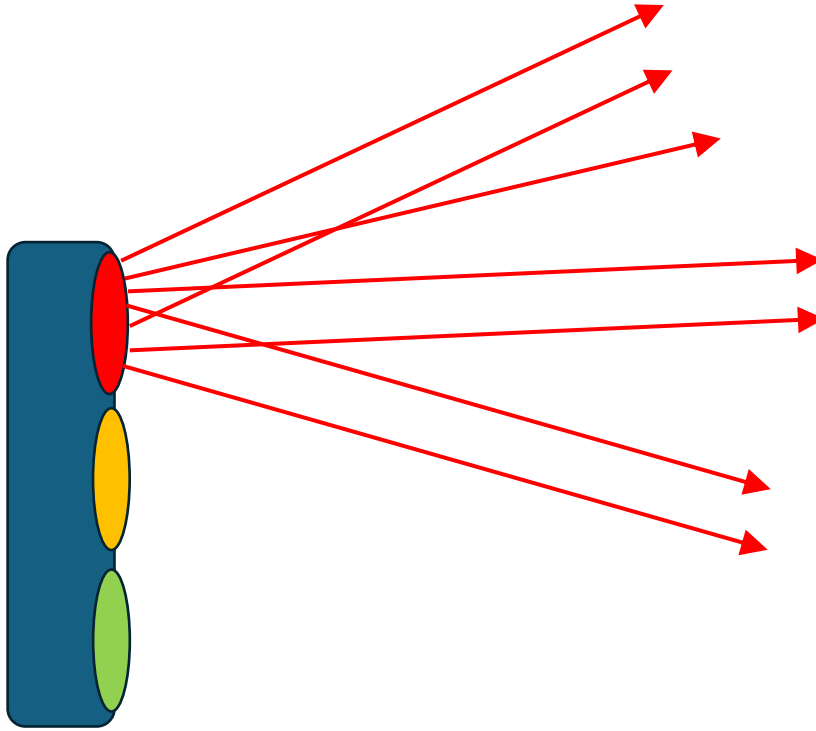
A

B

Erklärung in ein paar wenigen Schritten:

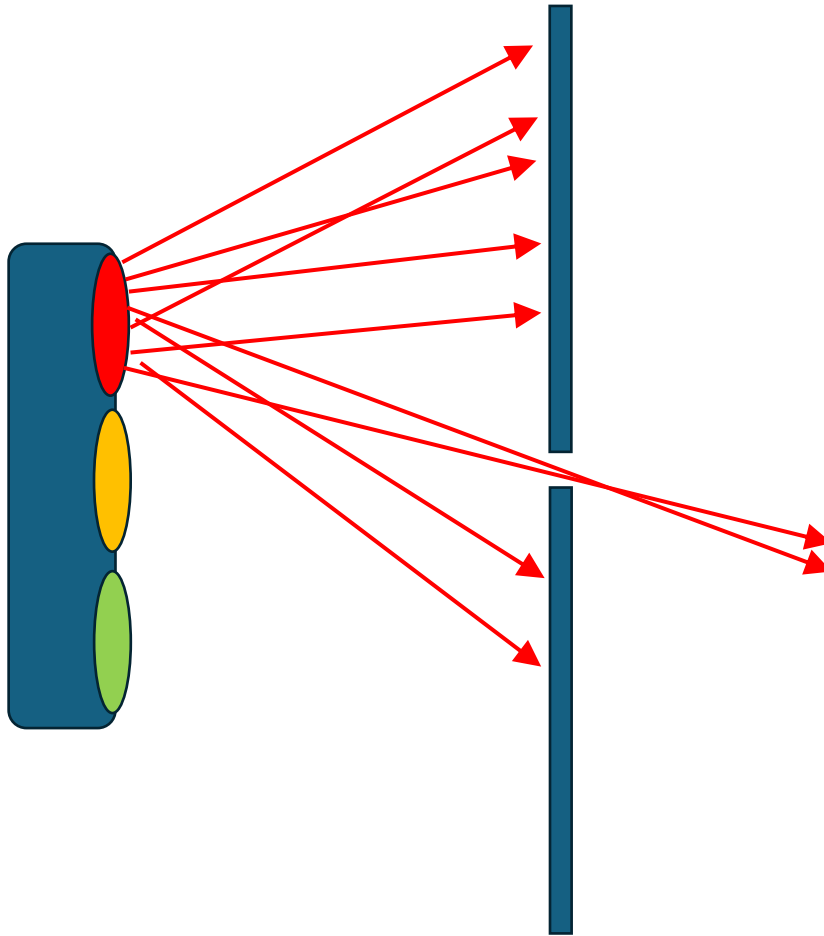
- 1) Ampel (Lichtstrahlen in viele mögliche Richtungen)
- 2) Ampel und Blende (Wand mit kleinem Loch): Viele Lichtstrahlen werden geblockt, wenige Lichtstrahlen gehen durch das Loch
- 3) Ampel und Box (mit Loch)
- 4) Ampel und Box mit Betrachter.

1)

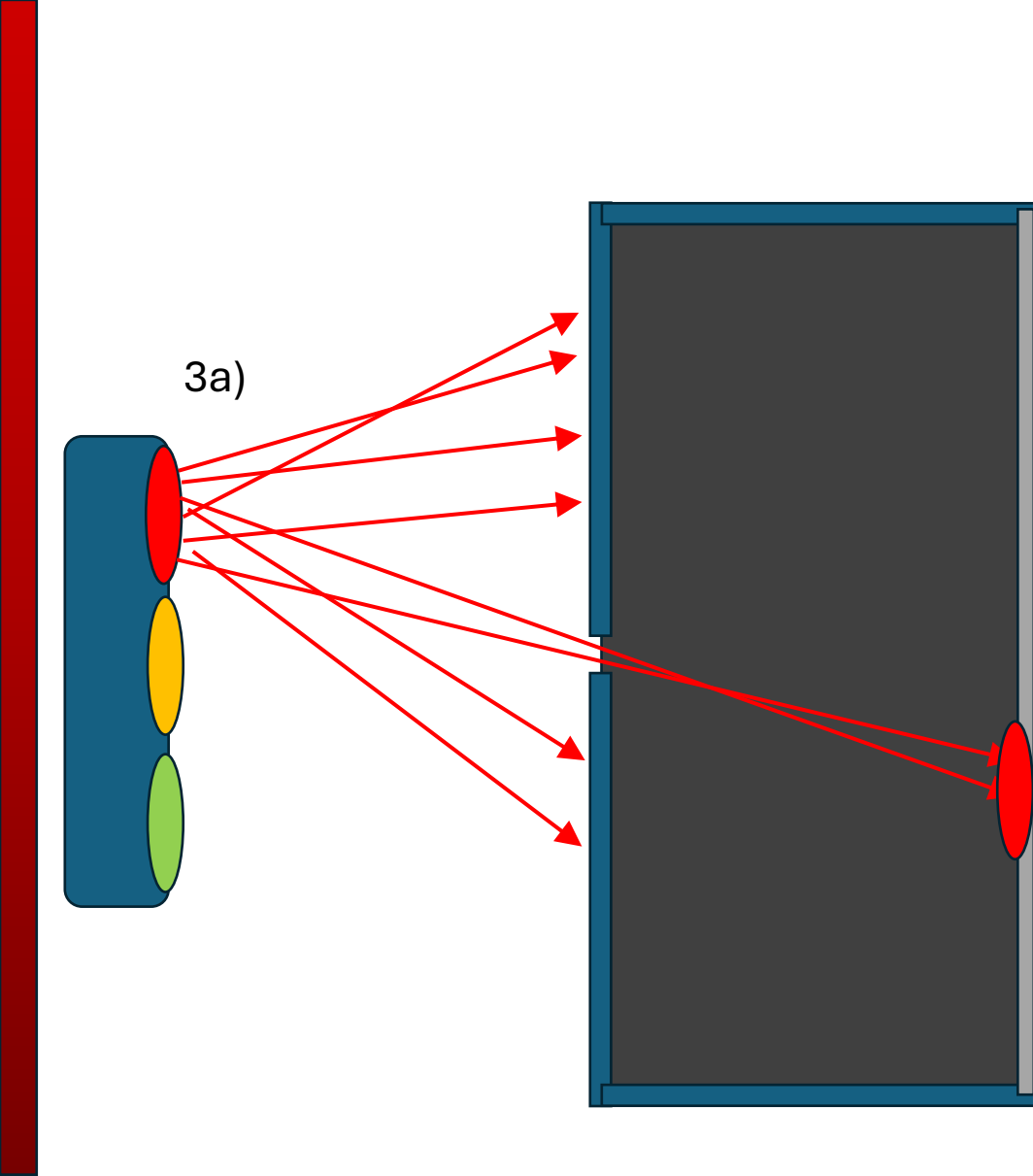


Ampel (Lichtstrahlen in viele mögliche Richtungen)

2)

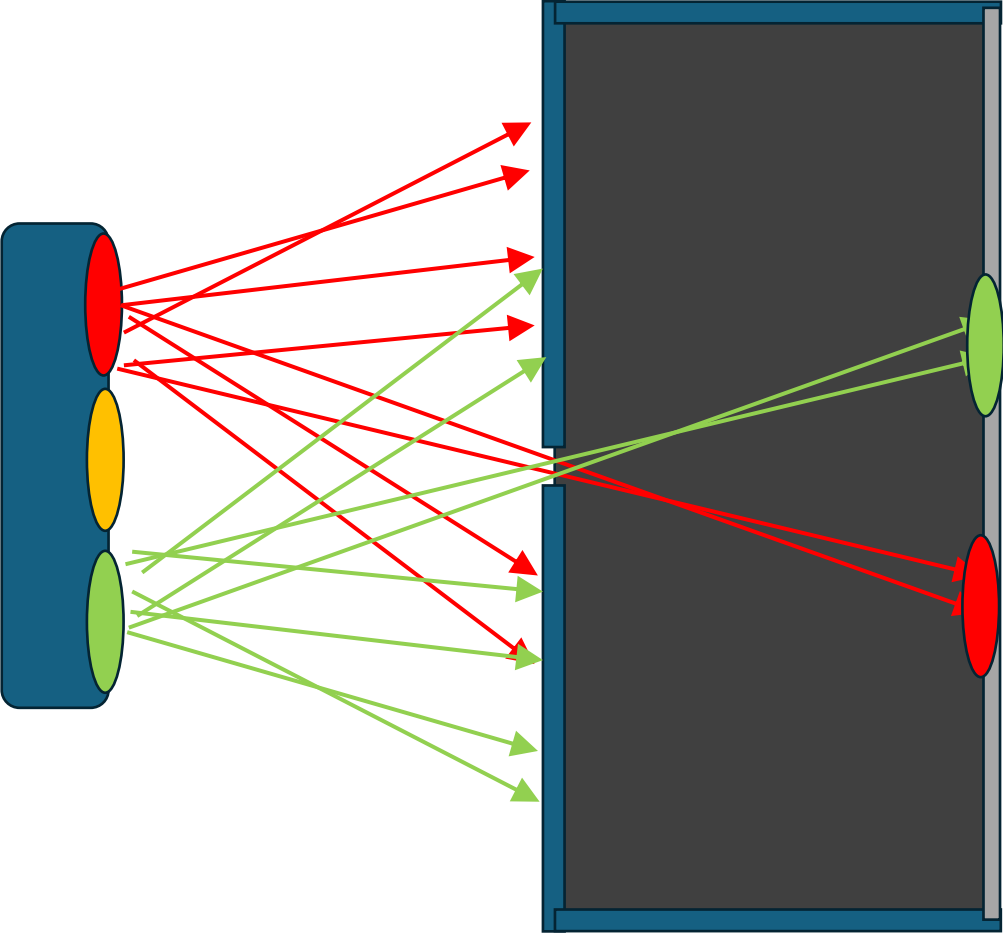


Ampel und Blende (Wand mit kleinem Loch): Viele Lichtstrahlen werden geblockt, wenige Lichtstrahlen gehen durch das Loch

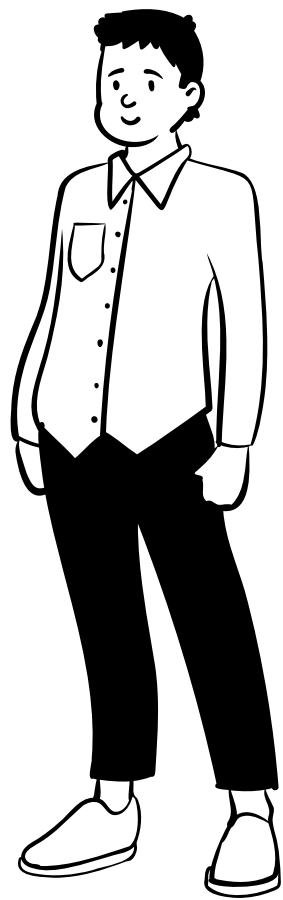
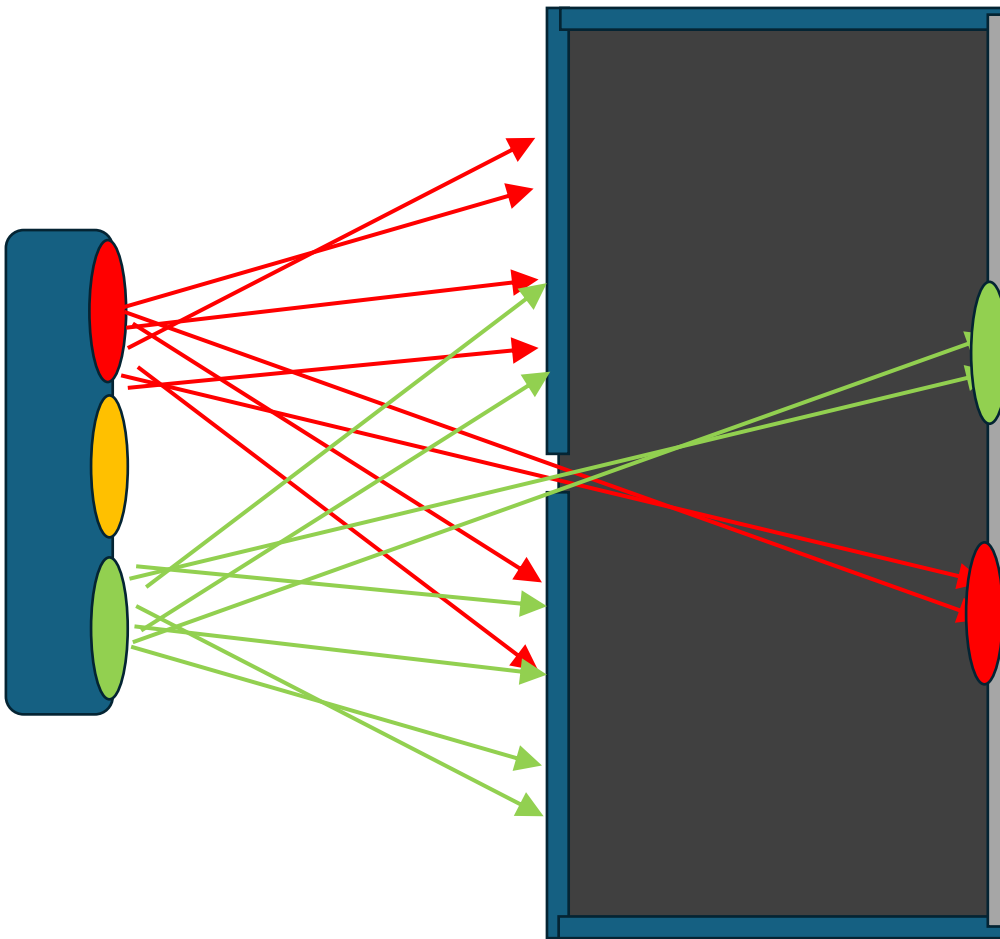


Ampel und Box (mit Loch)

3b)



4)



Skizze Lochkamera:

Mit und ohne Stahlenverlauf!



Mit und ohne Stahlenverlauf!



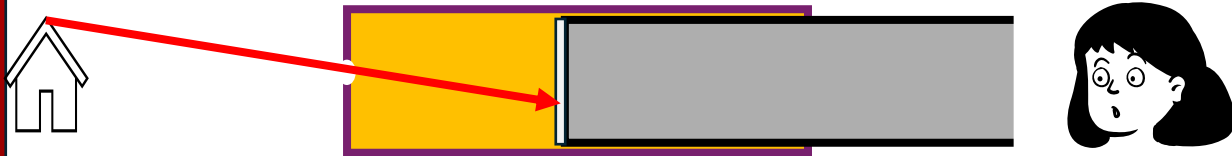
- Loch
- Transparentpapier
- Schwarze Papierrolle
- Kartonzyylinder

Mit und ohne Stahlenverlauf!



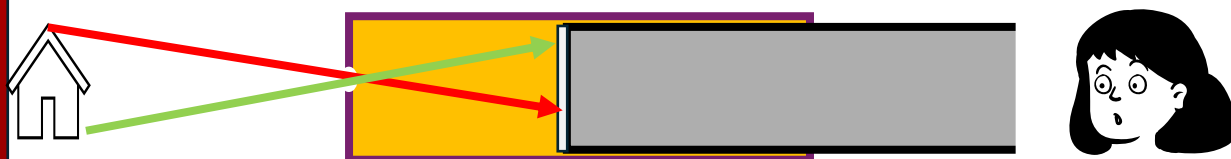
- Loch
- Transparentpapier
- Schwarze Papierrolle
- Kartonzylinder

Mit und ohne Stahlenverlauf!



Rotes Hausdach ...

Mit und ohne Stahlenverlauf!



Rotes Hausdach & grüner Rasen
und das Haus steht am Kopf

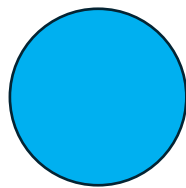
VORSCHAU:

Die Zauberbühne

THEORIE: Ebener Spiegel und Elektrizität

MINT

Kategorie:



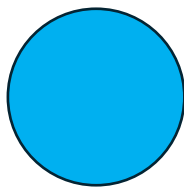
VORSCHAU:

Licht und Schatten

Lernabsicht: ABHÄNGIGKEITEN

MINT

Kategorie:



Aufgabe zur Beurteilung des logischen Denkvermögens (RAT): [Licht und Schatten]

Das Szenario:

Jemand behauptet: „Ein Schatten entsteht, wenn ein undurchsichtiges Objekt in den Weg von Lichtstrahlen gestellt wird. Die Größe des Schattens hängt vom Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Objekt ab. Wenn Sie eine Taschenlampe näher an ein Spielzeugauto heranbewegen, wird der Schatten an der Wand kleiner, da die Lichtstrahlen weniger Raum haben, sich auszubreiten, bevor sie auf das Auto treffen.“

Siehe: <https://klausalbrecht.substack.com/about>

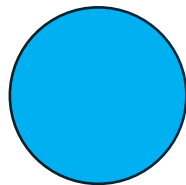
VORSCHAU:

Auftrieb

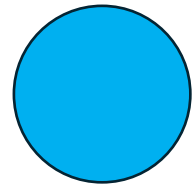
Lernabsicht: Arbeiten mit Simulationen von Experimenten
... um diese anschließend experimentell zu überprüfen.

MINT

Kategorie:

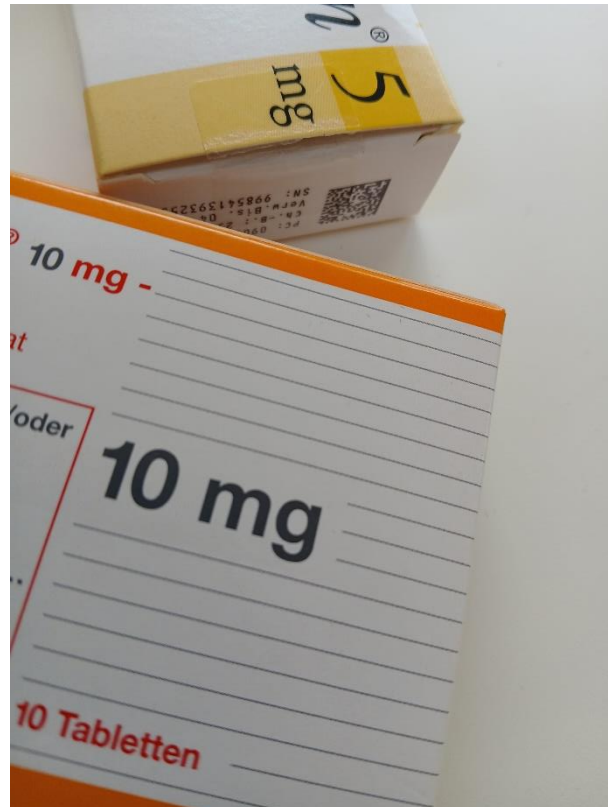


Das Gewicht von Wasser



Vorwissen, Messgenauigkeit, Variationen & Vorhersagen

Maßeinheiten

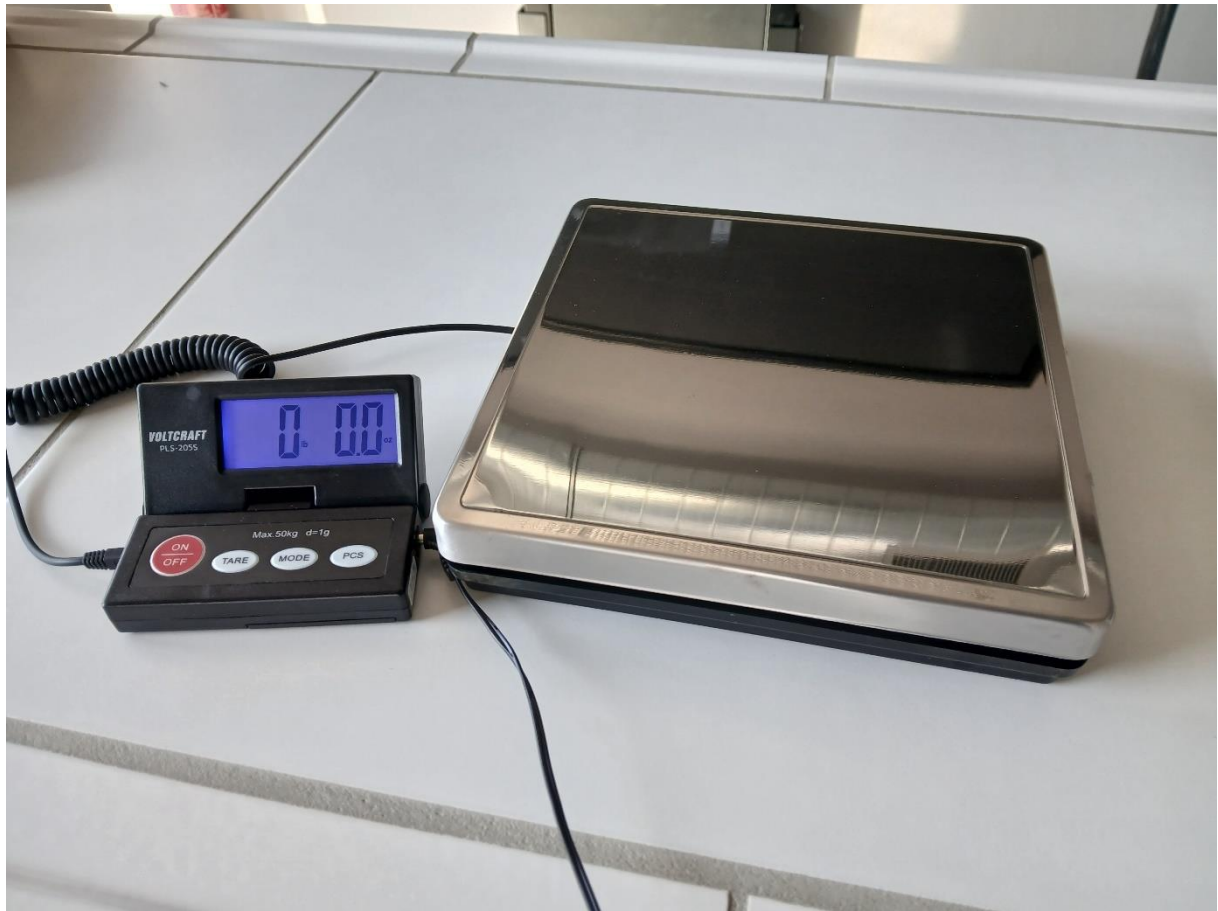


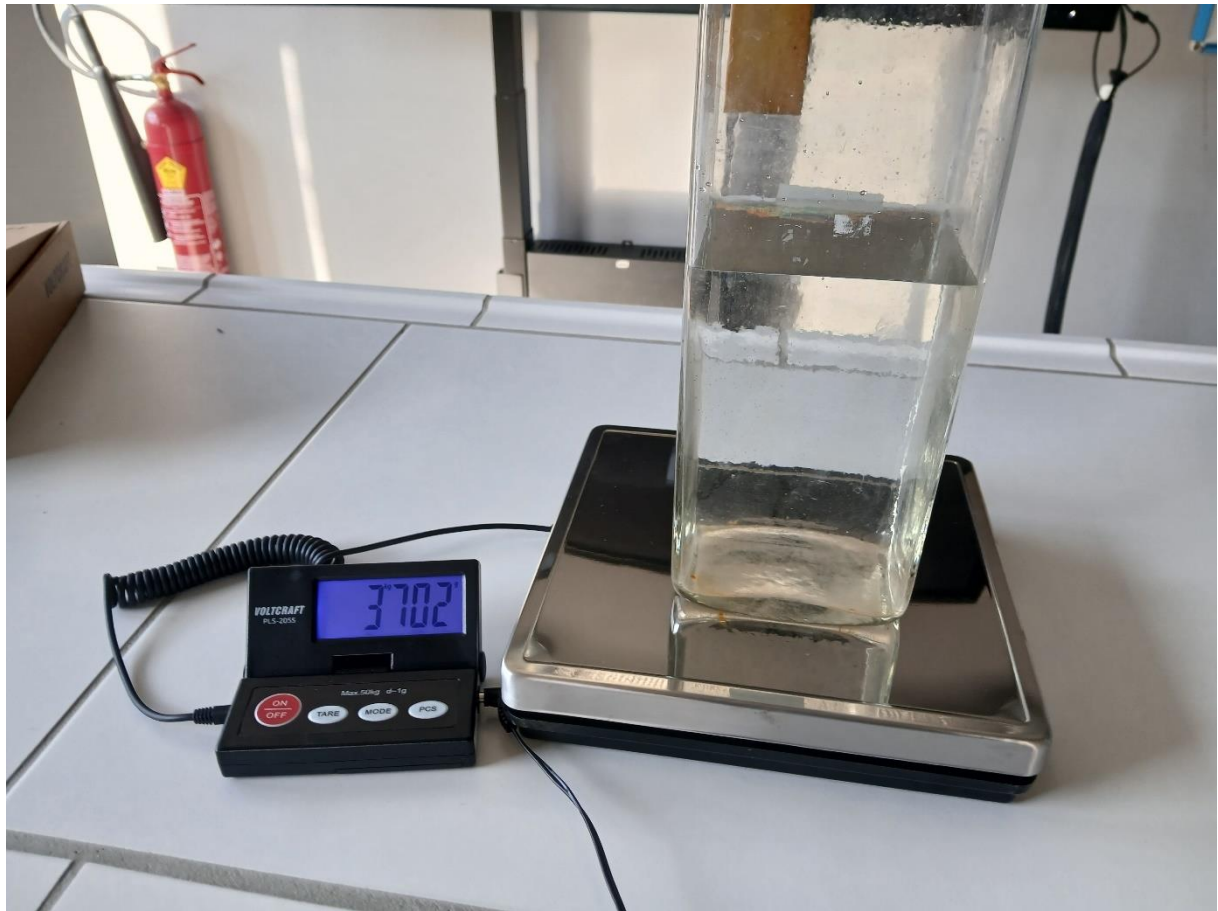
Eine Tablette ?



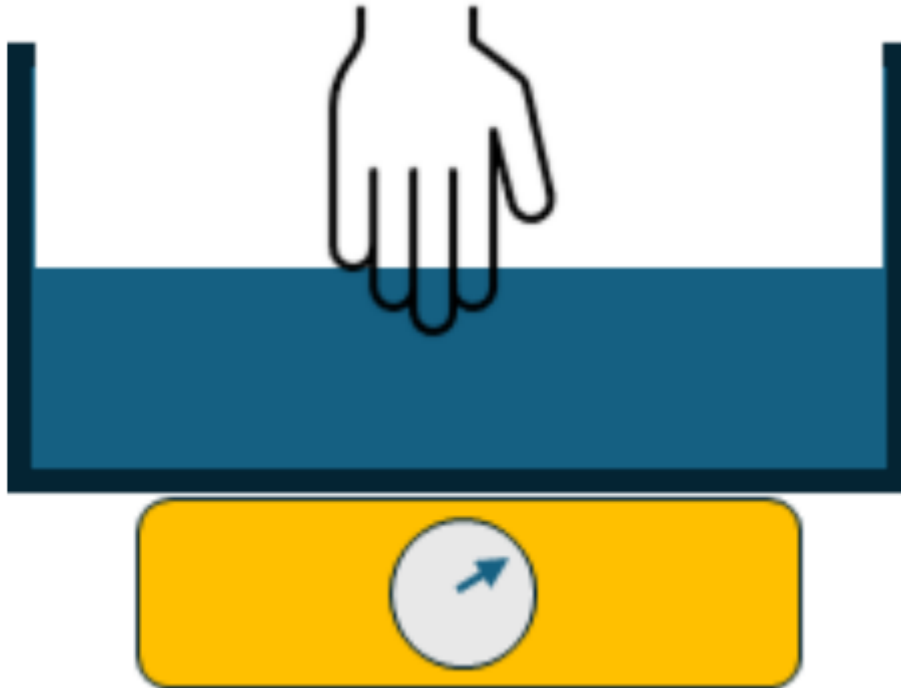
Das Experiment (inklusive Vorhersagen)







Ändert sich die Anzeige an der Waage, wenn ich meine Hand eintauche?





Die Hand berührt weder die Seitenflächen noch den Boden des Wasserbehälters.

Somit KEIN KONTAKT

Ändert sich die Anzeige der Waage?

Abstimmung

<https://fast-poll.com/poll/c3bf75d4>

(in der Schule: Datenauswertung der Umfrage könnte über **CODAP** erfolgen – Wiederholung, Wiederholung, und nochmals Wiederholung)

CODAP für Datenauswertung:

The screenshot displays the CODAP software interface. At the top, a dark teal header contains a menu icon, the text "Untitled Document", and a red "UNSAVED" indicator. Below the header is a toolbar with icons for Tables, Graph, Map, Slider, Calc, Text, and Plugins. The main workspace is divided into two panels. The left panel, titled "vote", contains a table with the following data:

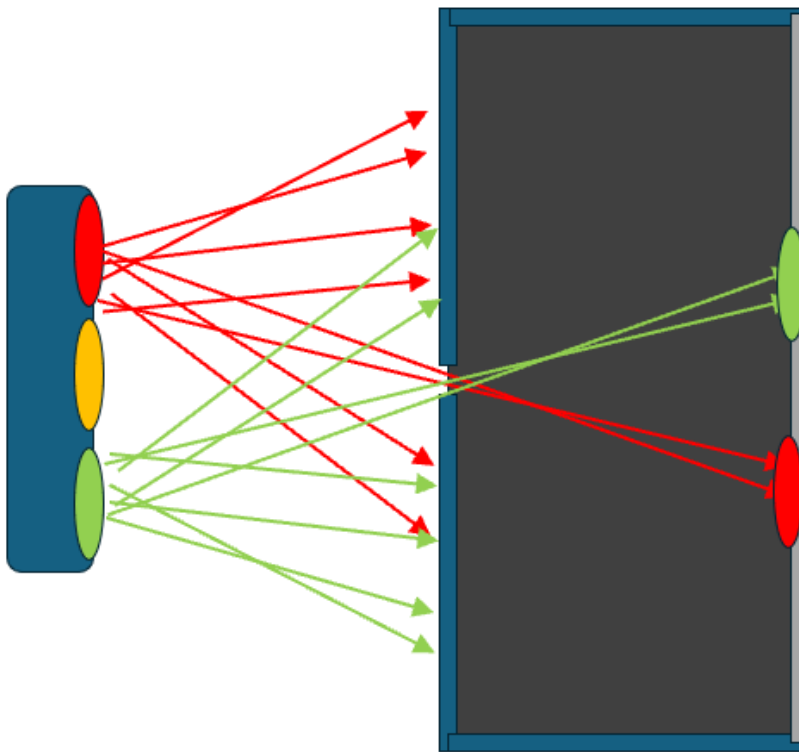
index	Stim me	Vote
23	23	B
24	24	B
25	25	C
26	26	C
27	27	C
28	28	C

The right panel, titled "cases", displays a dot plot for the "Vote" attribute. The x-axis is labeled "Vote" and has three categories: A, B, and C. The y-axis represents the number of cases. The plot shows 8 dots for A, 6 dots for B, and 4 dots for C. A vertical text label on the left side of the plot reads "Click here, or drag an attribute here." A vertical toolbar on the right side of the plot contains icons for zooming, toggling visibility, adding a ruler, adding a bar chart, adding a brush, and taking a screenshot.

Analog zur Lochkamera:

WARUM steht das Bild am Kopf?

THEORIE hinter dem Experiment



KI



ChatGPT



Claude



What can I help with?

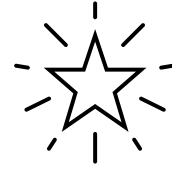
In einem bekannten Experiment wird die Hand in ein Wasserglas gesteckt. Das Wasserglas steht auf einer Waage. Nun ...



THEORIE



FUNKTIONALE ABHÄNGIGKEITEN



Zylinder



Funktionale Abhängigkeit:

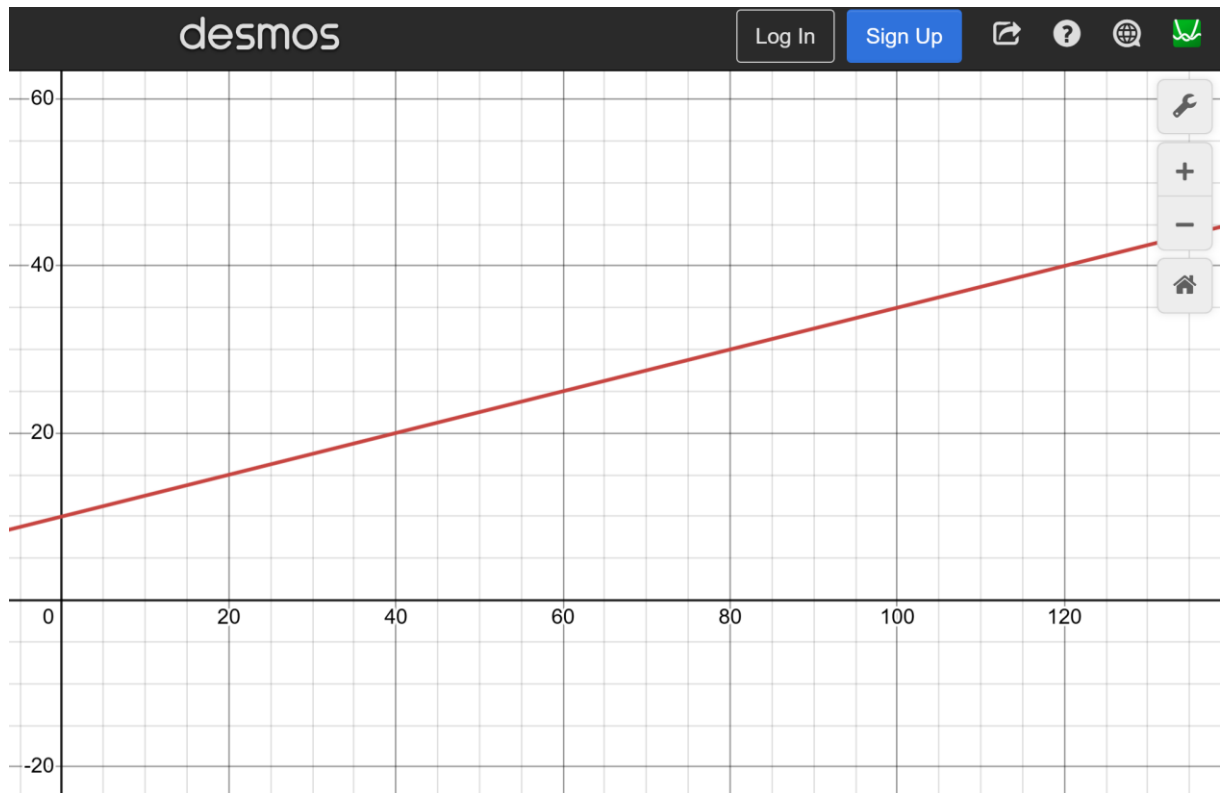
Wie wird sich die Anzeige auf der Waage in Abhängigkeit der Eintauchtiefe des Zylinders ändern?

Wünschenwerte Kompetenz:

Lesen von Graphen

ABSTIMMUNG

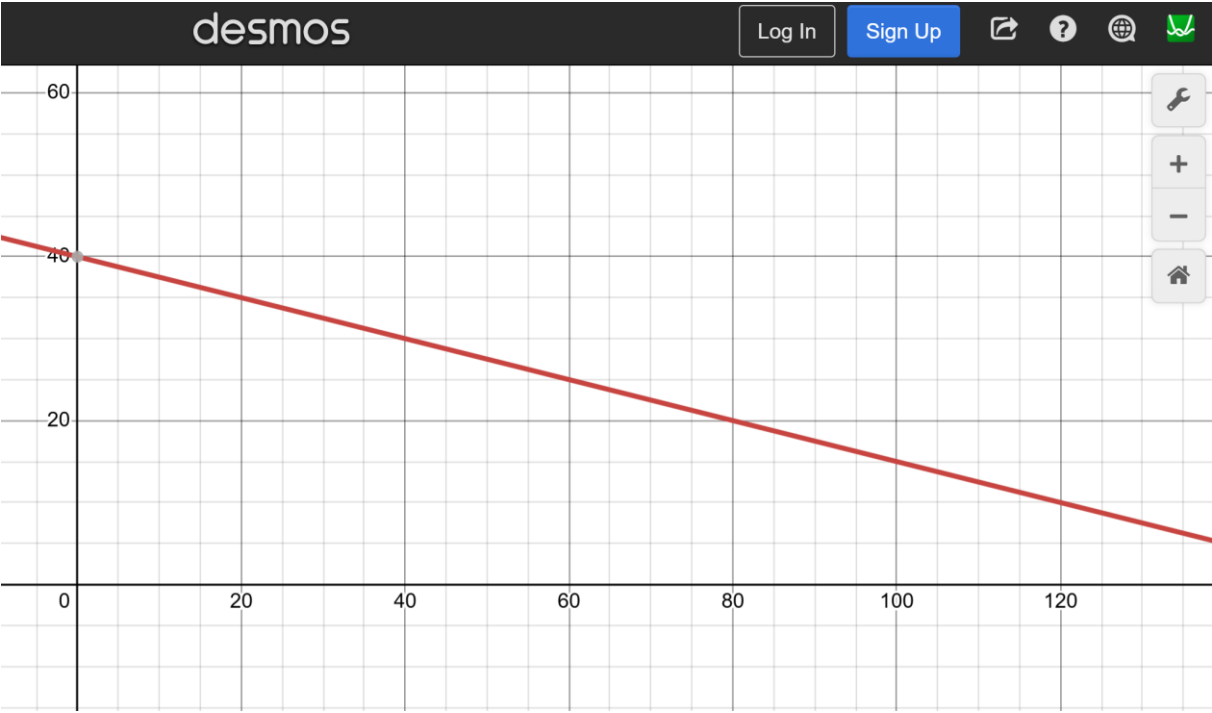
Möglichkeit A:



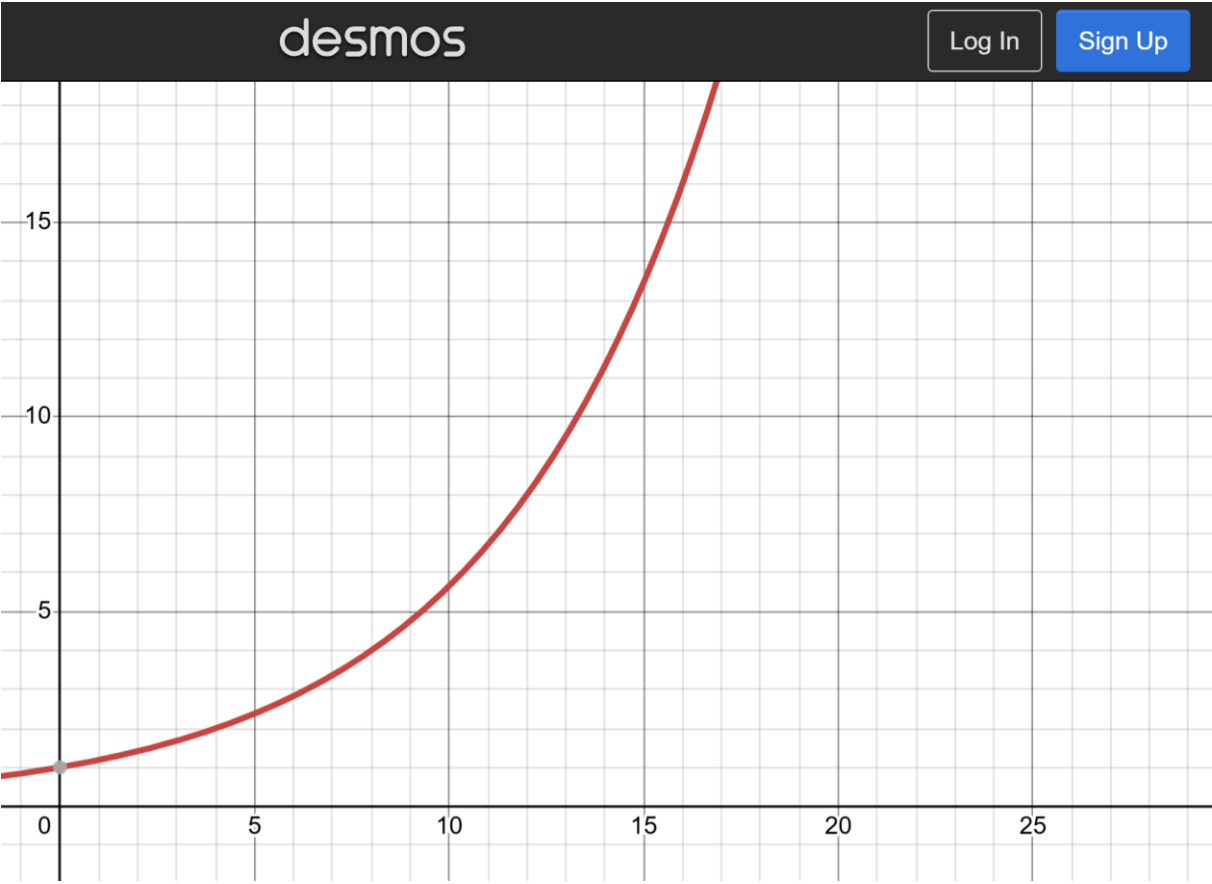
Horizontale Achse: Eintauchtiefe

Vertikale Achse: Anzeige der Waage

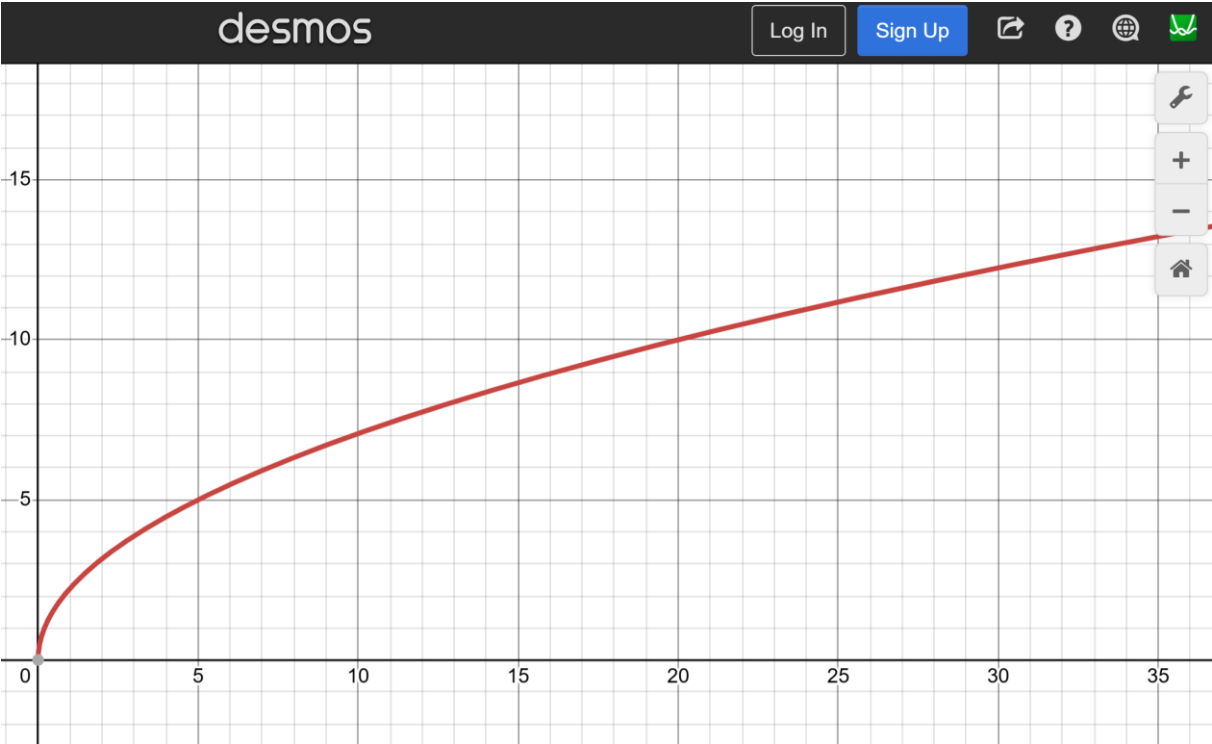
Möglichkeit B:



Möglichkeit C:



Möglichkeit D:



Abstimmung

<https://fast-poll.com/poll/a7b227cb>

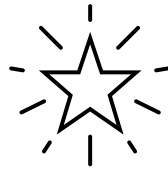
THEORIE



FUNKTIONALE ABHÄNGIGKEITEN



MESSPROTOKOLL



EXTREM WICHTIG:

Die gesamte Klasse (also ALLE Dreiergruppen) muss sich vor der Durchführung auf **ein EINZIGES MESSPROTOKOLL einigen**.

Alle Dreiergruppen gehen identisch vor, damit die Ergebnisse vergleichbar bleiben!

Einigung auf EIN Protokoll, dem alle folgen müssen!

Beispiele:

Wie viel Wasser wird in den Wasserbehälter eingefüllt?

Wie wird die Eintauchtiefe bestimmt (GENAUIGKEIT) →
Stativmaterial

Anmerkung für Lehrperson: Zylinder mit der Hand
halten und eintauchen ??? Schräglage ???

In welchen Schritten wird die Eintauchtiefe variiert?

...

und spielt sogar die Wassertemperatur ein Rolle?

THEORIE



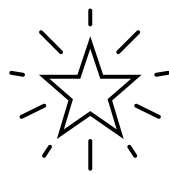
FUNKTIONALE ABHÄNGIGKEITEN



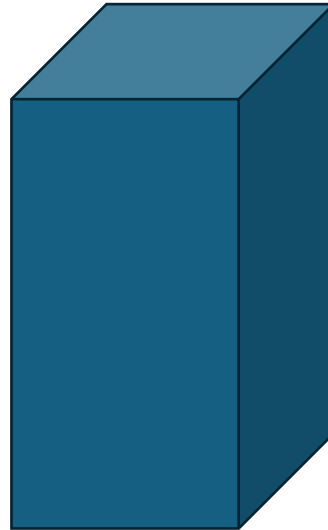
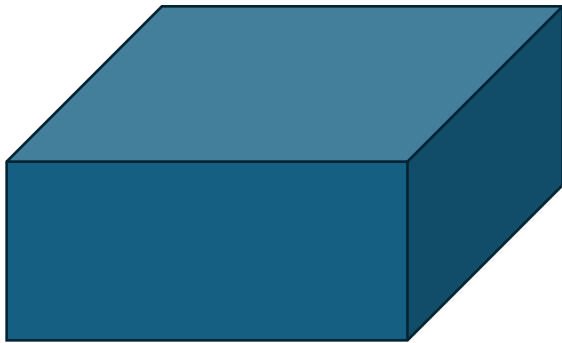
MESSPROTOKOLL



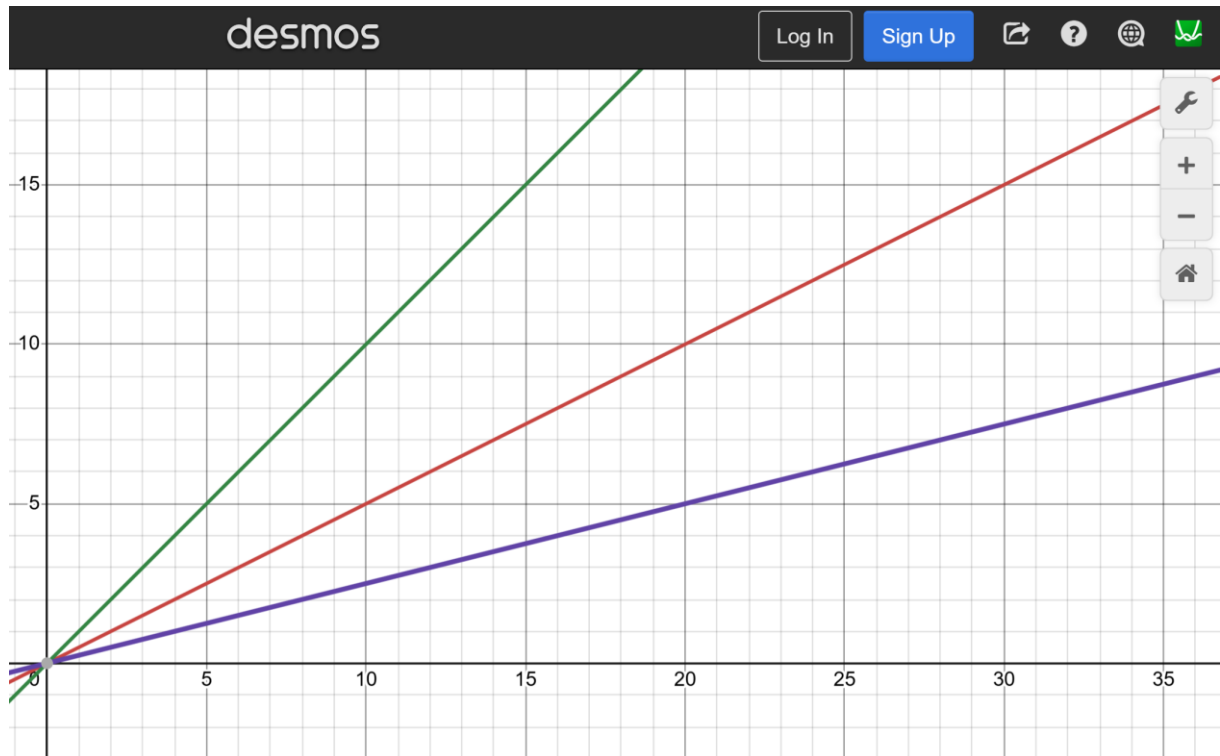
VARIATIONEN



Machen die Dimensionen des Wasserbehälters einen Unterschied?



Wird sich etwas an meiner Messkurve ändern (... wenn ich die Dimensionierung des Wasserbehälters variiere)?

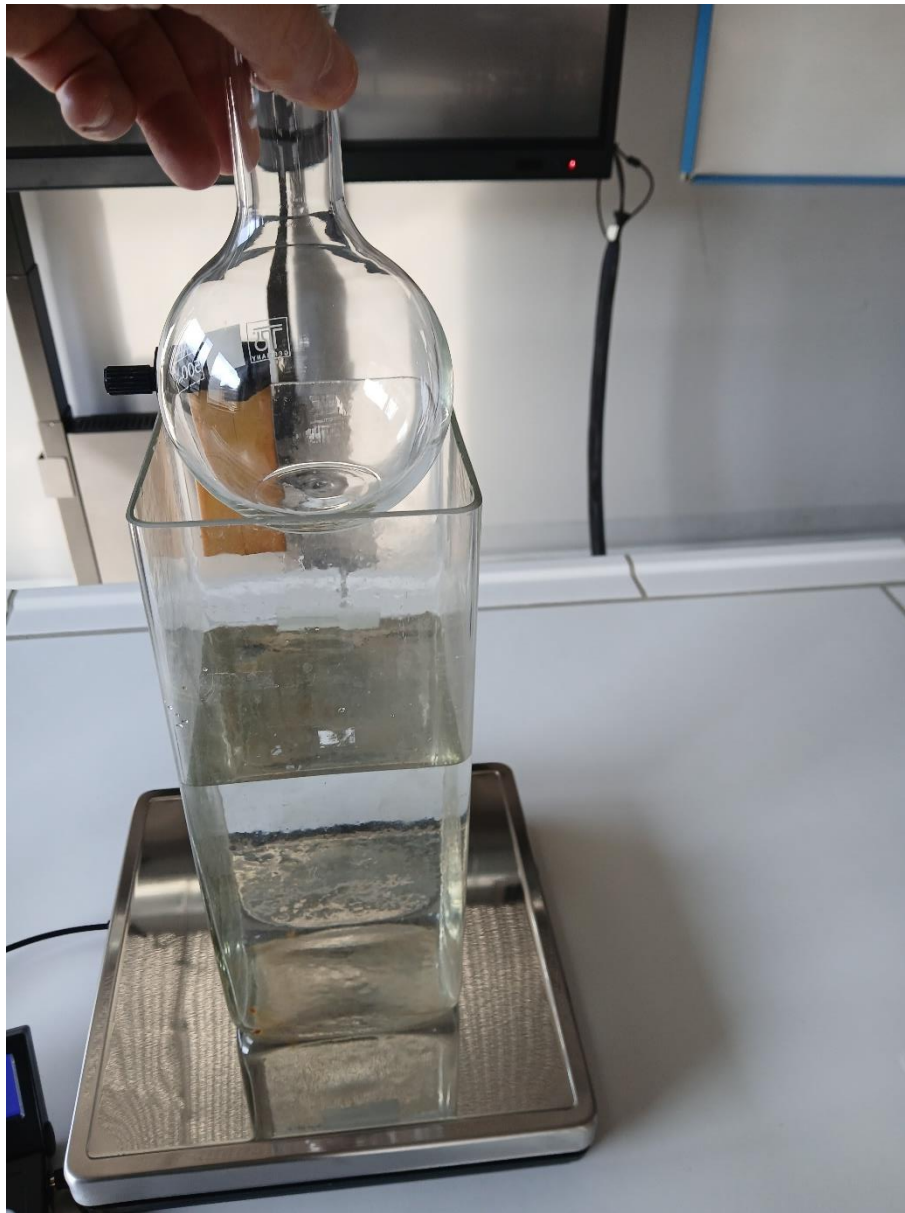


Und hier hören die Variationen noch
lange nicht auf ...

Macht es einen Unterschied, ob die Wasserflasche (=Zylinder), welche man in das Wasserbecken eintaucht, mehr oder weniger gefüllt ist?



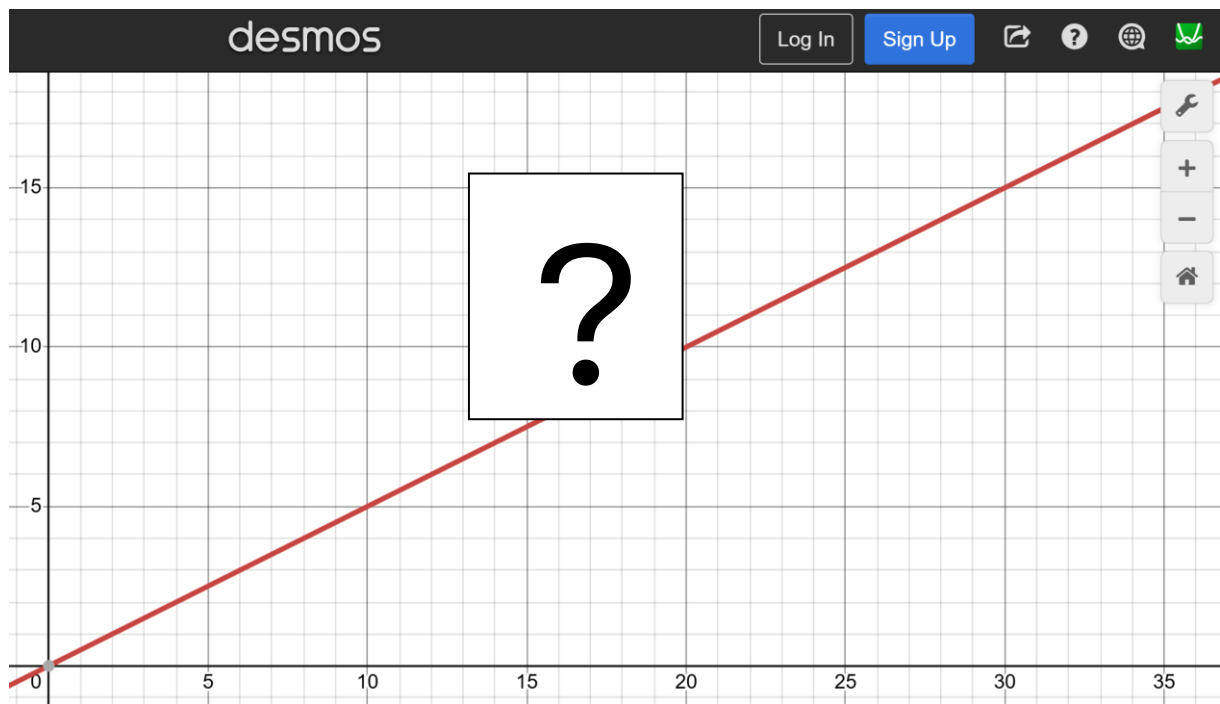
Kein Zylinder – sondern eine **Kugel**



Nicht kugelförmig – aber ein **Kegel**



Wird sich etwas an meiner Messkurve ändern?



Und was ändert sich an der Steigung, wenn der Durchmesser des Zylinders (der Flasche) verdoppelt wird?

Wird sich dann auch die Steigung im Graph verdoppeln?

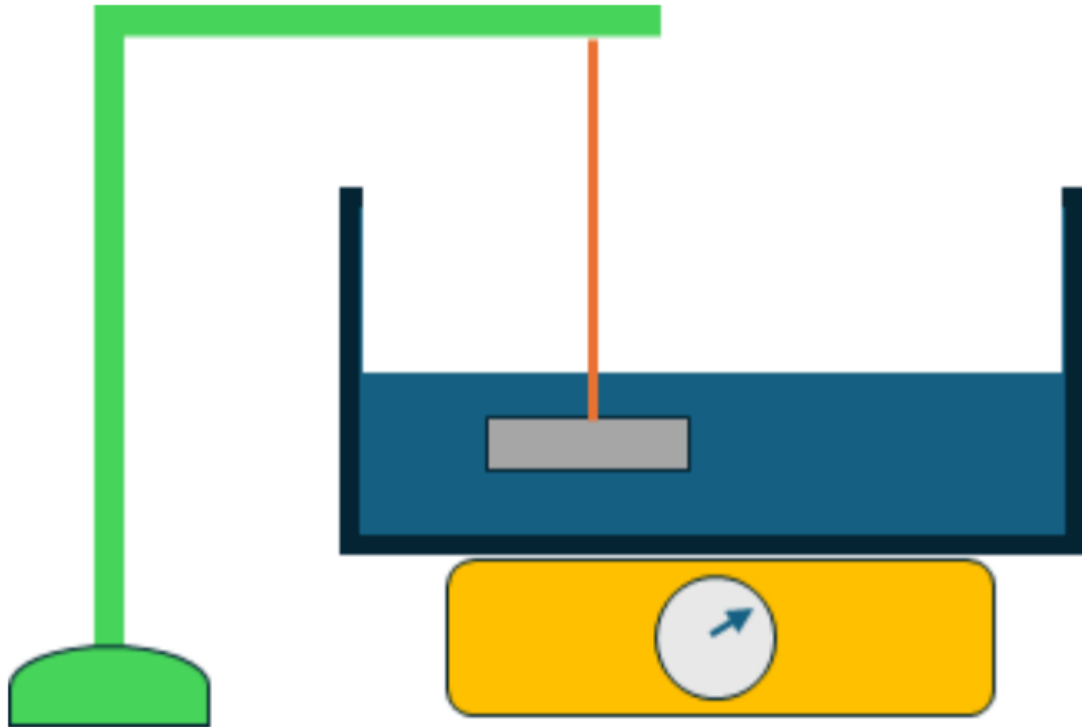
Wie wollen wir überhaupt „Steigung im Graph“ definieren?

Und für jede neue Variation, die wir überprüfen wollen,
brauchen wir ein angepasstes Messprotokoll.

Und ...

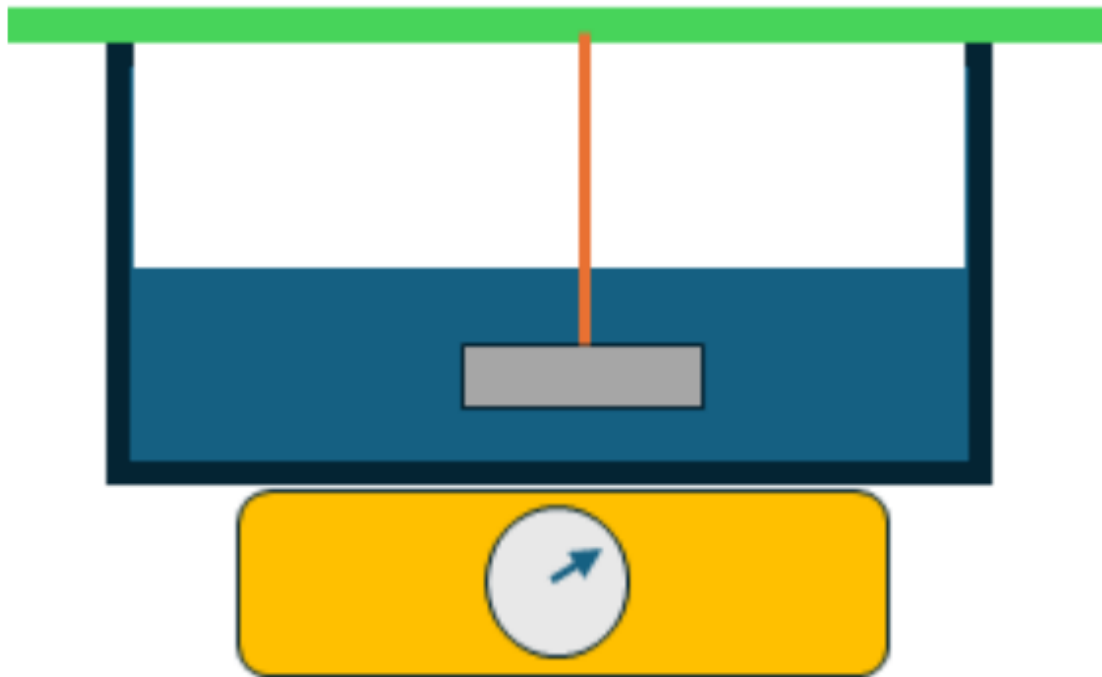
hier hören die Variationen noch lange
nicht auf:

Ändert sich im folgenden Setup dieses Experimentes die Anzeige an der Waage?



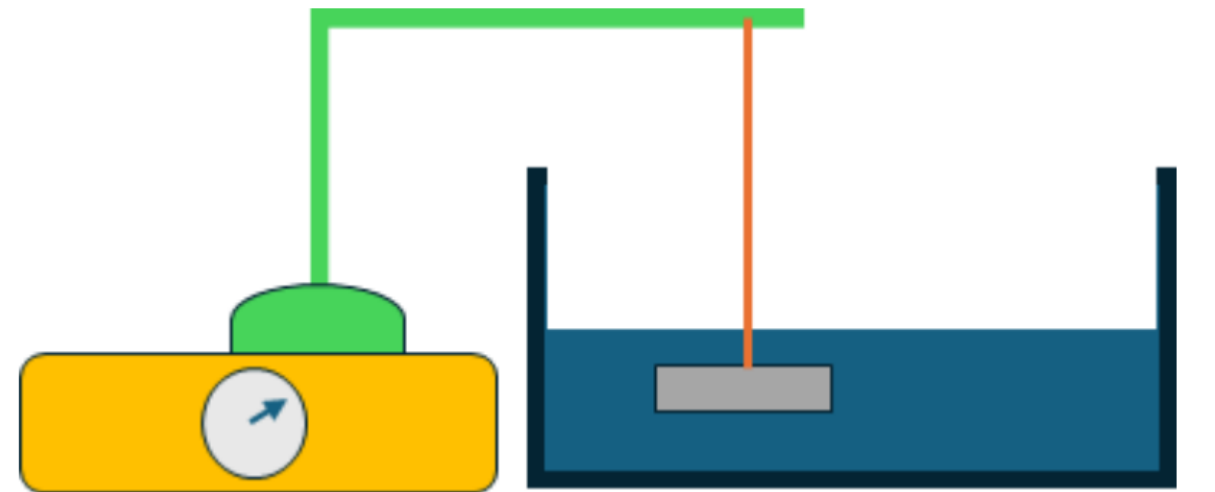
(einmal ist der graue Klotz im Wasser und einmal ist der graue Klotz oberhalb der Wasseroberfläche)

Ändert sich im folgenden Setup dieses Experimentes die Anzeige an der Waage?



(einmal ist der graue Klotz im Wasser und einmal ist der graue Klotz oberhalb der Wasseroberfläche)

Ändert sich im folgenden Setup dieses Experimentes die Anzeige an der Waage?



(einmal ist der graue Klotz im Wasser und einmal ist der graue Klotz oberhalb der Wasseroberfläche)

THEORIE



FUNKTIONALE ABHÄNGIGKEITEN



MESSPROTOKOLL



VARIATIONEN



Es zeigt sich allerdings ...

Sollte die **Schulleitung** ebenfalls der Meinung sein, dass Experimente einfach zu einem MINT-Unterricht gehören ...

... dann brauche Sie ...

„Umstände“, welche das
Experimentieren erleichtern ...

Finanzierung ?





SKB-50-2525 Platform Scales Max 50 kg - Graduation 1g Parcel Scales

Brand: WKA

4.3 ★★★★★ (71) | [Search this page](#)

Price: VAT exclusive price not available

€43.90 incl. VAT

Prices include VAT. ⓘ

Brand WKA

Colour black

Recommended uses for product Offices, parcel shops, and private households; weighing packages, letters, and with containers; supports different units of measurement such as kg, g, oz, and lb

Special feature Tare Function

Display type LCD

(auf Messgenauigkeit achten)

TEMPORÄRE ZUSAMMENFASSUNG:

Kriterienkatalog für die Auswahl eines Experimentes

- **Gerätschaft** für die Durchführung des Exp.?
- **Theorie** hinter dem Exp.?
- **Variationen** für das Exp. Möglich?
- **Erkenntnisgewinn ist überprüfbar!**

Am Beispiel ...

Bekanntes EINFACHES Experiment:

Simple Intuitive **Fruit Power Experiment Kit**
• Intellectual development • Scientific experiments •

Gerätschaft: **7,50 €**



Theorie:



Warum ist die Polung an der LED entscheidend?
(Halbleiterphysik)

Warum benötigen wir zwei unterschiedliche Metalle?
(Redoxpotentiale von Metallen)

Schlussfolgerung:

Der AUFBAU des Experimentes ist einfach – nicht aber die Theorie hinter dem Experiment.

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERNEN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				
Schatten und Licht				
Loch- kamera				
Zitronen batterie				

Erinnerung:

Variationen

Kaffee und Milch

- Welchen Einfluss hat die Tasse (Material, Durchmesser)?
- Umgebungstemperatur (Abkühlung im Kühlschrank)
- Temperaturunterschied ($90^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$) vs ($70^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$)
- Absolute Temperaturwerte mit konstanter Differenz ($70^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$) vs ($60^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$)

Erinnerung:

Variationen

Lochkamera

- Welchen Einfluss hat der Durchmesser des Lochs?
- Anzahl der Löcher?
- Abstand Objekt - Loch

Erinnerung:

Variationen

Schatten und Licht

- Abstand Lichtquelle – Objekt
- Abstand Objekt – Leinwand
- Ausdehnung der Lichtquelle (Halbschatten)

- Erkenntnisgewinn ist überprüfbar!

Was haben die SchülerInnen durch das Experiment gelernt?

Welche neuen Einsichten wurden durch das Experiment vermittelt?

Nach der Auswahl eines geeigneten Experimentes:

Papier und Stift – Phase (Dreiergruppen) für die
Ausarbeitung eines einheitlichen Messprotokolls

Absicherung (vor dem Start eines Experimentes): Ist das
notwendige Vorwissen vorhanden?

Vorwissen am Beispiel:

Massebestimmungen mit einer Waage:

Sind vernünftige Stützpunktvorstellungen vorhanden?

Auftrag an jede SchülerInnen-Gruppe: Gegenstände zusammentragen, so dass die Summe der Massen aller Gegenstände möglichst genau 50 g ergibt.

Auch hier: Datenerfassung (der gesamten Klasse und Darstellung der Datenverteilung – CODAP)

Erstellung von Lernkarteikarten

(siehe auch <https://klausalbrecht.substack.com/p/seeing-and-hearing>)

Und Erstellung von Lern-Quiz!

The image shows two screenshots of educational technology websites. The top screenshot is the Socrative website, featuring a navigation bar with links for Product, Solutions, Resources, AI, and Pricing, along with a Login button and a Sign Up For Free button. A search bar is present with the text 'Joining an activity?' and a 'Room name' input field. The main headline reads 'Instantly Spot Learning Gaps with Real-Time Assessment Insights'. The bottom screenshot is the Kahoot! website, displaying a navigation bar with buttons for Discover, Learn, Present, Make, and Join. The Kahoot! logo is prominently displayed in the center, and a 'Game PIN' input field with an 'Enter' button is shown below it.

Am Beispiel:

Kaffee und Milch:

Von was hängt es ab, wie schnell etwas abkühlt?

Lochkamera:

Warum dreht sich das Bild um?

VORSCHAU:

Google X

AI Mode **All** Images Videos Products Short videos News More ▾ Tools ▾

Wikipedia
<https://de.wikipedia.org/wiki/P...> · [Translate this page](#) · ⋮

Pythagoreischer Becher

Der Pythagoreische Becher (auch als Becher der Gerechtigkeit bekannt) ist ein Trinkgefäß, welches seinen Benutzer dazu zwingt, nur die übliche Menge ... [Read more](#)

Pythagorean cup (Pythagoreischer Becher)

A Pythagorean cup is a practical joke device in a form of a drinking cup. When it is filled beyond a certain point, a siphoning effect causes the cup to drain its entire contents through the base. The cup has been used to make statements about greed.

Source: [Wikipedia](#)

Videos · ⋮

The Pythagorean Cup by AstroMedia
YouTube · AstroMedia · ⋮
5 Mar 2021

<https://www.youtube.com/watch?v=-l-LKs5g3PQ>

<https://kinder.wdr.de/tv/die-sendung-mit-der-maus/av/video-becher-der-gerechtigkeit-100.html>











VORSCHAU ...

Mögliche weitere Experimente für unsere Sammlung ?

- Ladung über Bord / Steigt nun der Wasserspiegel an?
- Wie funktioniert ein Regensensor beim der Autofrontscheibe?
- Zauberbühne
- Rückenwind für Fahrzeug
- Gefühlte Temperatur (Eiswürfel schmilzt)



EXPERIMENTE | LISTE

(1) **Kaffee und Milch**

Messprotokoll & Datenauswertung (CODAP)

(2) **Lochkamera**

Theoretischer Unterbau von Experimenten & KI

(3) **Licht und Schatten**

Variablenkontrolle & Messprotokoll

(4) **Hand im Wasser & Waage**

Variationen zu einem Messaufbau

Pythagoreischer Becher

Werkhaus Reutte

<https://www.facebook.com/werkhausreutte/videos/der-pythagoreische-becher/144177280283648/>

openlab-jku

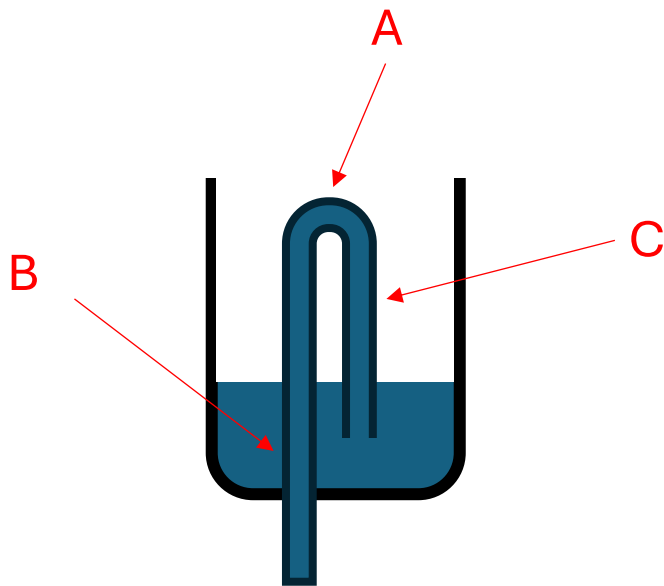
<https://www.openlab-jku.at/wp-content/uploads/cool-chemistry/Forscheraufgabe-2-Becher-Pythagoras-2.pdf>

kinderlab-landquart.ch

[Trinkröhrli](#)

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				
Schatten und Licht				
Loch- kamera				
Pythagoras Becher				

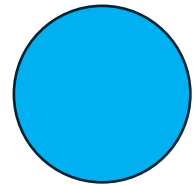
Variationen ...



Spielt die Größe des Lochs eine Rolle?

Leitfähigkeit

Thermisch und/oder elektrisch



BEURTEILUNG | DISZIPLIN | ZUHÖREN

Vorwissen, Vorhersagen

Gemeinsamer Start in die Untersuchungsthematik

(Demonstrationsexperimente & Vorhersagen)



Vorhersagen schriftlich festhalten:

Maria: „Papier ist warm und Metall ist kalt. Deshalb ist die Temperatur vom Buch und dem (metallinen) Gehäuse unterschiedlich“

Peter: „Papier absorbiert die Kälte nicht, deshalb ist die Temperatur höher.“

...

ZUHÖREN | BEURTEILUNG

THE **TIPS FOR TEACHERS** GUIDE TO

Checking for Listening



CRAIG BARTON

Argumentation von MitschülerInnen hören ...

Lehrperson: „Dann wollen wir die Argumente zunächst einmal festhalten. Was hat Maria gesagt – Thomas?“

...

GERÄTE und VORERHEBUNGEN:



BOSCH

Robert Bosch Power Tools GmbH
70538 Stuttgart, GERMANY

www.bosch-diy.com

Designed by Bosch in Germany
Made in China - Fabriqué en Chine
Hecho en China - Fabricado na China
Wyprodukowano w Chinach
Сделано в Китае - Тодетуд Хинаш
Изготовлено в Китае - Pagaminta Kinijos
Liaudies Respublikoje



PAP



Original Bosch Original Bosch Original Bosch Original Bosch

UniversalTemp
0 603 683 1Z0



(01)04053423245318
(11)231018
(21)330000269
(240)9W1

Original Bosch Original Bosch Original Bosch Original Bosch





VORERHEBUNG

und MESSPROTOKOLL für eine erste

Temperaturbestimmung



und



Erkenntnisgewinn:

Durch eine Berührung mit der Handfläche lässt sich die Temperatur eines Objektes nicht bestimmen.

LERNKARTEIKARTE:

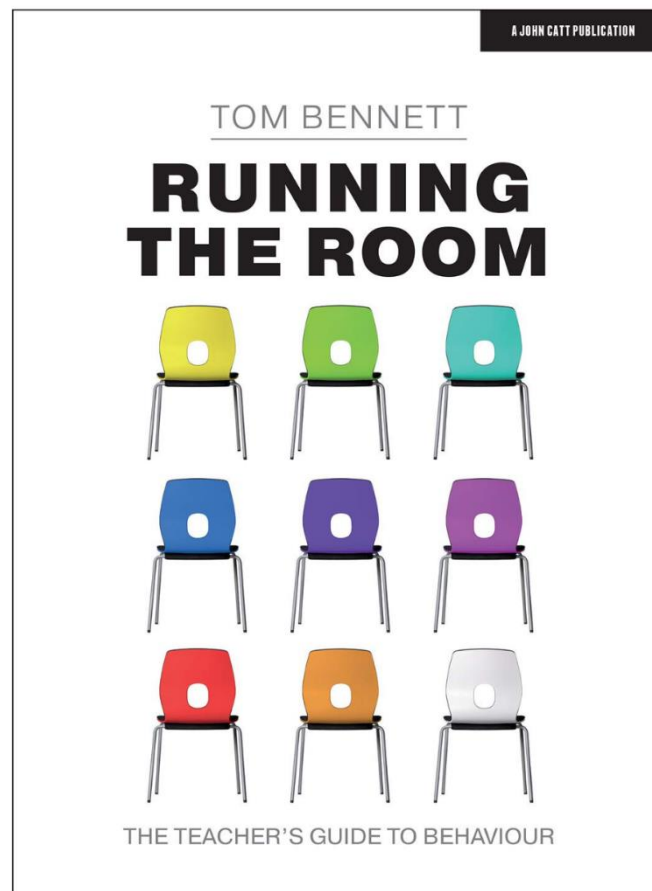
Warum lässt sich die Temperatur nicht durch eine einfache Berührung mit der Hand bestimmen?

... und wieder

ZUHÖREN (in diesem Fall Erklärung von der Lehrperson).

Chaos???

Zuhören ↔ Disziplin im Klassenzimmer

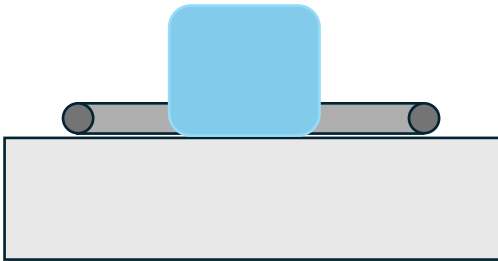


Eine weitere Vorerhebung mit weiteren Vorhersagen und Einschätzung von den SchülerInnen:

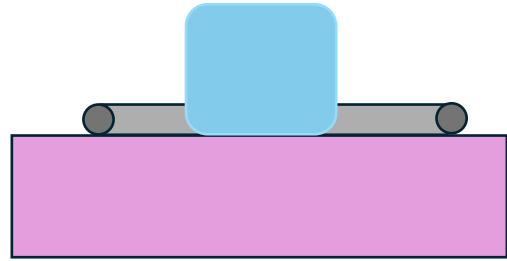




Abstimmung:



Aluminiumblock



Kunststoffblock

<https://fast-poll.com/poll/cecc51d1>

Erstellung eines

MESSPROTOKOLLS

Typische Fragen (Lehrperson)

**Gibt es bei der Auswahl der Unterlage etwas
Besonderes zu beachten?**

**Gibt es bei der Auswahl des Eiswürfels etwas
Besonderes zu beachten?**

Abmessungen der Unterlage!

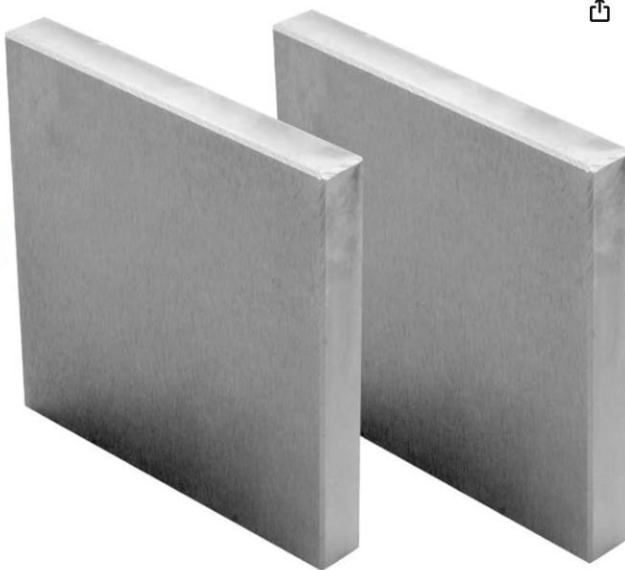
Fairer Vergleich | Analogie zum Sport: fair ???



Fassdaubenrennen in Fischenthal

„GERÄT“ Aluminiumblock

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				



Steel Bench Block 4 x 4 Inch Flat
Anvil Jewelers Tool Metal Bench
Block for Jewelry Making and
Punching (4 x 4 x 0.5 inch)

Brand: Oudtinz

4.4 ★★★★★ (172)

€25²⁰

Prices for items sold by Amazon include VAT. Depending on your delivery address, VAT may vary at Checkout. For other items, please see [details](#).

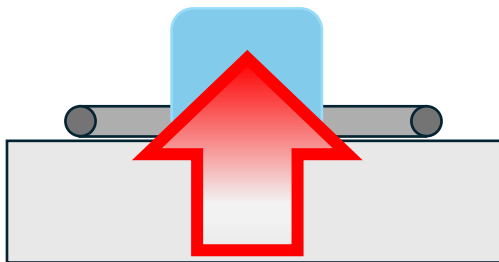
Available at a lower price from [other sellers](#) that may not offer free Prime shipping.

- Measures 4 " x 4 " x .5 " thick
- Hardened, all surfaces smoothly polished and beveled to avoid sharp edges
- Made of solid P20 steel for resistance to dents and scratches
- A basic and necessary tool kit for jewelry making, metal stamping and gunsmith work

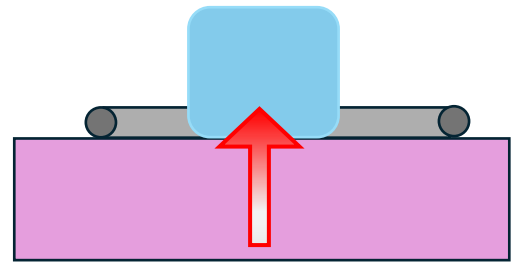
Weitere Materialien: Kork, Holz, ...

THEORIE:

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				



Aluminiumblock



Kunststoffblock

VARIATIONEN:

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				

Andere Vergleichsmaterialien wie Kork, Holz, ...

Identisches Material aber unterschiedliches Dicke des Blocks.

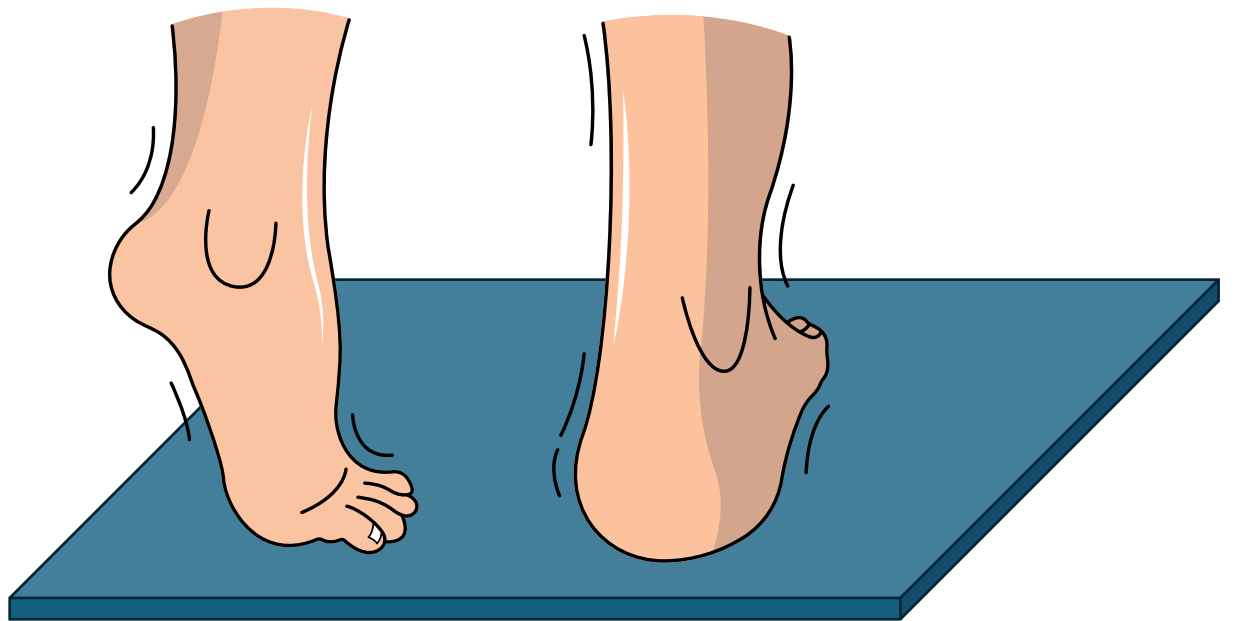
LERNFORTSCHRITTE

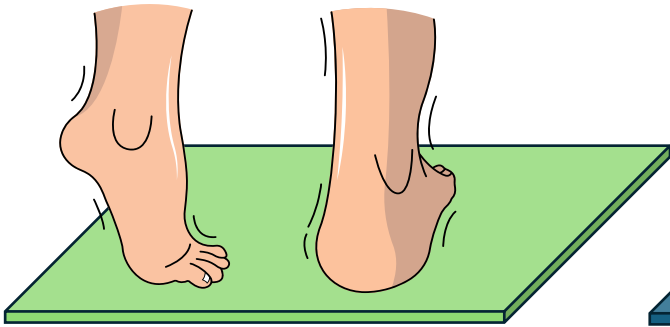
	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				

Lernkarteikarten

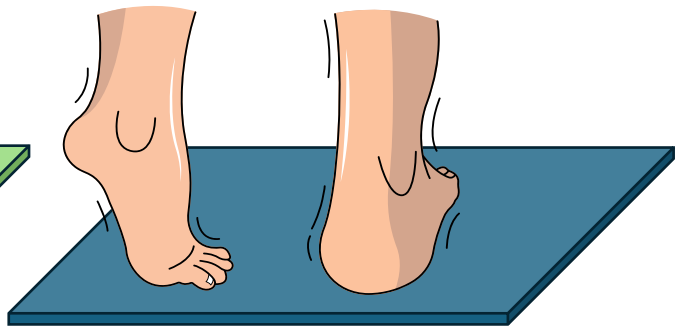
Handtuch vs. Fliesenboden

ZEICHNE die Pfeile für den Wärmetransport ein!





Handtuch

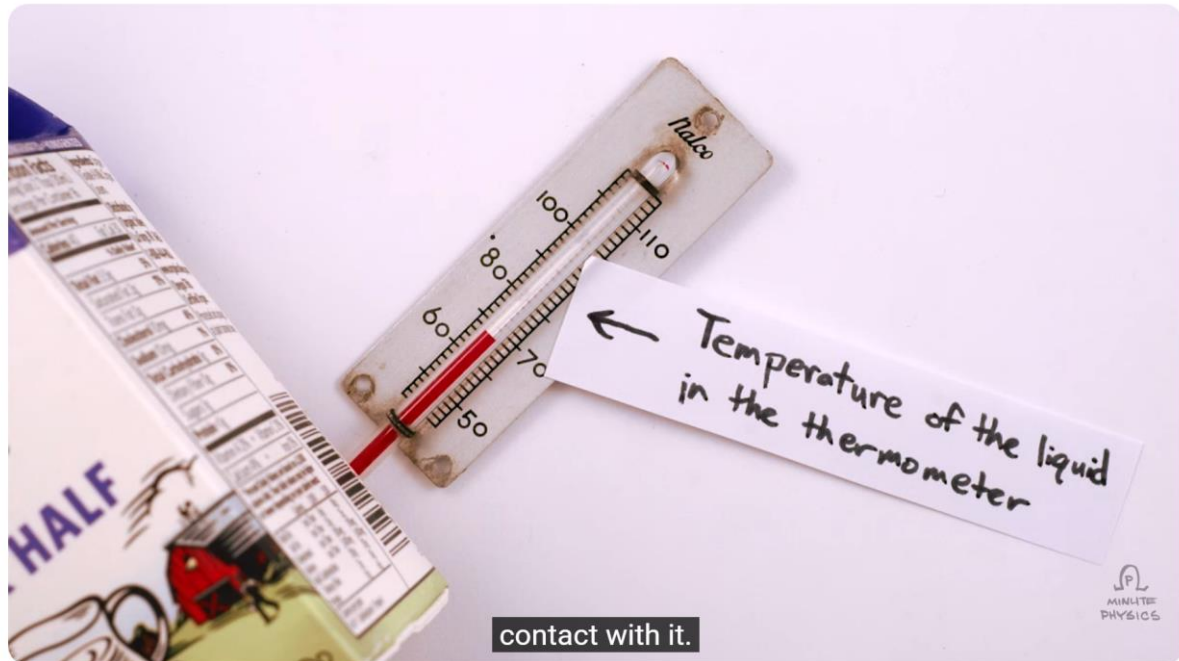


Fliesen

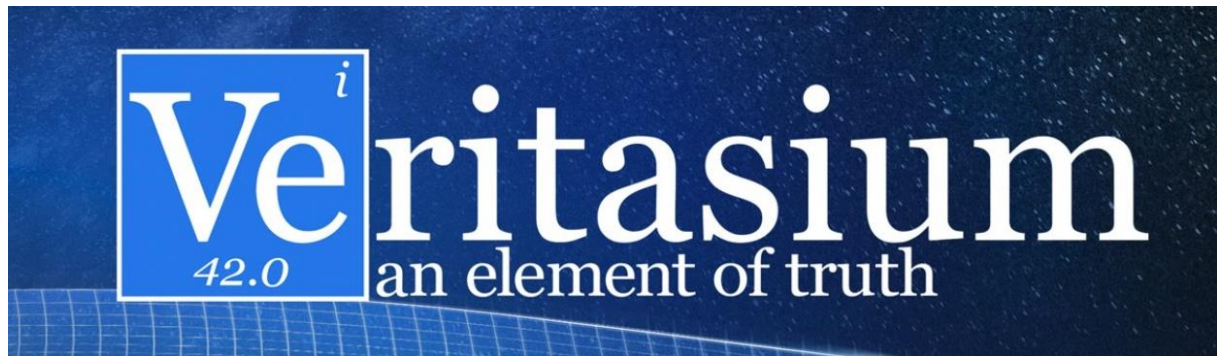
LINKS:

für die „Nachlese“

<https://www.youtube.com/watch?v=yXT012us9ng>



Can Humans Really Feel Temperature?



<https://www.youtube.com/watch?v=hNGJ0WHXMyE&t=70s>

<https://www.youtube.com/watch?v=vqDbMEdLiCs>

The creator and host of the science YouTube channel **Veritasium** is **Derek Muller**. He is a Canadian-Australian science communicator, educator, and filmmaker who launched the channel in 2011 to explore scientific concepts, often by addressing common misconceptions. [Wikipedia +2](#)



Man beachte:

Dies ist nur die **Einführung** für unser neues Experiment

Leitfähigkeit

Thermisch und/oder elektrisch

Lehrperson dominiert

„Interactive Direct Instruction“

<https://klausalbrecht.substack.com/about>



Eine Fragestellung führt in das Experiment ein ...

Wie sieht es mit der Außentemperatur eines isolierten bzw. nicht-isolierten Gebäudes aus?



Wie sieht ein geeigneter Versuchsaufbau hierfür aus?

>>> MESSPROTOKOLL

Geräte: | **Information für die Lehrperson**

Temperatursensor



PHYWE

Cobra SMART sense



TEMPERATURE

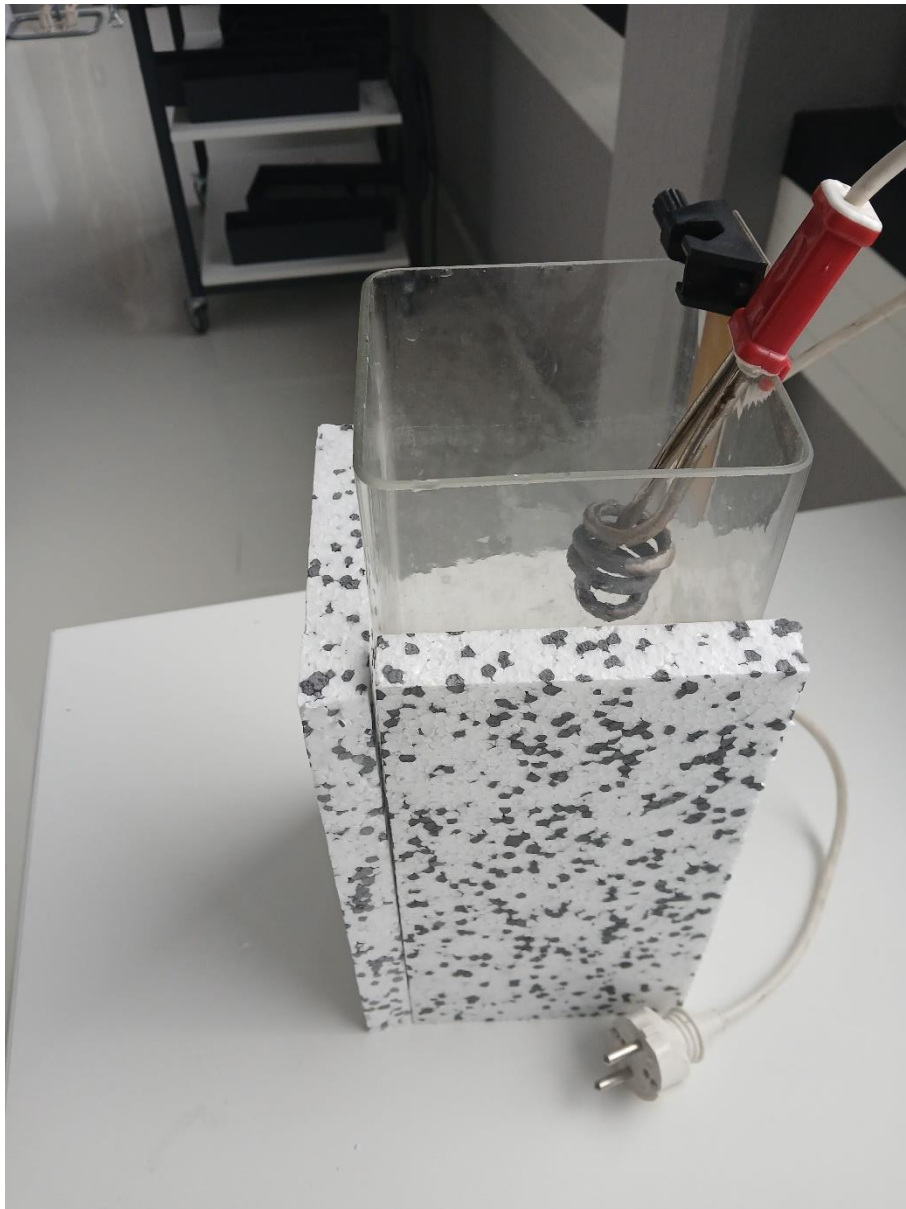
12903-00

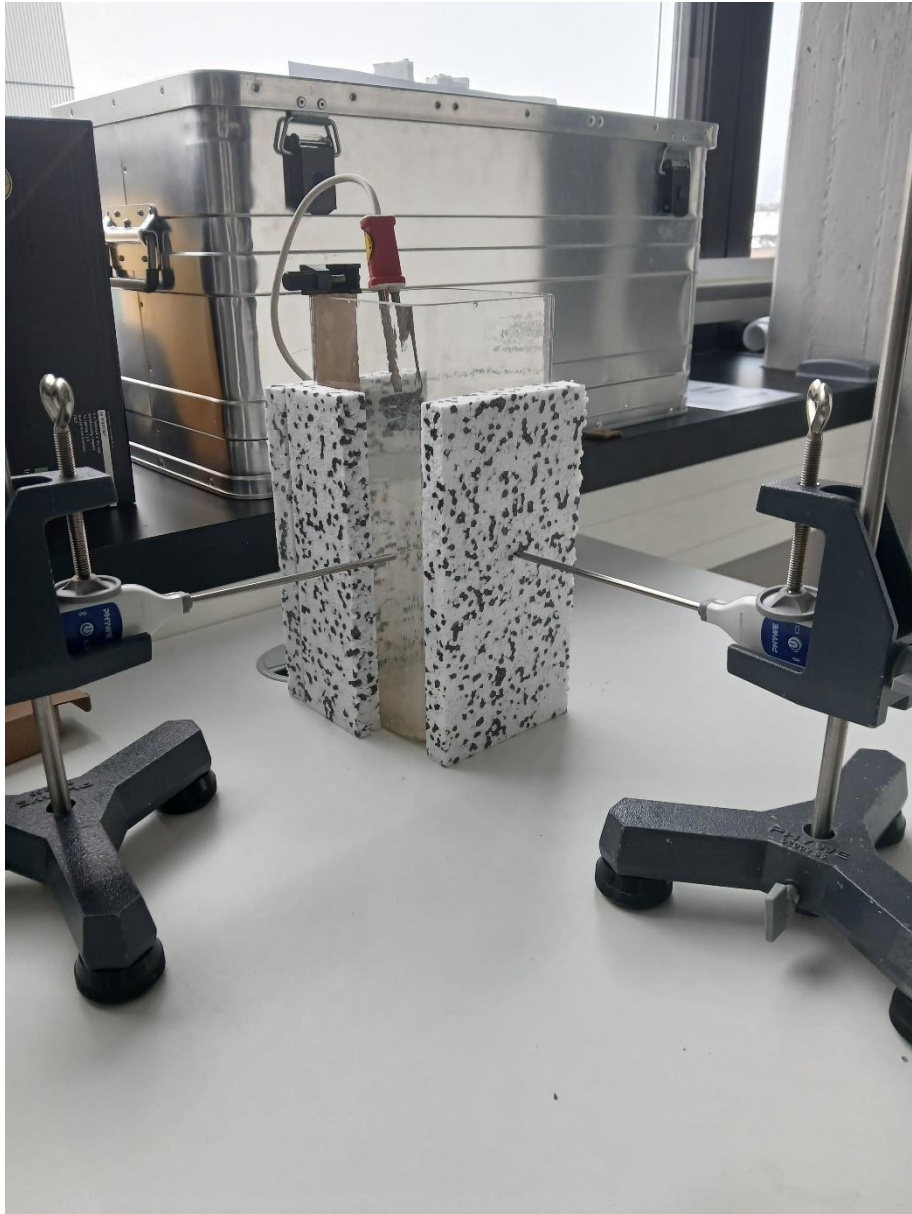
Phywe Systeme GmbH&Co.KG

Robert-Bosch-Breite 1037079 Göttingen Deutschland (German)



Versuchsaufbau:







Erstellung eines

MESSPROTOKOLLS

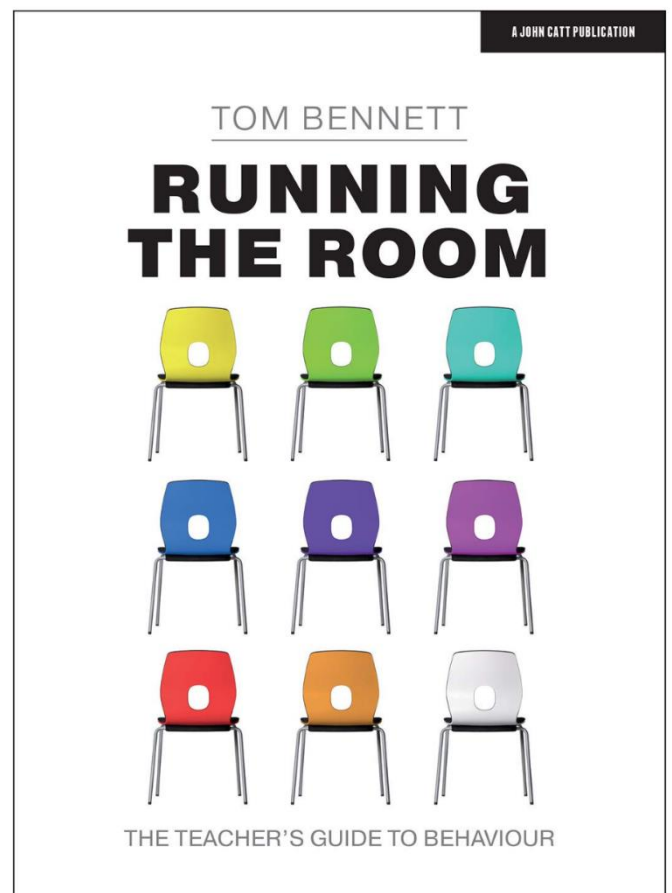
Typische Fragen (Lehrperson)

- **Spielt die Wassermenge eine Rolle?**
- **Müssen wir die Wassertemperatur protokollieren?**
- **... und die Raumtemperatur?**
- **Ändert sich die Wassertemperatur im Verlauf des Versuchs und ist dies für uns von Bedeutung?**
- **Wie soll das Wasser erwärmt werden?**
- **Müssen wir darauf achten, dass jeder Tauchsieder dieselbe Leistung besitzt?**

- **Wie sollen das Thermometer fixiert werden?**
- **Müssen die Wassergefäße für alle Versuchsaufbauten identisch sein (Wandstärke, ...)?**
- **Müssen die Dämmplatten für alle Versuchsaufbauten dieselbe Dicke haben?**
- **Spielt die Kontaktfläche Glaswand – Dämmplatte eine Rolle?**
- **Müssen wir uns Gedanken über die Unterlage (Tischplatte) machen?**
- **Können wir die Wassertemperatur während des Versuchsablaufs konstant halten?**
- **Welche Zeitabstände wollen wir für die Messung verwenden?**
- **Welche Materialien wollen wir vergleichen (Stein vs. Styropor)**

Im Laufe dieser Auseinandersetzung (moderiert durch die Lehrperson) ...

müssen zweierlei Dinge auf jeden Fall funktionieren ...



Dies fließt unmittelbar in das Thema

BEURTEILUNG ein!

In diesem Prozess einigt sich die gesamte Klasse mit der Lehrperson, wie der Versuch durchzuführen ist!

(... wir verwenden alle 1,5 Liter Wasser und wir nehmen alle die dickere Styroporplatte (20cm x 10cm Fläche, ...)

Schülergruppen, die sich an das zuvor vereinbarte Messprotokoll halten, bekommen entsprechend gute Noten.

Schülergruppen, die sich nicht an das zuvor vereinbarte Messprotokoll halten, bekommen entsprechend schlechtere Beurteilungen.

Datenerfassung:

Zeit [in Minuten]	Steinplatte [in Grad Celsius]	Styropor [in Grad Celsius]
0	22	22
5	26.5	23
10	32	24.5
15	36	25.8
20	39	27
25	44	27.5
30	46	27.8
35	47	28
40	47.5	28
45	48	28
50	48	28

Datenauswertung | CODAP

Untitled Document **UNSAVED**

Tables Graph Map Slider Calc Text Plugins

temp3			
cases (11 cases)			
in-dex	Zeit	Steinplatte	Styropor
6	25	44	27.5
7	30	46	27.8
8	35	47	28
9	40	47.5	28
10	45	48	28
11	50	48	28

Steinplatte

Styropor

Zeit

50 45 40 35 30 25 20

0 10 20 30 40 50 60

temp3 cases (11 cases)

in-dex Zeit Steinplatte Styropor

6 25 44 27.5

7 30 46 27.8

8 35 47 28

9 40 47.5 28

10 45 48 28

11 50 48 28

temp3 cases

Steinplatte

Styropor

Zeit

50 45 40 35 30 25 20

0 10 20 30 40 50 60

temp3 cases (11 cases)

in-dex Zeit Steinplatte Styropor

6 25 44 27.5

7 30 46 27.8

8 35 47 28

9 40 47.5 28

10 45 48 28

11 50 48 28

Erweiterung | Variation

Elektrische Leitfähigkeit \leftrightarrow Thermische Leitfähigkeit

Planungsschritte (Lehrperson)

Experimente zum Thema „elektrische Leitfähigkeit“

- Metalle, Bleistiftmine, Radiergummi, ...
- Wasser \leftrightarrow Salzwasser

Wasser bzw. Salzwasser als „Dämmstoff“???

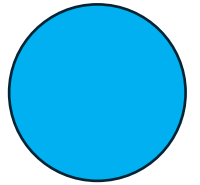
Vergleich?

Versuchsaufbau??

doppelwandig

Sinken, schwimmen, schweben

Auftrieb



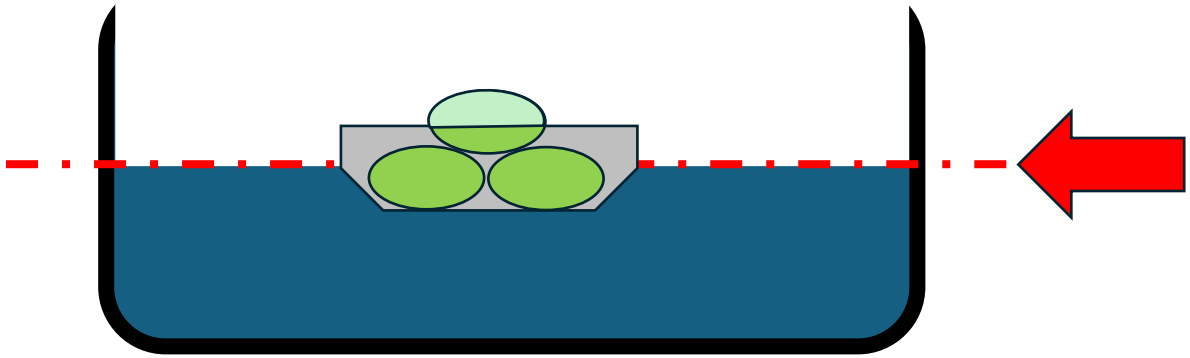
UMGANG MIT RÜCKSCHLÄGEN

Resilienz

Wir beginnen wieder mit ...

Vorwissen, Vorhersagen

Gemeinsamer Start in die Untersuchungsthematik



Was wird mit dem Wasserstand im Becken (roter Pfeil) passieren, wenn man die drei grünen Steine über Bord wirft?

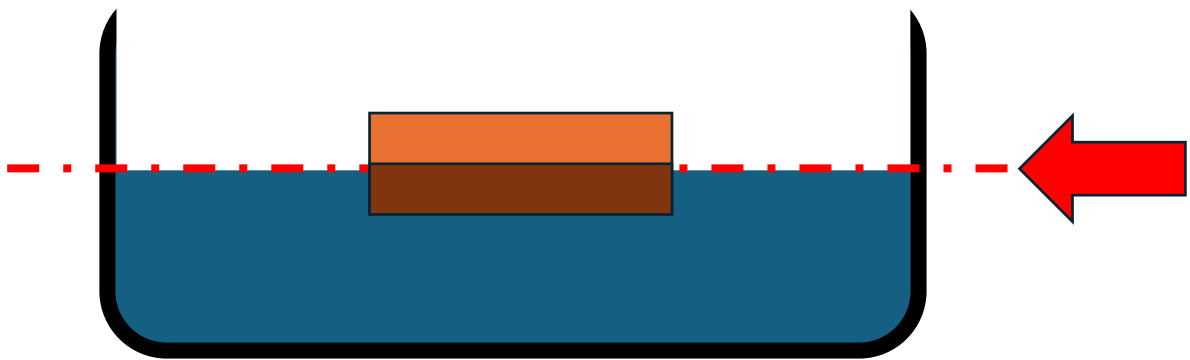
Abstimmung:

<https://fast-poll.com/poll/73e252d1>

Der Wasserstand im Becken wird ... ?

Experimente zur Einführung in die Thematik

Wasserverdrängung für **Metallblock** (idealerweise mehrere verschiedene Blöcke mit unterschiedlicher Dichte), **Holzblock**, **Styroporblock**.



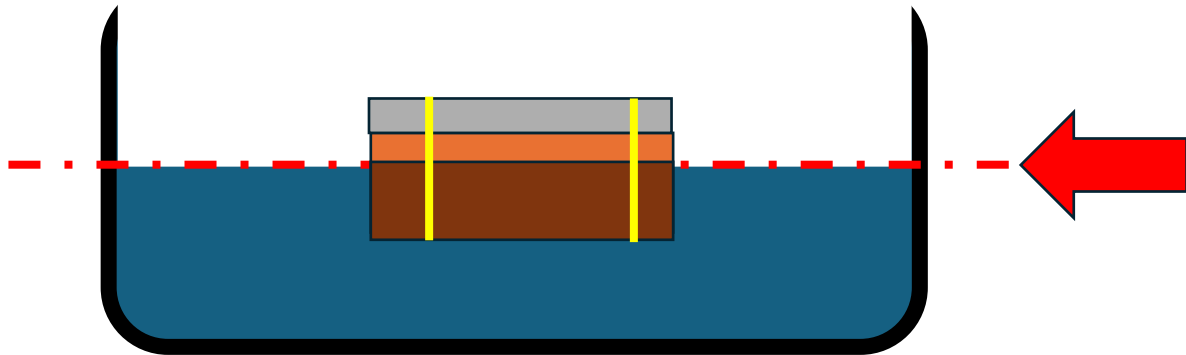
MESSPROTOKOLL:

- **Abmessungen Wasserbecken**
- **Abmessungen Block**
- **Wassertemperatur ??**
- ...

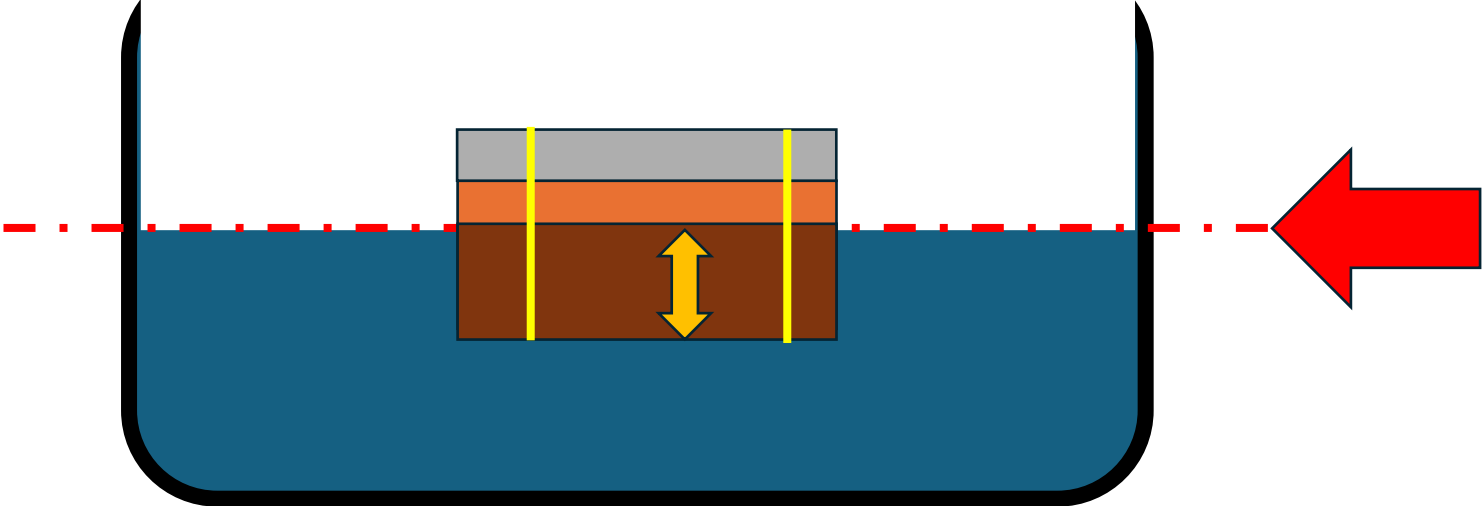
VORHERSAGEN BESTÄTIGEN ...

Kann ich die Eintauchtiefe und den Wasserstand vorhersagen, wenn ich die genauen Ausmaße der Blöcke kenne?

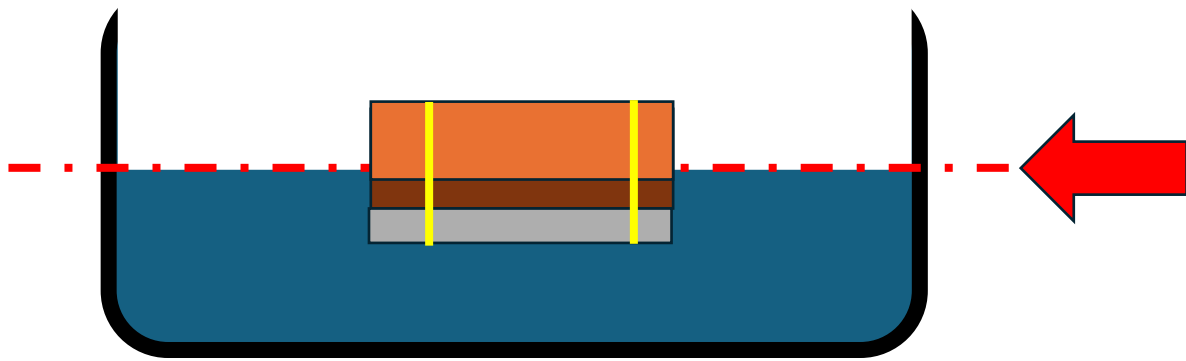
**Variation: Eintauchtiefe & Wasserstand
für „beladene“ Boote (z.B. Metallplatte)**



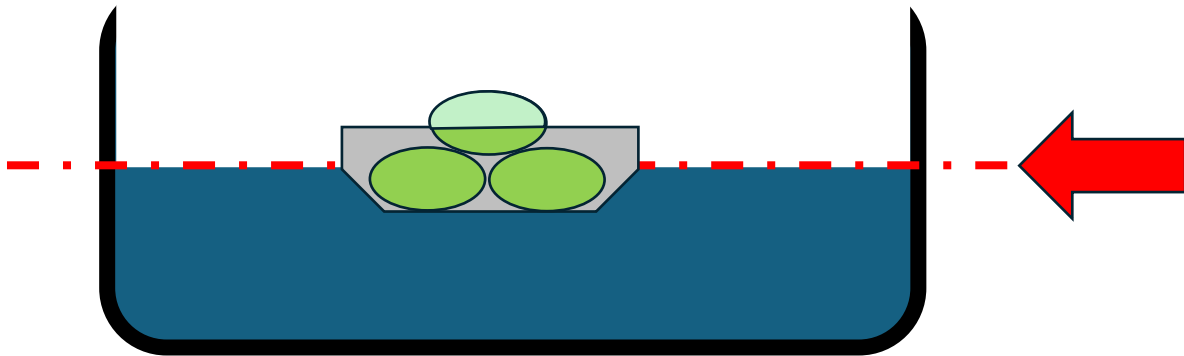
Eintauchtiefe:



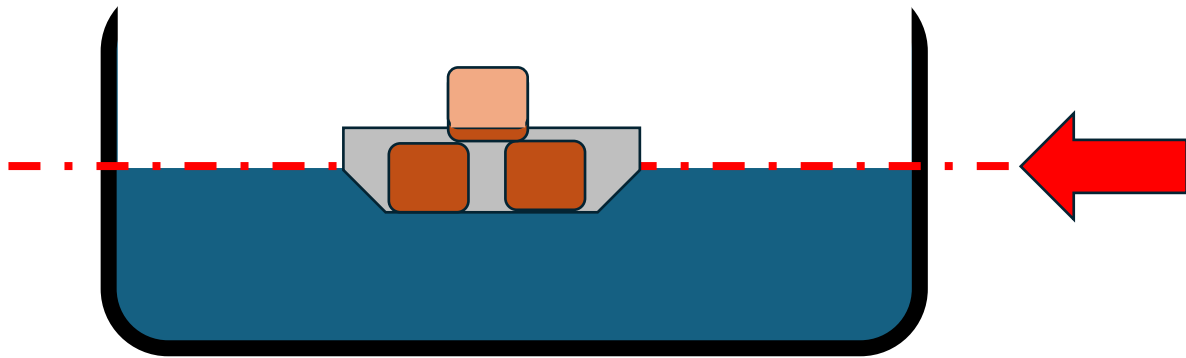
Variation: Was ändert sich, wenn man die Blöcke umdreht?



Was passiert mit dem Wasserstand und der Eintauchtiefe des Bootes, wenn man die grünen Steine über Bord wirft?



Variation: Was passiert mit dem Wasserstand und der Eintauchtiefe des Bootes, wenn man die braunen Holzklötze über Bord wirft?



ANALYSE gemäß unseren Kriterien:

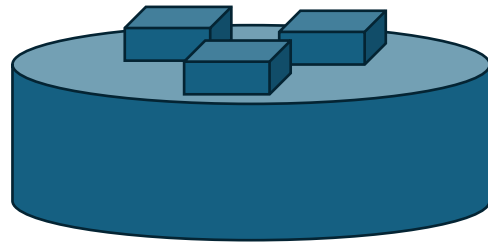
Sinken, schwimmen, schweben Auftrieb



	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				

LERNFORTSCHRITTE ...

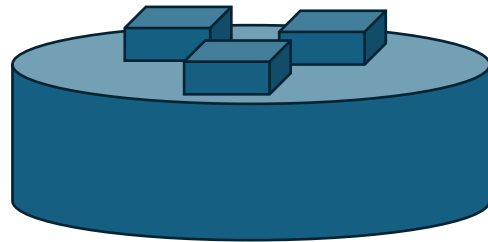
Karteikarten / Lernkarten



In einem bis zum Rand mit Wasser gefüllten Glas schwimmen mehrere Eiswürfel. Was passiert, wenn die Eiswürfel schmelzen?

LERNFORTSCHRITTE ...

Karteikarten / Lernkarten



In einem bis zum Rand mit **Salzwasser** gefüllten Glas schwimmen mehrere Eiswürfel. Was passiert, wenn die Eiswürfel schmelzen?

WICHTIG:

Für jede einzelne Variation muss im VORFELD von den SchülerInnen in Gruppenarbeit ein MESSPROTOKOLL erstellt werden. Anschließend einigt sich die Klasse auf ein einziges Messprotokoll (Moderation durch die Lehrperson).

OHNE PENIBEL VERFASSTES MESSPROTOKOLL KEINE MESSUNG!

VORSCHAU:

Weitere Werkzeuge:

phyphox-App

Tracking Software

ZUSAMMENFASSUNG | BISHER ...

	GERÄT VORHANDEN	THEORIE VERMITTELBAR	VARIATIONEN MÖGLICH	LERN- FORTSCHRITTE ÜBERPRÜFBAR
Kaffee und Milch				
Schatten und Licht				
Loch- kamera				
Pythagoras Becher				
Wärme- dämmung				
Sinken und Schwimmen				