

REFLEXION-STANDORT- ENTWICKLUNGSKONZEPTE-M-PH-CH

2026, Nikolaus Albrecht

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

INHALT:

1_ Organisation, Ablauf und was Sie erwartet

2_ Experimente in Natwi-Unterricht

3_ Datenerfassung und Datenauswertung mit CODAP (online)

~~13.03~~ — ~~14:30 – 17:00~~

20.03 14:30 – 17:00

17.04 14:30 – 17:00

24.04 14:30 – 17:00

15.05 14:30 – 17:00

05.06 14:30 – 17:00

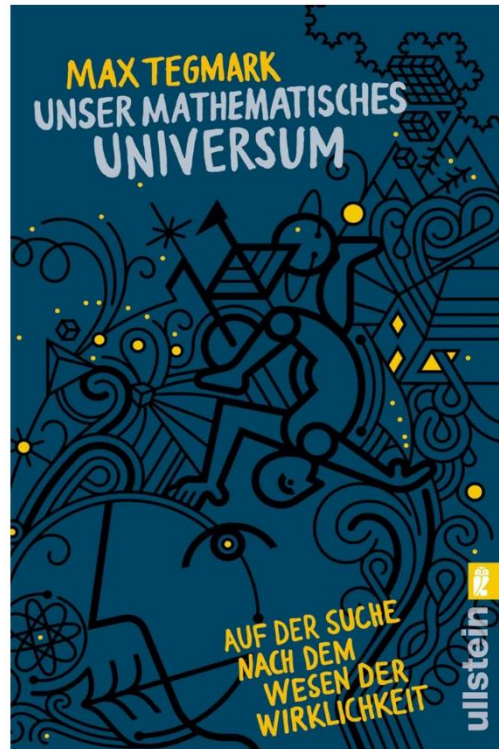
12.06 14:30 – 17:00

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

Next, I'll focus on how retrieval practice can support **student experiments**—in the classroom or lab. My aim is to build a practical resource base for teachers who want to make learning *stick*.



Thema: Experimente ... und warum wir letztendlich wieder zur Mathematik zurückfinden werden ...



Kritische Auseinandersetzung ...

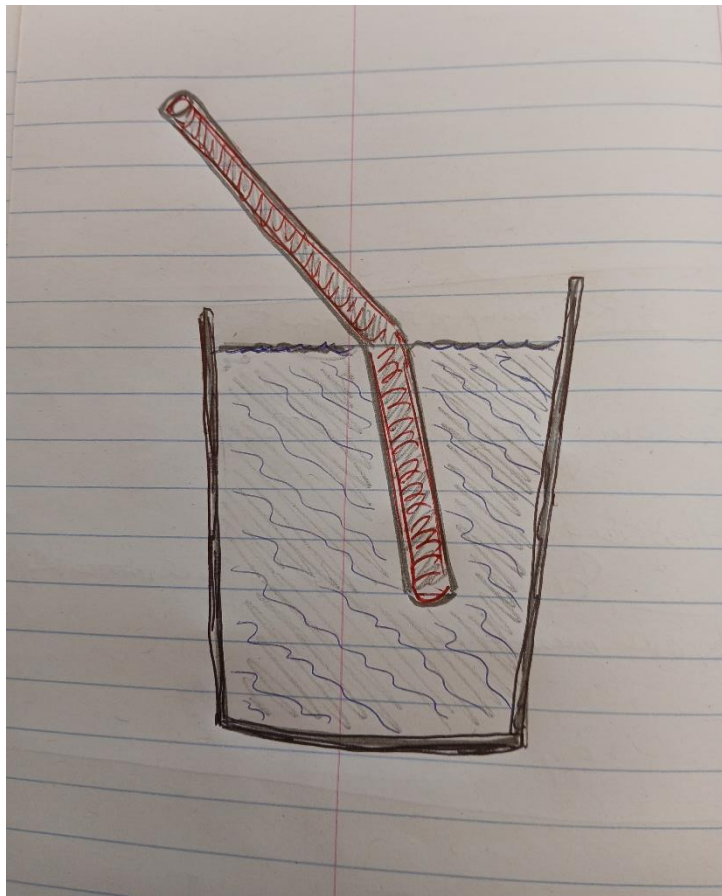
<https://www.schubu.org/p852/licht-wird-geknickt>

EINE AUFWÄRMÜBUNG FÜR UNS ...

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:

Zeichnung:



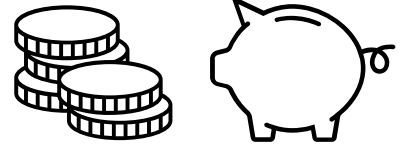
Erklärung

Schüler:in:

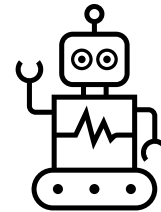
„Wenn Licht vom Wasser in die Luft gelangt, beschleunigt es sich. Diese Geschwindigkeitsänderung bewirkt, dass sich das Licht zur Normalen hin biegt. Daher scheint der Strohhalm tiefer ins Wasser gebogen zu sein, als er tatsächlich ist.“

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

I) Grundausrüstung (Stativstangen, ...) ?

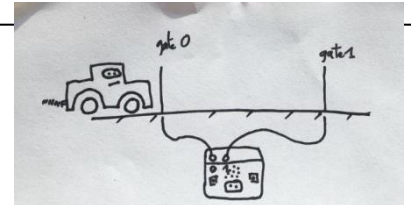


II) Tools zur Messdatenerfassung ?

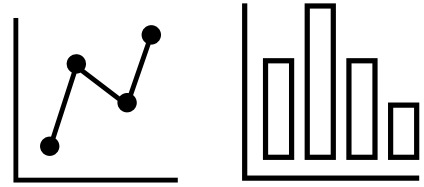


Beispiel | LINK:

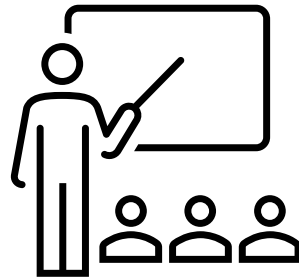
<https://makecode.microbit.org/projects/timing-gates>



III) Tools zur Datenauswertung ?



IV) Didaktisches Konzept ?



„DER WUNSCH NACH EINFACHEN EXPERIMENTEN“ ...

- 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 ...**



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.

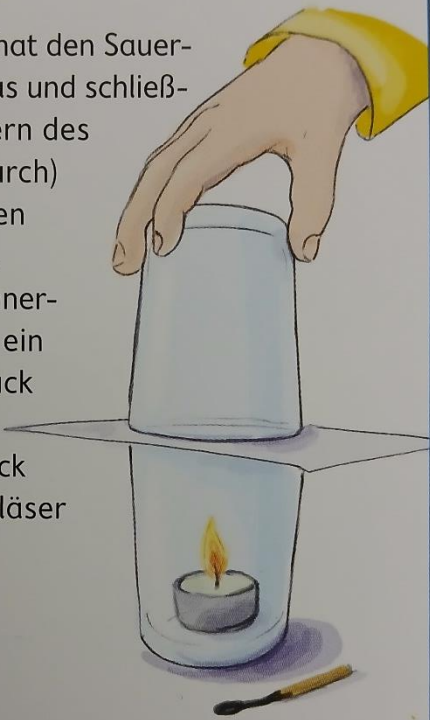
Was wird geschehen?

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 ?

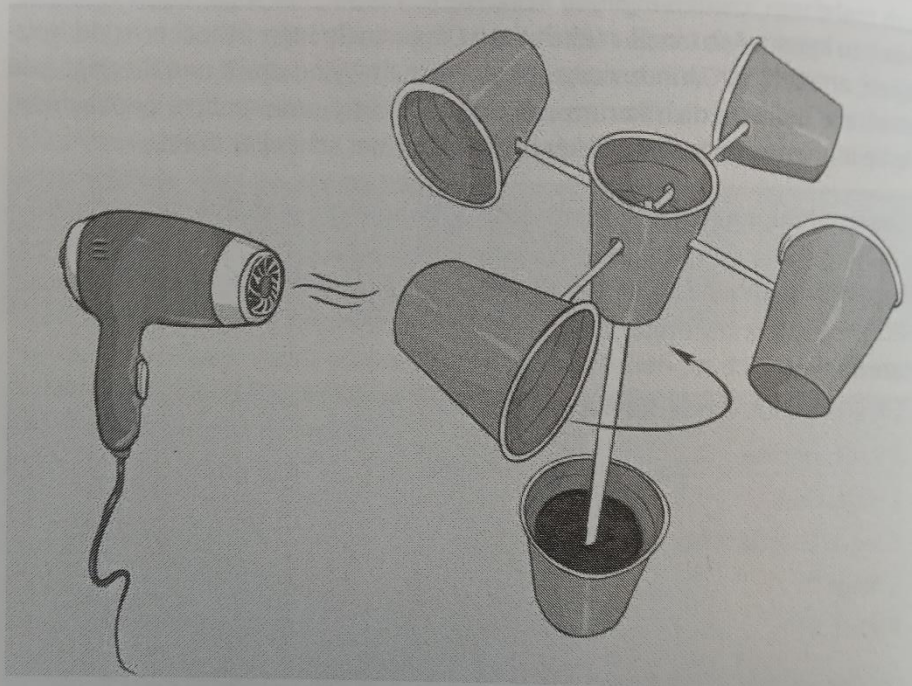
Die Kerzenflamme hat den Sauerstoff im unteren Glas und schließlich (durch die Fasern des Löschpapiers hindurch) auch den des oberen Glases verbraucht. Dadurch herrscht innerhalb beider Gläser ein niedrigerer Luftdruck als außerhalb. Der äußere Luftdruck presst die beiden Gläser zusammen.



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!



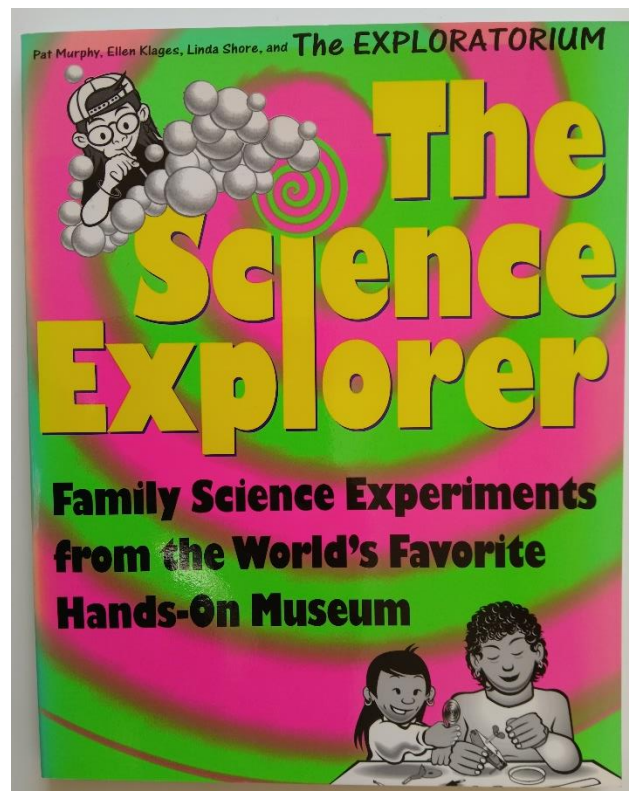
Erklärung: Ein Anemometer funktioniert dadurch, dass es den Wind einfängt und in Bewegung umsetzt. Die an den Enden des Kreuzes befestigten Joghurtbecher fangen den Wind ein. Je stärker der Wind bläst, desto schneller dreht sich das Anemometer um den Haltestab. Dieser ermöglicht dem Gerät, sich frei 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.

Im Rahmen des Laborunterrichts / Praktikumsunterrichts kommt bei „einfachen“ Experimente“ noch ein Problem hinzu:

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

Kategorie 3: **Einfach – aber die Fachwissenschaft wurde ausgeblendet**

... from the World's Favorite Hands-On-Museum.



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

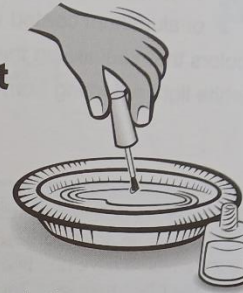
What Do I Do?

- 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.

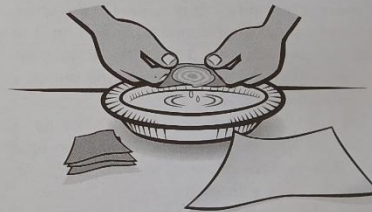


That's okay. When black paper gets wet, some of its color may come off in the water. That's okay, too.

- 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.

Problem: (**Hands-On Pädagogik**) Loslösung der fachlichen Dimension (im obigen Beispiel Interferenz) vom Experiment.

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.

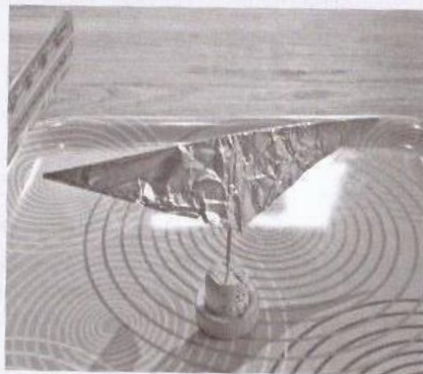
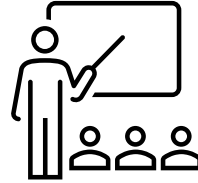


Figure 1.2 Gilbert's versorium needle

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



Erster Versuch an Hand eines Beispiels:

Kaffee und Milch

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 (fetteiche 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):

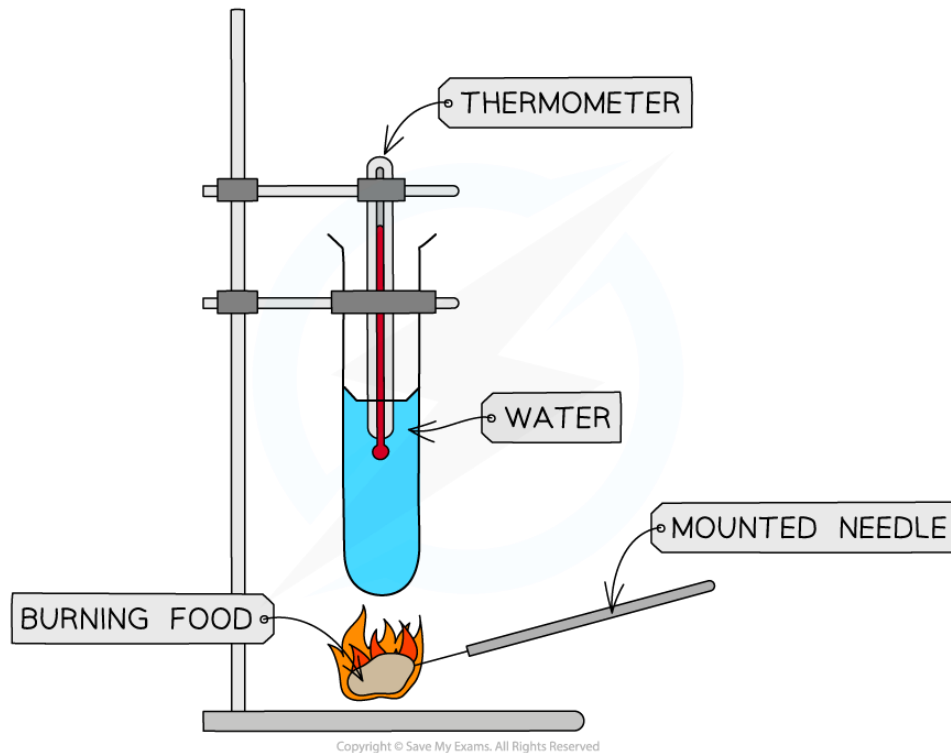
- 1. Stativ und Reagenzglas in Position bringen**
- 2. Lebensmittel wiegen**
- 3. Anfangstemperatur messen**
- 4. Verbrennung**
- 5. Abschließende Temperaturmessung**

+ 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, ...	Der zu untersuchende Stoff (Brennstoff: Erdnuss, Haushaltszucker, Rapsöl)
... welche Variable verändert werden soll.	(Brenndauer (Zeitpunkt), was brennt am längsten...)
... welche Variable beobachtet werden soll.	

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 wird festgelegt, wie die zu untersuchende Variable geändert wird. Die Experimente, die verglichen werden sollen, unterscheiden sich nur in einer Variable. Alle übrigen Variablen sind gleich. Die Experimente, die verglichen werden sollen, unterscheiden sich nur in einer Variable. Es wird festgelegt, wie lange die Messung dauert und in welchen Intervallen gemessen wird. 	<ul style="list-style-type: none"> Es haben alle Energiegehalte eines Stoffes 10, diese hängt von der Wertigkeit ab. Das Lebensmittel, welches am längsten brennt, hat den höchsten Energiegehalt. Je nachdem eingesetzter Stoff wird variiert im ersten Experiment wird die Erdnuss untersucht, im zweiten Experiment Haushaltszucker, im dritten Experiment Rapsöl. Die Masse der eingesetzten Stoffe wird gleich gehalten. Die Probenmengen sind immer gleich groß. Die Masse des Folienmaterials ist gleich. Es wird die Zeitdauer bestimmt, die der jeweilige Stoff zur vollständigen Verbrennung benötigt. Die Zündkerze beginnt, sobald der Stoff jeweils eigenständig 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:

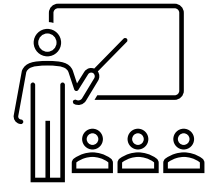
(2)

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 ... ?

Was werden wir höchst wahrscheinlich benötigen?

Geeignete Flüssigkeit-Messzylinder



Bechergläser



Two glass beakers are shown side-by-side. The one on the left is labeled '200 ml' and the one on the right is labeled '400 ml'. Both beakers have a white triangular mark on the front. 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 ...”

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 | Exkurs: Gruppenbildung)

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

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 einzelnen Entwürfen der „Dreiergruppen“ verfolgt den Zweck, dass ...

sich die gesamte Klasse auf **ein einziges Protokoll** für die Durchführung des Experimentes einigt (→ Vergleichbarkeit der Ergebnisse).

Die kritische Auseinandersetzung mit den Planungsentwürfen der Schüler:innen wird häufig auch 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. Ebenso ist die Einigung auf **ein einziges Protokoll für die Durchführung** der Teilschritte des Experimentes unumgänglich.

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?“

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 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“:

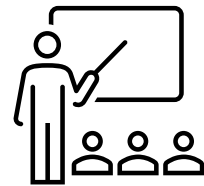
- $\frac{1}{8}$ Liter
- 15 % Milch
- Messwerte ablesen und Messgenauigkeit

Ein guter Start:

ABSTIMMUNG / gesamte Klasse:

(Abstimmung mit „Mini-Whiteboards“)

Didaktischer Hinweis



Adam Boxer

„Front-load the means of participation“

Instruktionen hören ...

Lehrperson: “Was machen alle in der Klasse, sobald die Multiple-Choice Frage an der Tafel zu sehen ist? Julia.“

Für Trainingszwecke ist ein Testlauf mit einfacher Testfrage hilfreich.

Die Hauptstadt von Frankreich ist ...

A Madrid

B Paris

C Nizza

ABSTIMMUNG / gesamte Klasse:

In welchem Szenario hat der Milchkafee schlussendlich die geringere Temperatur?

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

Ein gutes Ende:

Abschließende gemeinsame Besprechung aller Messergebnisse.

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

(Lehrperson: „Wie wurde die benötigte Milch ermittelt und bestimmt? Thomas)

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

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

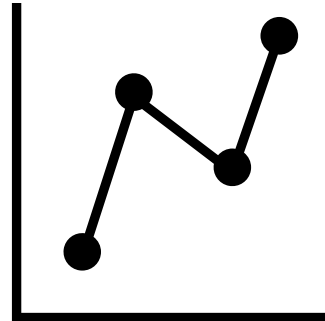
Data Fluency

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



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

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





The screenshot displays the CODAP interface. On the left, there are two panels: 'Tracks/Measurements' and 'Measurements'. The 'Tracks/Measurements' panel shows 'animal_id' 528-546 and 'species' Elephant Seal. The 'Measurements' panel shows 'day' 0-229, 'date' 230 values, 'month' 9 values, 'latitude' 28.06-49.44, 'longitude' -165.38--115.13, and 'distance' 0.36-90.42. A 'Browse Individual Cases' button is at the bottom. The central map shows a track of orange and purple dots along the coast of the United States. Below the map is a 'day_' timeline from 2005 to 2006, with a 'Playback' button and a 'Timeline' icon.

Announcing CODAP V3 Beta

CODAP V3 is designed to propel data education into the future. Test the new, faster CODAP beta release now.

[Learn More](#)

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

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

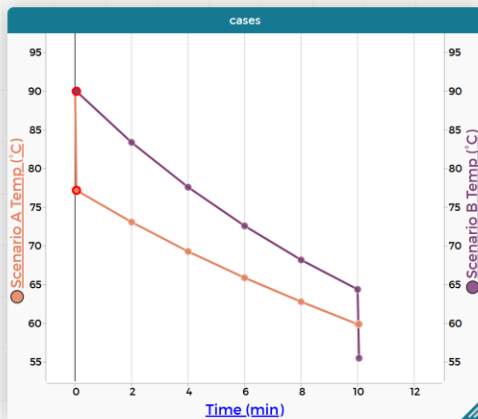
Dauer: 10 Minuten

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

Find Carl Hendricks articles here ...



The "Embarrassingly Parallel" Problem: When Students Understand the Parts But Not The Whole

On the difference between learning that scales and learning that doesn't, and what a concept from computer science can teach us about where educational technology succeeds and where it reliably fails.

CARL HENDRICK
FEB 07, 2026

<https://carlhendrick.substack.com/p/the-embarrassingly-parallel-problem>

The democratisation of resource creation

How AI has changed the game, and why it is a good thing



CRAIG BARTON

FEB 24, 2026

<https://eedi.substack.com/p/the-democratisation-of-resource-creation>



Gemini



prompt

I want to create an assessment for students on the topic of "critical thinking". I find the idea of "argument reasoning" attractive. Then I found the post of Craig Barton about his "Probing Questions". I think that is something I want to build - but in my case it is not for mathematics - it is about my teaching subject - which is physics. He suggests five different formats: (1) "Always, sometimes, never", (2) "Convince me that ...", (3) "Odd one out", (4) "Give an Example of ...", and (5) "Explain the Mistake". So first I would give the last idea (Explain the Mistake) a try. Here are the learning intentions I would have to cover in class:

Frequency

Periodic Time

Oscillation

Amplitude

Sound wave propagation in a medium

Reflection, Transmission, Absorption

Sound propagation

Light propagation

Wave propagation speed (light & sound in different media)

Spectrum (light & sound)

Interference (constructive & destructive)

Human ear - Frequency range

Ultrasound - Applications

Light and shadow

Color spectrum

Spectrum of sunlight

“White light”

“Monochromatic light”

Refraction of (colored) light

Color perception (humans and animals)

Mixture of different colored light

red and green = yellow

red and blue = magenta

green and blue = cyan

Mixing paint (pigments)

Prism and rainbow

Solar eclipse

Lunar eclipse

Day and night on Earth

Seasons

Lunar phases

Can you write me an example for "Explain the mistake" for one of my topics (list above)?

Gemini:

It is a fantastic idea to adapt Craig Barton's "Probing Questions" for Physics. In Mathematics, students often get stuck on procedures; in Physics, they often get stuck on **misconceptions**—those deeply held, "common sense" ideas that happen to be scientifically wrong.

The "Explain the Mistake" format is perfect for flushing out these misconceptions because it forces students to move beyond "that's wrong" and into the "why" of the physical law.

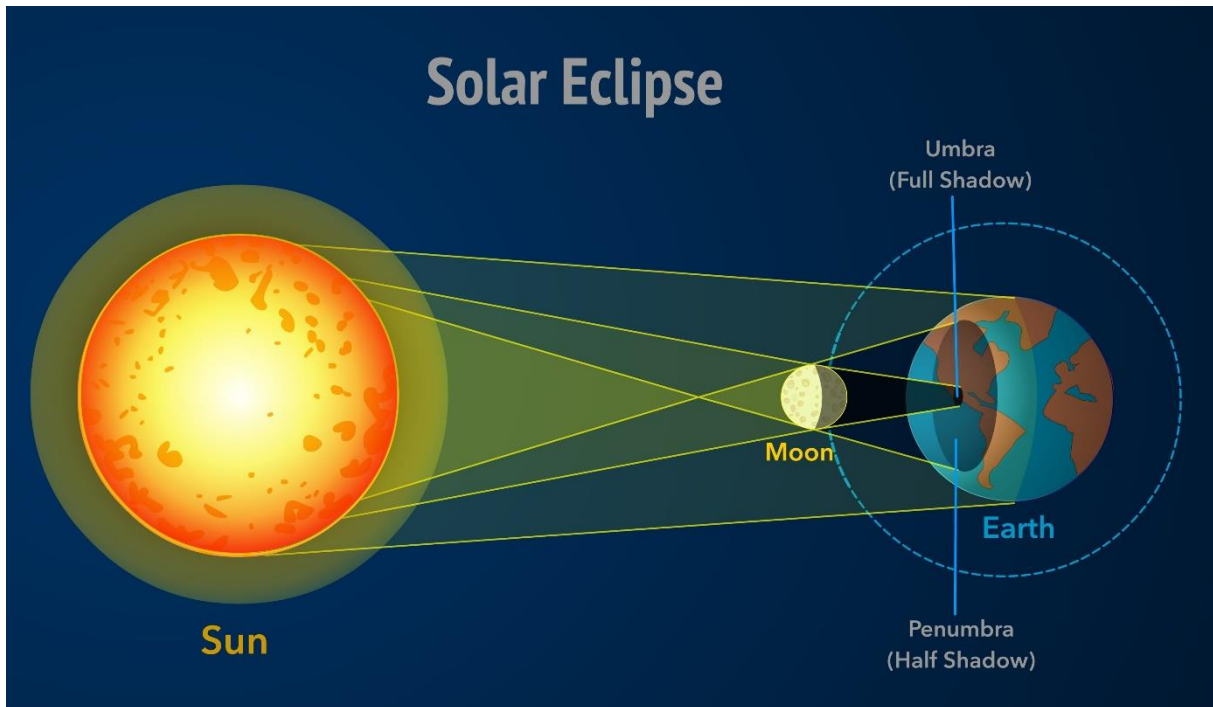
Here is an example tailored to your list, focusing on **Light and Shadow**—specifically the classic confusion regarding **Solar Eclipses**.

Probing Question: Explain the Mistake

The Scenario:

A student is asked to draw a diagram showing how a **Solar Eclipse** occurs. They submit the drawing below and provide the following explanation:

"A solar eclipse happens because the Earth moves directly between the Sun and the Moon. When this happens, the Earth's shadow falls onto the Moon, making it go dark for people on Earth to see."



Shutterstock

Explore

The Task for the Students:

1. **Identify the Mistake:** There are two major scientific errors in the student's explanation and diagram. What are they?
2. **Explain the Physics:** Why is the student's description actually describing a different phenomenon?
3. **Correct the Model:** Rewrite the explanation so it accurately describes a **Solar Eclipse**.

Why this works for Critical Thinking:

- **Discrimination:** The student must distinguish between a Solar and Lunar eclipse.

- **Spatial Reasoning:** They have to mentally manipulate the celestial bodies to realize that for a *Solar* eclipse, the Moon must be the "blocker," not the Earth.
- **Vocabulary Precision:** It highlights the difference between "casting a shadow on the Moon" (Lunar) vs. "standing in the Moon's shadow" (Solar).

Teacher's "Cheat Sheet" (The Answer):

- **The Mistake:** The student described a **Lunar Eclipse**, not a Solar one. In a Solar eclipse, the **Moon** must be in the middle.
- **The Correction:** During a Solar eclipse, the Moon passes between the Sun and Earth. The Moon's shadow (the umbra and penumbra) falls on a small part of the Earth's surface, blocking the Sun's light for observers in that area.

Would you like me to generate a similar "Explain the Mistake" example for a more abstract topic on your list, like Interference or Color Perception?

<https://mrbartonmaths.com/probing-questions/>

mr barton maths Practice ▾ Problem Solving ▾ Exams ▾ Fun ▾ For Teachers ▾ About ♥ Support

Probing Questions

Five types of rich questions for every topic to develop reasoning, communication, and deep mathematical understanding.

[Browse Topics ↓](#)

“Probing Questions” (Tiefenbohrungen) erst **NACHDEM** das grundlegende Vokabular / Basiswissen halbwegs stabilisiert werden konnte!

Erinnerung / Stichwort:

Vokabelheft (MINT)

In meinem Fall:

ANKI-Karten

Siehe auch

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

Vokabeln in Mathe ...

Wo steht der Zähler / wo steht der Nenner?

Oberhalb oder unterhalb vom Bruchstrich?

Meine Praxis:

Retrieval Cards | The Hot Seat | The Deep Dive






Craig Barton's „Probing Questions“

<https://mrbartonmaths.com/probing-questions/>

The Five Question Types

Um ein tieferes Verständnis zu bewirken.

Also **NACHDEM** grundlegendes Fach-Vokabular und Konventionen halbwegs abgesichert wurden.

-  **Convince me** – construct a mathematical argument to show why a statement is true
-  **Give an example** – generate examples, boundary cases, and plausible non-examples
-  **Always, sometimes, never** – decide and justify with examples and reasoning
-  **Odd one out** – identify and argue a case for each option
-  **Explain the mistake** – find and explain the error targeting a common misconception



Teachers

Use after students have consolidated the basics, as an extension activity, as an alternative to traditional homework, as a final assessment question, or as a retrieval activity.

Tip: Try “Explain the mistake” as a mini-plenary – it reveals misconceptions instantly.

JUMP TO TOPIC

[Number](#)

[Algebra](#)

[Geometry](#)

[Statistics](#)

Fractions

- Simplifying and equivalent fractions
- Mixed-number and improper fractions
- Ordering fractions
- Fractions of an amount
- Adding and subtracting fractions
- Multiplying fractions
- Dividing fractions

Percentages

- Percentage of an amount
- Percentage increase and decrease
- Reverse percentages

PROBING QUESTIONS

Ordering Fractions

Questions designed to stretch thinking, reveal misconceptions, and spark mathematical reasoning.

Convince Me

Give an Example

Always, Sometimes, Never

Odd One Out

Explain the Mistake

1

Convince me that $\frac{1}{3}$ is greater than $\frac{1}{5}$


 Show Solution



Mein Ansatz:

**Wir multiplizieren beide Zahlen mit 15 (“eine faire Aktion”)
– natürlich mit einem bestimmten “Hintergedanken” ...**

Und sehen dann: $1/3 > 1/5$

 **POSSIBLE ARGUMENT**

Imagine cutting two identical cakes. If you cut the first one into 3 pieces, and the second one into 5 pieces, which pieces are bigger? The more pieces you cut, the smaller each piece becomes. Therefore, $\frac{1}{3}$ (a third of a cake) is larger than $\frac{1}{5}$.



Mathematically, we can convert to a common denominator: $\frac{1}{3} = \frac{5}{15}$ and $\frac{1}{5} = \frac{3}{15}$.

Since $\frac{5}{15} > \frac{3}{15}$, we know $\frac{1}{3} > \frac{1}{5}$.

mr barton maths

Tools ▾

Fraction Wall

Settings

Undo

X Clear

↺ Reset

Print

Full Screen

DISPLAY

Equivalents

Decimals

Percentages

Compare

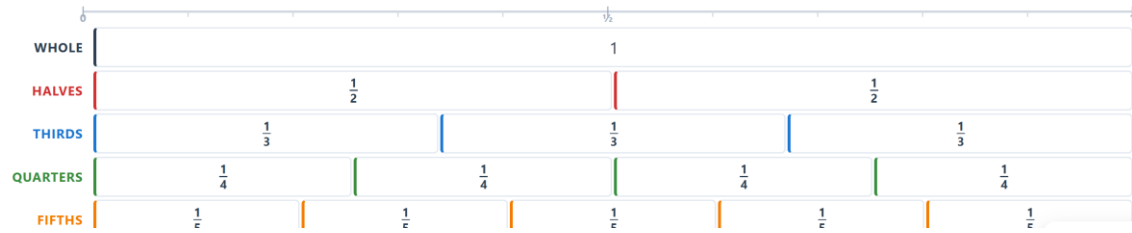
MANUAL



Shade cells

Click any segment to select a fraction

Drag rows to reorder — place related fractions side by side



<https://mrbartonmaths.com/fractions-wall/>

Convince Me

Give an Example

Always, Sometimes, Never

Odd One Out

Explain the Mistake

1

Give an example of two different fractions that are equivalent

AN EXAMPLE

ANOTHER EXAMPLE

ONE NO-ONE ELSE WILL THINK OF

A SNEAKY NON-EXAMPLE

Show Solution



Mein Versuch:

$$\frac{1}{3} = \frac{2}{6}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{9}{24}$$

$$\frac{2}{5} = \frac{1/10}{1/4}$$

$$2 \neq \frac{2}{2}$$

 POSSIBLE ANSWERS

Example: $\frac{1}{2}$ and $\frac{2}{4}$

Another: $\frac{2}{3}$ and $\frac{6}{9}$

Creative: $\frac{3}{7}$ and $\frac{12}{28}$ — multiplying both numerator and denominator by 4. Or $\frac{50}{100}$ and $\frac{1}{2}$ — using a large denominator that simplifies dramatically.

Trap: $\frac{1}{3}$ and $\frac{2}{4}$ — a student might add 1 to both the numerator and denominator of $\frac{1}{3}$ to get $\frac{2}{4}$, thinking “I did the same thing to top and bottom.” But **adding** the same number doesn’t preserve the fraction’s value (only multiplying or dividing does).

Convince Me

Give an Example

Always, Sometimes, Never

Odd One Out

Explain the Mistake

1

If two fractions have the same denominator, the one with the larger numerator is the larger fraction

Show Solution



Wenn wir zwei Brüche mit demselben Nenner haben, dann ist jener Bruch mit dem größeren Zähler die größere Bruchzahl.

Meine Antwort:

Das stimmt immer (always right)

 Hide Solution



ALWAYS

When fractions share a denominator, the pieces are the same size — so more pieces simply means more. For example, $\frac{5}{7} > \frac{3}{7}$ because five-sevenths is more than three-sevenths.

This principle is the foundation of the **common-denominator comparison method**. It always works because once denominators match, the only variable is how many equal-sized pieces you have.

1

Which is the odd one out?

$$\frac{2}{9}$$

$$\frac{1}{4}$$

$$\frac{3}{10}$$

 Show Solution



Meine Antwort:

$\frac{1}{4}$

Nur $\frac{1}{4}$ ist ein Stammbruch

Hide Solution



 **A CASE FOR EACH**

$\frac{2}{9}$ is the odd one out — it is the only recurring decimal (0.222...). The others terminate.

$\frac{1}{4}$ is the odd one out — it is the only unit fraction (numerator is 1).

$\frac{3}{10}$ is the odd one out — it is the largest. $\frac{2}{9} \approx 0.22$, $\frac{1}{4} = 0.25$, and $\frac{3}{10} = 0.3$.

Explain the Mistake

1

Put $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{6}$, and $\frac{1}{4}$ in order from smallest to largest

A STUDENT WRITES:

Answer: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$

Reasoning: "The denominators go 2, 4, 6 which is smallest to biggest. So the fractions go smallest to biggest in the same order."

[Show Solution](#)



Meine Antwort:

Bleibt der Zähler fixiert, dann kann man festhalten, dass ...

Je größer der Nenner, desto KLEINER der Wert des Bruchs.

Hide Solution



THE MISTAKE

The student has the order exactly backwards. They are applying the rule for whole numbers ("6 is bigger than 2") to denominators. But for fractions, a bigger denominator means smaller pieces.



Because $\frac{1}{6}$ is the smallest slice, the correct order is $\frac{1}{6}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}$.

 hachette
LEARNING

Instructional Illusions

Paul A. Kirschner
Carl Hendrick
Jim Heal



JOHN CATT

Zehn Illusionen ...

In Buch „Instructional Illusions“ argumentiert Paul Kirschner (zusammen mit Carl Hendrick und Jim Heal), dass vieles, was wir im Klassenzimmer „sehen“, nur ein schlechter Indikator für tatsächliches Lernen ist.

1

Die Illusion von Leistung vs. Lernen

- **Die Falle:** Lehrpersonen gehen oft davon aus, dass ein Schüler eine Aufgabe „gelernt“ hat, wenn er sie am Ende einer Unterrichtsstunde korrekt ausführen kann.
- **Die Realität:** Leistung ist eine vorübergehende Schwankung im Wissen (sichtbar und kurzfristig). Lernen ist eine dauerhafte Veränderung im Langzeitgedächtnis (unsichtbar und langfristig).
- **Tipp:** Beurteilen Sie den Erfolg einer Unterrichtsstunde nicht danach, wie gut die Schüler / die Schüülerin heute abschneiden. Echtes Lernen erfordert Zeit, Vergessen und erneutes Abrufen.

2

Die Illusion der Unterrichtsbeteiligung

- **Die Falle:** Wenn die Schüler beschäftigt sind und sich „engagiert“ an einer Aktivität beteiligen, müssen sie doch lernen.
- **Die Realität:** Schüler können sich sehr intensiv an einer Aktivität beteiligen (z. B. beim Erstellen eines Plakats oder eines Videos), ohne sich kognitiv mit dem Inhalt auseinanderzusetzen. Beteiligung ist ein schlechter Indikator für Lernen.
- **Tipp:** Fragen Sie immer: „Worüber denken die Schüler eigentlich nach?“ Wenn sie darüber nachdenken, wie man in einer Präsentation eine coole Animation einbauen kann, anstatt über die Physik hinter der Aktivität, geht das Lernen verloren.

3

Die Illusion „Einfach ist besser“ (Wünschenswerte Schwierigkeiten)

- **Die Falle:** Eine Unterrichtsstunde, welche reibungslos verläuft und welche die Schüler als „einfach“ empfinden, wird von Schüler (und auch von Lehrpersonen) als eine erfolgreiche Stunde wahrgenommen.
- **Die Realität:** Was sich leicht anfühlt, wird oft schnell wieder vergessen. Um Informationen ins Langzeitgedächtnis zu übertragen, brauchen die Schüler „erwünschte Schwierigkeiten“ – Aufgaben, die geistige Anstrengung erfordern (wie Abrufübungen, Spacing und Interleaving).
- **Tipp:** Sind Sie sich bewusst, dass Schüler oft weniger effektive Methoden bevorzugen, weil sich diese Methoden für die Schüler im Moment produktiver anfühlen, auch wenn diese Methoden langfristig gesehen zu einer schwächeren Lernleistung führen.

Illusion

4 bis 10 beim nächsten Termin ...

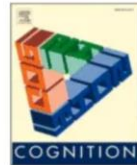
Zum Abschluss ein PAPER:



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Cognition

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cognit



Full Length Article

The impact of distractor processing on semantic memory retrieval: The role of interference-by-process and inhibition



Martin Marko^{a,b,*}, Adam Kubinec^a, Veronika Zelenayová^a, Igor Riečanský^{a,c}

^a Department of Behavioural Neuroscience, Centre of Experimental Medicine, Slovak Academy of Sciences, Sienkiewiczova 1, 813 71 Bratislava, Slovakia

^b Department of Applied Informatics, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava, Slovakia

^c Department of Psychiatry, Faculty of Medicine, Slovak Medical University in Bratislava, Limbova 12, 833 03 Bratislava, Slovakia

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010027725002550>



Akustische Störungen / Ablenkungen

“The study suggests that interference is caused by parallel processing of meaning rather than simple attention shifts.”

Auf den Punkt gebracht:

Störende Hintergrundgeräusche beeinträchtigen komplexe kognitive Aufgaben erheblich, und die Schüler können diese nicht einfach „ausblenden“ oder sich mit der Zeit daran gewöhnen. Selbst Schüler mit einem guten Arbeitsgedächtnis sind davon stark betroffen. Daher ist absolute Ruhe unerlässlich, wenn Schüler anspruchsvolle Aufgaben bearbeiten.