

# Physik besser verstehen!

*MINT* Lernzentrum

Herbert Rubin



# Naturwissenschaftsunterricht

## Neuere Untersuchungen

- **NaTech-Expertise** z. Hd. der Bildungsdirektion des Kantons Zürich; ZHSF, Juli 2009; Link: [NaTech-Expertise](#)
- **Science Education in Europe: Critical Reflections**; A Report to the Nuffield Foundation; Jonathan Osborne and Justin Dillon; 2008; Link: [Nuffield Foundation](#)
- **MoMoTech-Studie**; acatech Deutschland, 2009  
**Monitoring von Motivationsprojekten für den Techniknachwuchs**; Link: [MoMoTech](#)

Ausführliche Erläuterungen auf [schulphysik.ch](#)



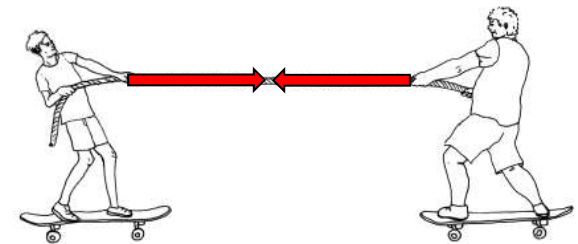
## Ergebnisse der NaTech-Expertise:

Unter anderem werden folgende Punkte genannt:

- **Lernschwierigkeiten** besonders in **Physik** und **Chemie**  
Alltagsbegriffe haben in der Physik meist eine andere Bedeutung, abstrakte Beschreibung
- Geringe Lernwirksamkeit, wenig Verständnis
- Heterogene Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler
- Unterricht setzt zu spät ein, Anschluss an Vorwissen schwierig
- **Wissenstransfer** von Mathematik- und Sprachkenntnissen ungenügend

## Lernschwierigkeiten:

Weshalb besonders in Physik und Chemie?



Wer muss stärker ziehen?

## Umstrukturierung des Begriffswissens:

- Konflikte mit Vorkonzepten behindern das Lernen in den Naturwissenschaften
- Beispiel: Kraft wird oft mit Anstrengung verwechselt
- Konzeptwechsel mithilfe **lernpsychologischer Interventionen**



# MINT

## Mathematik-Informatik-Naturwissenschaft-Technik

### Die Vorstellungswelt der Schülerinnen und Schüler im Fokus

- Anschlussfähige und nicht anschlussfähige Schülervorstellungen analysieren → Vortests
- Schülervorstellungen miteinbeziehen
- Vorkonzepte und Fehler konstruktiv nutzen
- Aufbau der Lerninhalte schülergerecht optimieren  
→ Stoffdidaktik vs. lehr-/lernforschungsbasierte Didaktik
- Lernfortschritte nachweisen → Nachtests

## Didaktische Aspekte

Von der üblichen Fachsystematik zu verständnisorientiertem Unterricht

- Von einfachen Grundphänomenen ausgehen, welche die Schülerinnen und Schüler noch nicht erklären können
- Erkenntnisse aus naheliegenden Fragestellungen ableiten  
Formalisierung en passant!
- Aufträge zur Vertiefung und Reflexion des eigenen Wissensstandes
- Neue Themenbereiche jeweils aus offenen Fragestellungen entwickeln

## Kognitiv aktivierende Lernformen

- Einstieg mit kognitiv aktivierenden Phänomenen
- Vorhandene Misskonzepte kennen und konstruktiv nutzen
- Anleitungen zur Bildung von Selbsterklärungen
- Metakognitives Training
- **Holistic Confrontation**
- **Inventing with Contrasting Cases (ICC)**
- Aufträge zum forschenden Lernen

# *MINT* - Lerneinheiten

- **Mechanik** (4 Module à 7 Lerneinheiten)
  - Modul 1: Trägheit – Wechselwirkung – Gleichgewicht
  - Modul 2: Kraft und Beschleunigung
  - Modul 3: Kreisbewegung, Schwerkraft und Schwerelosigkeit
  - Modul 4: Wirkungsgrößen und Erhaltungssätze
- **Energieformen der Mechanik** (10 Lerneinheiten)
- **Flussverhalten unserer Flüsse** (6 Lerneinheiten)



# Mechanik – Modul 1 Trägheit-Wechselwirkung-Gleichgewicht

- **L1** Trägheit und gleichförmige Bewegung
- **L2** Masse und Trägheitsgesetz
- **L3** Beschleunigte Bewegung und Kraft
- **L4** Kräftegleichgewicht
- **L5** Wechselwirkungen
- **L6** Wechselwirkungsgesetz
- **L7** Reaktions- und Gleichgewichtskräfte

# Mechanik – Modul 2 Kraft und Beschleunigung

- **L1** Die Grundgleichung der Mechanik
- **L2** Freier Fall
- **L3** Schiefe Ebene
- **L4** Bewegung auf beliebigen Bahnen
- **L5** Horizontaler Wurf
- **L6** Allgemeine Wurfbewegung
- **L7** Reibung und Luftwiderstand

# Mechanik – Modul 3 Kreisbewegung und Schwerkraft

- **L1** Kreisbewegungen
- **L2** Schwerkraft
- **L3** Schwerelosigkeit
- **L4** Planeten- und Satellitenbewegung
- **L5** Vertikale Kreisbewegung im Schwerfeld
- **L6** Horizontale Kreisbewegungen - Fliehkräfte
- **L7** Bezugssysteme

# Mechanik – Modul 4 Wirkungsgrößen und Erhaltungssätze

- **L1** Mechanische Energie
- **L2** Berechnung der Energie
- **L3** Arbeit, Energieänderung
- **L4** Leistung
- **L5** Impuls
- **L6** Impuls- und Energieerhaltung
- **L7** Impulserhaltung und Energieentwertung

# Energieformen in der Mechanik

- **L1** Trägheit und Energie
- **L2** Berechnung der Energie
- **L3** Energieumwandlungen
- **L4** Energieerhaltung
- **L5** Energieänderung - Arbeit
- **L6** Arbeit und Leistung
- **L7** Wechselwirkung mehrerer Körper
- **L8** Anwendungen von Energie- und Impulserhaltung
- **L9** Energieerhaltung und Reibung

# Flussverhalten von Flüssen

- **L1** Entstehung natürlicher Flussläufe
- **L2** Eigenschaften strömender Flüssigkeiten
- **L3** Gerinneströmungen
- **L4** Energie der Flüsse
- **L5** Aufträge für Selbsterklärungen
- **L6** Auftrag zum forschenden Lernen

## Lektion 1: Bewegung und Trägheit

- Thema:** In dieser Lektion wird der physikalische Begriff der Trägheit anhand von anschaulichen Experimenten sowie einem erläuternden Text eingeführt und an die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler angebunden.
- Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, das physikalische Konzept der Trägheit zu beschreiben, es durch Beispiele zu erläutern sowie zu begründen, warum es auch auf solche Phänomene zutrifft, die zunächst mit diesem Konzept unverträglich zu sein scheinen.
- Vorwissen:** Für diese Lektion ist kein spezifisches Vorwissen erforderlich. Es ist hilfreich, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits den Begriff der gleichförmigen Bewegung kennen. Wenn das nicht der Fall ist, sollte dieser Begriff in dieser Lektion erläutert werden.



## 1. Stunde

Arbeitsform	Themen	Zeit
Einleitende Frage mit Diskussion 10 Minuten	Braucht Bewegung Antrieb?	10 Minuten
Einführende Experimente mit Diskussion	Bewegungen ohne Antrieb	10 Minuten
Textlektüre	Beschreibung und Interpretation von Trägheitseffekten.	10 Minuten
Weitere Demonstrationsexperimente	Weitere Trägheitseffekte	10 Minuten
Diskussion in Kleingruppen	Trägheitseffekte aus dem Alltag	5 Minuten



## 2. Stunde

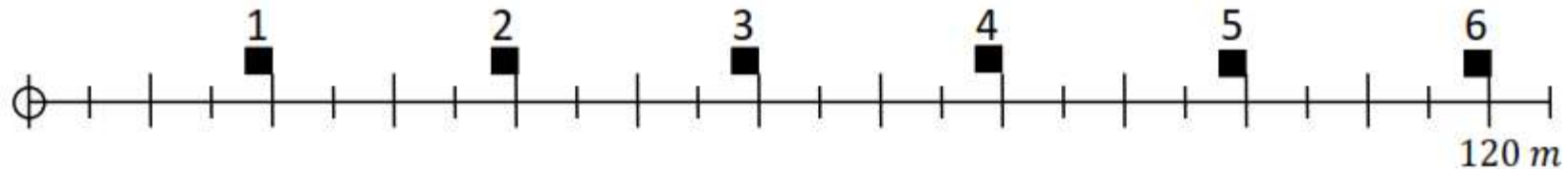
Arbeitsform	Themen	Zeit
Fragestellung mit Experiment und Diskussion	gleichförmige Bewegung	10 Minuten
Arbeitsblatt in Kleingruppen bearbeiten	Kleingruppenarbeit	15 Minuten
Formulieren der Ergebnisse	Weg-, Zeitgesetz der gleichförmigen Bewegung, Definition von Geschwindigkeit	10 Minuten
Besprechung der Hausaufgaben	Trägheitseffekte	10 Minuten

# Inventing with Contrasting Cases (ICC)

## Gleichförmige Bewegungen

Die folgende Abbildung zeigt die Bewegung eines Körpers A (kleine schwarze Quadrate) entlang einer geraden Linie. Die Zahlen über den Quadraten sind die Zeiten in Sekunden, der Abstand zwischen zwei Strichmarken beträgt  $5\text{ m}$ . Der räumliche Nullpunkt (Ursprung) ist durch einen Kreis markiert.

**Körper A:**

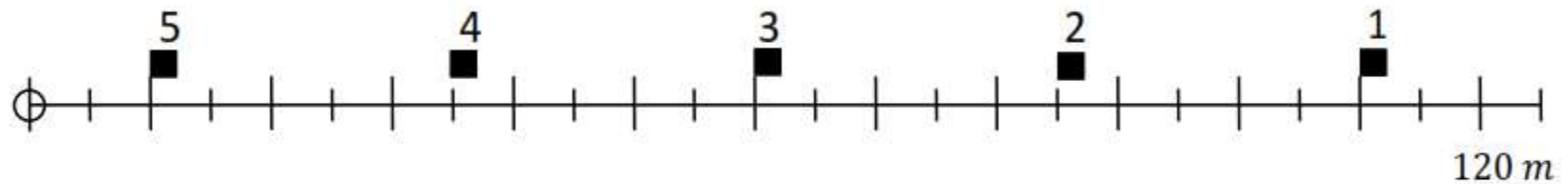


Durch welche Eigenschaft zeichnet sich diese Bewegung aus? Welche Kenngröße zur Beschreibung dieser Bewegung lässt sich daraus ableiten und wie gross ist sie in diesem Beispiel?



Die folgende Abbildung beschreibt die Bewegung eines zweiten Objekts  $B$ :

**Körper  $B$ :**



Worin unterscheidet sich diese Bewegung von der ersten? Gib auch hier den Wert der entsprechenden Kenngrösse an.

Die Bewegung kann auch in tabellarischer Form durch Zahlen beschrieben werden (Wertetabelle).  
Trage für beide Bewegungen diese Zahlen in die folgende Tabelle ein.

$t$ (s)	1	2	3	4	5	6	7
$s_1$ (m)	20	40	60	80	100	120	140
$s_2$ (m)	110	85	60	35	10	-15	-40

Trage diese Messpunkte in das Zeit-Weg-Diagramm auf der nächsten Seite ein!



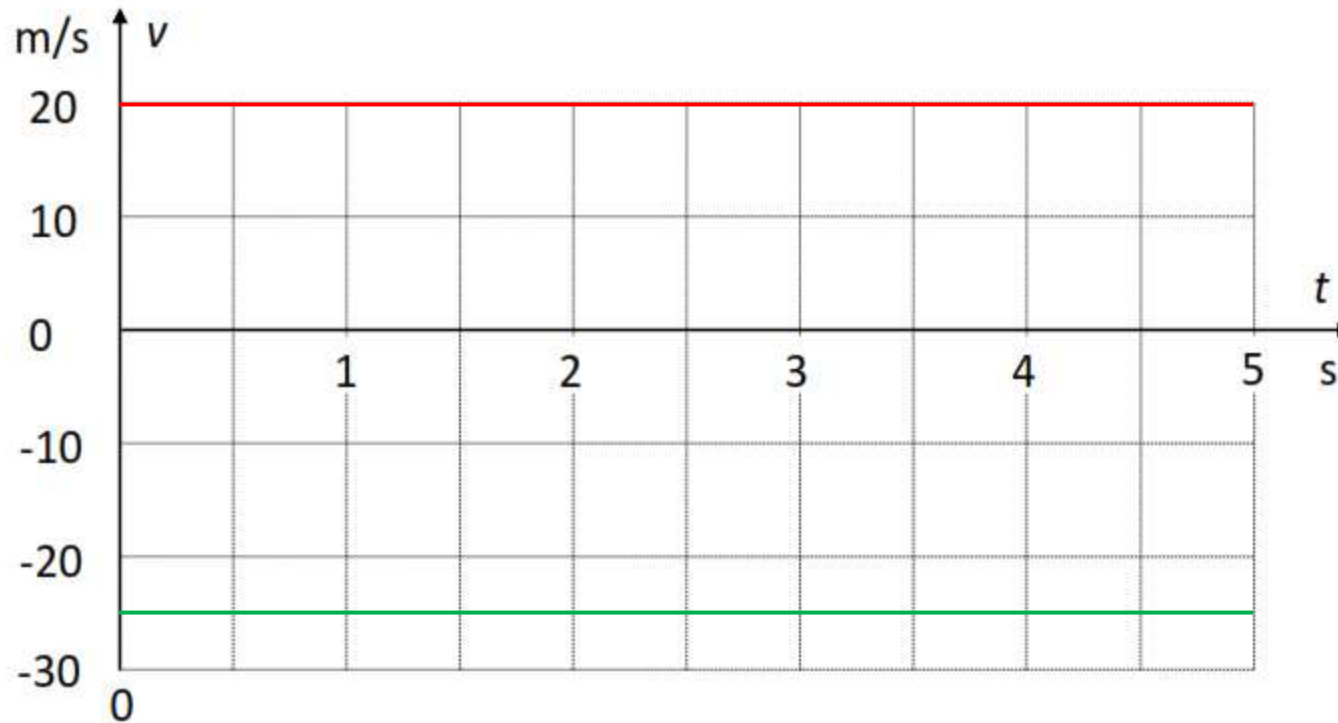
## Zeit-Weg-Diagramm

Auf der vertikalen Achse ist die Distanz zum räumlichen Nullpunkt (Ursprung) aufgetragen.



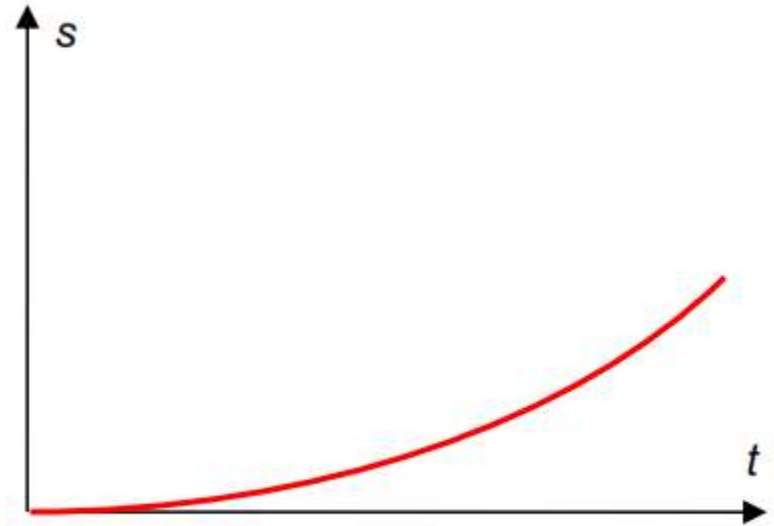
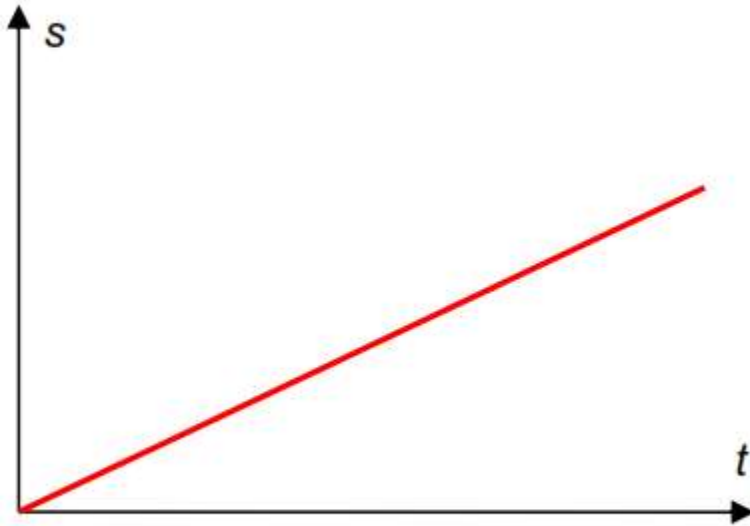
Worin besteht der Vorteil dieser Darstellung? Wie können die Geschwindigkeiten der beiden Objekte aus dem Diagramm abgelesen werden? Wo und wann treffen sich die beiden Objekte?

## Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm



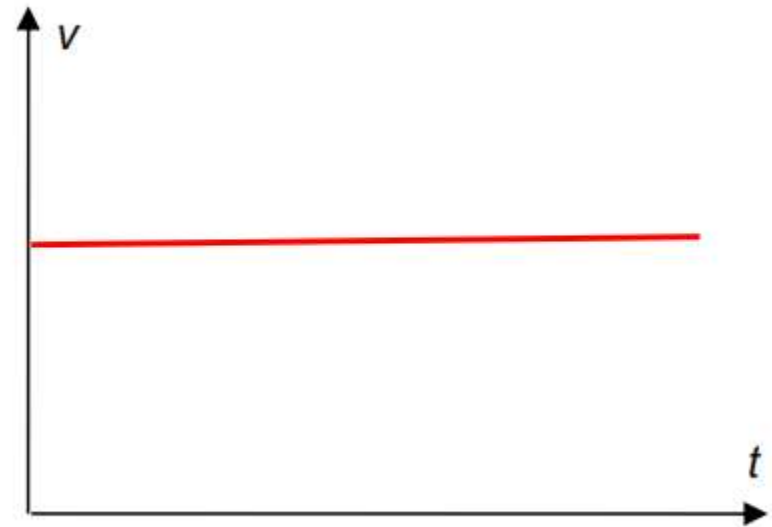
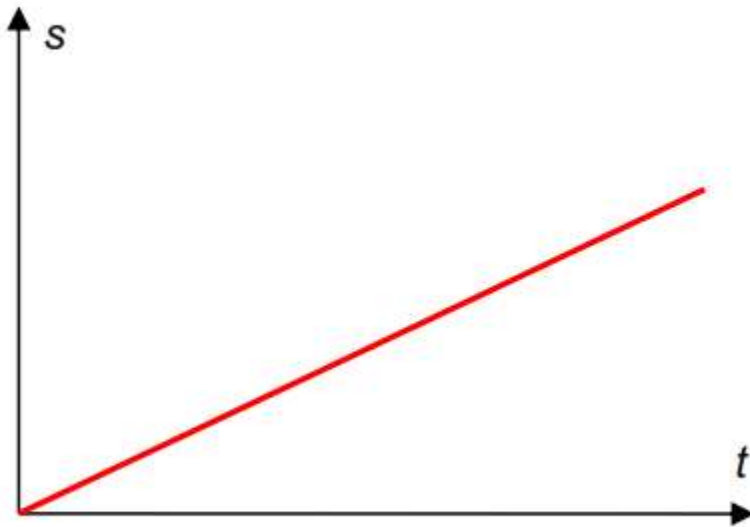
Trage die Geschwindigkeiten der beiden Körper von der vorherigen Seite in das obenstehende Zeit-Weg-Diagramm ein und gib einen kurzen Kommentar!

1. Welches der beiden Diagramme beschreibt eine Geschwindigkeitszunahme?



Gib eine Begründung, die dir einleuchtet!

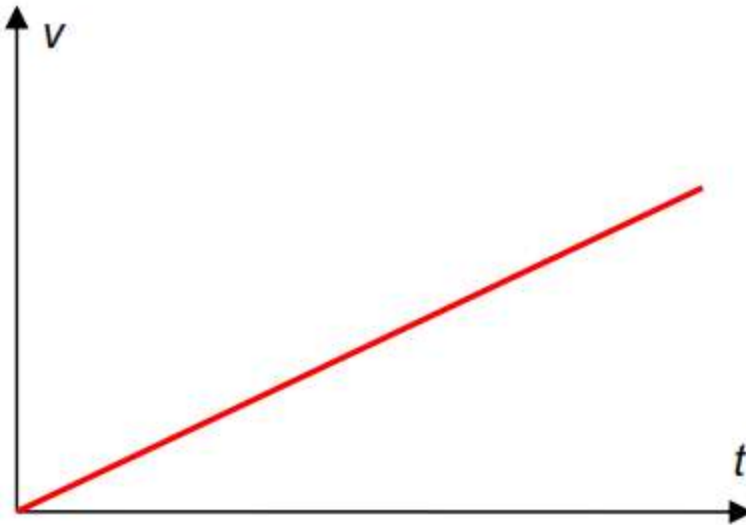
2. Welche Informationen lassen sich aus den beiden folgenden Diagrammen herauslesen?



Gib auch hier jeweils eine einleuchtende Erklärung.

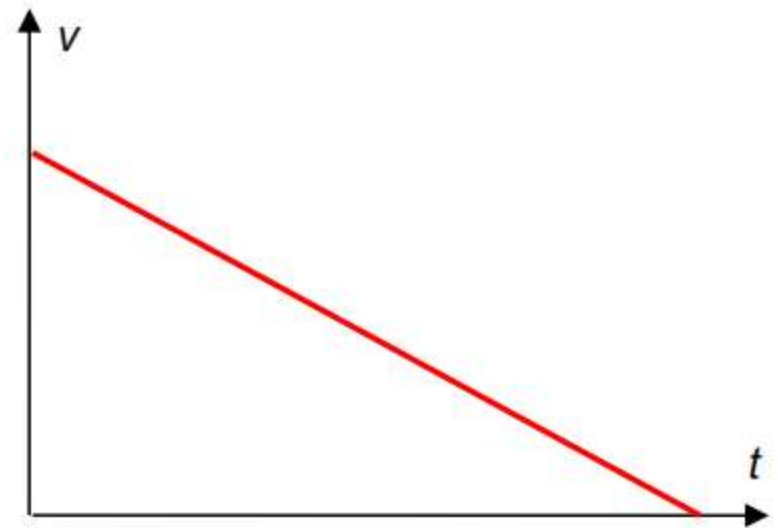
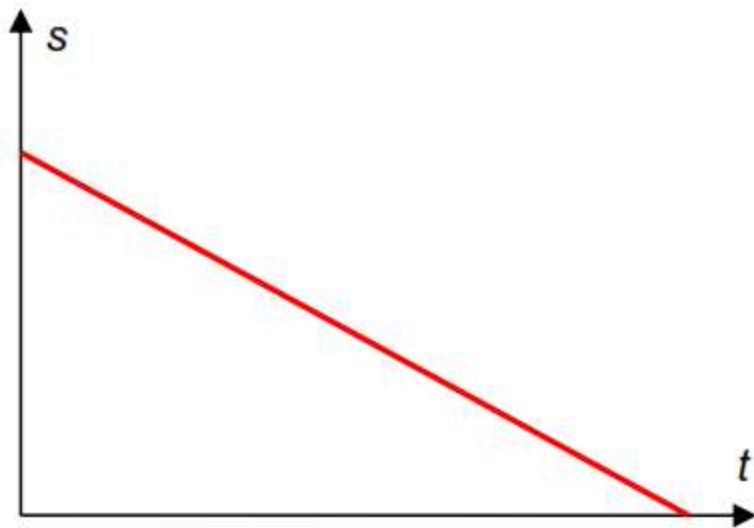


3. Welche Informationen sind jeweils in diesen beiden Diagrammen enthalten?



Erkläre auch jeweils, wie die Information aus dem jeweiligen Diagramm abgelesen werden muss!

4. Welche Bewegung wird jeweils durch diese beiden Graphen beschrieben?



Überlege dir auch gut, worin der Unterschied der beiden Bewegungen besteht!

## Einstieg:

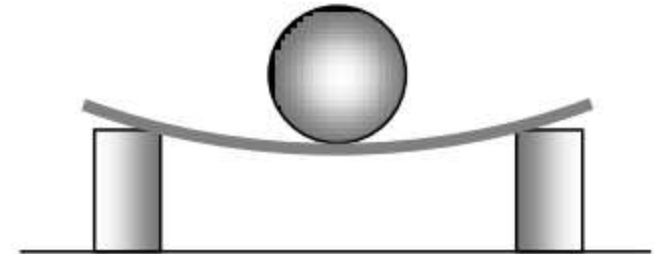
Auf einen Tisch wird ein Holzklötzchen oder ein beliebiger anderer Körper gelegt, etwa gemäss nebenstehender Abbildung (siehe **Folie 4.1**).



**Frage:** *Wirken hier Kräfte oder wirken keine? Der Körper liegt schliesslich bewegungslos auf dem Tisch, er befindet sich im Zustand der Ruhe!*

Mithilfe des folgenden Experiments kann dieser Schwierigkeit begegnet werden (siehe **Folie 4.2**):

Ein Gegenstand wird wie in der Abbildung rechts auf ein dünnes elastisches Brett gelegt, welches nur an beiden Enden abgestützt wird. Das Brett wird durch das Gewicht des Körpers wie eine Feder gespannt.



Drückt man von Hand eine Feder zusammen, kann man die Kraft von der Feder auf die Hand gut spüren. Auch kann man mit der Hand auf das Brett drücken und die Spannung im Brett als Kraft auf die Hand spüren.

## Was misst der Kraftmesser?

Konfrontation mit bekannten Phänomenen

- Ein Gewichtsstück wird an einen Kraftmesser gehängt. Was zeigt der Kraftmesser an?

---

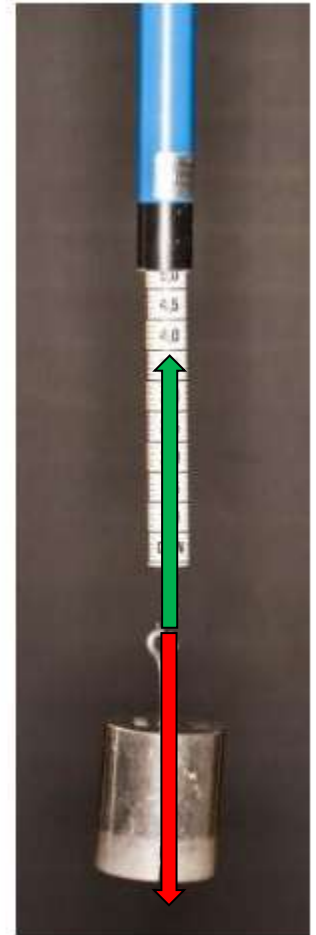
---

---

---

---

---



- Weshalb fällt das Gewichtsstück nicht herunter?



## Konfrontation mit bekannten Phänomenen

### Was zeigt der Kraftmesser hier an?

Mittels eines Kraftmessers wird ein Holzklötzchen mit konstanter Geschwindigkeit über die Tischfläche gezogen (vgl. Abb. rechts).



Weshalb zeigt der Kraftmesser auch hier etwas an? Jetzt zieht doch der Kraftmesser am Gegenstand - und nicht wie vorher - der Gegenstand am Kraftmesser!

### Anmerkung:

Zieht man an einem Kraftmesser, so zeigt er die Kraft an, mit der man an ihm zieht. Was zeigt der Kraftmesser aber an, wenn man mit ihm an einem Gegenstand zieht?

## In welchem Verhältnis stehen Kraft und Reaktionskraft?

### Experiment 1:

Zwei Kraftmesser werden so wie in Abbildung 1 zusammengehängt, dass sie gegenseitig die Kraft messen können, mit der sie jeweils am anderen ziehen.



Abbildung 1: zwei aneinander gehängte Kraftmesser

## Die Wechselwirkung beim PKW / LKW-Beispiel:

Ein PKW schiebt wie in Abbildung 1 dargestellt einen LKW, dessen Motor ausgeschaltet ist, und der sich im Leerlauf befindet. Die Anordnung bewegt sich nach rechts.

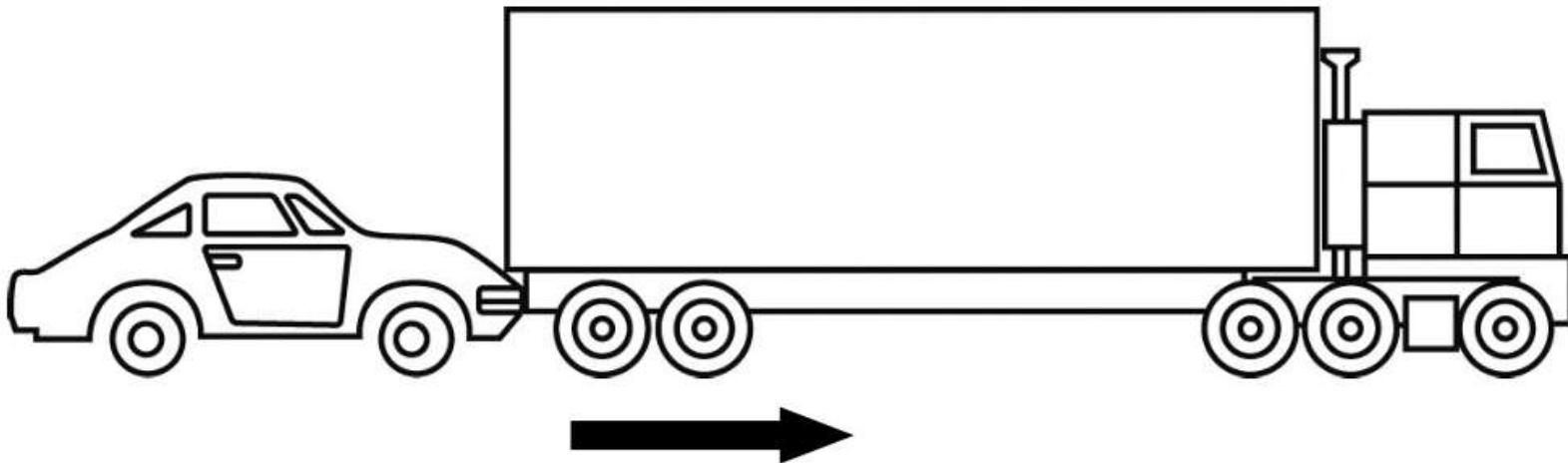


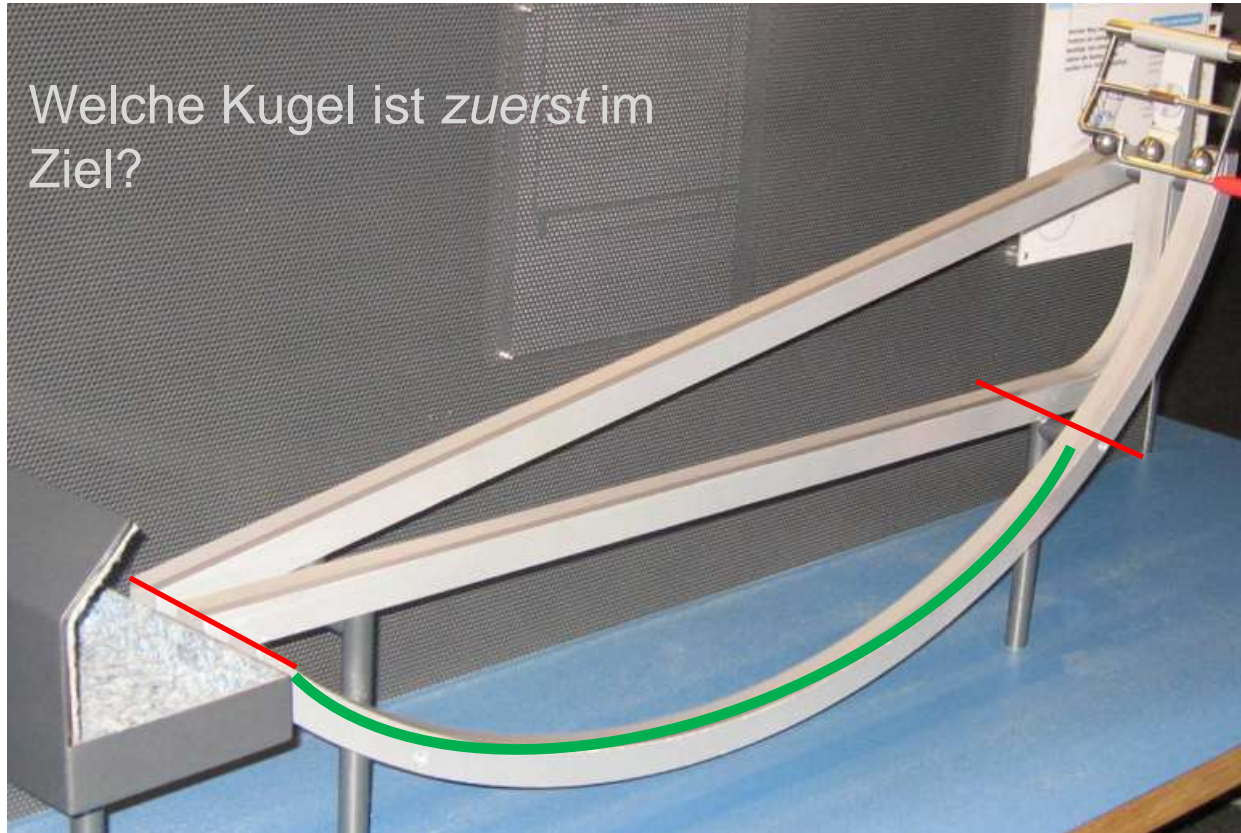
Abbildung 1: ein PKW schiebt einen LKW

Macht es für die Grösse der Reaktionskräfte einen Unterschied, ob sich das System PKW / LKW mit gleichförmiger Geschwindigkeit geradlinig bewegt oder ob der PKW beschleunigt?

Verhält es sich zum Beispiel so, dass im Fall der positiven Beschleunigung durch den PKW die Kraft, die der PKW auf den LKW ausübt, grösser ist als die Gegenkraft, die der LKW auf den PKW ausübt?

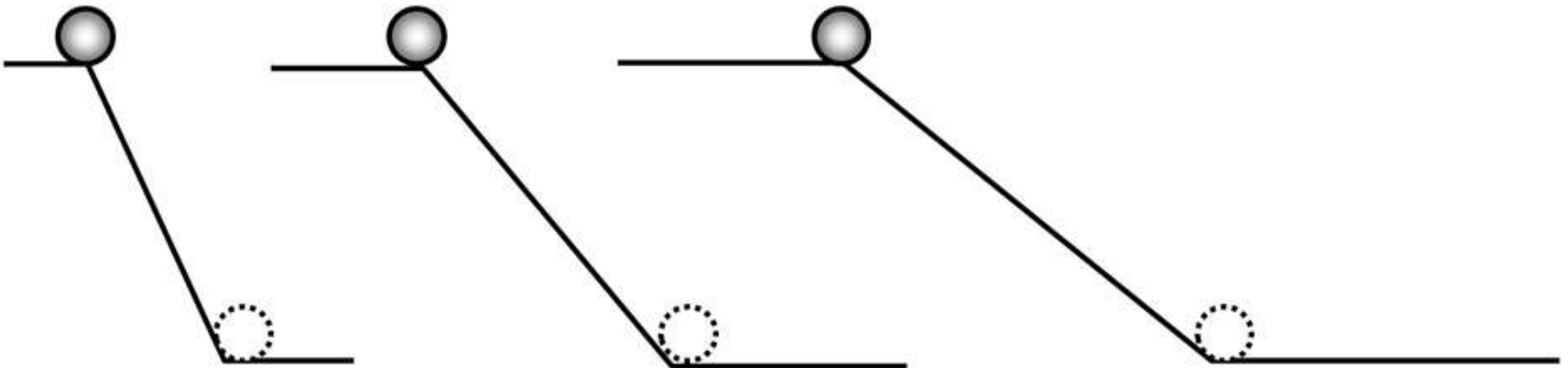


# Kognitiv aktivierender Einstieg ins Thema Energie



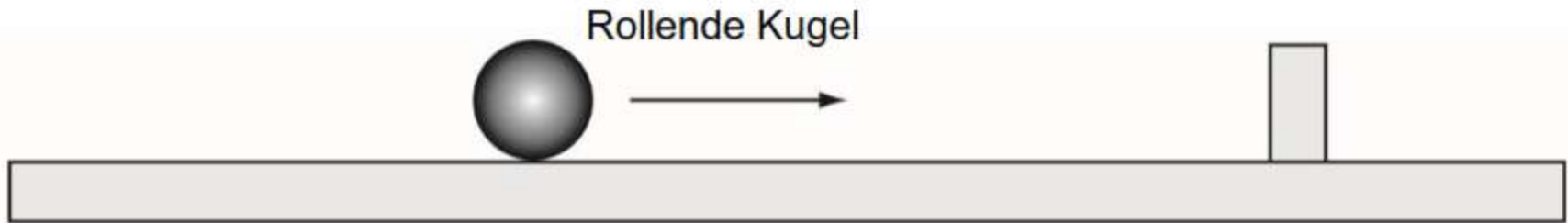
# Kognitiv aktivierender Einstieg ins Thema Energie

Welche Kugel erreicht die grösste Geschwindigkeit?



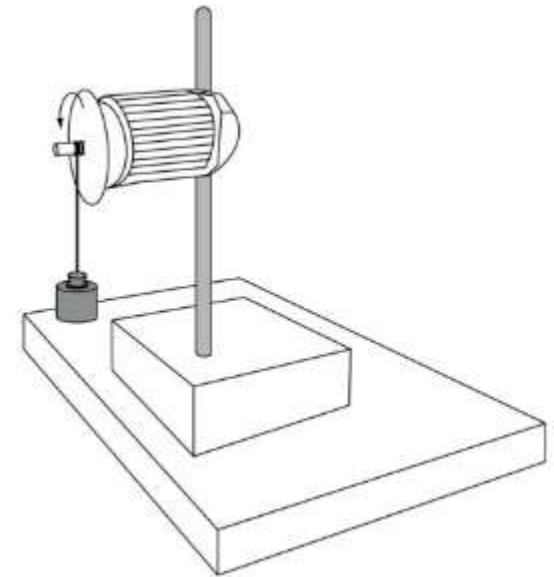
## Inventing with Contrasting Cases (ICC)

(1) Eine Stahl- oder Billardkugel wird auf einer glatten Tischplatte angestossen. Sie rollt so lange weiter, bis sie auf ein Hindernis trifft oder über die Tischkante hinwegrollt und zu Boden fällt.



## Inventing with Contrasting Cases (ICC)

(2) Ein kleiner Elektromotor zieht einen Gewichtskörper in die Höhe. Er stoppt, nachdem eine bestimmte Höhe erreicht wurde. Wird der Motor abgestellt, senkt sich der Gewichtskörper wieder und treibt seinerseits den Elektromotor in die entgegengesetzte Richtung an.



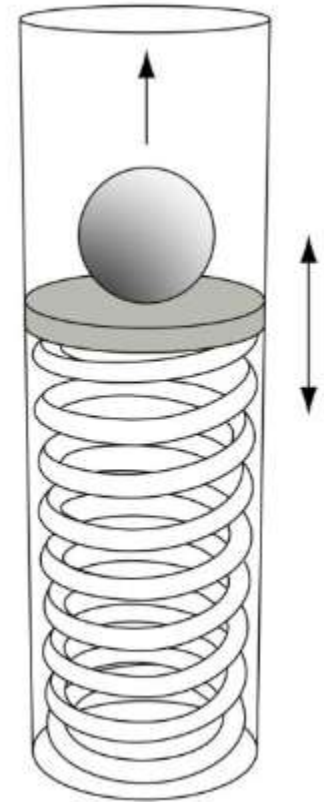
Elektromotor mit Gewicht



## Inventing with Contrasting Cases (ICC)

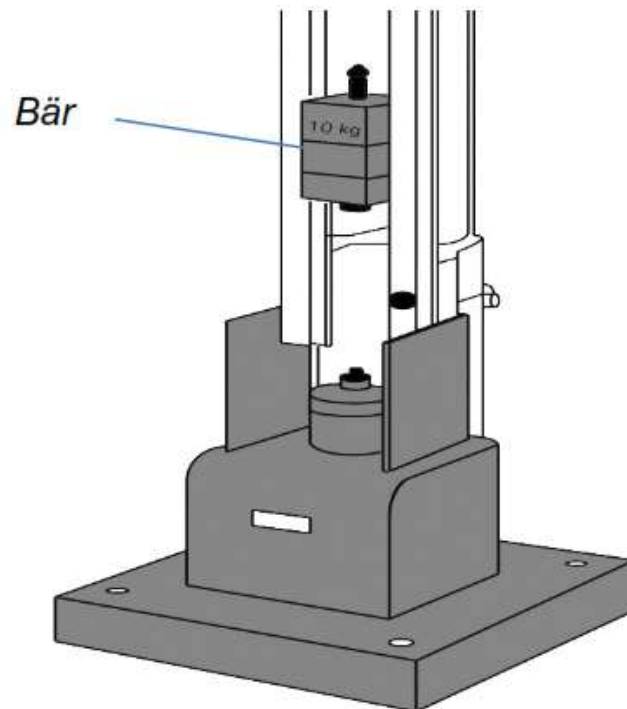
(3) Bei einem Wurfapparat wird die Feder durch Zusammendrücken gespannt und anschliessend in dieser Position arretiert. Beim Lösen der Arretierung entspannt sich die Feder wieder und schießt eine Kugel in die Höhe.

Wurfapparat mit Feder



## Erarbeitung einer Formel

Bei den folgenden Aufträgen geht es darum, sich zu überlegen, wie die Formel aussehen muss, mit der man die Wirkung zum Beispiel eines Fallhammers berechnen kann. Allgemeiner geht es darum, eine Formel für die Wirkung von Gegenständen zu finden, die aus einer bestimmten Höhe herunterfallen.



## Einsatzbereiche von Selbsterklärungen

- Förderung des konzeptuellen Verstehens
- Produktiver Umgang mit Fehlern und Misskonzepten
- Herstellung von Wissensbezügen - Aktivierung des Vorwissens
- Kontrastierungen
- Lösungsstrategien

Weshalb so und nicht anders...?

$$W_L = m \cdot g \cdot h$$



## Typen von Selbsterklärungen:

- **Grundbegriffe und Zusammenhänge**

gezielte Vergegenwärtigung zentraler Konzepte, Zusammenhänge und Lösungswege; Förderung des konzeptuellen Verstehens

- **Gezielte Integration neuer Informationen in das Vorwissen**

Anbindung an bestehendes Wissen

- **Fehlvorstellungen**

Falsche Konzepte und Lösungsstrategien werden bewusst als inkorrekt vergegenwärtigt. Man repräsentiert einen Fehler als Fehler.

- **Perspektivübernahme**

Sich in jemand anderen hineindenken. Welche Konzepte sind wichtig?



# Beispiele für Selbsterklärungsaufträge...

## (1) Selbsterklärungen von Grundbegriffen und Zusammenhängen

- Beschreibe das physikalische Trägheitsprinzip in drei Sätzen. Welcher Punkt ist für das Verständnis besonders wichtig?
- Erkläre, was man in der Physik unter dem Begriff der Kraft versteht. Beschreibe dabei, inwiefern der physikalische Begriff der Masse für das Verständnis des Kraftbegriffs besonders wichtig ist.
- Was versteht man in der Physik unter „Masse“? Erläutere diesen Begriff in drei Sätzen und unterscheide ihn vom Begriff des Gewichts.
- Lies den Text aus Galileis Dialog auf der Rückseite des Lesetexts T2. Inwiefern unterscheidet sich dort Galileis Argumentation von der Darstellung auf der Vorderseite, die aus einem Lehrbuch entnommen wurde?
- Inwiefern können der Zustand der Ruhe und der Zustand der gleichförmig geradlinigen Bewegung als äquivalent aufgefasst werden?

## (2) Selbsterklärungen zur gezielten Integration neuer Information in das Vorwissen

- Welche technischen Anwendungen kennst du, bei denen das Trägheitsgesetz eine besondere Rolle spielt? Beschreibe drei Beispiele.
- Nenne drei Beispiele, die dem Trägheitsgesetz zu widersprechen scheinen und erkläre, weshalb dies nur scheinbar der Fall ist.
- Überlege dir weitere Beispiele, die für die Gültigkeit des Trägheitsgesetzes sprechen.
- Woran kann man selbst spüren, ob die S-Bahn, in der man gerade sitzt, schneller wird, abbremst oder eine Kurve fährt? Beschreibe auch deine eigenen Erfahrungen und versuche, sie zu erklären.
- Welche Phänomene aus dem Alltag kennst du, die das Trägheitsgesetz besonders gut veranschaulichen? Beschreibe drei Beispiele.



### (3) Selbsterklärungen zu möglichen Fehlvorstellungen

- Jemand glaubt, dass Masse und Gewicht dasselbe sind. Das ist falsch. Mit welchen Argumenten würdest du versuchen, diese Person zu überzeugen, dass dies nicht zutreffend ist?
- Wie würdest du jemandem, der Kraft und Anstrengung miteinander gleichsetzt, erklären, warum dies falsch ist?
- Jemand hat in der letzten Lektion gefehlt und glaubt, dass der Zustand der Ruhe von dem Zustand der gleichförmig geradlinigen Bewegung grundsätzlich



#### (4) Selbsterklärungen zur Perspektivübernahme

- Wie würdest du jemandem, der in der letzten Lektion gefehlt hat, das Trägheitsprinzip erklären? Welcher Punkt ist für das Verständnis besonders wichtig?
- Jemand kennt den Unterschied zwischen den physikalischen Begriffen „Masse“ und „Gewicht“ noch nicht. Wie würdest du dieser Person diesen wichtigen Unterschied erklären?
- Wie würdest du jemandem, der in der letzten Lektion gefehlt hat, den physikalischen Kraftbegriff erklären? Welche anderen physikalischen Begriffe sind besonders wichtig, um den Kraftbegriff zu verstehen?
- Was könnte der Grund gewesen sein, dass es so lange gedauert hat, bis ein Mensch auf das Trägheitsgesetz gestossen ist?

# Ergebnisse

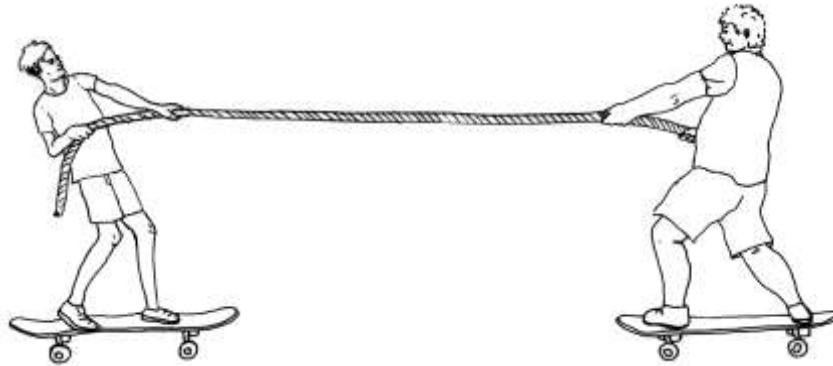
Wintersemester  
2011 / 2012  
RG / KZN

			Messzeitpunkt	
			1 Prä	2 Post
			Mittelwert	Mittelwert
Klasse	4a	korrekt_gesamt	7,42 <sub>a</sub>	12,33 <sub>b</sub>
		geskor_gesamt	6,96 <sub>a</sub>	11,71 <sub>b</sub>
	4b	korrekt_gesamt	5,35 <sub>a</sub>	9,15 <sub>b</sub>
		geskor_gesamt	4,90 <sub>a</sub>	8,62 <sub>b</sub>
	4c	korrekt_gesamt	5,88 <sub>a</sub>	7,44 <sub>a</sub>
		geskor_gesamt	5,65 <sub>a</sub>	7,06 <sub>a</sub>
	4d	korrekt_gesamt	6,41 <sub>a</sub>	7,06 <sub>a</sub>
		geskor_gesamt	6,05 <sub>a</sub>	6,56 <sub>a</sub>
3t (KZN)	korrekt_gesamt	6,96 <sub>a</sub>	12,38 <sub>b</sub>	
	geskor_gesamt	6,36 <sub>a</sub>	11,67 <sub>b</sub>	

Note: Values in the same row and subtable not sharing the same subscript are significantly different at  $p < 0.05$  in the two-sided test of equality for column means. Cells with no subscript are not included in the test. Tests assume equal variances.



3. a) Zwei Skateboard-Fahrer mit deutlich unterschiedlichem Gewicht stehen sich je auf einem Skateboard gegenüber und sind mit einem gespannten Seil verbunden. Sie ziehen beide mit gleicher Kraft am Seil. Was ist zutreffend?



- Der schwerere Skater bleibt stehen, der leichtere rollt auf ihn zu.
- Sie treffen sich in einem Punkt, der näher beim leichteren Skater liegt.
- Beide bewegen sich gleich schnell zur anfänglichen Mitte (siehe Abbildung) hin.
- Sie treffen sich in einem Punkt, der näher beim schwereren Skater liegt.

b) Welche der folgenden Erklärungen für deine Antwort(en) ist richtig (nur eine Antwort ankreuzen)?

- Die Kraft wirkt sich immer nur auf den leichteren Skater aus, deshalb bleibt der schwerere stehen.
- Weil die Kräfte gleich gross sind, müssen sie sich auch mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb müssen sie sich zwangsläufig in der Mitte treffen.
- Da die Kräfte gleich gross und die Massen unterschiedlich sind, bewegen sich beide – der Schwerere jedoch langsamer. Deshalb treffen sie sich nicht in der Mitte.
- Aufgrund seiner grösseren Trägheit rollt der Schwerere weiter als der Leichte. Deshalb müssen sie sich an einem Punkt treffen, der näher bei der ursprünglichen Lage des leichteren Skaters liegt.

# Projekt Flussrevitalisierung

## QUERSTRÖMUNGEN

Natürlich belassene Flüsse fließen in der Regel nicht über längere Strecken geradlinig. Auch dann nicht, wenn der Untergrund einigermaßen homogen ist. Weshalb ist das so? Man spricht häufig von Mäandrierung bzw. von mäanderförmigem Verlauf.



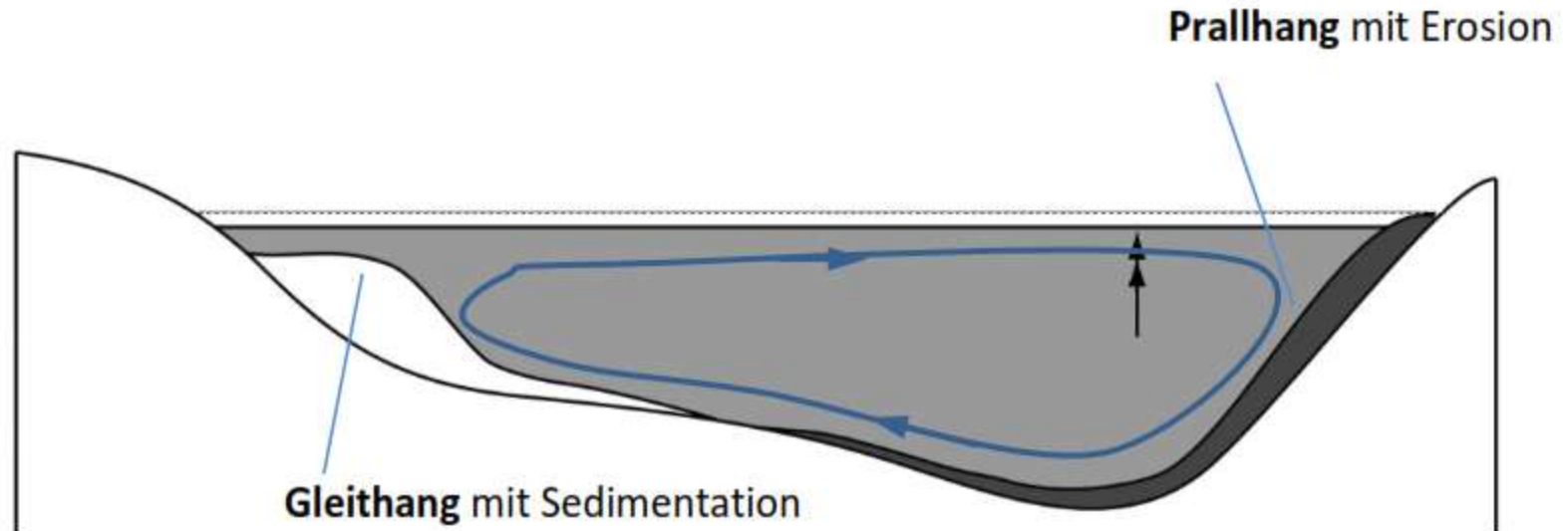
Oft bildet sich sogar ein extrem kurvenreicher Flussverlauf. Ein schönes Beispiel dafür zeigt die folgende Abbildung:



Stark ausgebildete Flussschleife der [Amper](#) bei [Olching](#) (20 km westlich von München) mit gut sichtbaren Kiesablagerungen im Kurveninneren. (→ in der Nähe ist auch der Amperkanal!)



Aufgrund der Querströmung entsteht aus einem anfänglich symmetrischen Querschnitt ein asymmetrisches Profil wie etwa in der folgenden Abbildung dargestellt:



Macht der Fluss in Blickrichtung eine Linksbiegung, entsteht eine Querströmung im Uhrzeigersinn, wie oben abgebildet. Macht der Fluss hingegen eine Rechtsbiegung, entsteht eine Querströmung im Gegenuhrzeigersinn.

## EIN VERWANDTES PROBLEM

Ein ähnliches Phänomen kann im Alltag beobachtet werden:

In eine Teetasse mit heissem Wasser werden einige Teeblätter gegeben. Sie verteilen sich zunächst mehr oder weniger gleichmässig (Bild 1). Anschliessend beginnt man mit einem Teelöffel vorsichtig im Kreis zu rühren (Bild 2). Kurze Zeit später kann man beobachten, wie sich die Teeblätter in der Mitte der Teetasse am Boden eng zusammen absetzen (Bild 3).



Bild 1



Bild 2



Bild 3

Wie kann man sich diesen Effekt erklären und was hat er mit der Mäanderbildung von Flüssen zu tun?

Auch Albert Einstein hat sich mit solchen Fragen beschäftigt. In einem Aufsatz aus dem Jahre 1926 beschreibt und erklärt er beide Phänomene sehr anschaulich (→ [Link](#)).



### DIE KREISZAHL $\pi$ :

Bei sehr alten mäandrierenden Flüssen soll das Verhältnis von der Gesamtlänge  $L$  des Flusses geteilt durch die Distanz  $D$  (Luftlinie) von Quelle zur Mündung etwa der Zahl  $\pi$  entsprechen:

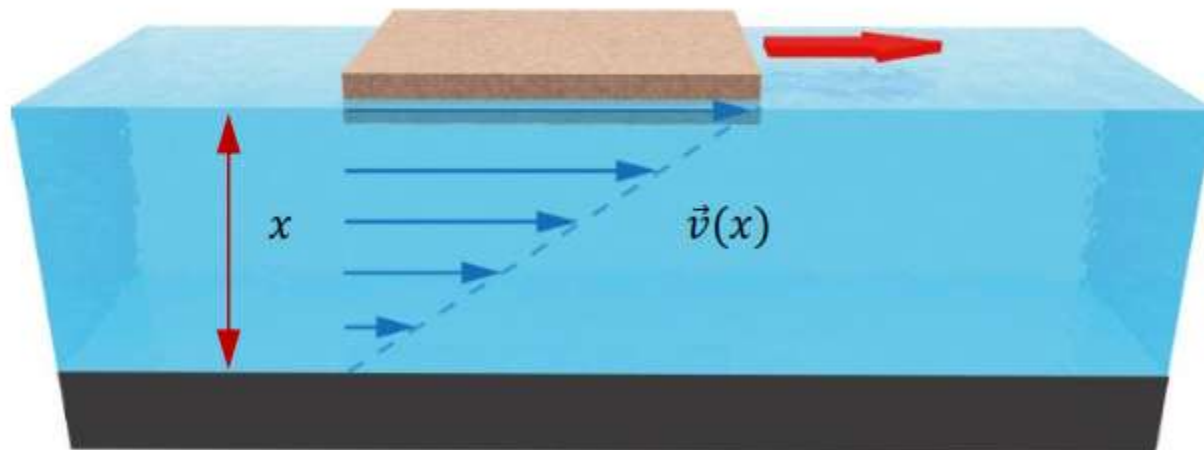
$$\frac{L}{D} \approx \pi$$

Wie ist dieser merkwürdige Sachverhalt zu erklären? → [Link](#)

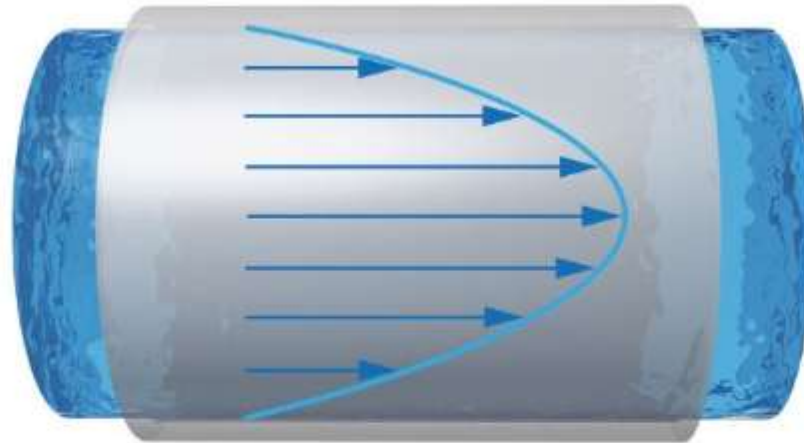
# Viskosität

An dieser ersten haftenden Schicht gleiten die weiter innen liegenden Flüssigkeitsteilchen hinweg. Ihre Bewegung wird durch die innere Reibung der Flüssigkeitsteilchen aneinander bestimmt.

Betrachten wir dazu folgendes Experiment:



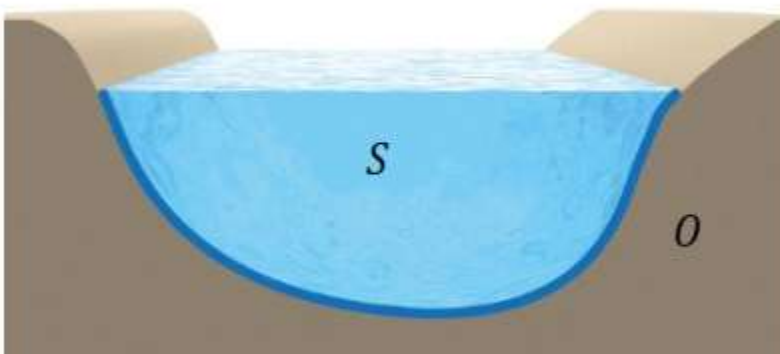
# Strömungsprofile



Aus diesem Grund nimmt die Strömungsgeschwindigkeit von Schicht zu Schicht gegen die Rohrmitte zu. Im Idealfall bildet sich so ein paraboloidförmiges Strömungsprofil aus (siehe Abb. oben).

# Gerinneströmungen

## HYDRAULISCHER RADIUS UND MITTLERE TIEFE



Der hydraulische Radius  $R_h$  ist der Quotient aus der Querschnittsfläche  $S$  und dem von der Flüssigkeit benetzten Rand  $O$ .

$$R_h = \frac{S}{O}$$



Mithilfe dieser Grösse lassen sich viele Strömungseigenschaften näherungsweise beschreiben.

# Venturi-Effekt

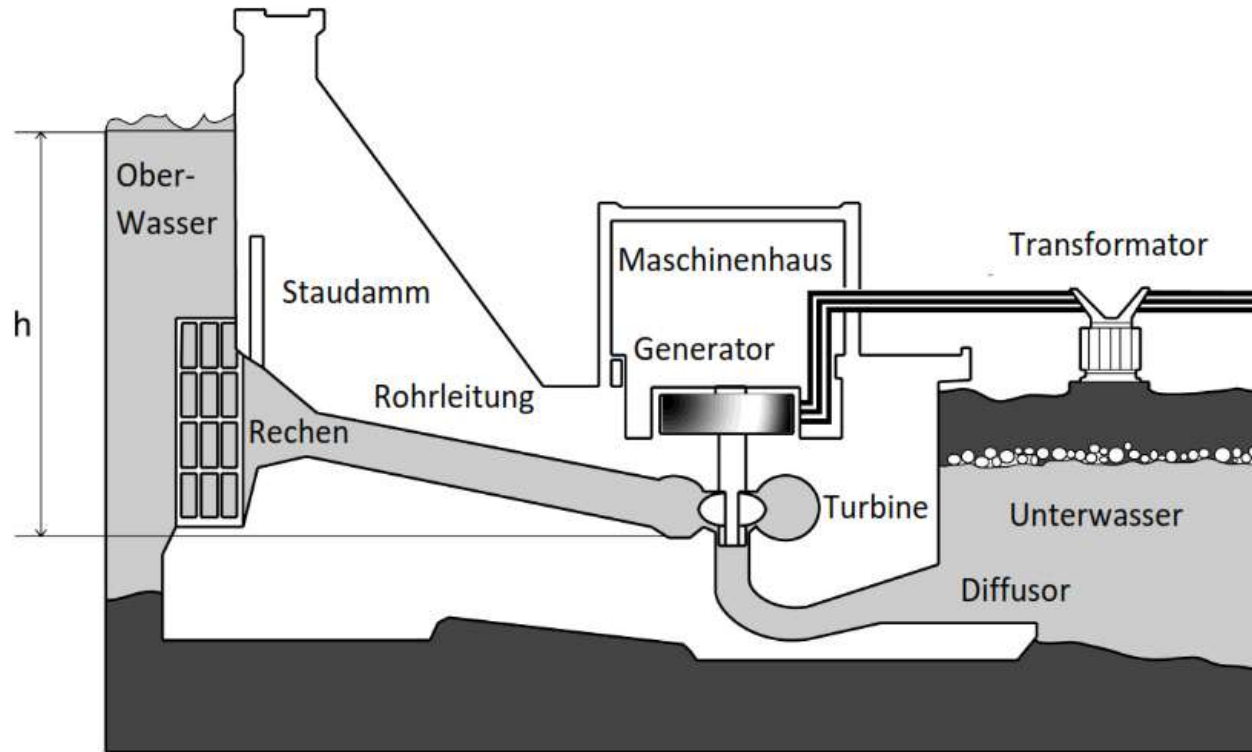
## KONTINUITÄTSGLEICHUNG

Verändert sich bei einem Rohr die Querschnittsfläche, verändert sich auch die Fließgeschwindigkeit, wie in der Abbildung unten dargestellt. Im engeren Teil muss die Flüssigkeit schneller strömen. Weshalb ist das so? → **Arbeitsblatt 3.3**





# Staumauer



Wie kann man aus einem angestauten Gewässer Energie gewinnen?



## LOGIN

Benutzername

Passwort

Angemeldet bleiben 

ANMELDEN

- [Passwort vergessen?](#)
- [Benutzername vergessen?](#)
- [Registrieren](#)

## E-LEARNING

Lerntagebuch

Moodle Lernplattform

## BESUCHER

Aktuell sind 57 Gäste und keine Mitglieder online

## EMPFEHLUNGEN

Bücher zu fairen Preisen ...



KLIO Buchhandlung und Antiquariat

## Home

[Willkommen](#)

Zugriffe: 505

Willkommen auf der neuen Site von **schulphysik.ch**

Auf der neuen Site gibt es neu ein Forum und die Möglichkeit Lehrbücher zu günstigen Konditionen direkt elektronisch zu bestellen.

Die Linkliste wurde erweitert und bestehende Links wurden aktualisiert. Neu gibt es auch die Möglichkeit in bestimmten Websites gezielt nach Begriffen zu suchen.

Dazu kommen weitere Rubriken mit Artikeln zu didaktischen und bildungspolitischen Fragen sowie aktuellen physikalischen Themen. Die Website wird laufend weiterentwickelt.



WOHER KOMMEN EIGENTLICH DIESE SCHÖNEN FARBEN AUF EINER CD?

Antworten auf diese und ähnliche Fragen bietet die Physik....

[MINT-Lernzentrum der ETH Zürich](#)Viel Spass auf der neuen *Schulphysik*-Website!

## STARTMENU

[RGZH](#)[Perihel](#)[DPK](#)[Digithek](#)[Educanet<sup>2</sup>](#)[Educa](#)[Educa.MINT](#)[SchulWeb](#)[SATW](#)[SYPT](#)[SwissEduc](#)[EducaETH](#)[Technorama](#)[SWISE](#)[NaTech Education](#)[Impressum](#)

**MINT-Lernzentrum für die Schule**

## Überblick

Kognitiv aktivierende Lernformen  
Mitarbeitende und Projekte  
Schweizer MINT Studie  
Energie  
Weiterführende Aufsätze  
Fortbildungsangebote

**MINT-Lernzentrum für die Schule**

**Wissenschaftliche Leitung:** Dr. Ralph Schumacher ([Kontakt](#)), Prof. Dr. Elsbeth Stern, Prof. Dr. Andreas Vaterlaus

Das Ziel des MINT-Lernzentrums an der ETH Zürich besteht in der nachhaltigen Optimierung von schulischen Lernangeboten in den MINT-Bereichen.

\*MINT\* steht für Mathematik, [Informatik](#), Naturwissenschaften und Technik. Das MINT-Lernzentrum ist Teil des ETH-Kompetenzzentrums für Lehren und Lernen, EducETH.

**Transfer von der Lehr- und Lernforschung in die schulische Praxis**

Im MINT-Lernzentrum entwickeln Lehr- und Lernforscher gemeinsam mit erfahrenen Gymnasiallehrpersonen Unterrichtseinheiten zu zentralen Themen der Schulfächer Chemie, Mathematik und Physik, um die naturwissenschaftliche Allgemeinbildung zu verbessern. Diese Unterrichtseinheiten zeichnen sich durch den Transfer von der empirischen Lehr- und Lernforschung in die schulische Praxis aus. Naturwissenschaftliche und mathematische Themen werden mit Lernformen unterrichtet, die sich in experimentellen Vergleichsstudien als besonders lernwirksam erwiesen haben, und die das Verstehen und die Konstruktion von intelligentem Wissen fördern.

**Auszeichnung für Armin Barth, Kantonsschule Baden und Mitarbeiter am MINT-Lernzentrum der ETH Zürich**

Lino Guzzella, Rektor der ETH Zürich, ehrt am 11. Januar 2013 Armin Barth, Lehrer an der Kantonsschule Baden, mit der Ehrenmedaille des ABZ. Er wird ausgezeichnet für seine hervorragende Leistung im Mathematik- und Informatikunterricht, der viele junge Menschen zu einem Universitätsstudium in diesen Fächern angeregt hat. Seine Beiträge für die Bildung kamen aber nicht nur seinen Klassen zugute. Er popularisierte die Mathematik durch regelmässige Artikel in der Aargauer Zeitung und schrieb die vorzüglichen Bücher „Die Rechnung, bitte“ und „Algorithmik für Einsteiger“. Damit brachte er die Mathematik und die Informatik in die breite Öffentlichkeit. Zudem vermittelte er seinen Kolleginnen und Kollegen wertvolle Ideen zur Unterrichtsgestaltung. Die ETH schätzt ferner seine Beiträge zur Fachdidaktik der beiden Fächer.

Kontakt: [Ralph Schumacher](#)

- [Überblick: Das MINT-Lernzentrum auf einen Blick](#)
- [Kognitiv aktivierende Lernformen](#)
- [Mitarbeitende und Projekte](#)
- [Schweizer MINT Studie](#)
- [Energie](#)
- [Weiterführende Aufsätze](#)

**Fortbildungsangebote****Kooperationspartner**

[English Version](#)



Warum schwimmt ein Schiff aus Stahl, während ein massives Stück Stahl untergeht?

**MINT****Dokumente zum Download**  
[MINT-Profil in Kürze](#)**Aktuelle Artikel**

Lehr- und Lernforschung für den Unterricht  
[pdf](#)  
Interview mit Prof. E. Stern  
[pdf](#)  
Menschliches Lernen  
[pdf](#)  
Wer früh anfängt, kommt weiter  
[pdf](#)  
Nachhaltiges Lernen  
[pdf](#)  
Mission possible: Attraktive Naturwissenschaften  
[Link](#)

**Postadresse**

MINT-Lernzentrum  
Clausiusstrasse 59  
8092 Zürich

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

