

# Grundlagen des naturwissenschaftlichen Denkens: Wann, wie und womit soll man beginnen?

**Elsbeth Stern**

**Professur für Lehr- und Lernforschung**



# **Warum** sollte man früher als bisher mit harten Naturwissenschaften beginnen?

- Verpasste Zeitfenster der Hirnentwicklung?
- *Nicht zu befürchten* (nicht mal bei Musik)
- Weil kleinere Kinder noch zu besser zu begeistern sind?
- *Auf anfängliche Euphorie folgt oft Enttäuschung*
- **Die Zeit nutzen, um anschlussfähiges konzeptuelles Wissen aufzubauen!**
- **Time on Task!!!!**
- ***Kinder sollten früh lernen, dass man systematisch vorgehen muss, um den Geheimnissen der Natur auf die Schliche zu kommen***
- ***Fehlvorstellungen, die das spätere Lernen beeinträchtigen, rechtzeitig ausräumen***

# Grösste Herausforderung im MINT-Unterricht: Radikale Umstrukturierung von Begriffswissen

- Säugetier
- Gleichheitszeichen:  $1+2=3+3=6+4=10+5=15..$
- Gewicht
- Trägheit
- Teilchenkonzept
- Affe und Mensch
- **Deshalb: Wann immer möglich, anschlussfähiges Begriffswissen rechtzeitig aufbauen**

# Schweizer MINT-Studie (Start: 2011)

Rund 17.000 registrierte Schülerinnen und Schüler (Stand: November 2020), ca. 800  
Lehrpersonen

Einsatz der KiNT-Kisten in der  
Primarschule



# Das Team der Schweizer MINT-Studie



Projektleitung  
Ralph Schumacher & Elsbeth Stern



Frühere Postdocs, jetzt Professoren  
Anne Deiglmayr (Universität Leipzig),  
Lennart Schalk (PH Schwyz)



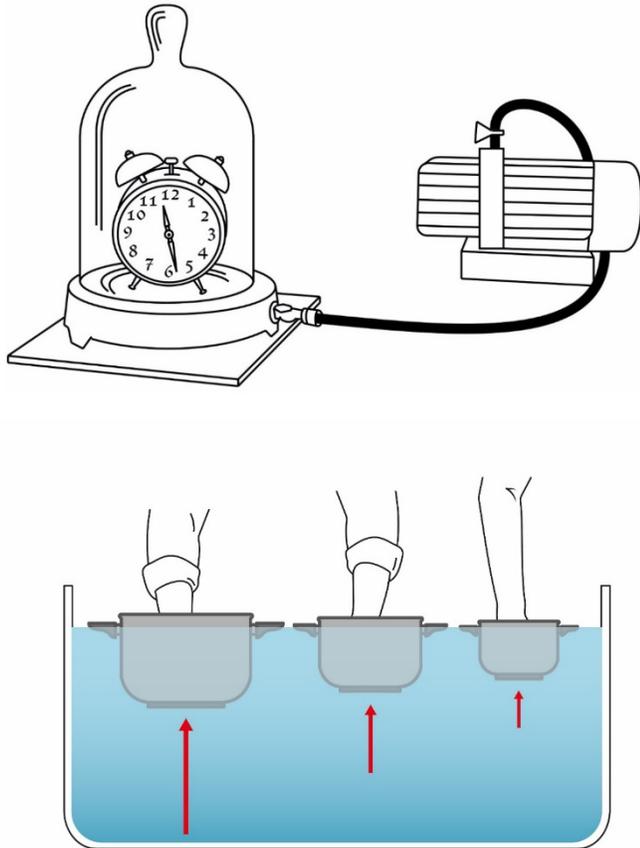
Frühere Doktoranden, jetzt Postdocs  
Peter Edelsbrunner (2017), Sonja  
Peteranderl (2019), Ursina Markwalder  
(2019)



Doktorand  
Christian Thurn

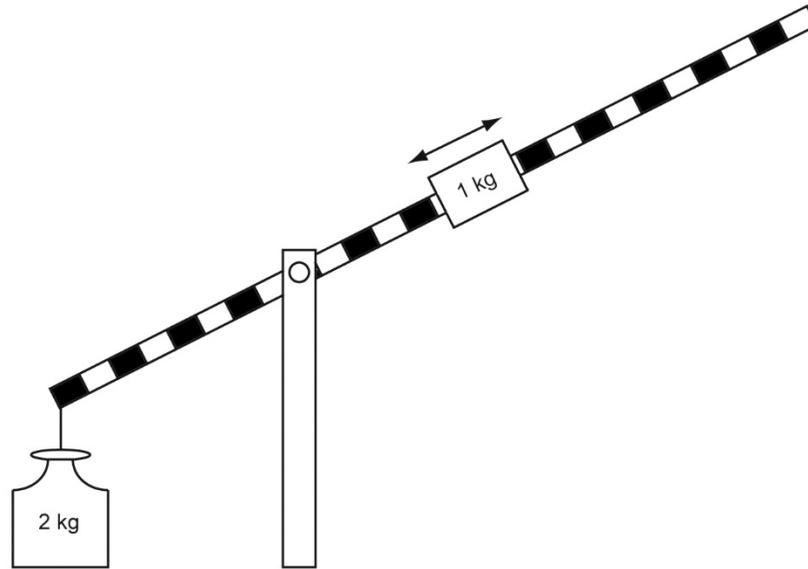
# Aufbau von anschlussfähigem Vorwissen in vier Inhaltsbereichen (Basiscurriculum)

Schall



Schwimmen und Sinken

Brücken – und was sie stabil macht



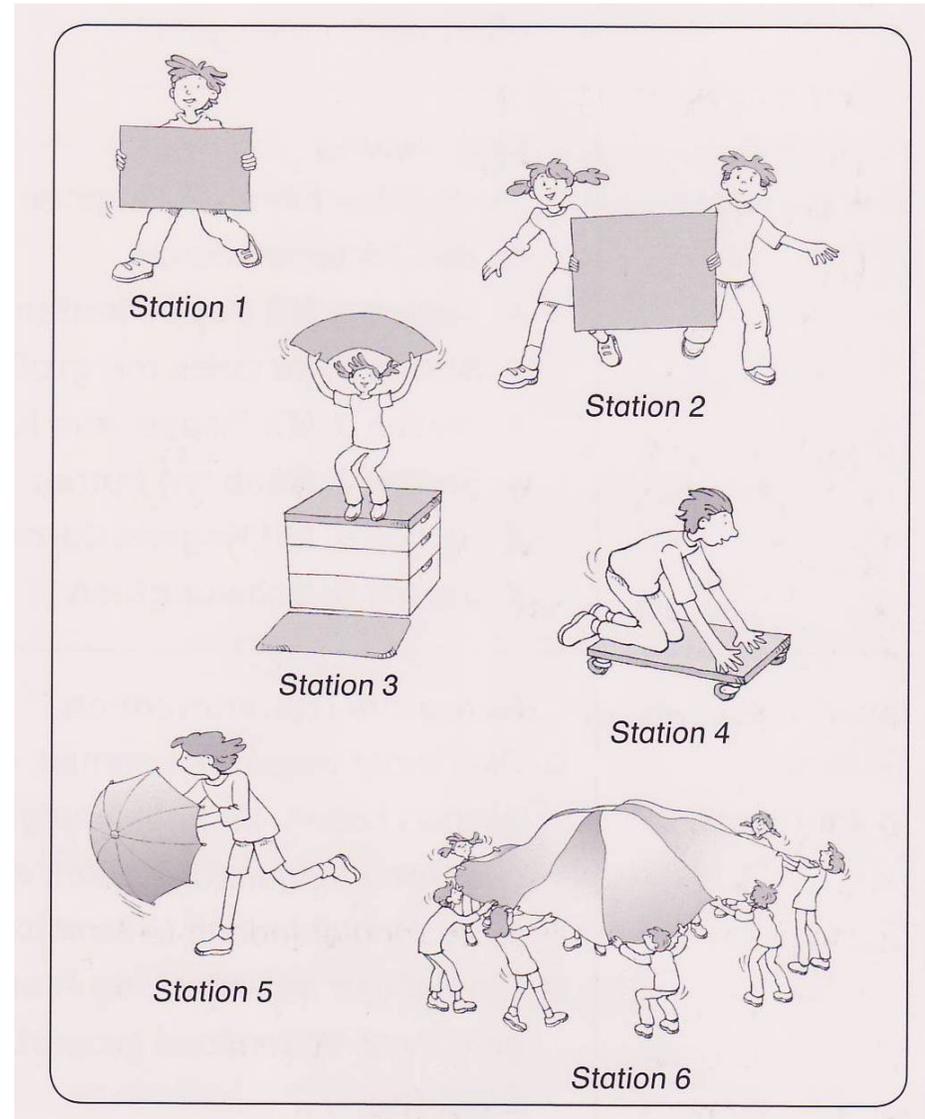
Luft und Luftdruck

# Wodurch zeichnen sich diese Unterrichtsmaterialien aus?

- **Anknüpfen an das Vorwissen**
- **Kognitive Aktivierung**
- **Fokussierte Verarbeitung**

Luft ist nicht Nichts.

Luft bremst.



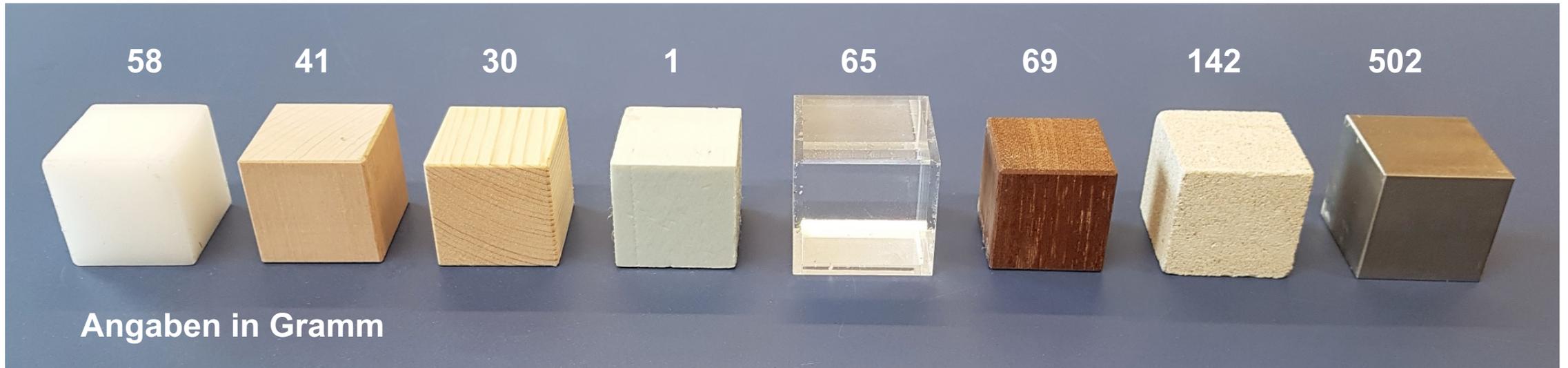
# Wodurch zeichnen sich diese Unterrichtsmaterialien aus?

- Anknüpfen an das Vorwissen
- **Kognitive Aktivierung**
- **Fokussierte Verarbeitung**

Warum schwimmt ein grosses schweres Schiff aus Stahl, während ein kleines leichtes Stück Stahl untergeht?



# Anschlussfähiges Vorwissen: Der «Wasserwürfel» als Schlüssel zum Verständnis des Archimedischen Prinzips



**Alles, was leichter ist als ein gleich grosser Wasserwürfel, schwimmt – und alles, was schwerer ist als ein gleich grosser Wasserwürfel, sinkt.**

# Wodurch zeichnen sich diese Unterrichtsmaterialien aus?

- Anknüpfen an das Vorwissen
- Kognitive Aktivierung
- **Fokussierte Verarbeitung**

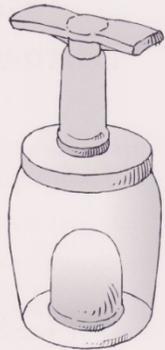


Abb. 69: Ein Kind pumpt mit der Vakuumpumpe die Luft aus einem Glas mit einem Schokokuss.

**Box 2**  
3./4. Schuljahr  
Forscherbuch

3. Unterrichtseinheit  
Sequenz 5: Die Wirkung des Luftdrucks anhand verschiedener Versuche erfahren

### Station 6: Schokokuss im Glas



1. Lege den ganzen Schokokuss (in Österreich: Schwedenbombe) ins Glas, und schraube das Glas zu!
2. Pumpe die Luft aus dem Glas! Kräftig!
3. Beobachte dabei den Schokokuss.

 Was wird passieren? Meine Vermutung:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

 Meine Beobachtung:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

 Meine Erklärung:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

 Meine Zeichnung (auf der Rückseite):

 Was passiert, wenn du die Luft wieder in das Glas hineinlässt?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mein Forscherbuch

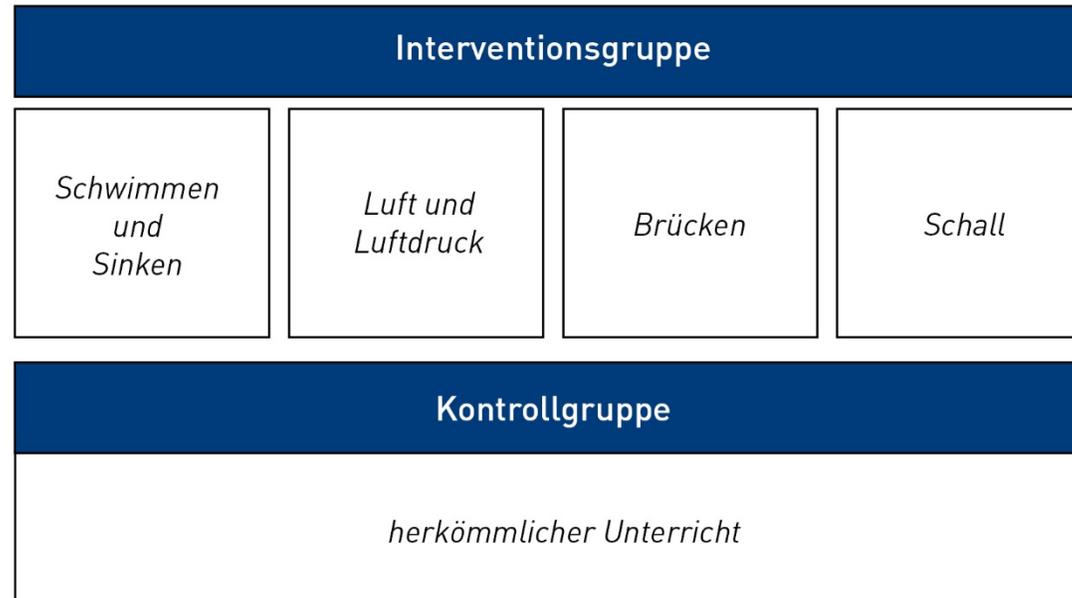
250 Klasse(n)kisten für den Sachunterricht

Luft und Luftdruck – © 2007 by Spectro-Verlag

Frage 1: Können Schülerinnen und Schüler bereits in der Primarschule vom Physikunterricht profitieren?

# Aufbau der Studie

Primarschule  
Klasse 1 – 6

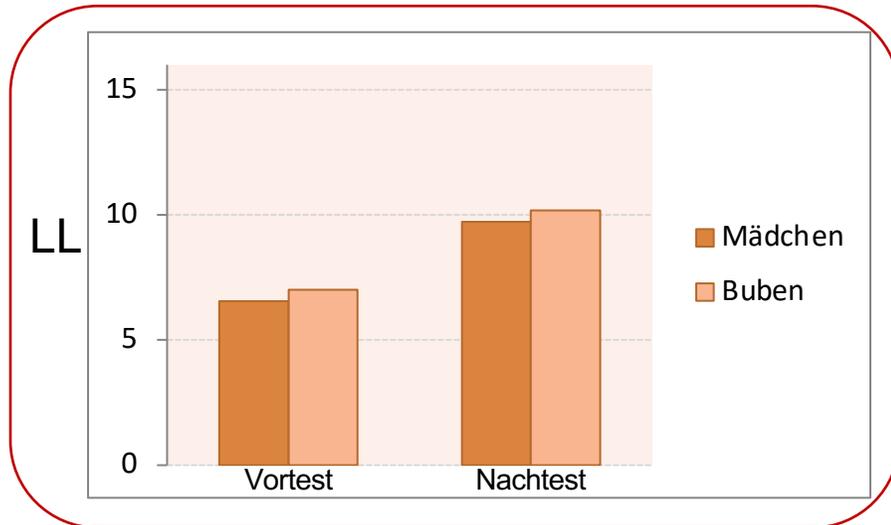


# Schweizer MINT-Studie: Lerngewinne (Klassenstufen 1 – 6)

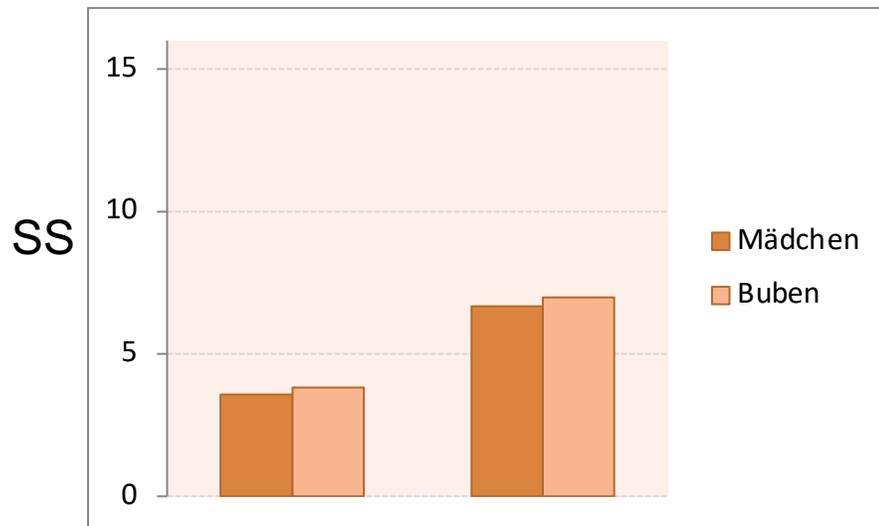
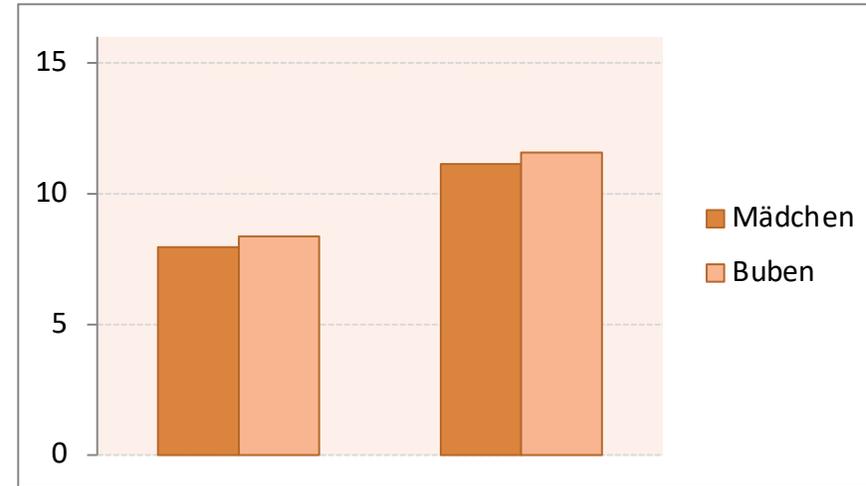
Effektstärken in Cohens d

intervention						
<i>unit</i>	<i>N</i>	<i>gain</i>	<i>standard deviation</i>	<i>p-value</i>	<i>effect size</i>	
<b>Air</b>	6094	3.12	2.67	<.001	<b>1.20</b>	
<b>Sound</b>	4935	3.39	2.92	<.001	<b>1.16</b>	
<b>Floating &amp; Sinking</b>	5290	4.21	3.22	<.001	<b>1.31</b>	
<b>Bridges</b>	3832	3.12	2.52	<.001	<b>1.24</b>	
control						
<i>unit</i>	<i>N</i>	<i>gain</i>	<i>standard deviation</i>	<i>p-value</i>	<i>effect size</i>	
<b>Air</b>	539	0.62	2.50	<.001	<b>0.24</b>	
<b>Sound</b>	332	0.75	3.00	<.001	<b>0.25</b>	
<b>Floating &amp; Sinking</b>	566	0.53	2.04	<.001	<b>0.26</b>	
<b>Bridges</b>	155	0.54	2.19	.002	<b>0.25</b>	

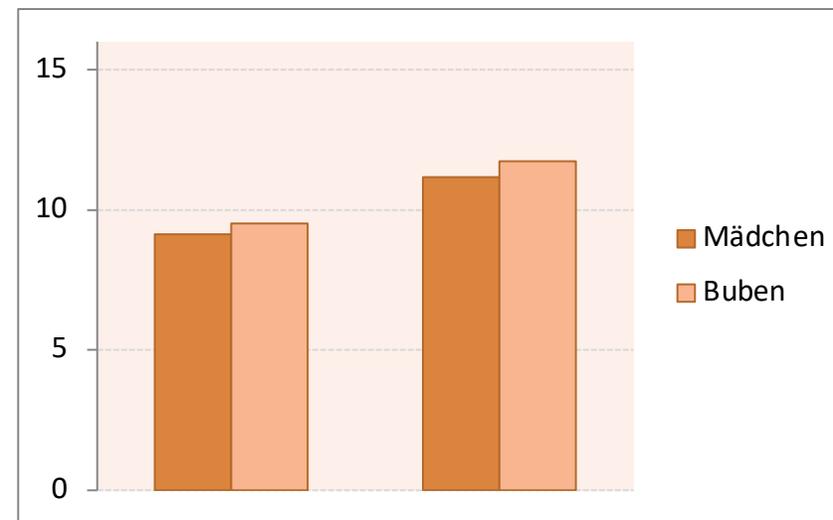
# Mädchen und Jungen profitieren in vergleichbarem Umfang vom Unterricht



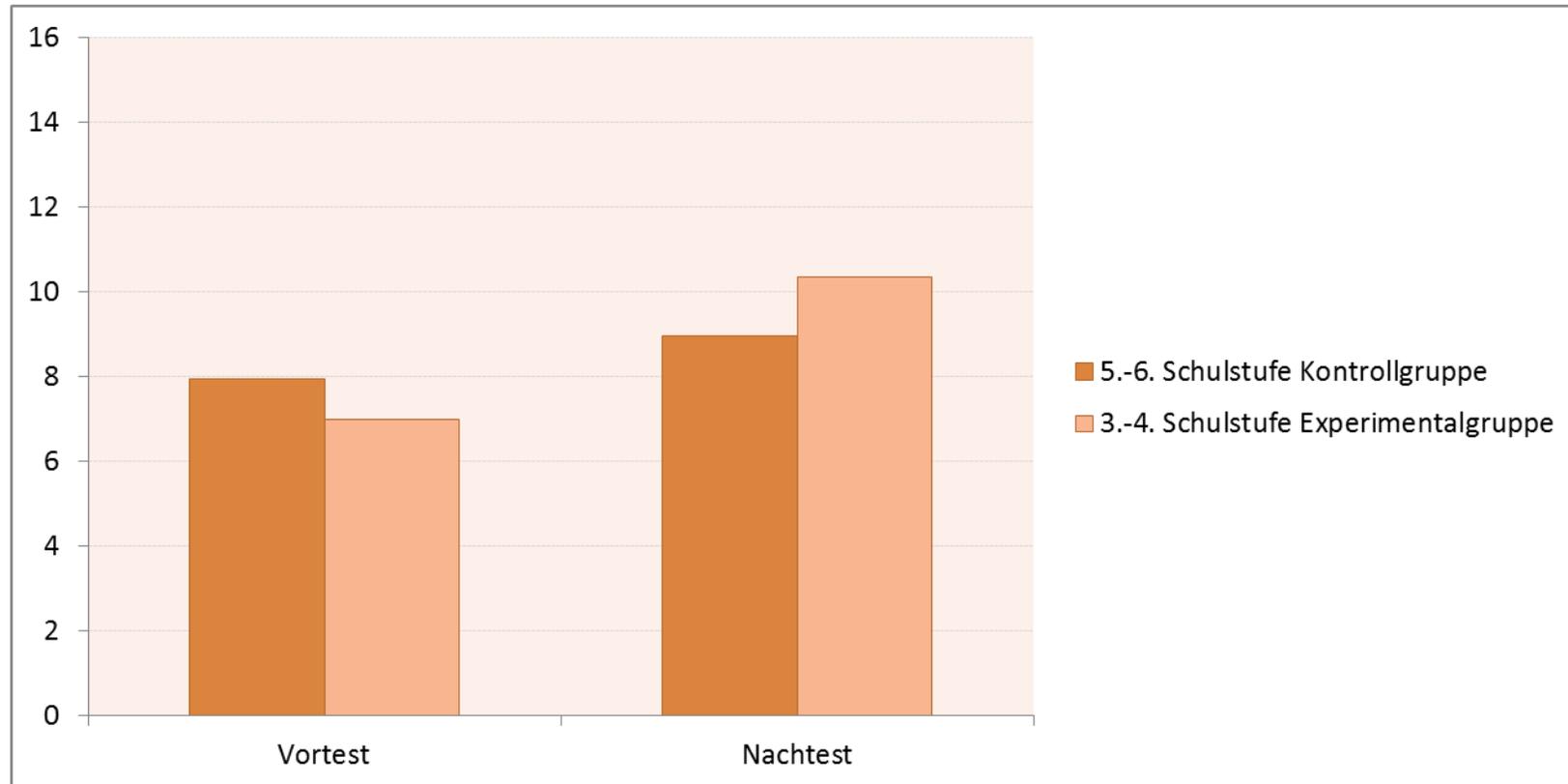
S



B



# Wird das Wissen spontan erworben? Luft & Luftdruck

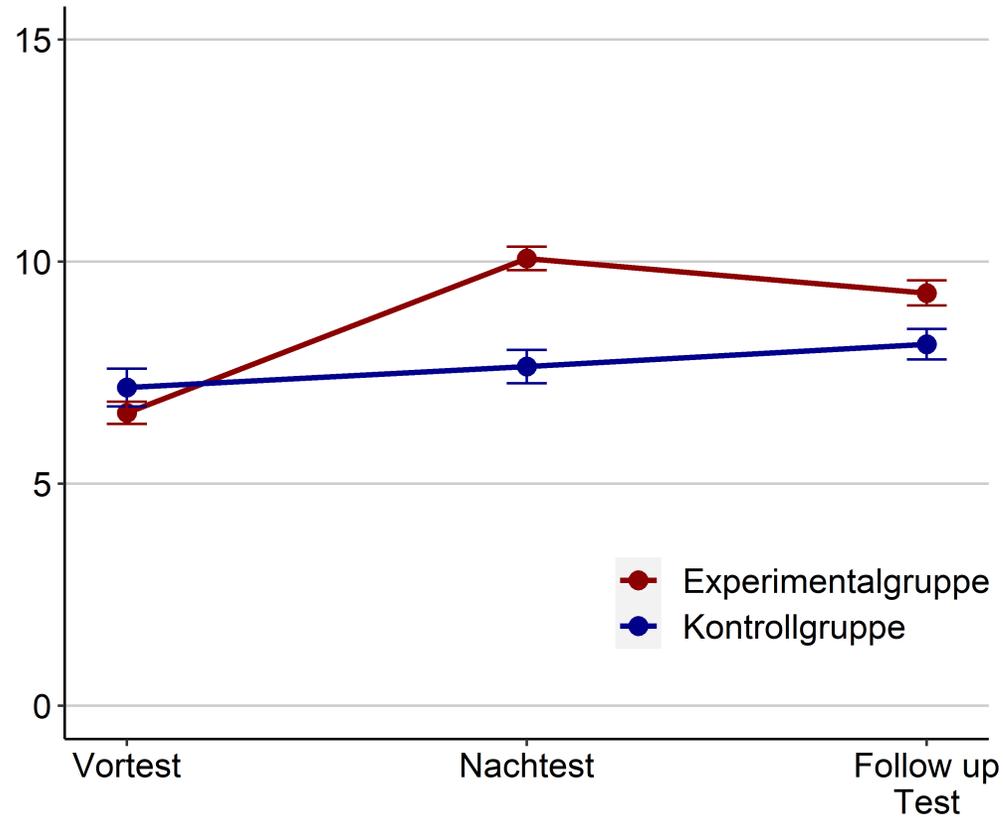


Frage 2: Sind die Lerngewinne über die Zeit stabil?

# Follow Up-Test nach einem Jahr

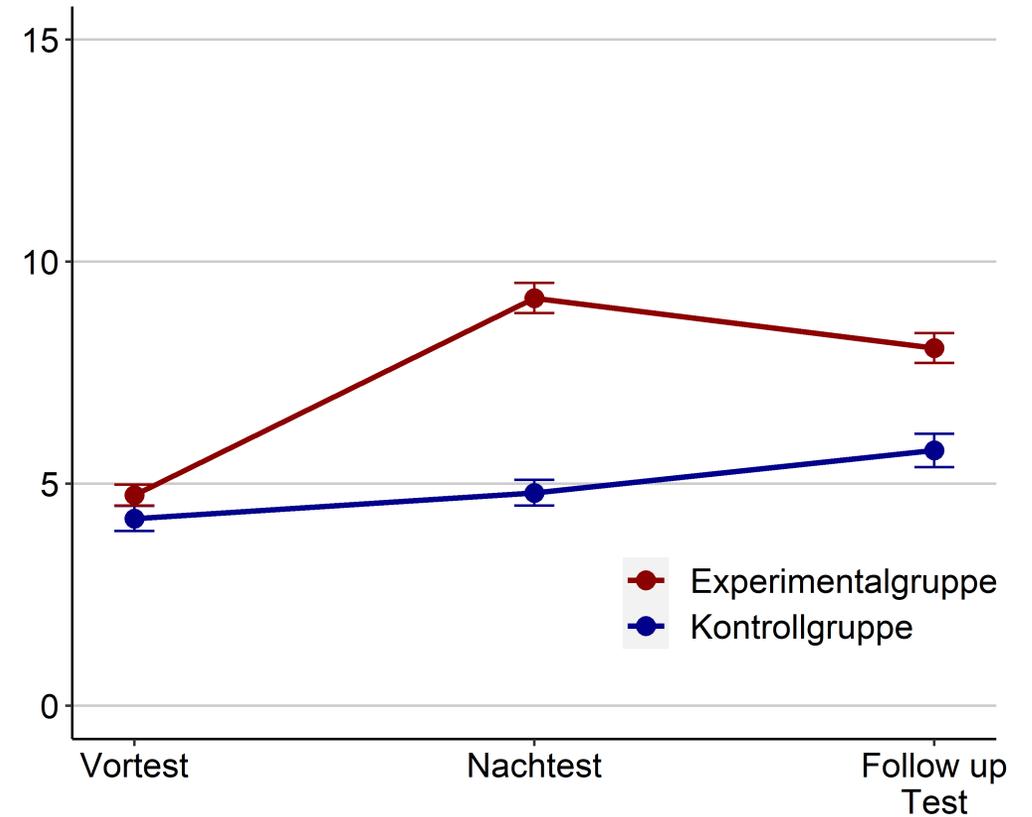
N = 368

## Luft und Luftdruck



N = 458

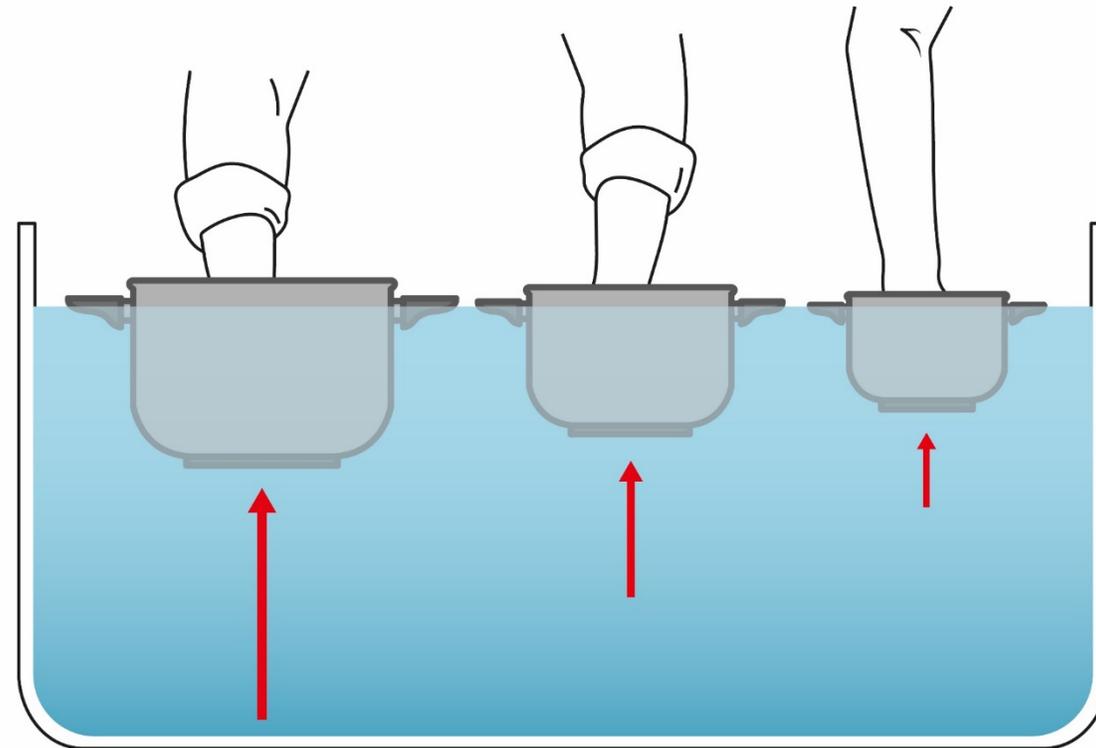
## Schwimmen & Sinken



Frage 3: Können die Schülerinnen und Schüler ihr  
Inhaltswissen später zur Bewältigung neuer Anforderungen  
nutzen?

# Lernziel in der Primarschule: Das Archimedische Prinzip

Wenn der eingetauchte Gegenstand leichter ist als das verdrängte Wasser, dann schwimmt er im Wasser, sonst geht er unter.



# Wie entsteht die Auftriebskraft?

## Materialien für die Klassenstufen 7 und 8

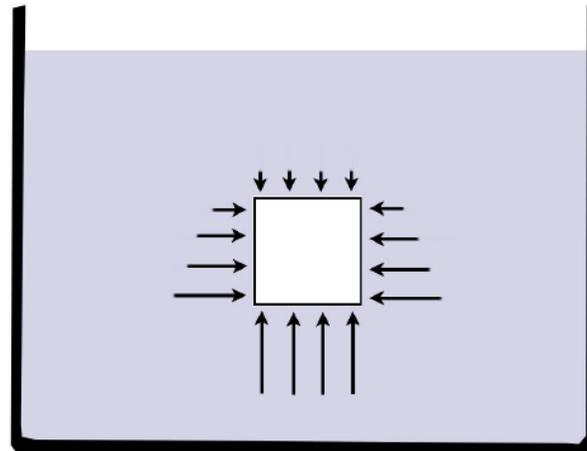


Dr. Brigitte Hänger

### Ziele der anschliessenden Unterrichtseinheit

An das KiNT-Konzept anknüpfbares, neues Konzept: Hydrostatischer Druck

Ziel: Nicht nur verstehen, wann etwas schwimmt oder sinkt, sondern verstehen, wie die Auftriebskraft zustande kommt.



- Herrscht in einer Flüssigkeit Druck, so übt die Flüssigkeit Kräfte auf Wände und auf Körper im Innern aus.
- Die Druckkräfte stehen senkrecht auf den Angriffsflächen, d.h. auf einen Körper drückt die Flüssigkeit von allen Seiten.
- Der Druck nimmt mit der Tiefe zu und ist unabhängig von der Gefässform. Er entsteht durch das Eigengewicht der Flüssigkeit.
- Auftrieb entsteht, nicht weil das Wasser drückt, sondern weil es mit zunehmender Tiefe immer mehr drückt.

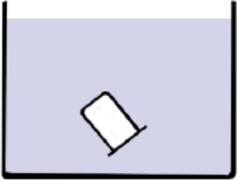
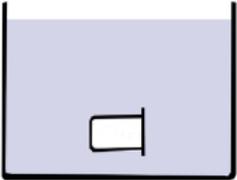
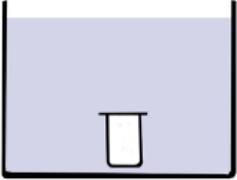
# Wie entsteht die Auftriebskraft?

## Lektion 3: Experimente zum Wasserdruck

Lektion 3

### Station 2: Glas mit Deckel II

Überlege, was passiert, wenn das Glas mit Deckel im Wasser gedreht wird. Hält die Platte, ohne dass du den Deckel an das Glas drückst?

	Vermutung	Überprüfung
	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter
	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter
	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter	<input type="checkbox"/> hält <input type="checkbox"/> fällt runter

# Wie entsteht die Auftriebskraft?

## Lektionen 5 & 6: Wasserdruck und Auftriebskraft

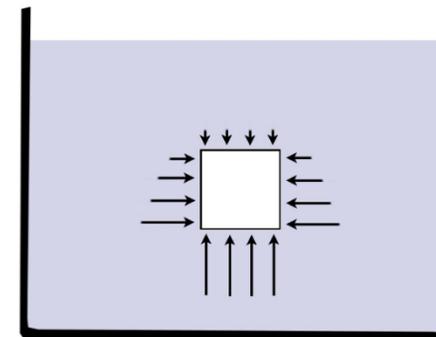
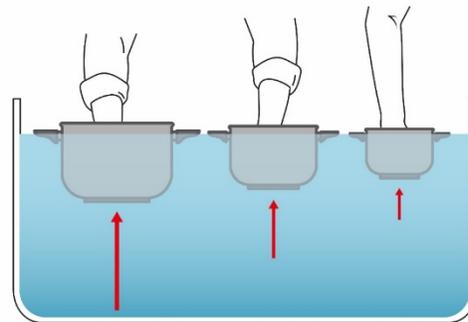
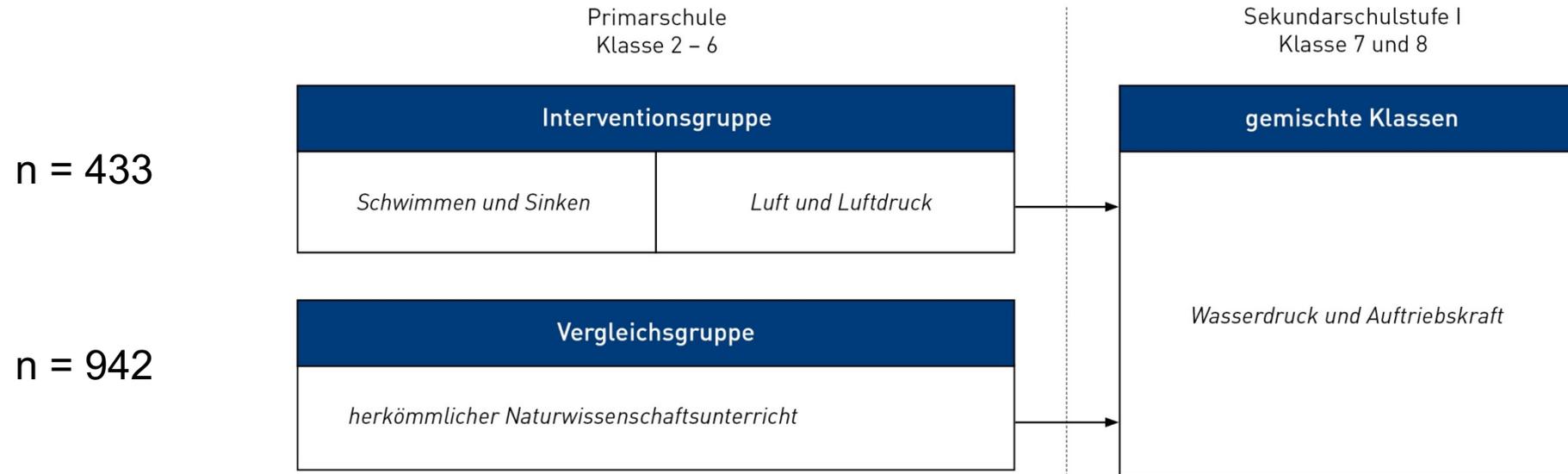
**Der Wasserdruck nimmt mit der Tiefe linear zu.**

**Das Wasser drückt von unten stärker als von oben.**

**Darum drückt es eingetauchte Gegenstände nach oben.**



# Schweizer MINT-Studie: Vorbereitung auf zukünftiges Lernen



# Schweizer MINT-Studie: Vorbereitung auf zukünftiges Lernen

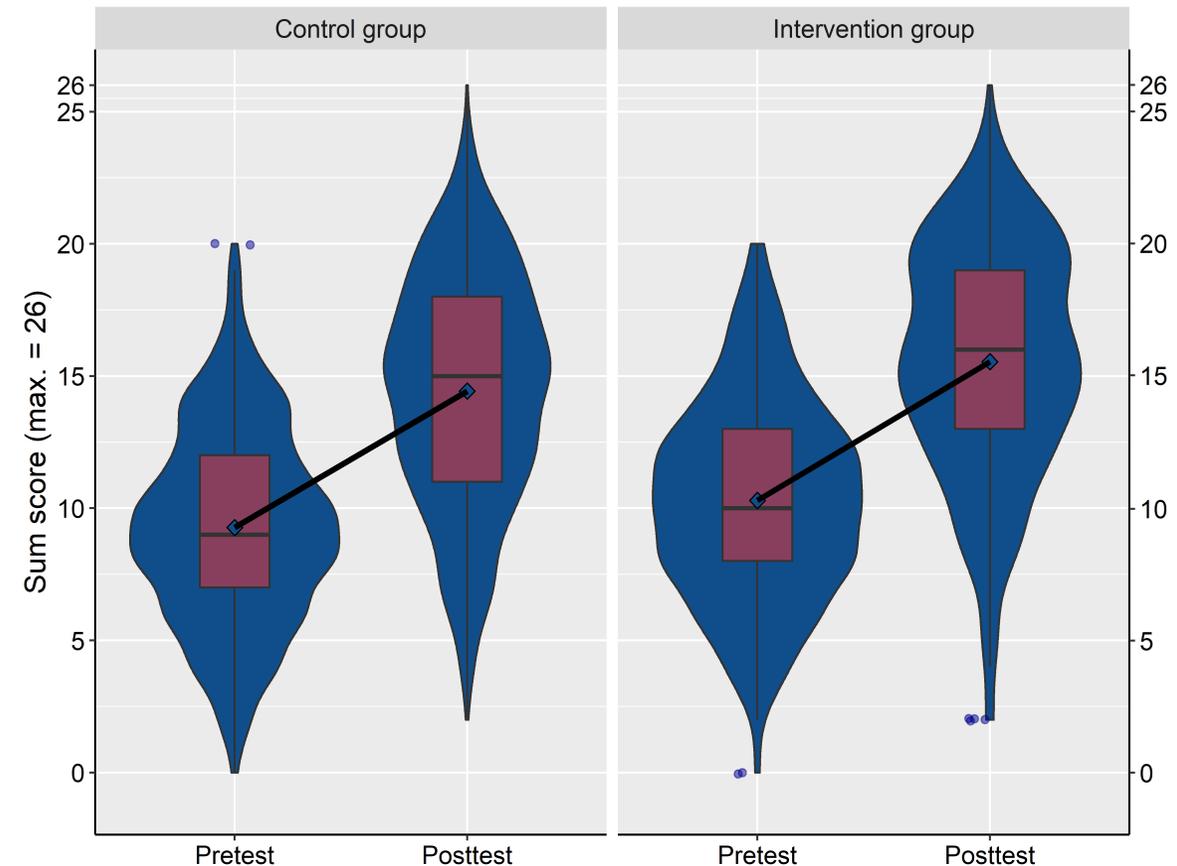
Die Schülerinnen und Schüler in der Interventionsgruppe haben von dem neuen Unterrichtsangebot deutlich stärker profitiert als die Schülerinnen und Schüler in der Vergleichsgruppe.

Versuchsgruppe:

- Vortest: 10.29
- Nachtest: 15.54

Vergleichsgruppe:

- Vortest: 9.27
- Nachtest: 14.43



# Frage 4: Werden durch das Experimentieren bereichsübergreifende Kompetenzen aufgebaut?

Das Verständnis von Experimenten (Variablenkontrolle)



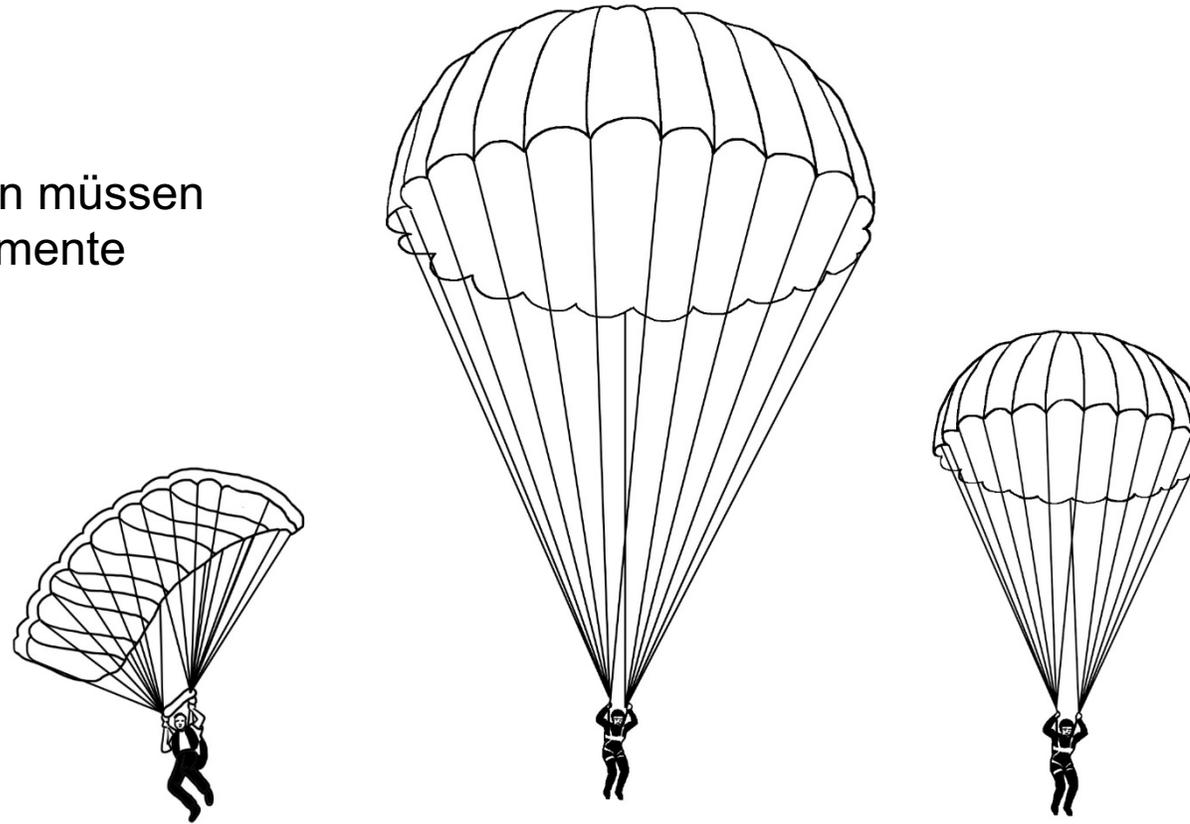
Improved application of the control-of-variables strategy as a collateral benefit of inquiry-based physics education in elementary school

Lennart Schalk<sup>a,b,\*</sup>, Peter A. Edelsbrunner<sup>b</sup>, Anne Deiglmayr<sup>b</sup>, Ralph Schumacher<sup>b</sup>, Elsbeth Stern<sup>b</sup>



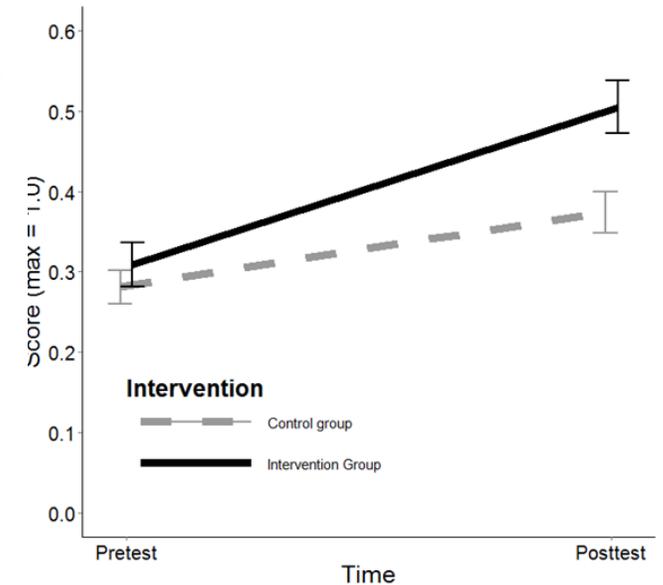
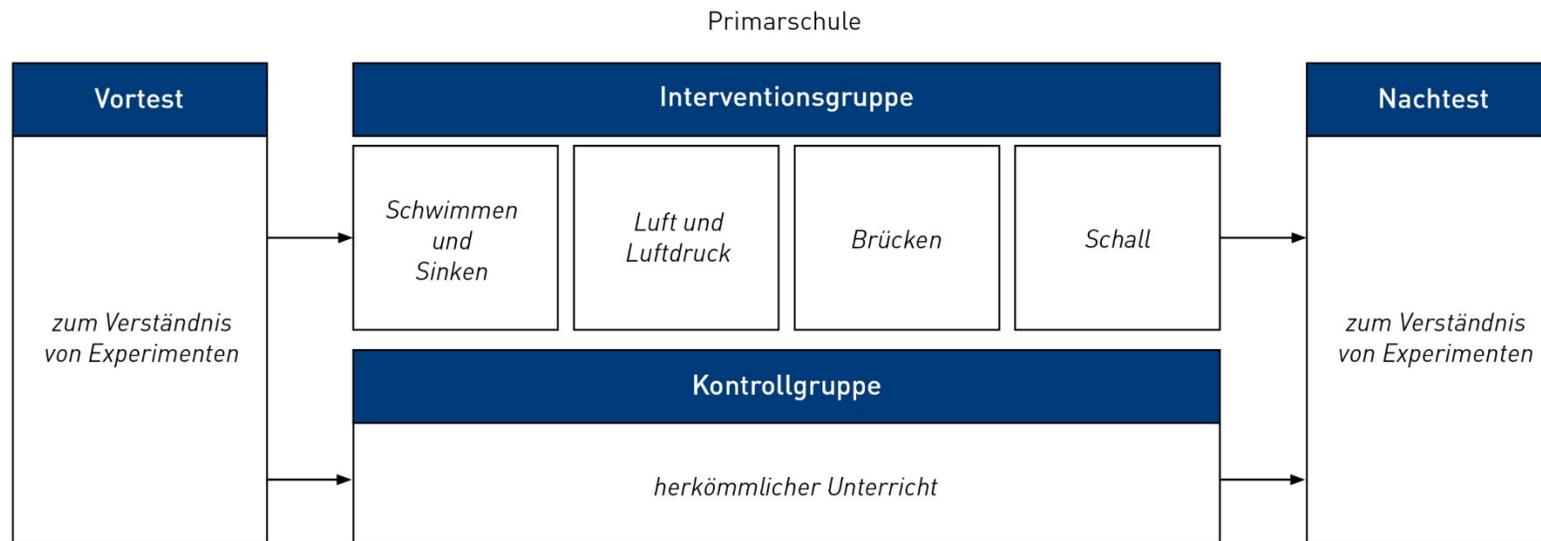
# Das Verständnis von Experimenten (Variablenkontrolle)

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit Experimente aussagekräftig sind?



Bremst ein grosser Fallschirm besser als ein kleiner – und welche Fallschirme muss ich miteinander vergleichen, um das herauszufinden?

# Das Verständnis von Experimenten (Variablenkontrolle)



Das Experimentieren mit den KiNT-Kisten fördert das Verständnis von Experimenten stärker als herkömmlicher Unterricht.

- Wann?
- Ab dem 4. Lebensjahr können Kinder mit anderen Menschen nach Erklärungen suchen
- Sobald Kinder schreiben können, sollte der Physikunterricht ausgebaut werden
- Um Mädchen mitzunehmen vor der Pubertät
- Es ist NIE zu spät für eine zweite Chance
  
- Wie?
- Den Kindern Fragen stellen, auf die sie mit einiger Anstrengung und Unterstützung selbst Antworten finden können
- Keine Erklärungen überstülpen, sondern aktive Sprachproduktion fördern
  
- Womit?
- Themen, die später ausgebaut werden können (anschlussfähiges Wissen, Spiralcurriculum)
- Inhalte, die Kinder in eigenen Worten ohne komplizierte Fachbegriffe verstehen können.

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit**

<https://video.ethz.ch/play/ifv2020008.html>

[www.educ.ethz.ch/lernzentren/mint-lernzentrum.html](http://www.educ.ethz.ch/lernzentren/mint-lernzentrum.html)

