

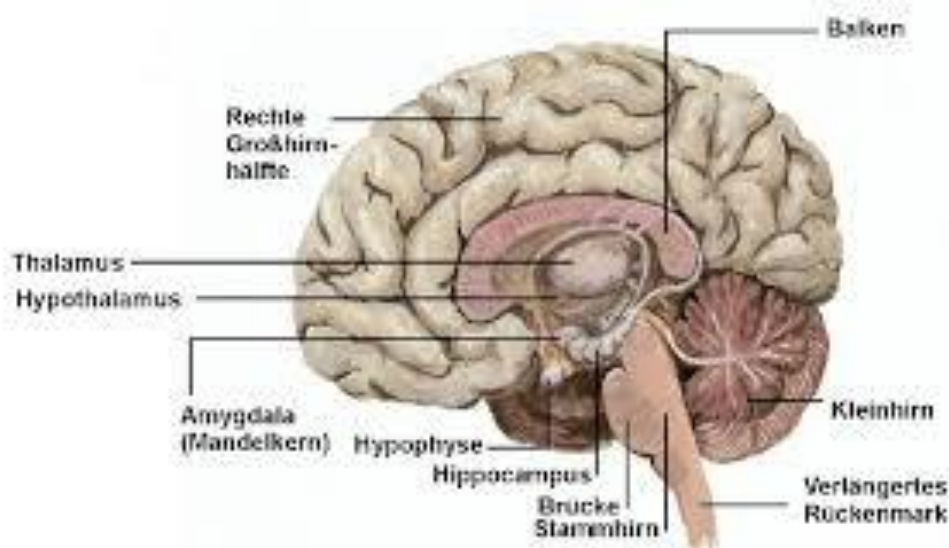


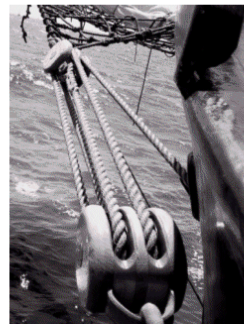
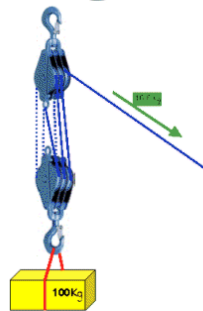
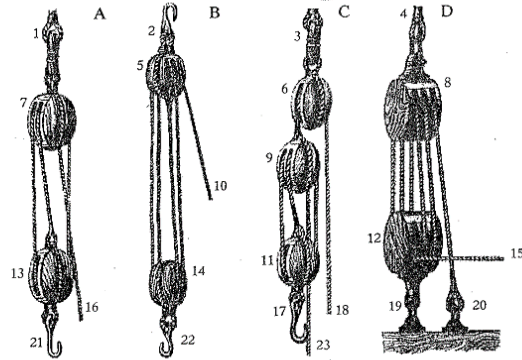
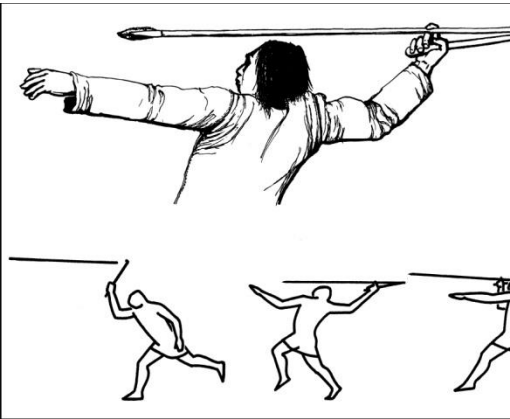
Menschliches Lernen im digitalen Zeitalter

Elsbeth Stern

Professur für Lehr- und Lernforschung

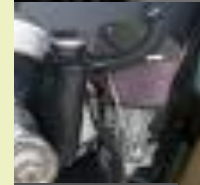
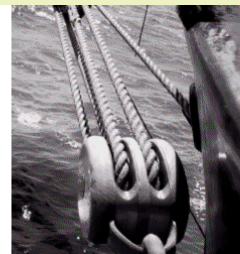
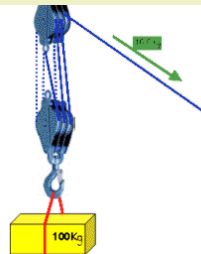
Menschen: Es geschah vor mindestens 40'000 Jahren: genetischer Bauplan des menschlichen Gehirns hat sich etabliert





Die technische Entwicklung wurde erst möglich, weil Menschen **Institutionen, Regeln und abstrakte Begriffe** geschaffen haben:

- Rechtswesen, Regierungsformen
- Bildungswesen/Schulpflicht
- Symbolsysteme als Denkinstrumente



$$\text{CIV} : \text{XXVI} =$$

$$104 : 26 =$$

Menschliche Intelligenz zeigt sich

- in effizienten Arbeitsgedächtnisfunktionen, die es erlauben, mehrere Ziele gleichzeitig zu verfolgen und zwischen diesen zu wechseln
- in der Fähigkeit, Wissen abstrakt in Symbolen zu speichern und so Komplexität zu reduzieren
- in der Generierung neuen Wissens durch schlussfolgerndes Denken

Menschliches Lernen im Zeitalter von ICT

1. Ziel der Schule ist Weltaneignung und gesellschaftliche Teilhabe. Daraus ergeben sich idealerweise auch anschlussfähige Kompetenzen für das Berufsleben. Das Verstehen von ICT sollte ein wichtiges Lernziel auf allen Altersstufen in allgemeinbildenden Schulen werden (Programmieren, nicht anwenden)
2. Lerngelegenheiten müssen auf die menschliche Informationsverarbeitung abgestimmt sein, nicht auf ICT
3. Grösste Gefahr von ICT

Menschliches Lernen im Zeitalter von ICT

1. Ziel der Schule ist Weltaneignung und gesellschaftliche Teilhabe. Daraus ergeben sich sich idealerweise auch anschlussfähige Kompetenzen für das Berufsleben. Das Verstehen von ICT sollte ein wichtiges Lernziel auf allen Altersstufen in allgemeinbildenden Schulen werden (Programmieren, nicht anwenden)
2. Lerngelegenheiten müssen auf die menschliche Informationsverarbeitung abgestimmt sein, nicht auf ICT
3. Grösste Gefahr von ICT

- Hans baute ein Boot.
- Urs liess einen Drachen steigen.
- Lutz ass einen Apfel.
- Beat ging über das Dach.
- Jochen versteckte ein Ei.
- Dominik setzte das Segel.
- Peter schrieb ein Drama.
- Viktor drückte den Schalter.

- Wer ass einen Apfel?
- Wer versteckte ein Ei?
- Wer liess einen Drachen steigen?
- Wer ging über das Dach?
- Wer drückte den Schalter?
- Wer setzte das Segel?
- Wer baute ein Boot?
- Wer schrieb das Drama?

- Noah baute ein Boot.
- Benjamin Franklin liess einen Drachen steigen.
- Adam ass einen Apfel.
- Der Weihnachtsmann ging über das Dach.
- Der Osterhase versteckte ein Ei.
- Christoph Kolumbus setzte das Segel.
- William Shakespeare schrieb ein Drama.
- Thomas Edison drückte den Schalter.

- Wer ass einen Apfel?
- Wer versteckte ein Ei?
- Wer liess einen Drachen steigen?
- Wer ging über das Dach?
- Wer drückte den Schalter?
- Wer setzte das Segel?
- Wer baute ein Boot?
- Wer schrieb das Drama?

- Die Gedächtnisleistung hängt (fast) ausschliesslich von der Wissensorganisation ab: Neue Information muss an bestehende Information angebunden werden.
- Geringer Einfluss von Strategiewissen, starker Einfluss von Alzheimer und anderen Gehirnerkrankheiten.
- Es gibt keinen unspezifischen Transfer (weder durch Latein, noch durch Schach, Musik oder Gehirnjogging)
- Fehlendes Wissen als Ursache für suboptimale Merk- und Denkleistung

Informationen
aus der
Umwelt

**Ultra-
kurzzeit-
gedächtnis**

Aufnahme
inzidental oder
intentional

**Arbeits-
gedächtnis**

Aktualisierung

Aktivierung

Speicherung

Kernwissen
als
Voraussetzung für
privilegiertes
Lernen

Langzeitgedächtnis
- Modalitätsspezifische
Repräsentationen

- Reiz-Reaktions-Assoziationen

- Abstrahiertes Wissen

- prozedurales Wissen
- deklaratives Wissen (z. B. Fakten, Konzepte)

Kognitive Prozesse

Erinnern
Verstehen
Anwenden
Analysieren
Evaluieren
Erschaffen

**Beobacht-
bares
Verhalten
oder
Leistung**

Voraussetzungen für **Emotionen**

Geistige Fähigkeiten wie *erinnern, verstehen oder erschliessen* hängen **GANZ ENTSCHEIDEND von dem bereits bestehenden Wissen ab**

- **Wissen DASS**
- Deklatives Wissen: Fakten und Begriffe (***konzeptuelles Wissen***)

- **Wissen WIE**
- Prozedurales Wissen (automatisierte Handlungen und Mustererkennung: Wortschatz, Mustererkennung Handlungsabfolgen)

- Wie muss Wissen im Gedächtnis einer Person organisiert sein, damit es bei der Bewältigung einer Anforderung zum richtigen Zeitpunkt aktiviert und genutzt wird (Kompetenz)?

Wissen DASS

Deklatives Wissen: Fakten und Begriffe (Konzepte)

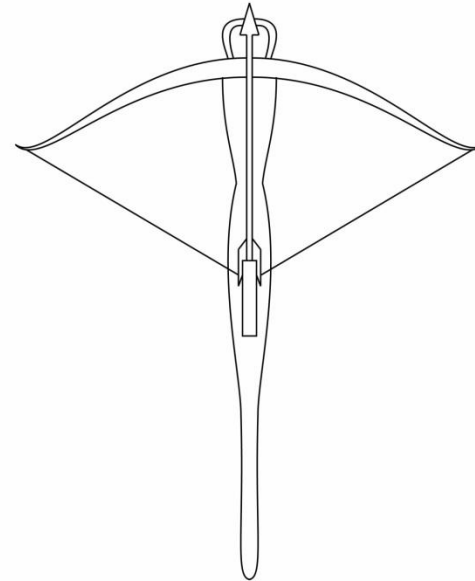
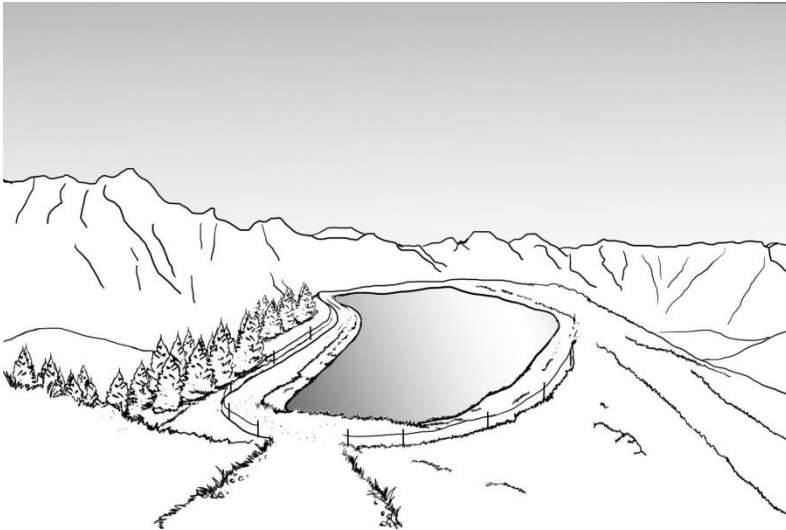
- Inhalte sollen nicht nur erinnert, sondern auch verstanden werden
- Wissen soll auf neue Situationen angewendet werden
- Bestehendes Wissen dient der Generierung neuen Wissens durch schlussfolgerndes Denken
- Wird auch bei weit überdurchschnittlich intelligenten Menschen nur mit grosser Anstrengung erreicht

Verstehendes Lernen: Begriffswissen muss umstrukturiert und neu verankert werden

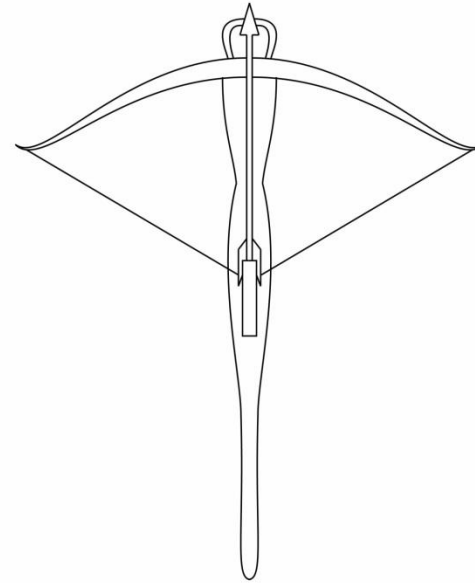
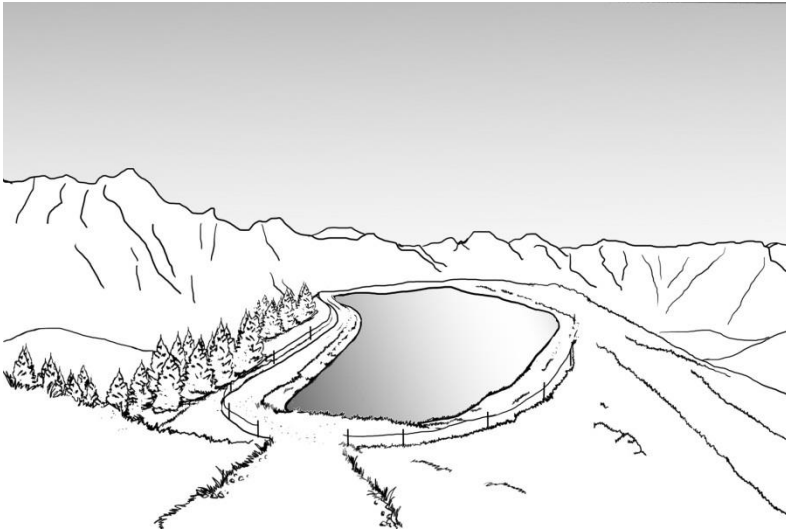
- Gewicht
- Trägheit
- = (Gleichheitszeichen) $1+1=2+1=3+1=$
- Menschen und Affen

- Konzeptuelle Umstrukturierung wissenschaftlicher Begriffe braucht Zeit und spezielle pädagogische Unterstützung
- Vermeidung von Ablenkung, d.h. Fokussierung auf Oberflächenmerkmale

Intelligentes Wissen ist nach abstrakten Kriterien geordnet, die den Wissenstransfer erleichtern.



Intelligentes Wissen ist nach abstrakten Kriterien geordnet, die den Wissenstransfer erleichtern.



In allen drei Fällen wird mechanische Energie gespeichert.



Wo ICT nicht hilfreich ist?

- Kompetenzerleben durch nicht lernwirksame Aktivitäten (Computerspiele)
- Vernachlässigung der Automatisierung/Prozeduralisierung (kann man doch bei google nachsehen..)
- Nicht alles, was ICT leisten kann (z.B. Animation) unterstützt Verstehen
- ABER: ICT kann Lerngelegenheiten zum Erwerb prozeduralen Wissens (adaptives Üben) optimieren

Menschliches Lernen im Zeitalter von ICT

1. Ziel der Schule ist Weltaneignung und gesellschaftliche Teilhabe. Daraus ergeben sich sich idealerweise auch anschlussfähige Kompetenzen für das Berufsleben. Das Verstehen von ICT sollte ein wichtiges Lernziel auf allen Altersstufen in allgemeinbildenden Schulen werden (Programmieren, nicht anwenden)
2. Lerngelegenheiten müssen auf die menschliche Informationsverarbeitung abgestimmt sein, nicht auf ICT
3. Grösste Gefahr von ICT: Fake news

Grösste Gefahr von ICT: Fake news

- Deshalb: kritisches Denken im Sinne von “Evidenzen bewerten” sollte in ALLEN Fächern im Mittelpunkt stehen
- Wie kann man kritisches Denken im naturwissenschaftlichen Unterricht fördern?
- Nach Gegenevidenzen suchen und deren Plausibilität bewerten lernen
- Zwei Studien an der ETH



DIE SCHWEIZER MINT-STUDIE



KiNT-Unterrichtsmaterialien

Luft und Luftdruck

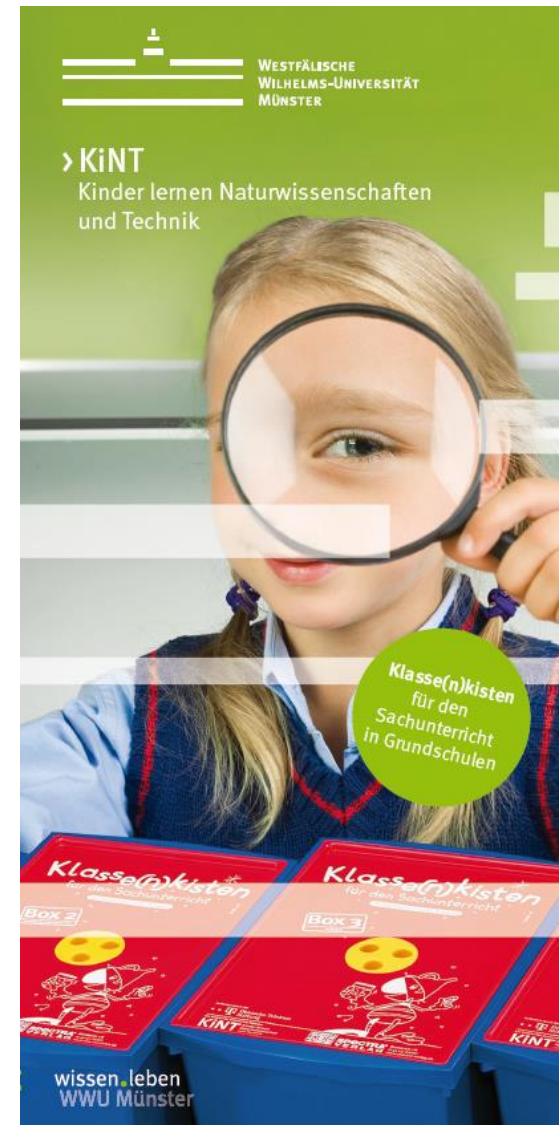
Schall – was ist das?

Schwimmen und Sinken

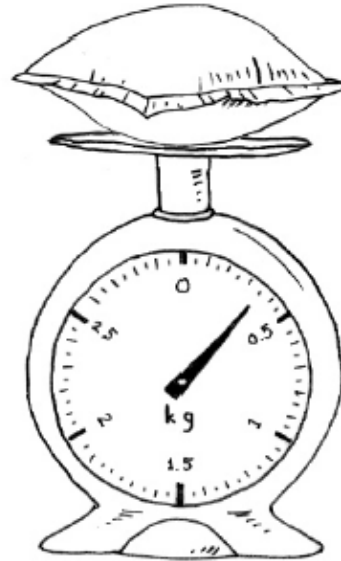
Brücken – und was sie stabil macht



D GESS



Das Schwimmkissen ist zuerst nicht aufgepumpt. Du wiegst es. Dann pumpst du es ganz fest auf und wiegst es noch einmal.



- Nun ist es ein bisschen schwerer als vorher, weil die Luft im Schwimmkissen auch etwas wiegt.
- Es ist genauso schwer wie vorher, weil die Luft im Schwimmkissen nichts wiegt.
- Es ist ein bisschen leichter als vorher, weil es die Luft im Schwimmkissen nach oben zieht.

Sequ



D GESS

Abb. 48: Die Kinder pumpen den Ball auf und wiegen ihn. Sie stellen fest, dass er mehr wiegt als der nicht aufgepumpte Ball.

Die Wirkung des Luftdrucks anhand verschiedener Versuche erfahren: Glas am Mund



Abb. 64: Ein Kind hält einen Becher vollständig über den Mund und atmet durch den Mund ein.



Abb. 65: Das Kind lässt den Becher los und beobachtet, dass der Becher über dem Mund haften bleibt.

■ Prä-Post-Aufgabe 4: **Glas am Mund – Was passiert wohl, wenn du die Luft aus diesem Glas einatmest und dann loslässt?**

vor dem Unterricht	nach dem Unterricht
<p><i>Dann bleibt das dran. Weil keine Luft mehr drin ist. Weil, ich sauge sie ja raus. Ich verbrauche ja die Luft.</i></p>	<p>Dann bleibt das am Mund so stecken. Weil da ein Vakuum dann ist, weil du die Luft rausholst. Weil da keine Luft drin ist. Und von außen drückt die Luft glaube ich dran oder so ähnlich. Die presst das dran.</p>
<p><i>Dann bleibt das Glas kleben. Wenn man das Teil dranhält und dann so einsaugt, dann bleibt's so kleben.</i></p>	<p>Dann bleibt das dran. Weil man die Luft ja da rauszieht und die Luft, die so außen drum herum ist, drückt ja gegen.</p>
<p><i>Also ich habe die Luft eingeatmet, aus dem Glas, und dann hat sich das Glas hier [zeigt auf ihren Mund] irgendwie befestigt.</i></p>	<p>Also wenn man das so hat, dann drückt die Luft von überall auf das Glas und da drin geht die Luft raus und dann drückt von außen die Luft da dran.</p>
<p><i>Der Becher bleibt kleben, als ich die Luft eingeatmet habe, die war im Becher, deswegen bleibt der kleben.</i></p>	<p>Dass der Becher so daran gedrückt wurde. Weil keine Luft mehr drin war und die Luft von außen den Becher daran gedrückt hat.</p>

Wie kommt es, dass ein kleines Stück Stahl untergeht, aber ein grosses, schweres Schiff aus Stahl schwimmt?



Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006). Why does a large ship of iron float? Conceptual change in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*.

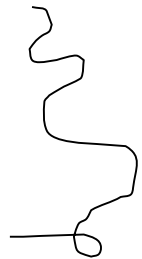
Ein Metalldraht wird ins Wasser getaucht.

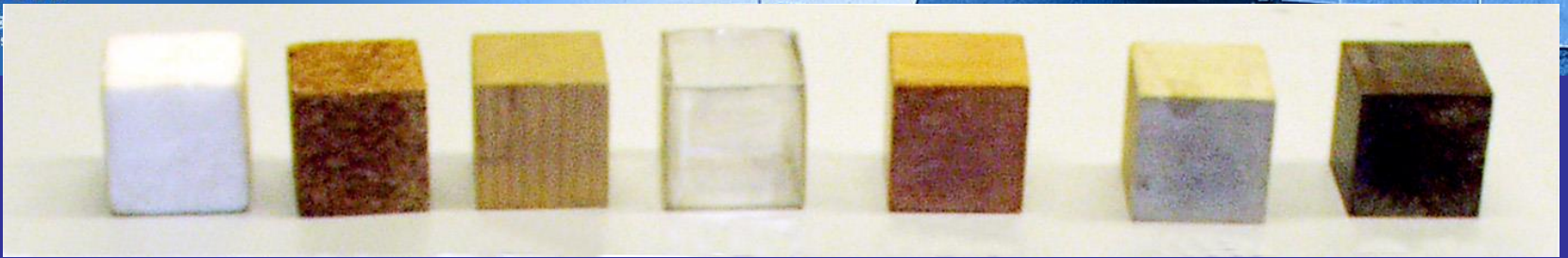
Was passiert?

geht unter

steigt nach oben

- weil er sich festhält.
- weil das weggedrängte Wasser weniger wiegt als der Metalldraht.
- weil er so lang und dünn ist.
- weil das weggedrängte Wasser mehr wiegt als der Metalldraht.
- weil er aus Metall ist.
- weil er vom Wasser nicht stark genug nach oben gedrückt wird.
- weil er so leicht ist.





Styropor

Kork

Holz

Wasser

Ton

Stein

Eisen



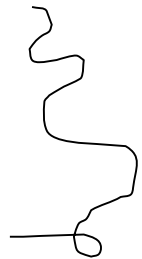
Ein Metalldraht wird ins Wasser getaucht.

Was passiert?

geht unter

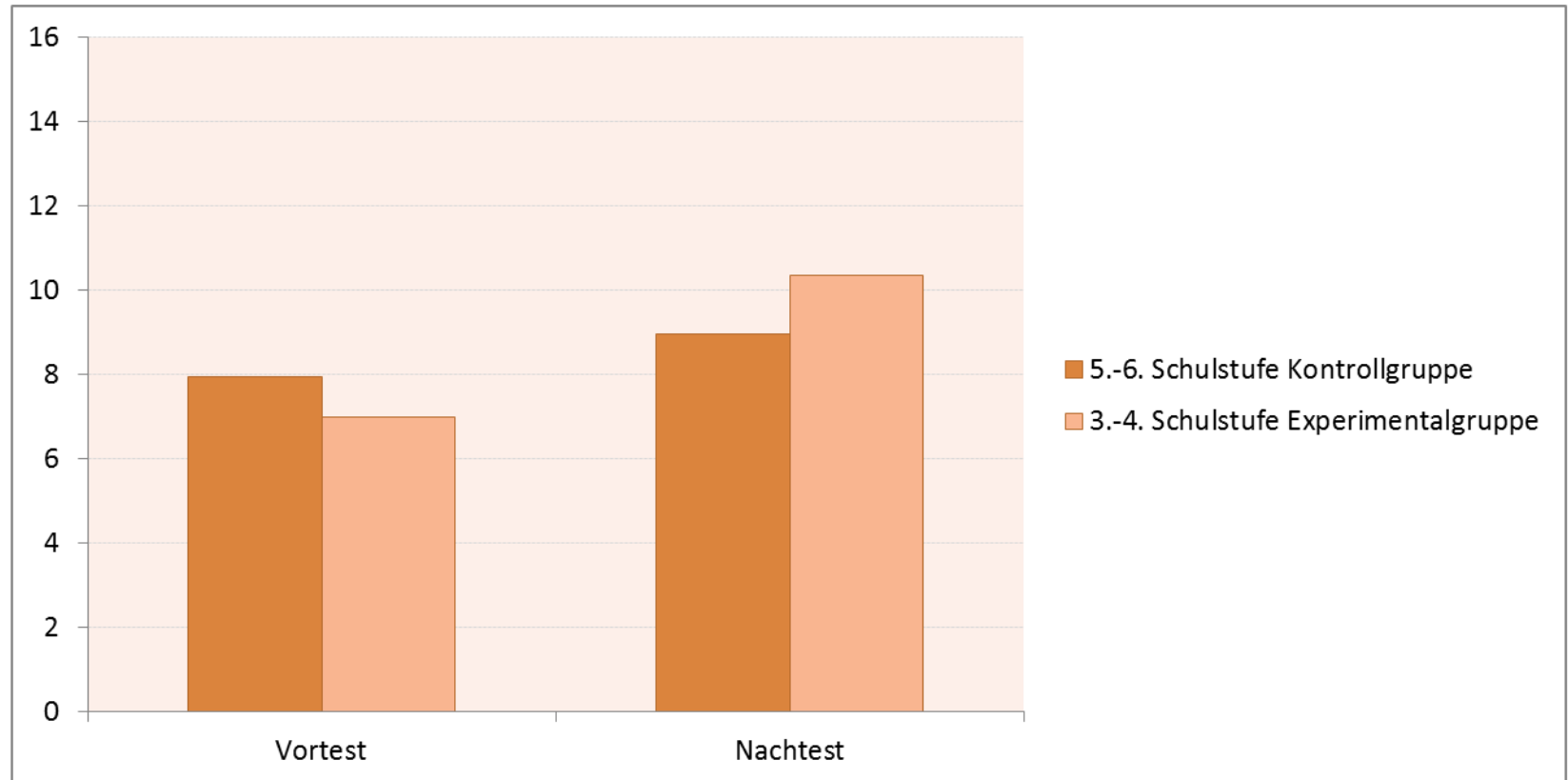
steigt nach oben

- weil er sich festhält.
- weil das weggedrängte Wasser weniger wiegt als der Metalldraht.**
- weil er so lang und dünn ist.
- weil das weggedrängte Wasser mehr wiegt als der Metalldraht.
- weil er aus Metall ist.
- weil er vom Wasser nicht stark genug nach oben gedrückt wird.**
- weil er so leicht ist.

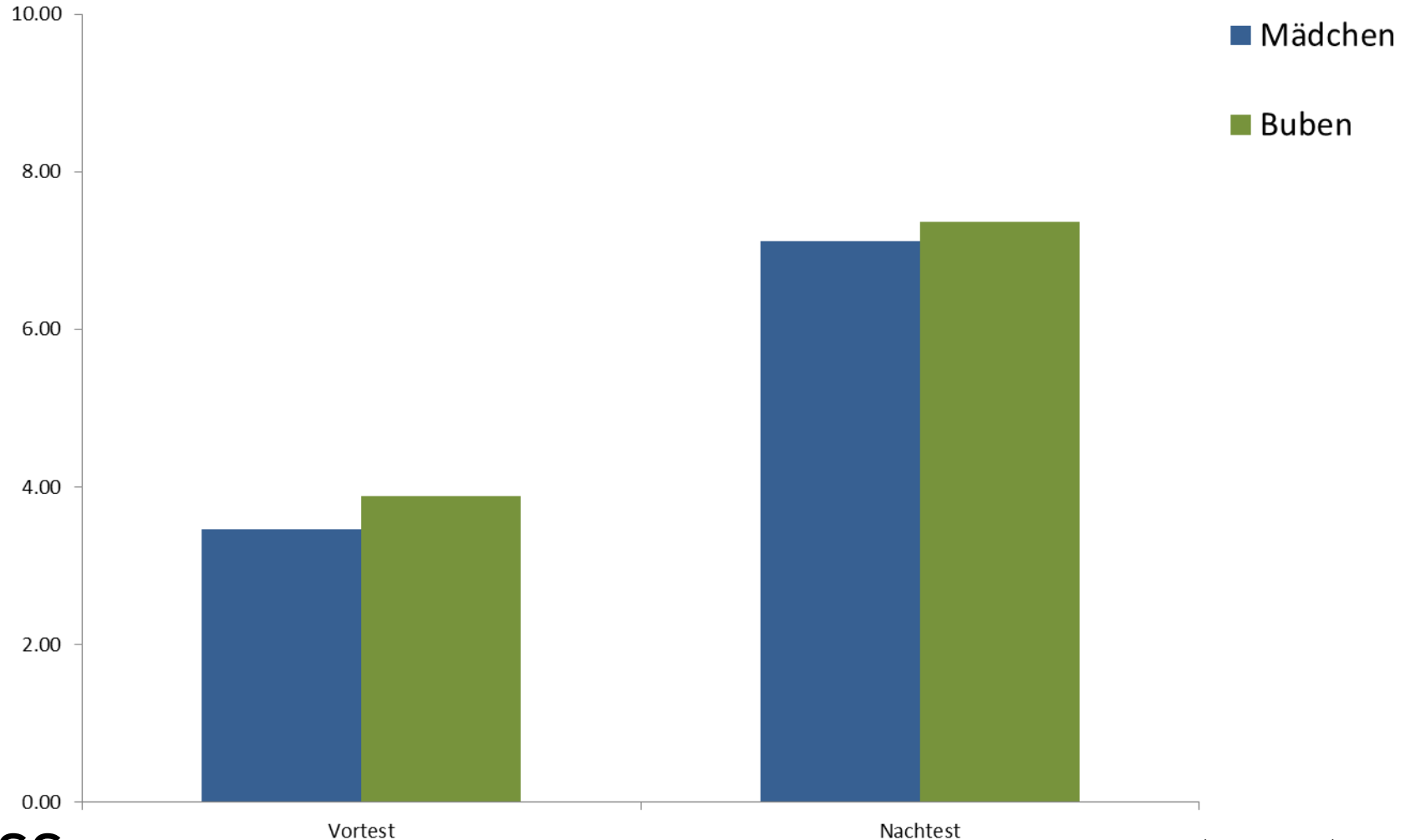


Luft und Luftdruck: Vergleich von Kindern mit und ohne Unterricht

Luft & Luftdruck



Geschlecht Schwimmen & Sinken





2) Grundkonzepte der Mechanik durchdenken



Journal of Educational Psychology

© 2018 American Psychological Association
0022-0663/18/\$12.00 <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000266>

Enhancing Physics Learning With Cognitively Activating Instruction: A Quasi-Experimental Classroom Intervention Study

AQ: au

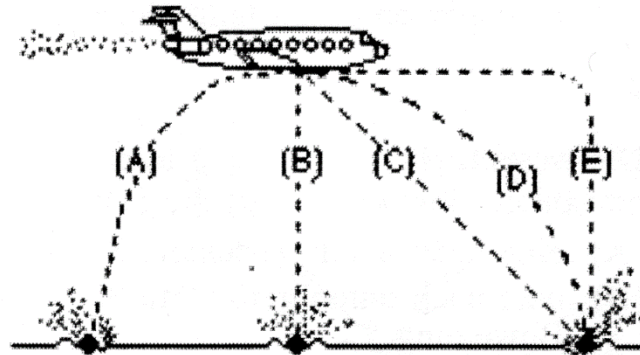
Sarah I. Hofer
Technische Universität München

Ralph Schumacher and **Herbert Rubín**
MINT-Learning Center, ETH Zurich, Switzerland

Elsbeth Stern
Institute for Research on Learning and Instruction, ETH Zurich, Switzerland

Physics educators today face two major challenges: supporting the acquisition of a solid base of conceptual knowledge and reducing the persisting gender gap. In the present quasi-experimental study, we investigated the potential of physics instruction that is enriched with evidence-based cognitively activating methods, such as inventing with contrasting cases or metacognitive questions, to overcome both of these challenges. Four physics teachers in charge of two parallel classes each applied our

Eine schwere Kugel fällt versehentlich aus dem Frachtraum eines Flugzeuges, während das Flugzeug in horizontaler Richtung fliegt. Der ganze Vorgang wird von einer Person auf dem Boden beobachtet, die das Flugzeug wie in der Skizze rechts sieht. Welche der gezeichneten Bahnkurven beschreibt die Flugbahn der Kugel nach dem Herausfallen am besten? (Markieren Sie Ihre Antwort in der Skizze.)



Lösung ETH-Studenten (Studie Vaterlaus/Stern):

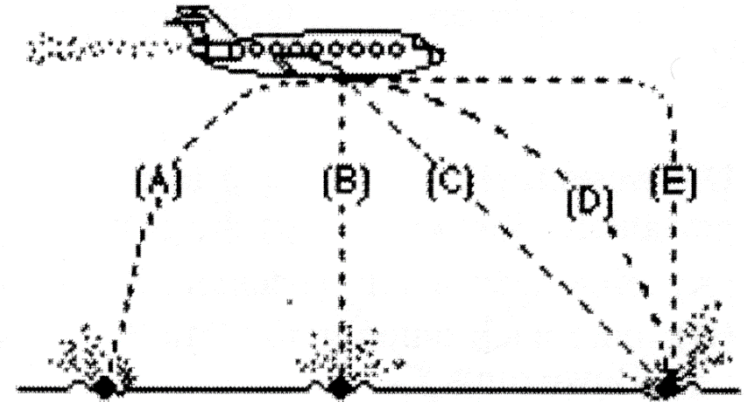
A: 28%

B: 19%

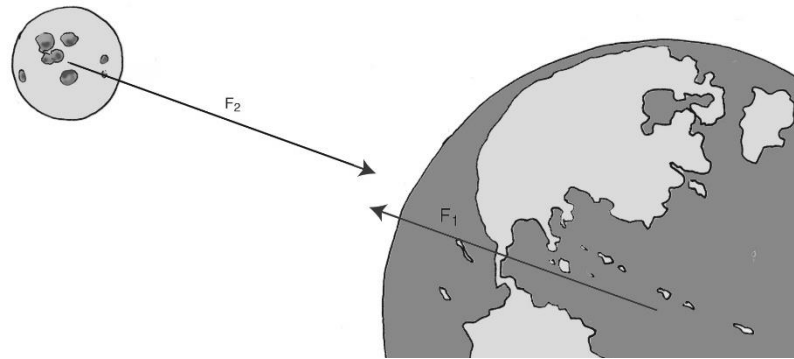
C: 7%

D: 46 %

E: 0%



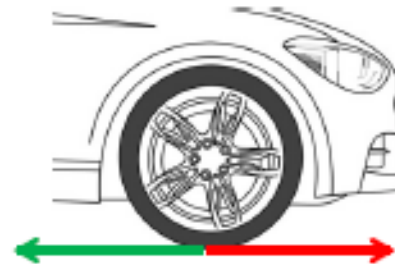
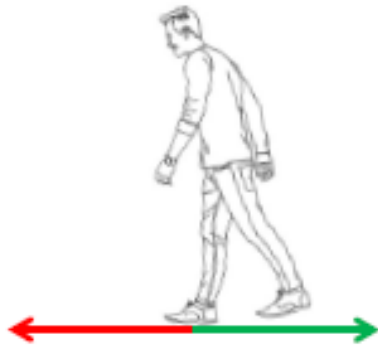
Auftrag zur Kontrastierung von Reaktionskräften mit Kräfte-Gleichgewichten



Sind die Gravitationskräfte zwischen Erde und Mond gleich gross?
Erklären Sie Ihre Antwort entweder mit dem Konzept der Reaktionskräfte
oder mit dem Konzept des Kräfte-Gleichgewichts.

Metakognitive Fragen

Haben Sie verstanden, inwieweit Newtons drittes Axiom (actio = reactio) der Vorwärtsbewegung beispielsweise von Personen und Fahrzeugen zugrunde liegt? Falls das nicht so ist, welche Punkte sind Ihnen noch nicht ganz klar?

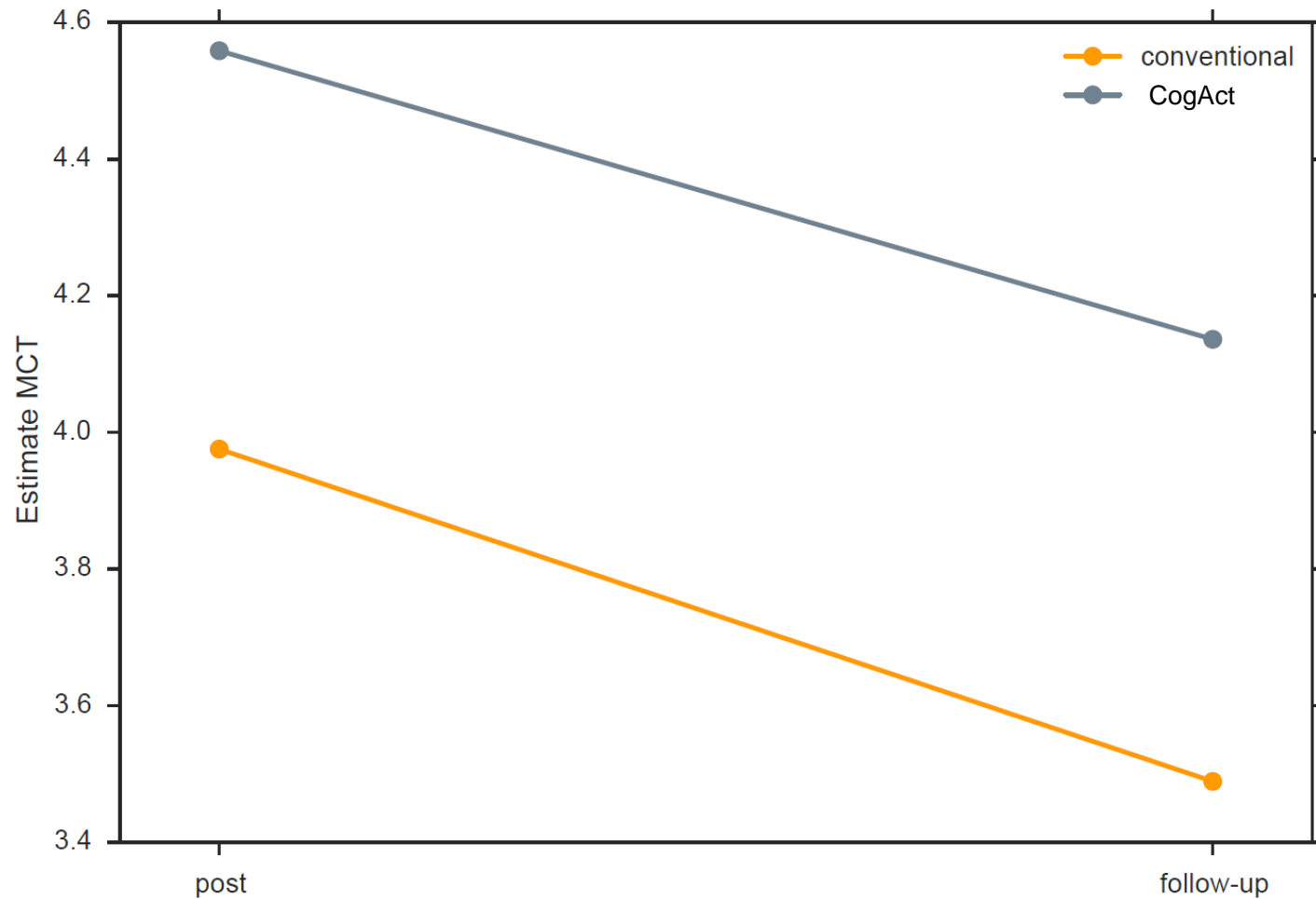


Aufträge für Selbsterklärungen

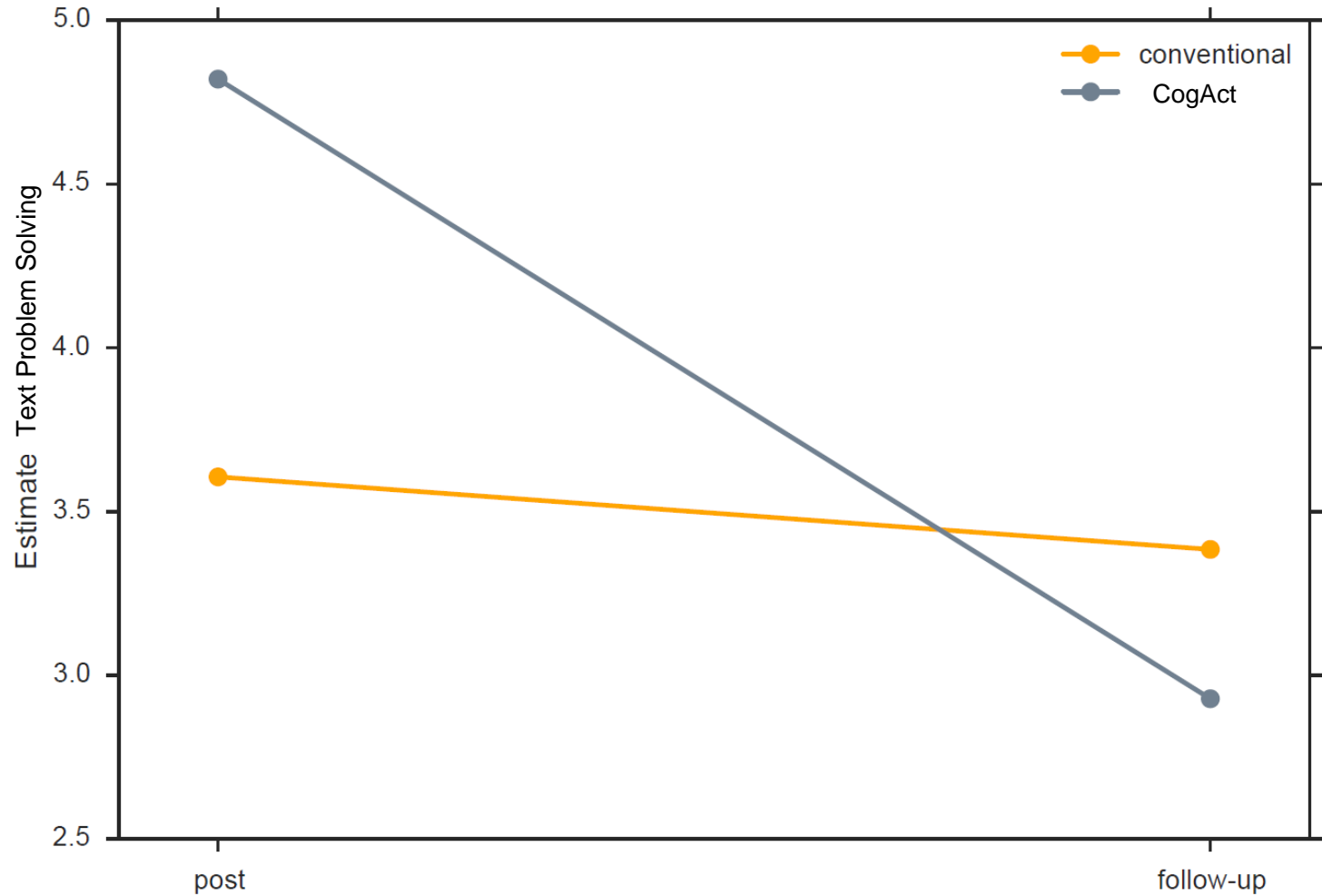
- Jemand glaubt, Masse und Gewicht wären dasselbe. Mit welchen Argumenten würden Sie dieser Person erklären, warum das nicht zutrifft?

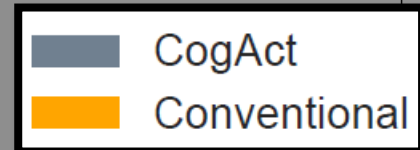
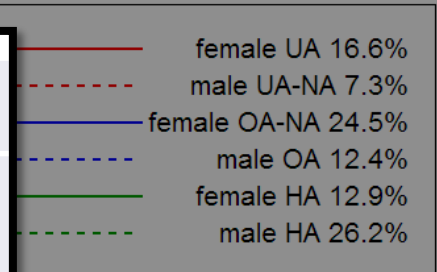
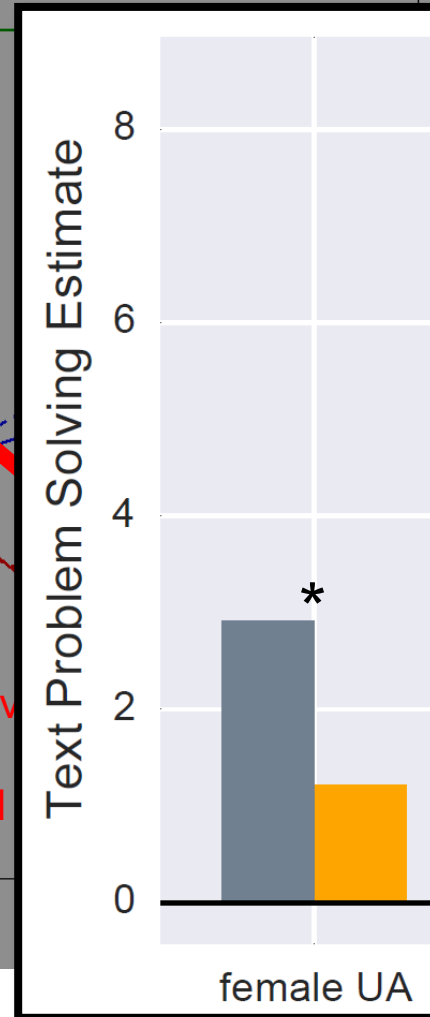
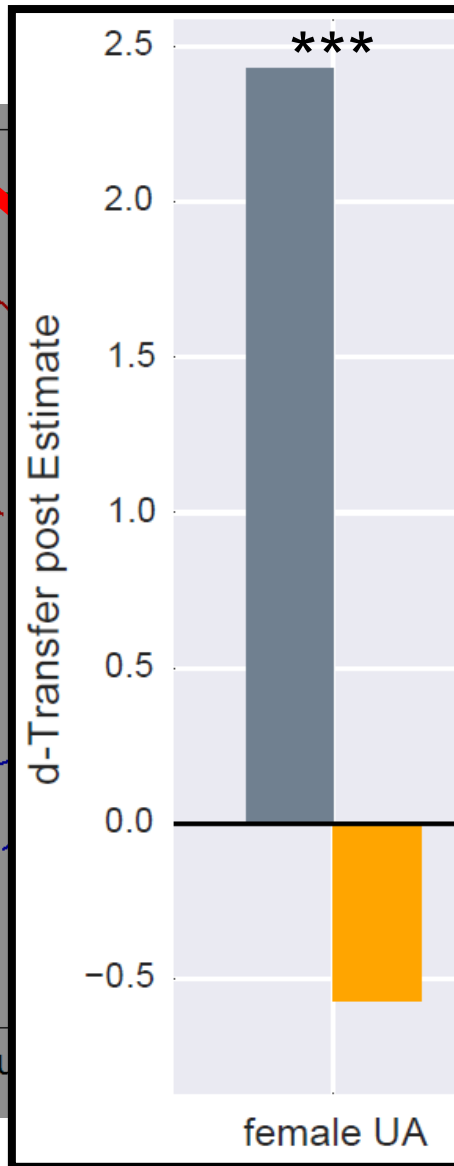
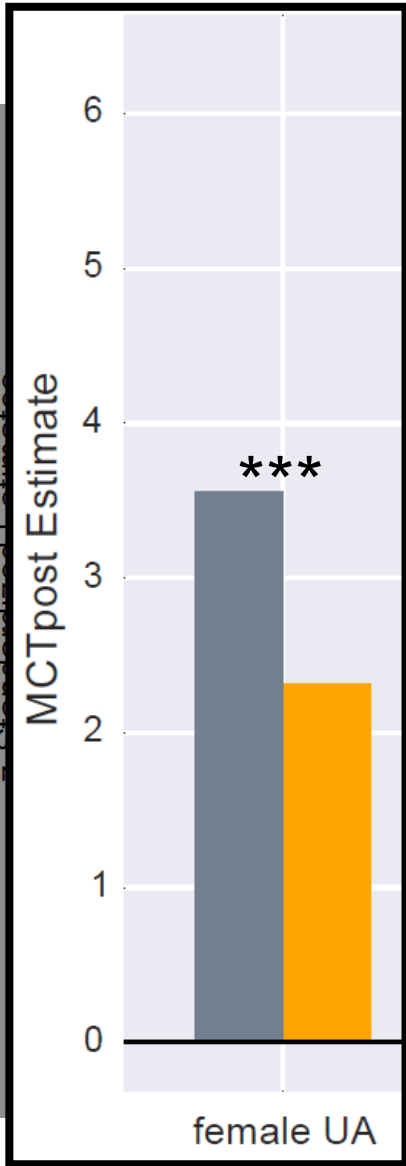


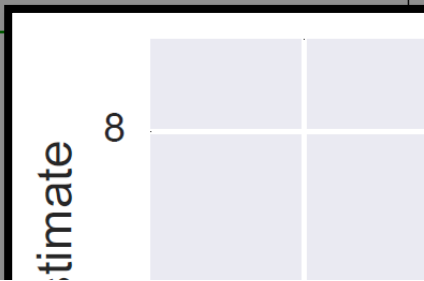
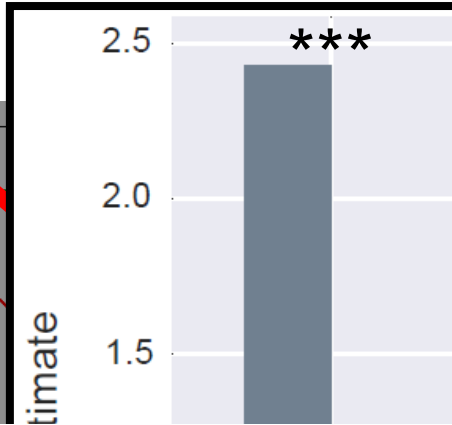
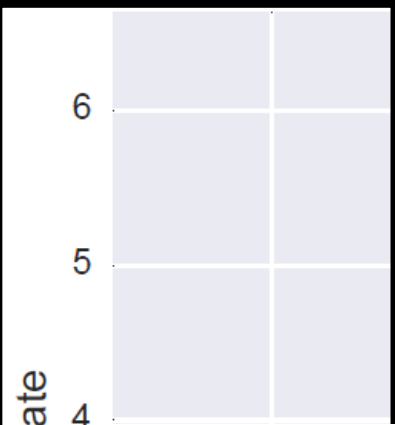
Verständnistest Mechanik



Rechenaufgaben post und follow-up

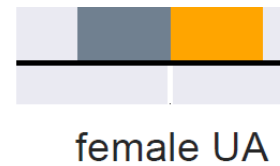
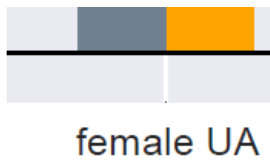






- female UA 16.6%
- male UA-NA 7.3%
- female OA-NA 24.5%
- male OA 12.4%
- female HA 12.9%
- male HA 26.2%

Sehr intelligente SchülerINNEN profitieren besonders deutlich



Lernen im Zeitalter von ICT: Abschliessende Gedanken

- Können wir zukünftig auf Fremdsprachenlernen verzichten, weil Übersetzungsprogramme immer besser werden?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



[http://www.ifvll.ethz.ch/ueber-uns/
personen/personen-forschung/prof-dr-elsbeth-stern.html](http://www.ifvll.ethz.ch/ueber-uns/personen/personen-forschung/prof-dr-elsbeth-stern.html)

