

Expertise von Lehrpersonen

Elsbeth Stern




- 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?


A blue-tinted photograph of the ETH Zurich campus, showing a large building with a dome and a landscape with mountains in the background.

Jede/r Lehrende muss sich bewusst sein: Was wir uns an eingehender Information merken können, hängt ganz entscheidend von unserem bereits verfügbaren Wissen ab.

- 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 oder Musik)
- Fehlendes Wissen als Ursache für schlechte Merkleistung

Wissen als der Schlüssel zum Können

- Wissen DASS
- Deklatives Wissen (Fakten und Begriffe)
- Wissen WIE
- Prozedurales Wissen (automatisierte Handlungen)
- Wie muss Wissen im Gedächtnis einer Person organisiert sein, damit es bei der Bewältigung einer Anforderung zum richtigen Zeitpunkt aktiviert und genutzt wird?



Ehct ksras! Das ghet wicklirh!
Luat eneir Sutide eneir elgnihcesn
Uvinisterät ist es nchit witihcg, in
wlecehr Rneflogheie die
Bstachuebn in eneim Wrot
vrommkeon. Das enizig Wcthieig
ist, dsas der estre und der leztte
Bstabchue an der ritihcegn
Pstoiion setehn. Der Rset knan
ein ttoaerl Bsinöldn sien,
tedztorm knan man ihn onhe
Pemoblre lseen. Das ist so, wiel
wir nciht jeedn Bstachuebn
enzelin leesn, snderon das Wrot
als gseatems.
Und jzett veil Sapß biem Rltsäen!

Welche Lernvorgänge erzeugen automatisiertes prozedurales Wissen?

- Wiederholung
- Lernen am Erfolg
- Eventuell durch externe Steuerung (operantes Konditionieren)
- Fehler können den Lernprozess verzögern

Weitere Beispiele für prozedurales Wissen

- Welche Zahl ist grösser?
- 9356 oder 10324
- Automatisierung der Blickbewegung

Warum der Erwerb von anwendbarem **konzeptuellem** Wissen ungleich schwieriger ist

- Säugetier
- Gewicht
- Trägheit

Was ist eine Maschine?



PLATE 201. THE "LAMP" ENGINE, 1780
From the *Encyclopédie*

Unter einer **Maschine** versteht man in der Physik eine Vorrichtung, welche Ansatzpunkt, Richtung oder Größe einer Kraft verändern, um die vorhandene Kraft möglichst zweckmäßig zur Verrichtung von Arbeit einzusetzen.



Wann ist der Gürtel eine Maschine?



Lerngelegenheiten, die den Aufbau von Begriffsnetzwerken unterstützen

NICHT

- **Lernen von Merksätzen, Definitionen und Formeln**
- **probieren, Versuch und Irrtum**

Sondern

- **Arbeit am Vorwissen: Gelegenheiten zur Ko-Konstruktion von Wissen in Gesprächen (Selbsterklärungen, Metakognitionstraining)**
- **ZEIT: Spiralcurriculum**

Am Konzeptuellen Wissen arbeiten

- **Konzeptwechsel durch Angebote alternativer Begriffe erleichtern: z.B. Trägheit vs Unbeweglichkeit**
- Fehler der Schüler als wichtigste Informationsquelle sehen
- $1+2=3+3=6+4=10+5=,$
- NICHT zwingen: $1+2=3$, $3+3=6$, $6+4=10$, $10+5=1$

A blue-tinted photograph of a large, classical-style building with a prominent dome and arched windows, likely a part of the ETH Zurich campus, set against a light sky.

Auch Lehren beruht auf prozeduralem und deklarativem Wissen: Expertise bei Lehrpersonen

Wie wird man zum Experten?

- Bündelung (Chunking) von Wissen durch wiederholte Ausführung
- Time on Task: Nach zehn Jahren (Richtwert) Übung kann man in einem anspruchsvollen Inhaltsgebiet an der Spitze sein
- Lernumgebung: Stellt Herausforderungen und gibt Rückmeldung
- **Im Gegensatz zu vielen anderen Berufen werden Lehrer nicht automatisch durch wiederholte Ausübung ihrer Tätigkeit zu Experten: Bisher wurde kein Zusammenhang zwischen Berufsdauer und Lernwirksamkeit des Unterrichts gefunden**

Wie geht man mit der Tatsache um, dass Berufserfahrung nicht zwangsläufig zu besserem Unterricht führt?

- Antwort in den 1980er Jahren: Lehrer brauchen Anleitung im Umgang mit neuern Unterrichtsmethoden
- Prozess-Produkt-Pardigma in der Forschung: Ergebnisse unbefriedigend
- "Guter Unterricht kann auf unterschiedliche, aber nicht auf beliebige Weise realisiert werden." *Franz E. Weinert*

Fazit: Das einfache Modell des Expertiseerwerbes lässt sich nicht auf den Lehrerberuf übertragen

- **Parallele Forschungsentwicklung: Erweiterung des
Expertisebegriffs**

Experten lösen Probleme

- Problem: Anforderung, zu deren Bewältigung noch keine abrufbare Lösung vorliegt
- Wohldefinierte Probleme: Das Ziel ist klar, und aus Expertensicht gibt es eine optimale Lösung (Schach, Physik, Fachmedizin), die aber erst noch konstruiert werden muss
- Schlecht definierte (ill-defined) Probleme

Charakteristika schlecht definierter Probleme

- Zielkonflikte: Eine grössere Zahl teils sogar widersprüchlicher Ziele müssen verfolgt werden
- Die Entscheidung für ein Ziel ist immer auch die Entscheidung gegen ein anderes Ziel
- Es können sich jederzeit neue Ziele ergeben, die man nicht unter Kontrolle hat
- Es stehen zu jedem Zeitpunkt unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung, deren Auswirkungen jedoch nicht vorhersagbar sind.
- Fazit: Man trifft ständig Entscheidungen unter Unsicherheit


Zwei Arten der Expertise

- **Routine Experten** lösen wohl definierte Probleme:
Fachärzte, Ingenieure
- Mit zunehmender Erfahrung bündeln sie Wissen und erkennen auf einen Blick, was zu tun ist.
- **Adaptive Experten** lösen schlecht definierte Probleme:
Lehrer, Manager, Unternehmer, Wissenschaftler
- Faktor Zeitersparnis greift nur bei Routineexpertise
- Adaptive Expertise erfordert:
 - Monitoring: Sicher stellen, dass man nicht Volldampf in die falsche Richtung fährt
 - Keine voreilige Ursachenzuschreibung

Expertiseforschung: Unterrichten heisst, permanent schlecht definierte Probleme zu lösen

- **Erfahrungsfalle!!!!**

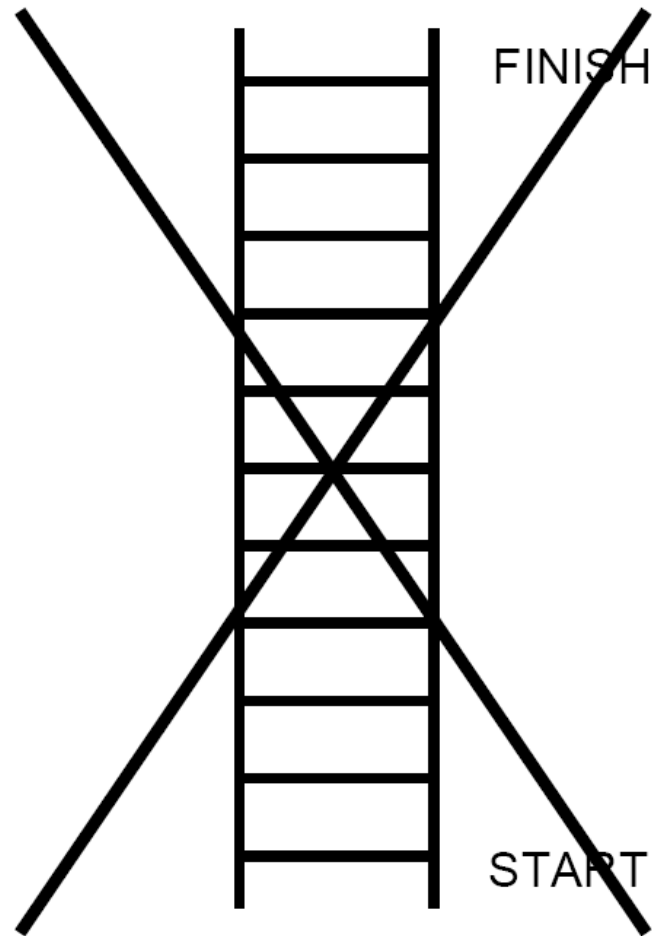
Wie erwirbt eine Lehrperson adaptive Expertise?

- Herausfinden, welche Tätigkeiten im Lehrerberuf sich zur Prozeduralisierung und Routinebildung eignen (z.B. Berichte schreiben, Material finden, Umgang mit Disziplinproblemen, **Tests und Aufträge entwickeln**)
 - Herausfinden, wo Routine schädlich ist (Themen schneller abhandeln, Routinefragen stellen, Stereotype bilden)
 - Immer wieder über Ziele nachdenken und überprüfen, ob man wirklich die angestrebten Ziele verfolgt
 - Sich bei der Ursachenzuschreibung von eigenen Handlungsmöglichkeiten leiten lassen
- 

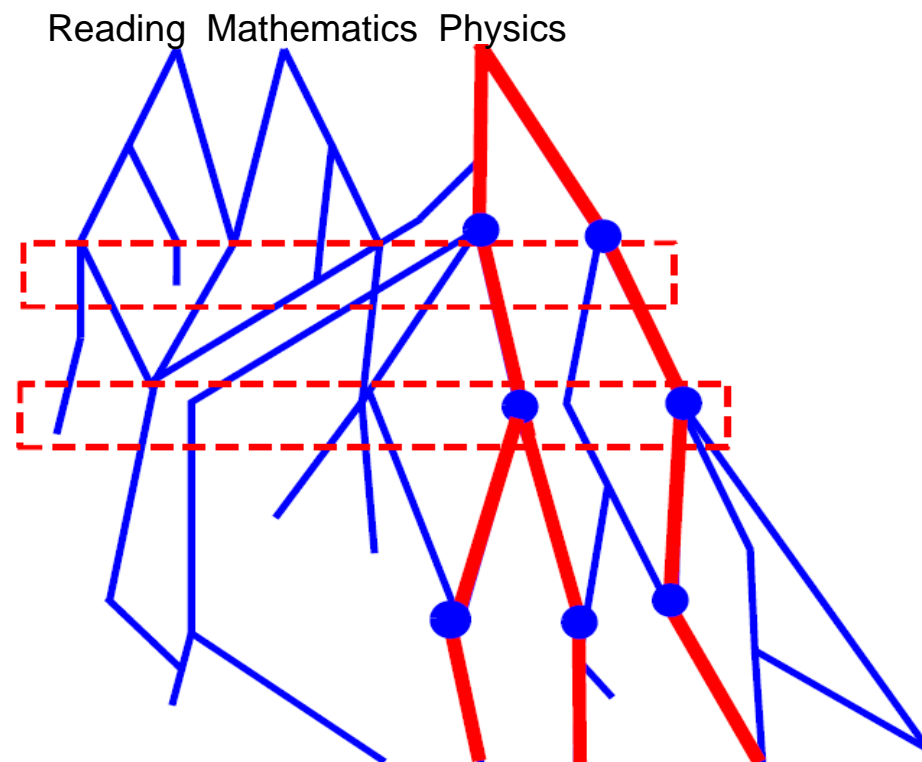
Wie erwirbt eine Lehrperson adaptive Expertise?

- Handlungsalternativen auch in unkritischen Situationen erwägen
- Immer wieder erwünschte und unerwünschte Konsequenzen des eigenen Handelns bedenken
- Sich in den Wissensstand und den Lernprozess der SuS hineinversetzen

Lernen ist nicht wie das Besteigen einer Leiter



Das Ergebnis von Lernen ist ein Wissensnetzwerk, das sich im günstigen Falle systematisch verzweigt.



Gute Lehrer wissen, wie Schüler lernen

Fachspezifisches pädagogisches Wissen ist “die Zusammenführung von Inhalt und Pädagogik zu einem Verständnis dessen, wie bestimmte Themen, Probleme oder Fragen strukturiert, dargestellt und an die Interessen und Fähigkeiten der Lernenden angepaßt und für den Unterricht aufbereitet werden sollten” (*Shulman, 1987*)

Konstruktivistische Grundhaltung der Lehrpersonen fördert kreative Leistungen der Schüler

Ergebnisse aus der SCHOLASTIK-Studie : Bedeutung von Lehrerüberzeugungen für den Lernfortschritt der Schüler

Staub, F., Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: quasi-experimental evidence from elementary mathematics. Journal of Educational Psychology.

Leistung im Lösen von Textaufgaben, die nicht geübt wurden

Peter hat 5 Murmeln. Susanne hat 3 Murmeln mehr als Peter. Wie viele Murmeln haben Susanne und Peter zusammen?

Konstruktivistische Sicht:

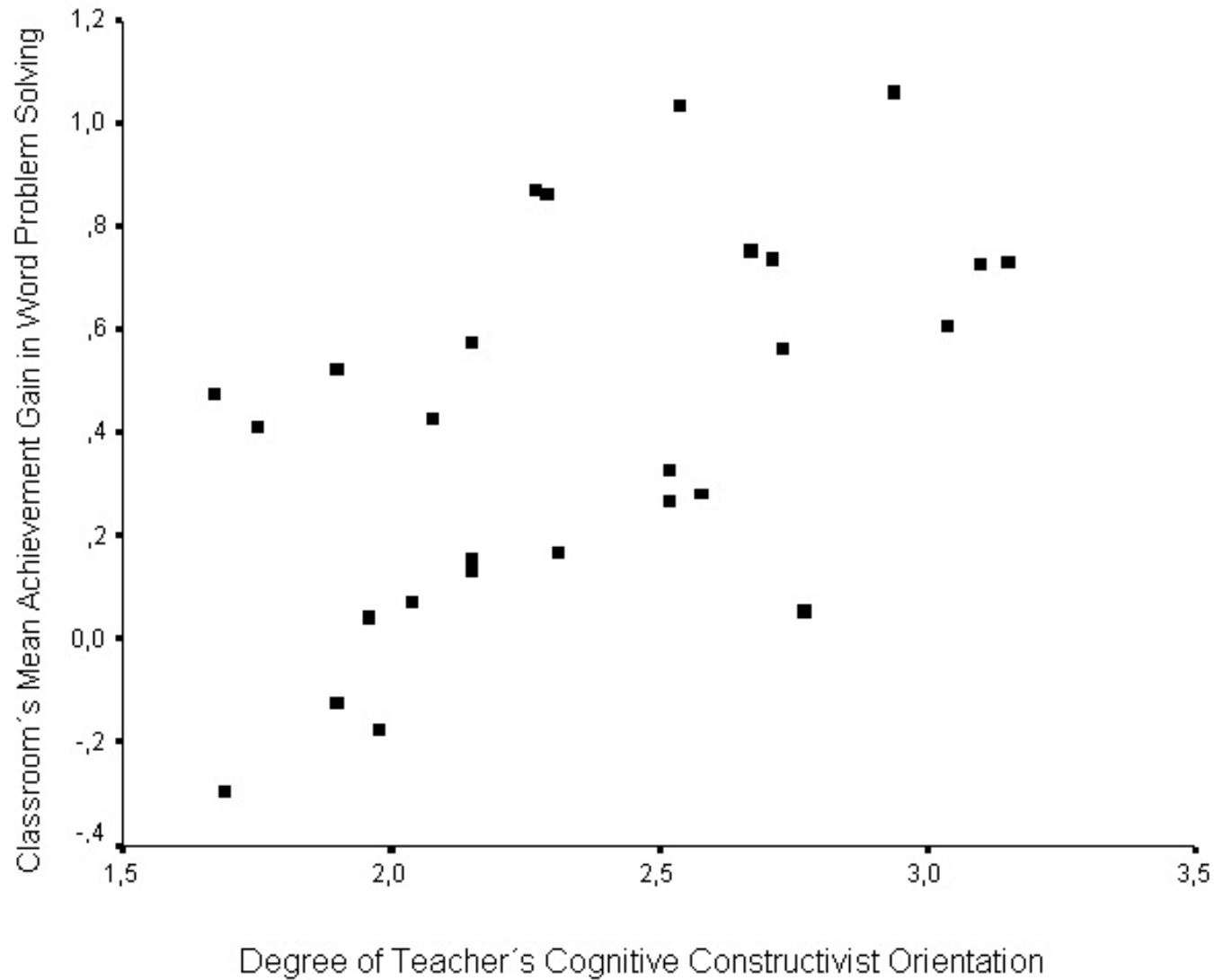
Kinder lernen Mathematik am besten, indem sie selber herausfinden, wie sie zu Antworten auf einfache Textaufgaben kommen.

Kinder sollten viele informelle Erfahrungen mit dem Lösen von einfachen Textaufgaben sammeln, ehe man von ihnen erwarten kann, daß sie Rechenprozeduren perfekt beherrschen.

Direkte Übertragung:

Ein guter Lehrer führt vor, auf welche Weise man eine Textaufgabe am besten löst.

Es sollte Zeit auf das Üben von Rechnverfahren verwendet werden, ehe man von Kindern erwarten kann, dass sie die Verfahren verstehen.

 $r = .50$

COACTIV-Projekt

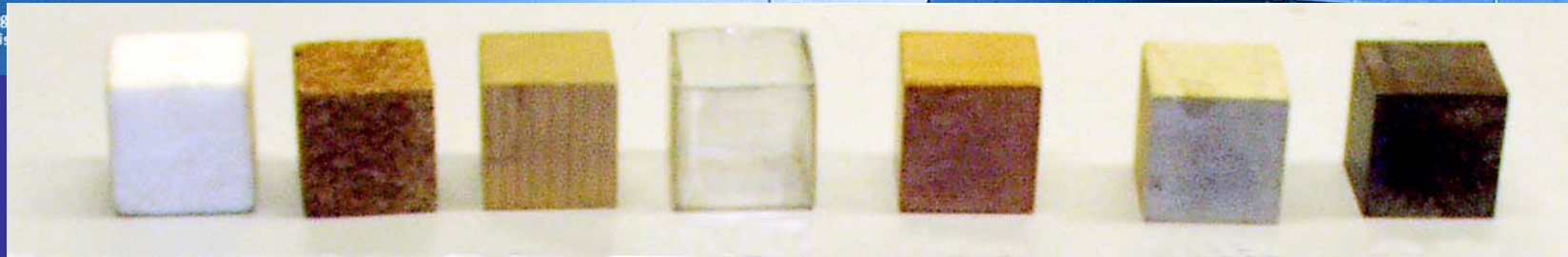
- Fachwissen der Lehrpersonen in Mathematik wirkt sich nur auf den Lernerfolg der SuS aus, wenn es in Pedagogical Content Knowledge umgesetzt wurde.

Konstruktivistische Grundhaltung ≠ laissez faire

**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*.



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.



Ein Metalldraht wird ins Wasser getaucht.

Was passiert?

geht unter

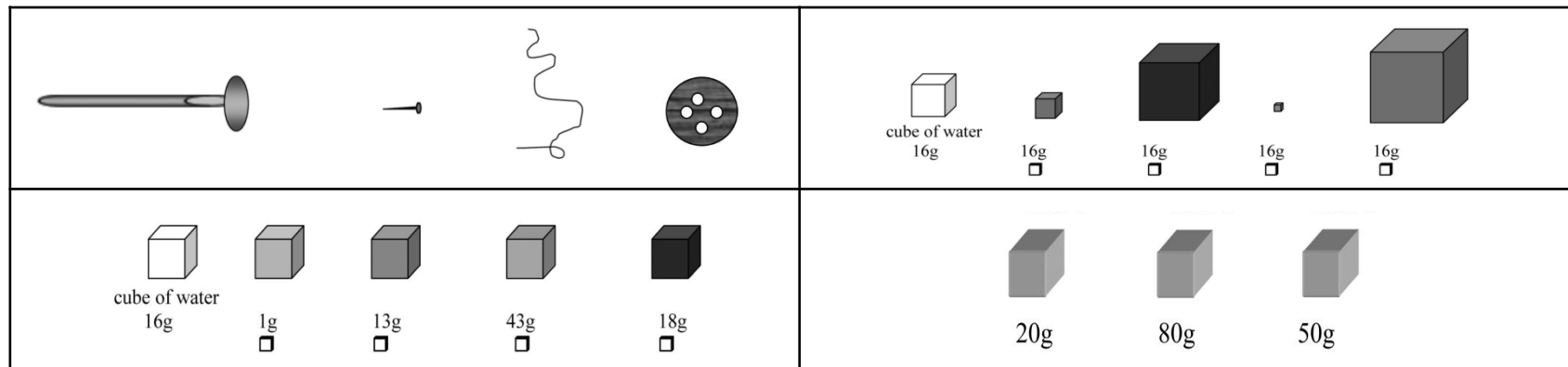
steigt nach oben

- 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.



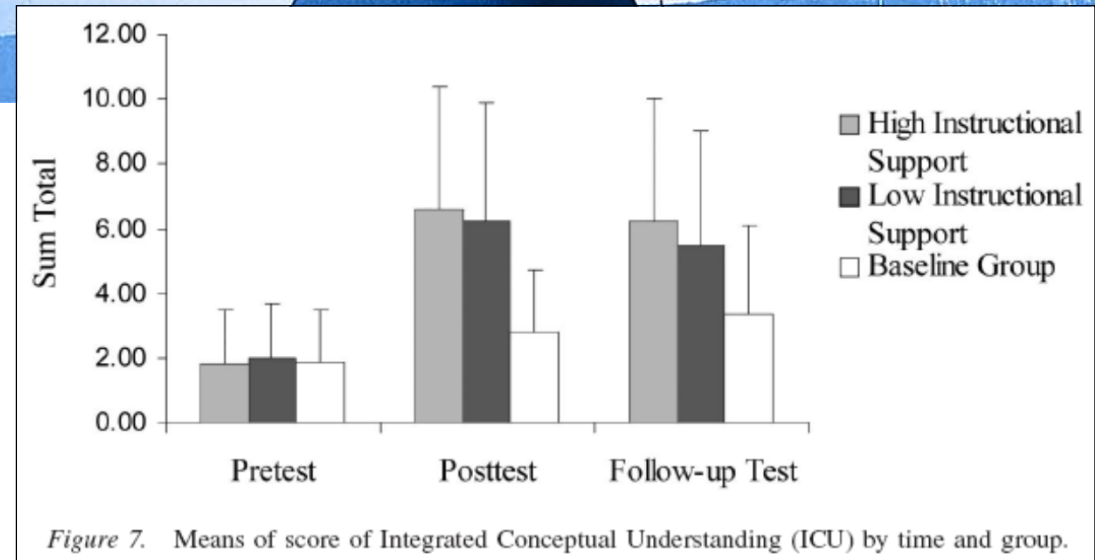
Studie „Warum schwimmt ein grosses Schiff aus Stahl?“

Lernumgebung mit verschiedenen Lernmaterialien / Primarschüler (Hardy et al.)



- Fehlkonzepte aus dem Weg räumen durch Handeln mit verschiedenen Lernmaterialien
- Lernumgebung allein reicht nicht aus, es braucht eine gute Anleitung des Lehrers zur sinnvollen Nutzung
 - Sequenzieren, Hypothesen aufstellen, geleitete Diskussionen, Vergleiche anregen
- high instructional support versus low instructional support

Resultate



- High instructional support
 - Höhere Werte in Konzeptveränderungen
 - Zunahme von angemessenen wissenschaftlichen Erklärungen
 - Abnahme der Fehlkonzepte
 - Höhere Werte im Transfertest
 - Langzeiteffekte in Nachuntersuchung 1 Jahr später
- Implikationen
 - Es braucht eine gut strukturierte Anleitung beim Erwerb Naturwissenschaftlicher Konzepte

Kernexpertise der Lehrpersonen: Die Vorgabe lernwirksamer Aufgaben und Aufträge

- Lerngewinn ist am grössten bei Aufgaben
- ...für die noch keine fertige Lösung abgerufen werden kann.
-die aber auf der Grundlage des bestehenden Wissens durch dessen Umstrukturierung gelöst werden können.
- **Nicht jede Lehrperson kann und soll das Rad neu erfinden: Kultur der Kooperation optimieren**

MINT-Zentrum

- Wie können Lehrpersonen und Lehr- und Lernforscher zusammen die Lernwirksamkeit von Unterricht verbessern?
- Integration von Elementen zur kognitiven Aktivierung in den Unterricht einbauen
- Unterrichtsentwürfe für Standardthemen (z.B. Mechanik, Algebra) und für neue Themen (mobile Energiequellen, Flussrevitalisierung)
- Intensive Fortbildung von und mit Lehrpersonen



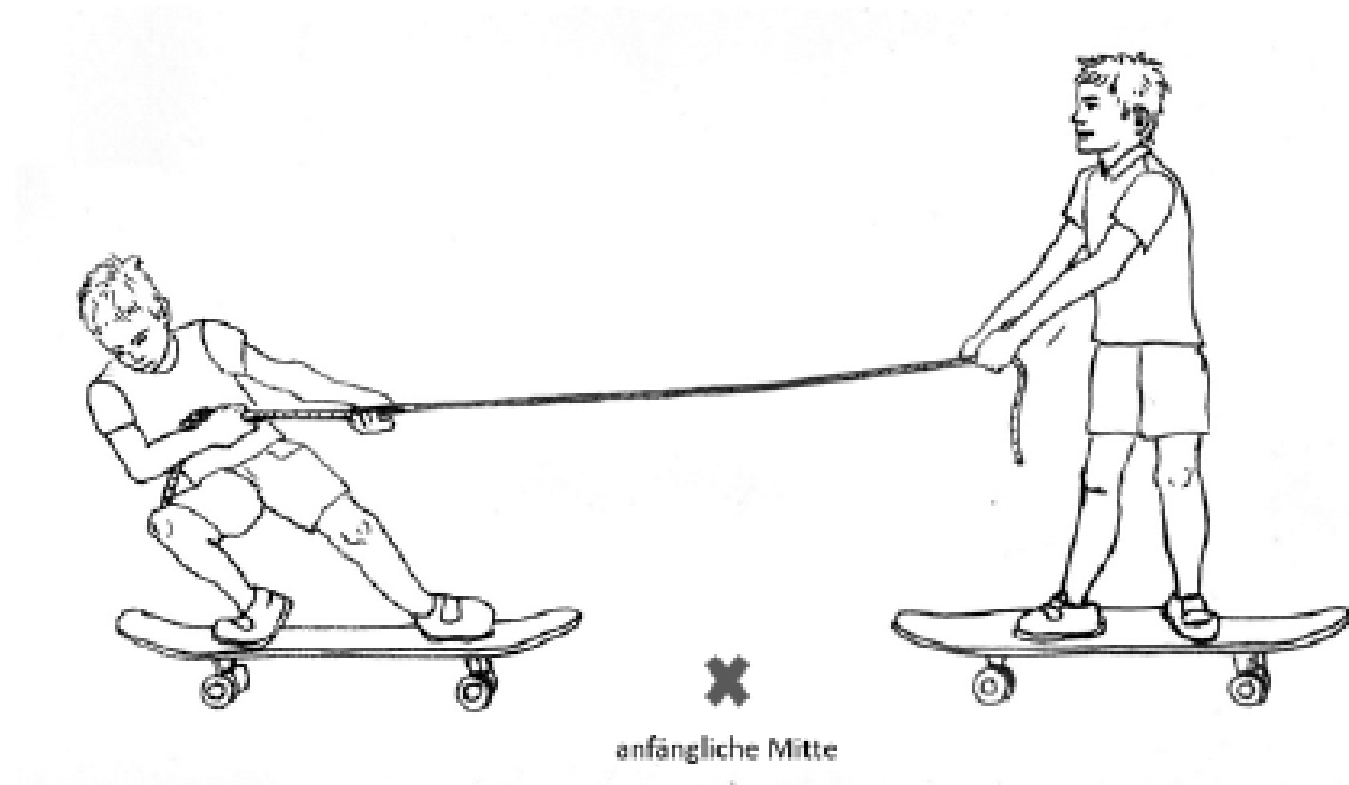
Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern?

- (1) Die Vorstellungen der Lernenden kennen und nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Erfinden mit kontrastierenden Fällen
- (4) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (5) Holistische Konfrontation von Modellen
- (6) Metakognitive Fragen stellen

Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern?

- (1) Die Vorstellungen der Lernenden kennen und nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Erfinden mit kontrastierenden Fällen
- (4) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (5) Holistische Konfrontation von Modellen
- (6) Metakognitive Fragen stellen

Zwei Skateboard-Fahrer mit gleichem Gewicht stehen sich je auf einem Skateboard gegenüber und sind mit einem gespannten Seil verbunden. Der Linke zieht aktiv am Seil, der Rechte hält es nur fest. Was ist zutreffend?



- Der linke Skater bleibt stehen, der rechte rollt auf ihn zu.
- Sie treffen sich in einem Punkt, der näher beim linken Skater liegt.
- Beide bewegen sich gleich schnell zur anfänglichen Mitte hin.



Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern?

- (1) Die Vorstellungen der Lernenden kennen und nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Erfinden mit kontrastierenden Fällen
- (4) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (5) Holistische Konfrontation von Modellen
- (6) Metakognitive Fragen stellen

Wie kommt es, dass ein großes, schweres Schiff aus Stahl nicht untergeht, ein kleines Stück Stahl aber schon?



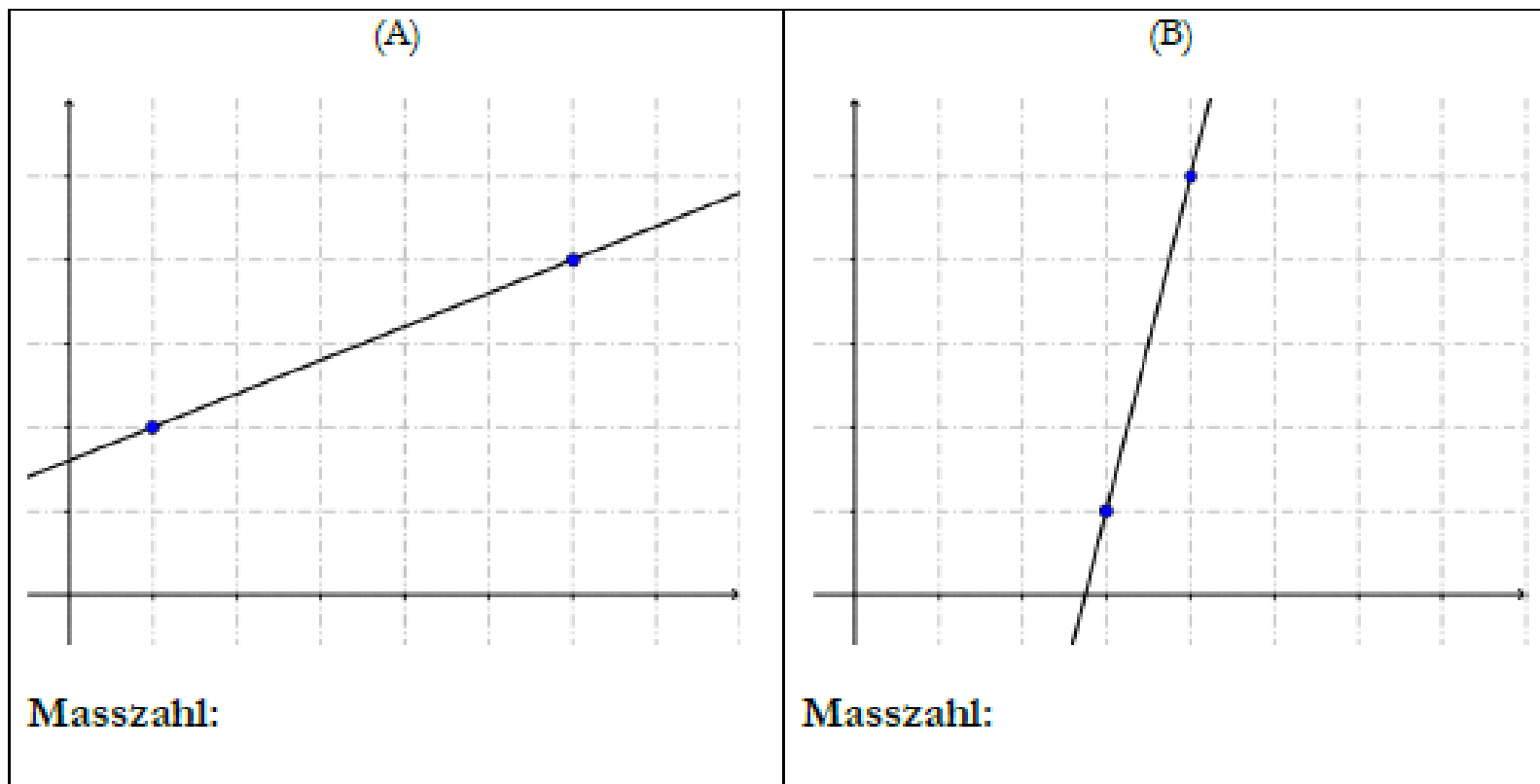


Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern?

- (1) Die Vorstellungen der Lernenden kennen und nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Erfinden mit kontrastierenden Fällen**
- (4) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (5) Holistische Konfrontation von Modellen
- (6) Metakognitive Fragen stellen

Alice hat die folgenden Abbildungen von Geraden vor sich. Sie ruft Bob an, der die Geraden nicht sieht, und möchte ihm erzählen, wie die Geraden aussehen und insbesondere, wie steil sie sind. Können Sie Alice bei diesem Unterfangen helfen? Genauer: Erfinden Sie eine Masszahl für „Steilheit“. Drücken Sie die Steilheit einer Geraden durch eine einzige Zahl aus, die Alice dann am Telefon nennen kann. Diese Masszahl für Steilheit soll folgenden Regeln genügen:

1. Die Zahl soll für jede mögliche Gerade nach derselben Regel zustande kommen.
2. Es muss für Alice möglich sein, die Masszahlen allein aus den abgebildeten Grafiken ohne weitere Hilfsmittel präzise zu bestimmen.
3. Die Grösse der Zahl gibt Bob eine präzise Vorstellung davon, wie steil eine Gerade ist.



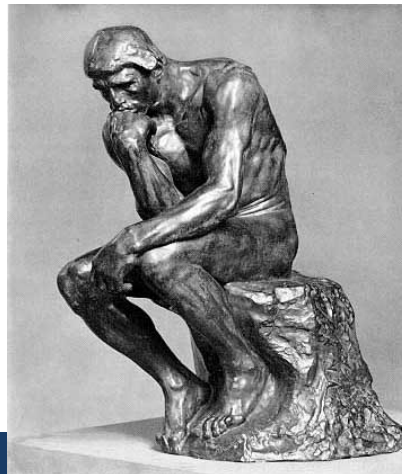


Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern?

- (1) Die Vorstellungen der Lernenden kennen und nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Erfinden mit kontrastierenden Fällen
- (4) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (5) Holistische Konfrontation von Modellen
- (6) Metakognitive Fragen stellen

Bei Selbsterklärungen handelt es sich um Erklärungen, die man für sich selber entwickelt, um sich einen Sachverhalt verständlich zu machen.

Wie erkläre ich den Unterschied zwischen Kraft und Impuls?



Selbsterklärungen sind für die **Konstruktion von Wissen** sowie für die **Integration neuer Informationen** in das bereits vorhandene Vorwissen von zentraler Bedeutung.

Metakognitive Fragen

Anleitung zur Reflexion über die eigenen Lernprozesse:

- 1) Kontrolle der eigenen Lernfortschritte**
- 2) selbständiges Aufdecken von Verstehensillusionen**
- 3) gezielte Gestaltung der eigenen Wissensorganisation**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

<http://www.educ.ethz.ch/mint>

