

Vom Lernen zum Können

Die Förderung von Transfer

Elsbeth Stern

Professur für Lehr- und Lernforschung





Warum können wir uns manches so schwer merken?



- 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?

Chunking (Bündelung)

- Die Merkfähigkeit in einem bestimmten Inhaltsbereich kann man verbessern, indem das Wissen in diesem Bereich systematisch umstrukturiert und vielfach vernetzt wird.



- 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)
- Häufig ist nicht mangelnde Motivation, sondern fehlendes Wissen die Ursache für schlechte Merkleistung (Information geht durch die Maschen). Beispiel Chemie: zwischenmolekulare Kräfte



Ausbleibender Transfer



Hier sind 5 Vögel und hier sind 3 Würmer.
Stell dir vor, alle Vögel fliegen los und jeder versucht,
einen Wurm zu bekommen.

Wie viele Vögel bekommen keinen Wurm? **96%**

Wie viel mehr Vögel als Würmer gibt es? **25%**

TIMS/III Aufgabe: Die Beschleunigung eines sich geradlinig bewegenden Objektes kann bestimmt werden aus

- Der Steigung des Weg-Zeit-Graphen
- Der Fläche unter dem Weg-Zeit-Graphen
- Der Steigung des Geschwindigkeits-Zeit-Graphen
- Der Fläche unter dem Geschwindigkeits-Zeit-Graphen

Prozent korrekte Lösung bei deutschen Abiturienten

- Deutschland: mit Leistungskurs Mathematik: 50%
- Deutschland: mit Grundkurs Mathematik: 44%
- Schweiz: 60%
- International 67%


Warum können Maturanden die Aufgabe nicht lösen?

- Beschleunigung wurde als Definition in der Physik gelernt und längst wieder vergessen
- Der Graph wurde nicht als Denkinstrument verstanden, sondern als Darstellungsmöglichkeiten
- Weg-Zeit-Graph ist bekannt, mit Bekanntem fährt man besser
- Konzeptuelles Verständnis wie "Rate der Veränderung" wurde nicht erarbeitet
- Graphen werden VIEL zu wenig in der Schule eingesetzt



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 ttoaer 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!

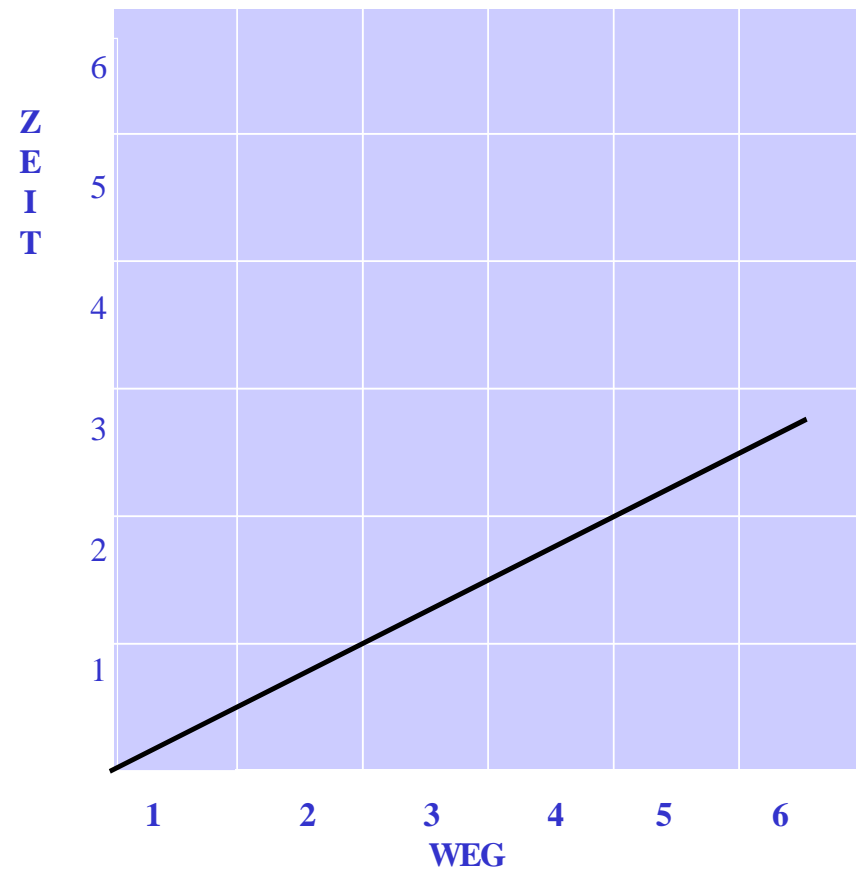
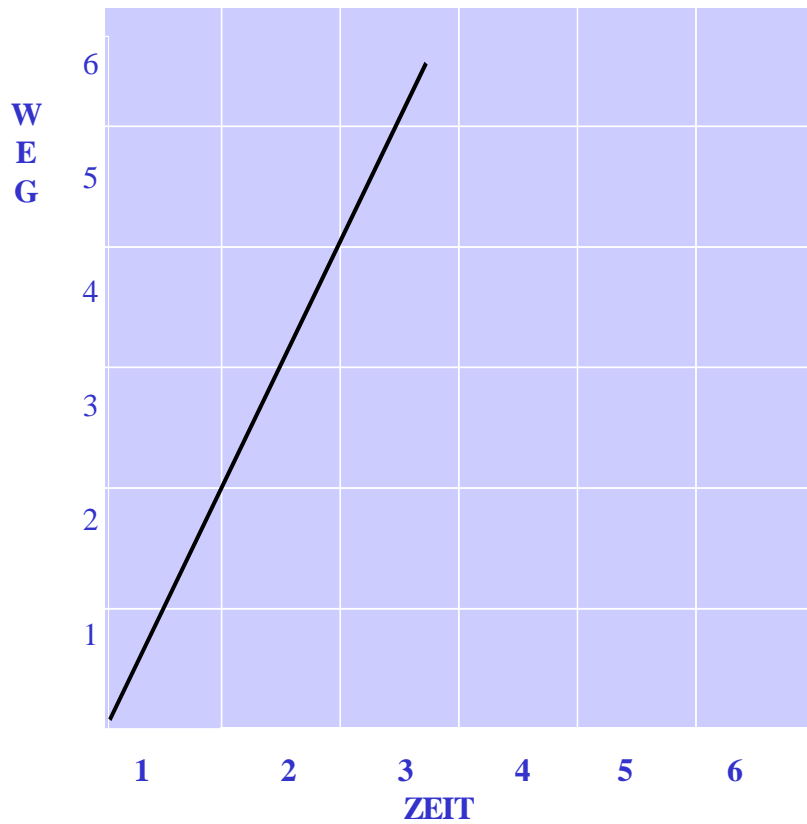


Welche Zahl ist grösser?

9356 oder 10324

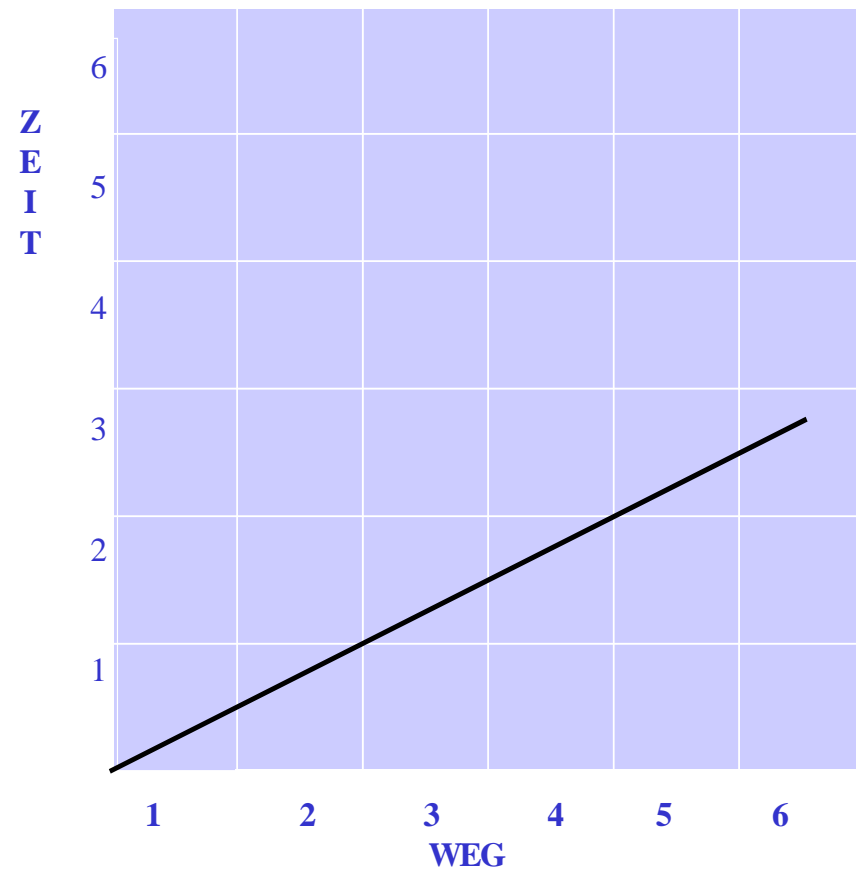
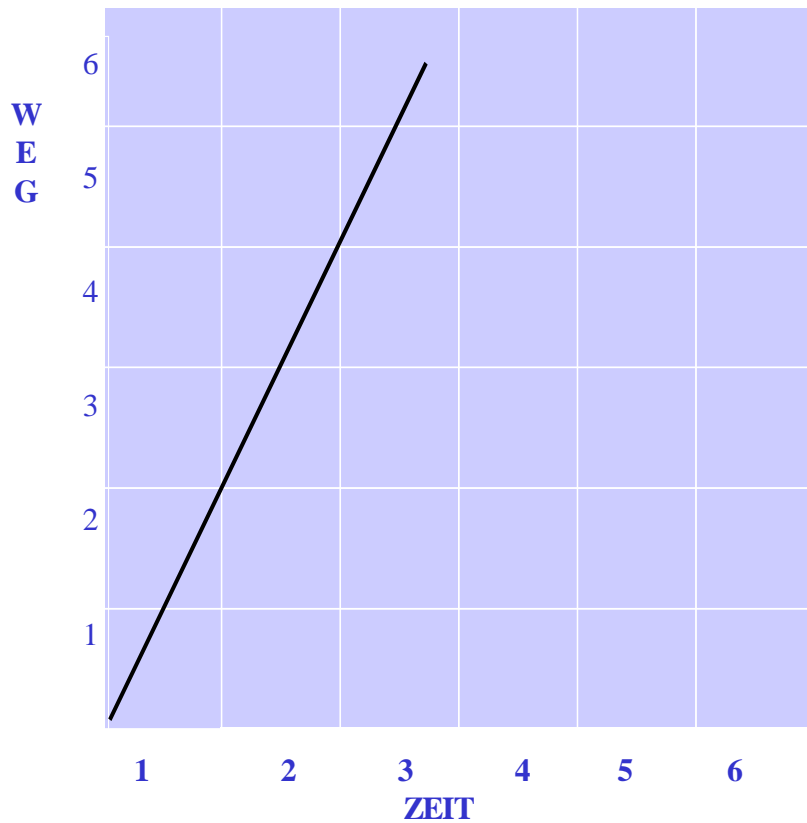
- Automatisierung der Blickbewegung

Welches Auto fährt schneller?



Welches Auto fährt schneller?

Prozeduralisierung beim Lesen von Graphen: Erster Blick gilt der Achsenbeschriftung



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

- Säugetier
- Gewicht
- Trägheit
- Menschen und Affen

Problem: Isoliertes Faktenwissen statt konzeptuelles Netzwerk

- Paris ist die Hauptstadt von Frankreich, aber...
- Kraft = Masse x Beschleunigung, aber...
- Go, went, gone, aber...

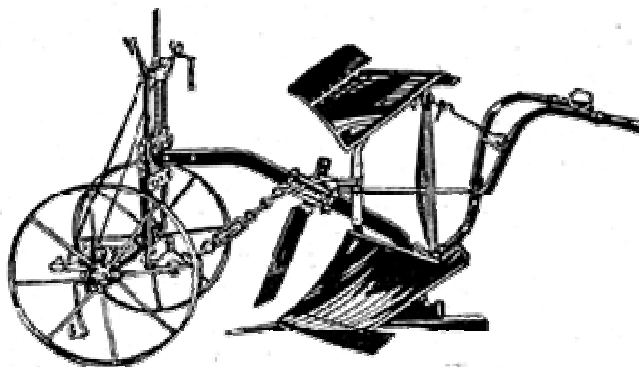
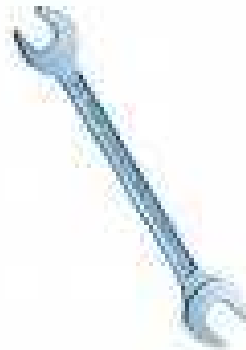
Experten (Lehrpersonen) sehen die Welt anders als Novizen (Schüler)

- Charakteristische vs. definatorische Merkmale: Säugetier
- Sinnliche Erfahrung vs. physikalische Begriffe: Gewicht, Bewegung, Trägheit
- Kraft: Funktion statt Eigenschaft

Kategorisierung von Gebrauchsgegenständen

Alltagswissen:
Bestehen aus Stahl

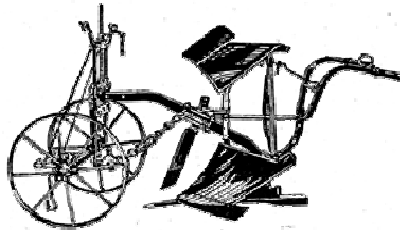
Physikwissen:
**Funktion beruht auf der Wirkung
von Kräften**



Alltagskonzepte: Klassifikation nach dem Einsatzbereich



Haushalt



Landwirtschaft



Handwerk

Klassifikation nach physikalischen Prinzipien



Was ist eine Maschine?

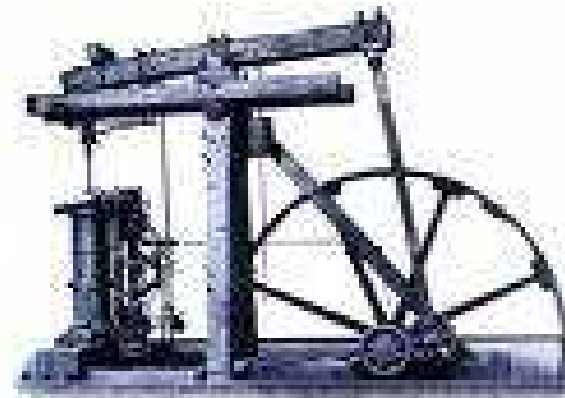


PLATE NO. 1001 (1847) ENGINE, 1847
1847 (1847) ENGINE, 1847



Keine Maschinen, auch wenn sie so heissen



Unter einer Maschine versteht man in der **Physik** Vorrichtungen, 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)**
- **Konzeptwechsel durch Angebote alternativer Begriffe erleichtern: z.B. Trägheit vs Unbeweglichkeit**

MINT- Lernzentrum für die Schule an der ETH

Mathematik

Informatik

Naturwissenschaften

Technik

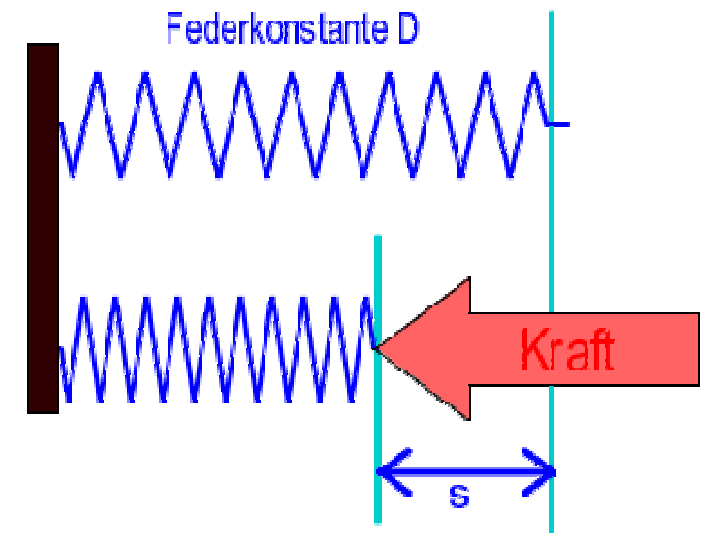




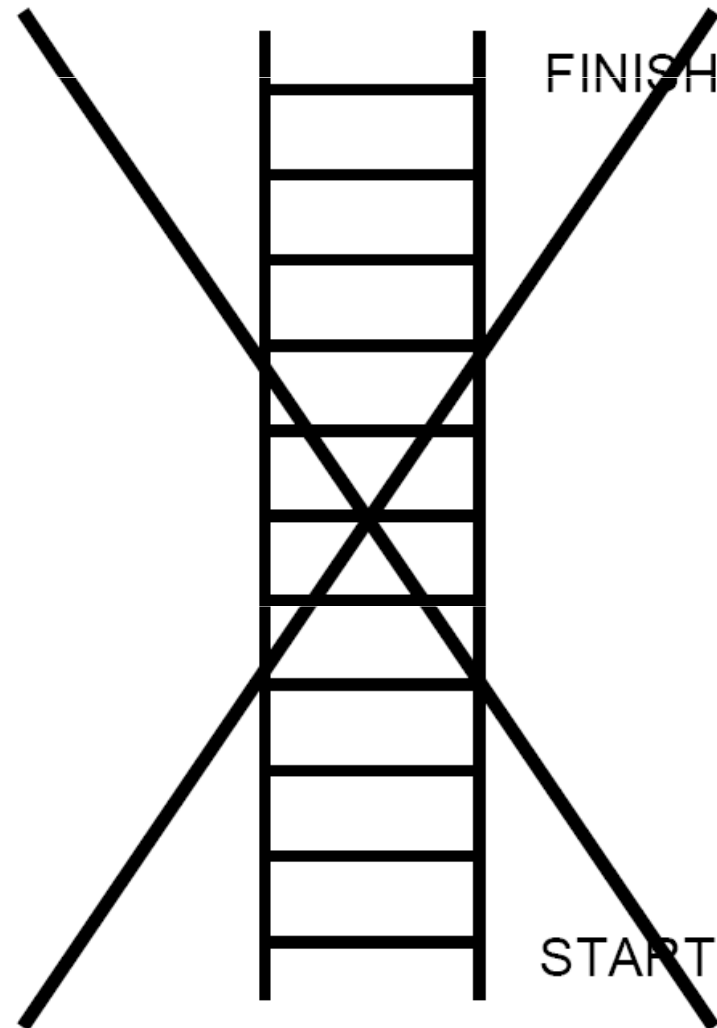
Was heisst es, ein naturwissenschaftliches Konzept verstanden zu haben?

- Man kann es beschreiben und an Beispielen erläutern.
- Man kann es unter Bezug auf andere naturwissenschaftliche Konzepte erklären.
- Man kann es auf oberflächlich unterschiedliche Fälle übertragen.

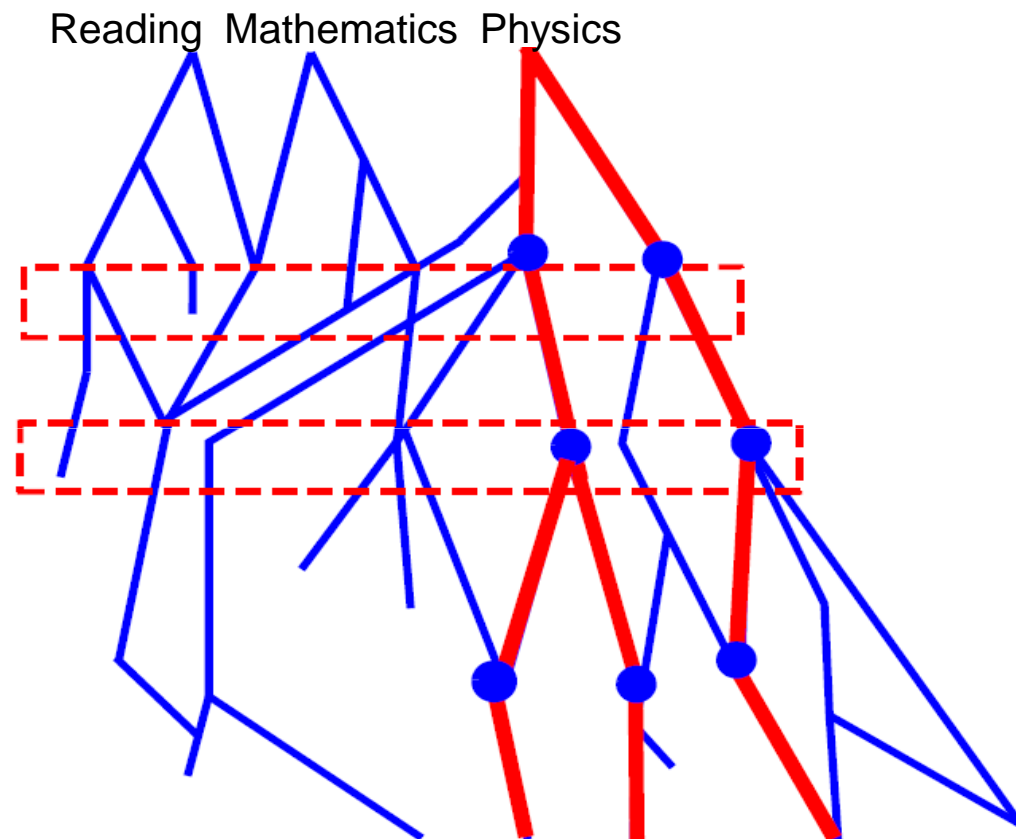
Abstraktes Begriffswissen: Speicherung von Energie



Lernen ist nicht wie das Besteigen einer Leiter



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





Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern? Oder: Wie Lehrpersonen ihren Unterricht lernwirksamer gestalten können

- (1) Schülervorstellungen kennen und aktiv nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (4) Metakognitive Fragen stellen
- (5) Forschendes Lernen anleiten und strukturieren



Wie lässt sich der Erwerb intelligenten Wissens fördern? Oder: Wie Lehrpersonen ihren Unterricht lernwirksamer gestalten können

- (1) Schülervorstellungen kennen und aktiv nutzen
- (2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg verwenden
- (3) Aufträge für Selbsterklärungen geben
- (4) Metakognitive Fragen stellen
- (5) Forschendes Lernen anleiten und strukturieren



(2) Kognitiv aktivierende Phänomene als Einstieg nutzen

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

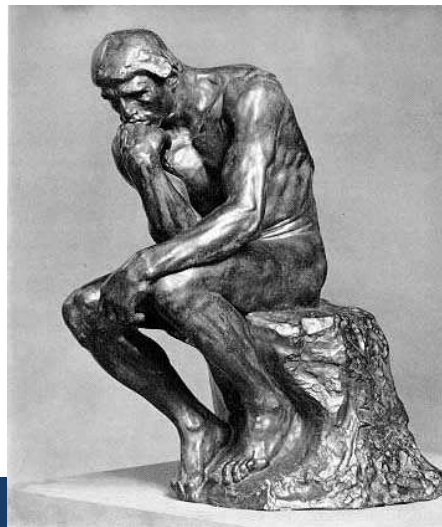


Hardy, I., Jonen, A., Möller, K., & Stern, E. (2006). Why does a large ship of iron float? Conceptual change in elementary school children. *Journal of Educational Psychology*.

(3) Anleitungen zur Bildung von Selbsterklärungen

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.



Selbsterklärungen

Fragen des ersten Typs:

- Was bedeutet ...?
- Beschreibe ... in Deinen eigenen Worten.

Fragen des zweiten Typs:

- Worin stimmen ... und ... überein?
- Welche Gemeinsamkeiten und welche Unterschiede bestehen zwischen der vorliegenden Aufgabenstellung und anderen Aufgaben, die Du bereits gelöst hast?

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

(4) Metakognitive Fragen als Mittel zur selbständigen Kontrolle der eigenen Lernfortschritte



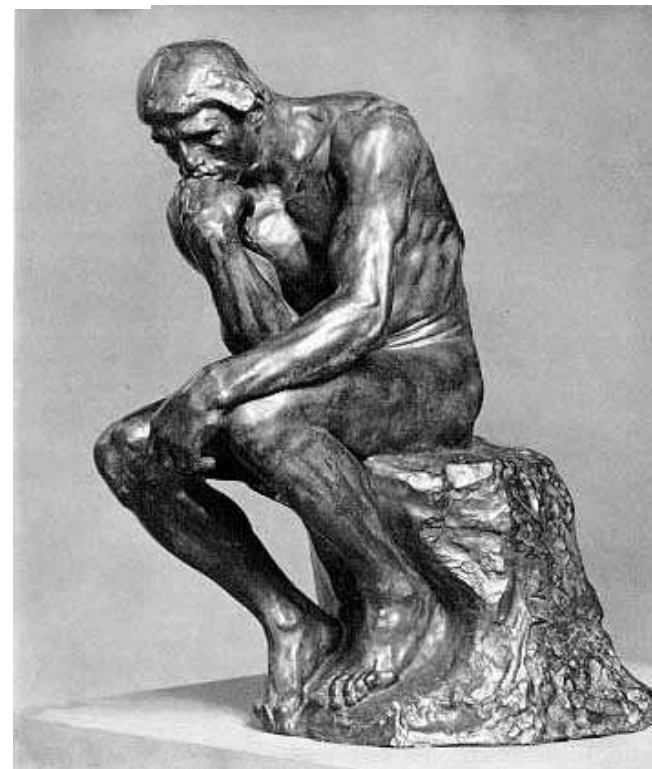
Metakognitive Fragen

Anleitung zur Reflexion über die eigenen Lernprozesse:

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

„Ich habe noch nicht
verstanden, warum die
Zentrifugalkraft eine
„Scheinkraft“ sein soll.“

Kreisbahn als Folge
der Zentripetalkraft

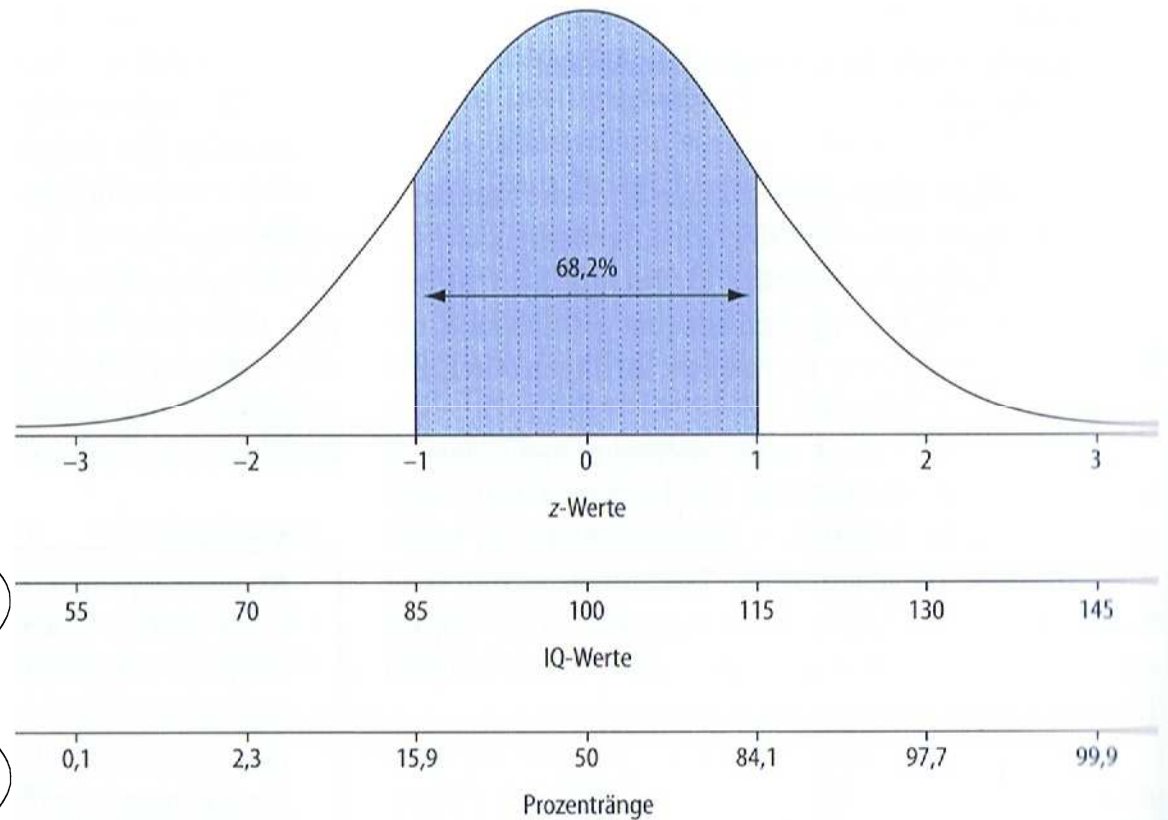
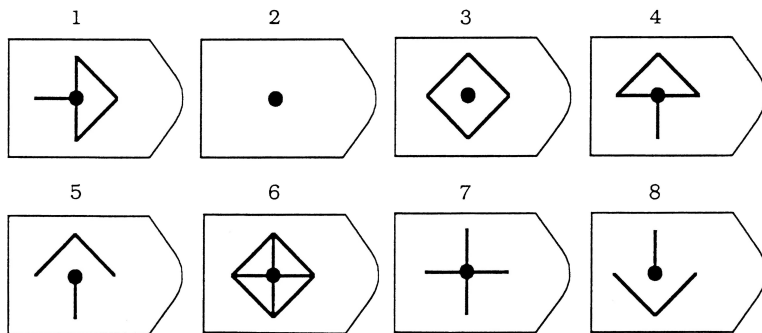
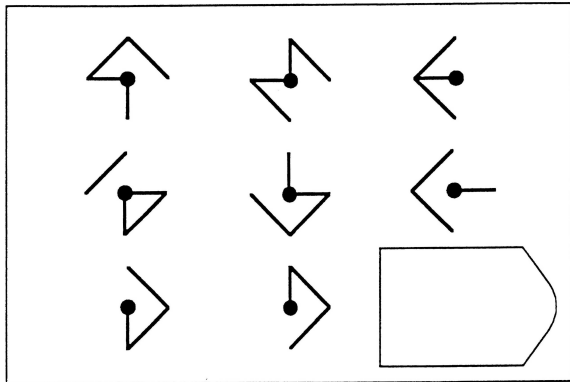




Und die Begabungsunterschiede???

Intelligenztests und IQ

- **Zahlenreihen:** 57 60 30 34 17 22 11 ?
- **Analogien:** Gramm : Gewicht = Stunde : ?





Was sagt der IQ aus?

- Je höher der IQ, um so wahrscheinlicher sind akademischer Lernerfolg sowie Berufs- und Lebenserfolg
- IQ-Unterschiede offenbaren sich erst durch den Schulbesuch

Welche kognitiven Funktionen liegen Intelligenzunterschieden zugrunde?

- Exekutive Funktionen: Ziel nicht aus den Augen verlieren
- Irrelevante Information hemmen (Inhibition)
- Symbole müssen durch die Aktivierung von Wissen mit Bedeutung versehen werden

$$p(H_1 | D) = \frac{p(H_1)p(D | H_1)}{p(H_1)p(D | H_1) + p(H_2)p(D | H_2)}$$

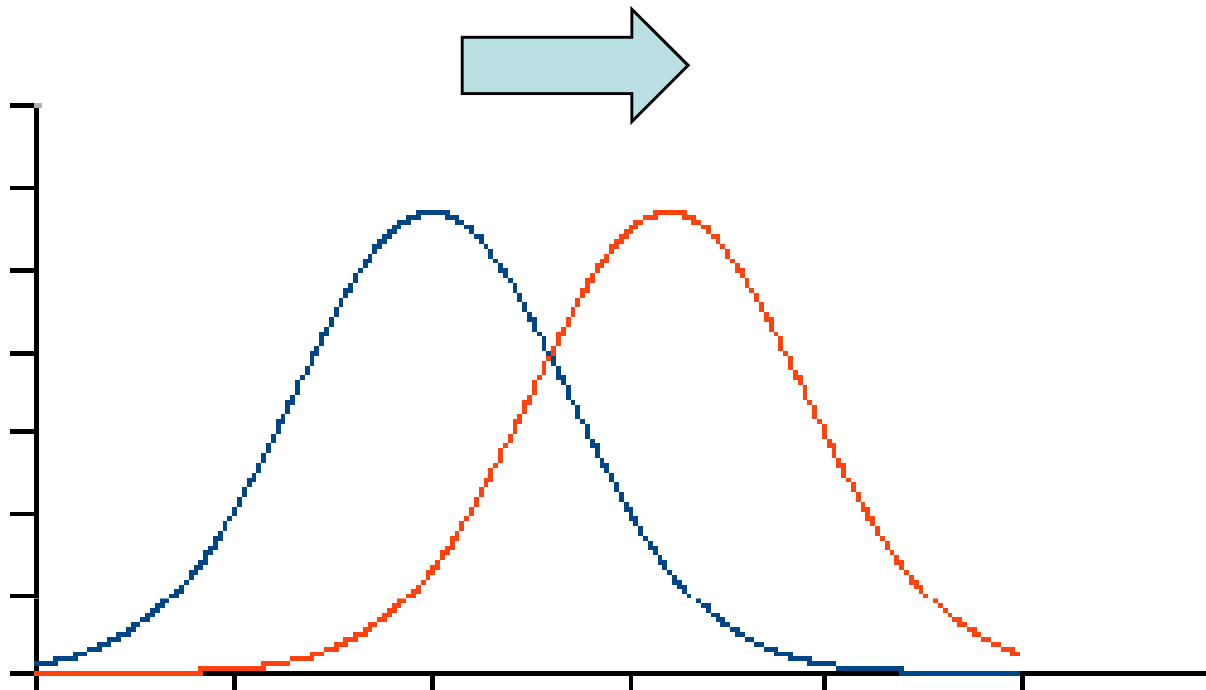
Ursachen für Intelligenzunterschiede

- Gene versus Umwelt
- Ergebnisse aus Zwillings- und Adoptionsstudien
- Nicht Nature *versus* Nurture, sondern Nature **via** Nurture
- Zwei zunächst paradoxe Effekte:
 1. Je grösser die Chancengerechtigkeit in einer Gesellschaft ist, um so grösser ist der auf Gene zurückzuführende Anteil der Intelligenzunterschiede
 2. Mit zunehmendem Alter lassen sich Intelligenzunterschiede stärker durch Unterschiede in den Genen als in den Umweltbedingungen erklären
- Es gibt nicht DAS Intelligenzgen

Empirische Belege: Intelligent angelegtes Wissen ist notwendige Voraussetzung für das Können

- Expertiseforschung: Gedächtnisleistung und schlussfolgerndes Denken in einem Gebiet hängen stärker vom Wissen als von der Intelligenz ab (Schach, Physik, Medizin)
- Schulstudien: Wissen schlägt Intelligenz (Bruchrechnen in der Hauptschule, Algebra im Gymnasium)
- **Fehlendes Wissen kann NICHT durch höhere Intelligenz kompensiert werden!**

Was heisst Bildungsgerechtigkeit?



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

