

Was verändert sich im Denken und Lernen von Grundschulkindern?

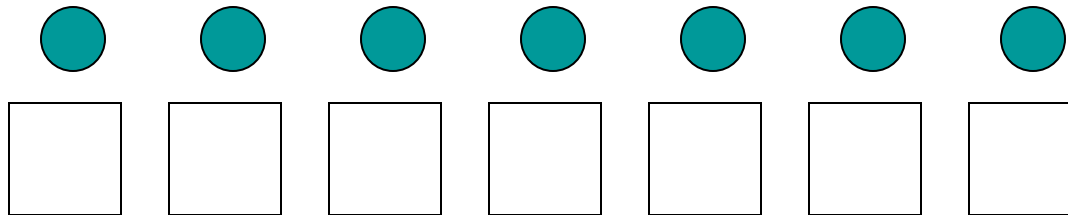
Elsbeth Stern

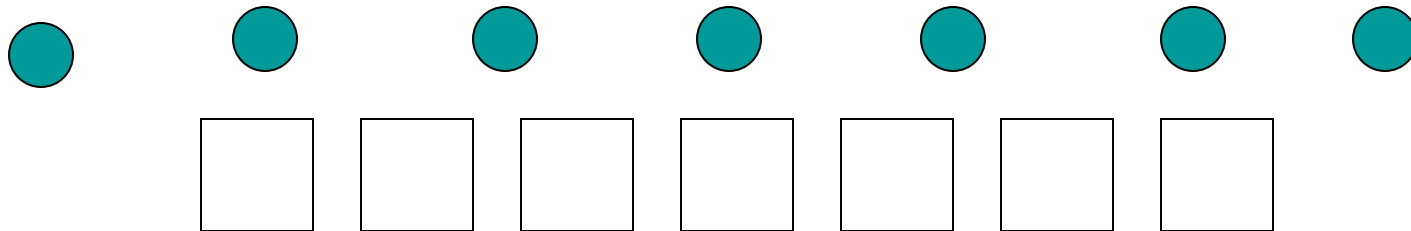


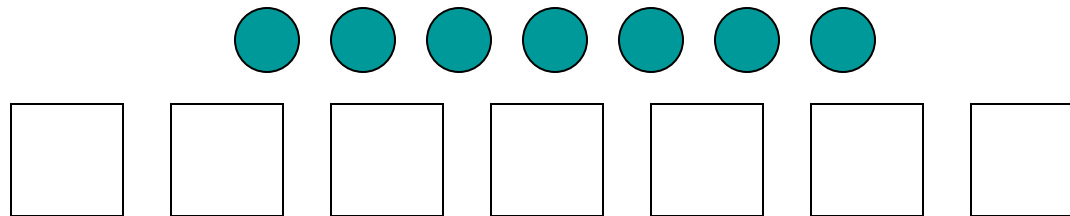


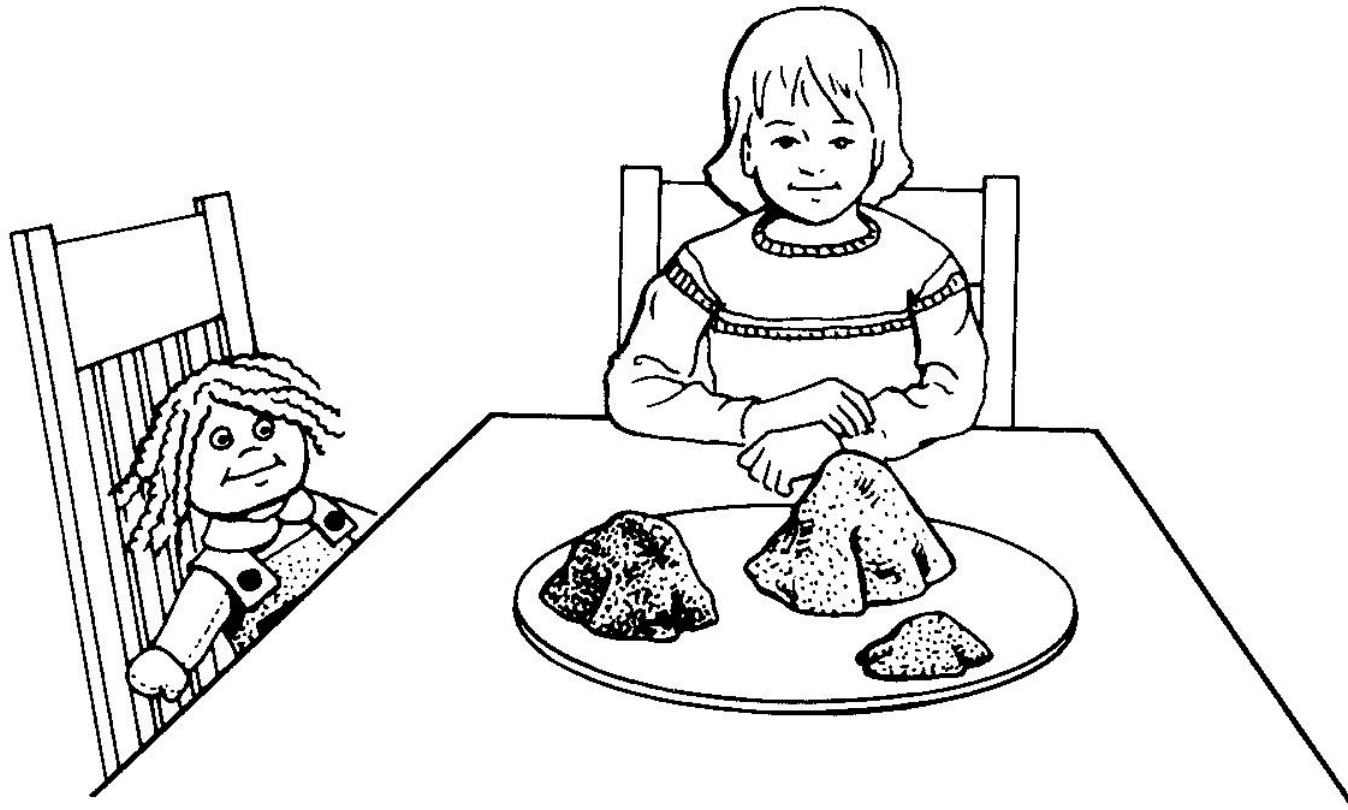
Worin unterscheiden sich Kinder und Erwachsene? d.h. Was entwickelt sich?

- Piaget: Kinder bis 12 Jahren denken anders:
- Mangelnde Abstraktionsfähigkeit
- Zentrierung
- Mangelnde Reversibilität
- Mangelnde Perspektivübernahme









Wissenschaftliches Denken: Hypothesentsten

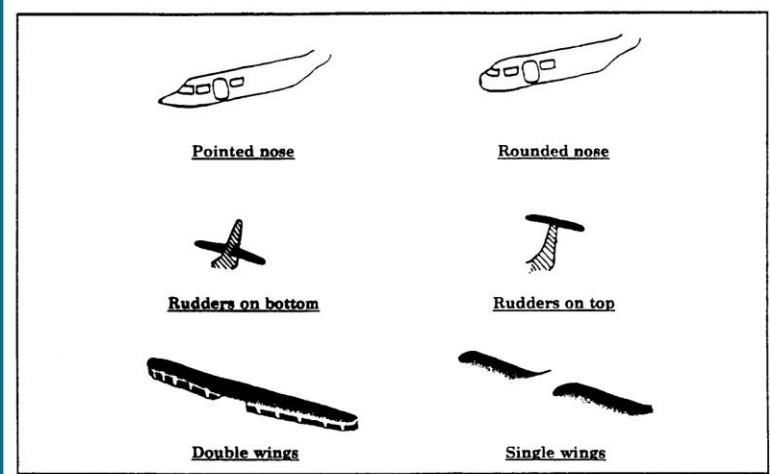


Figure 1: Variable dimensions presented in "airplane" version of the story task

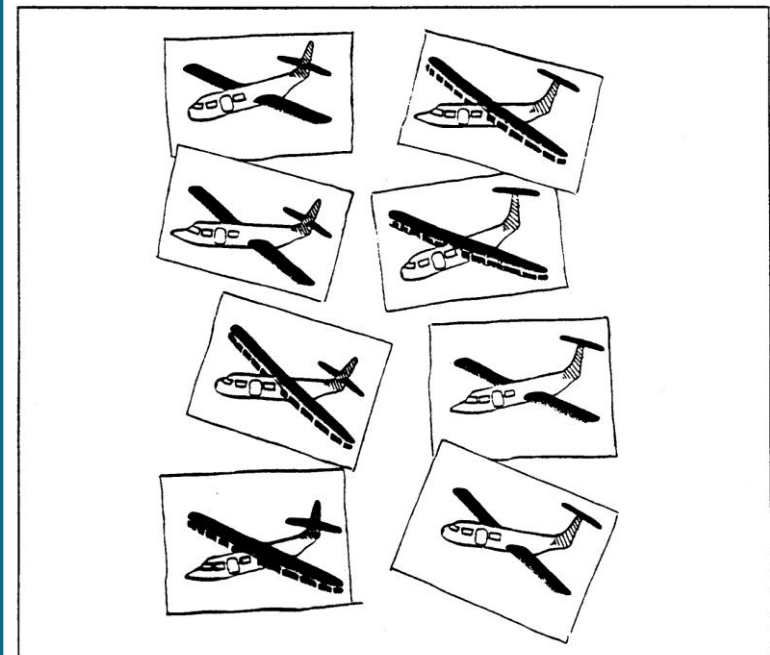


Figure 2: Cards used to choose test of rudder position



Piagets zentrale Annahmen widerlegt

- Vereinfachte Versionen der Aufgaben konnten gelöst werden
- Stufenmodell inadäquat



Worin unterscheiden sich Kinder und Erwachsene? d.h. Was entwickelt sich?

- Piaget: Abstraktionsfähigkeit (Besser Denken)
- **Alternative Theorie: Besser wissen**



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%**

Angleichung:

Peter hat 8 Murmeln. 95%

Hans hat 5 Murmeln.

Wie viele Murmeln muss Hans bekommen,
um genauso viele Murmeln wie Peter zu haben?

Vergleich:

20%

Peter hat 8 Murmeln.

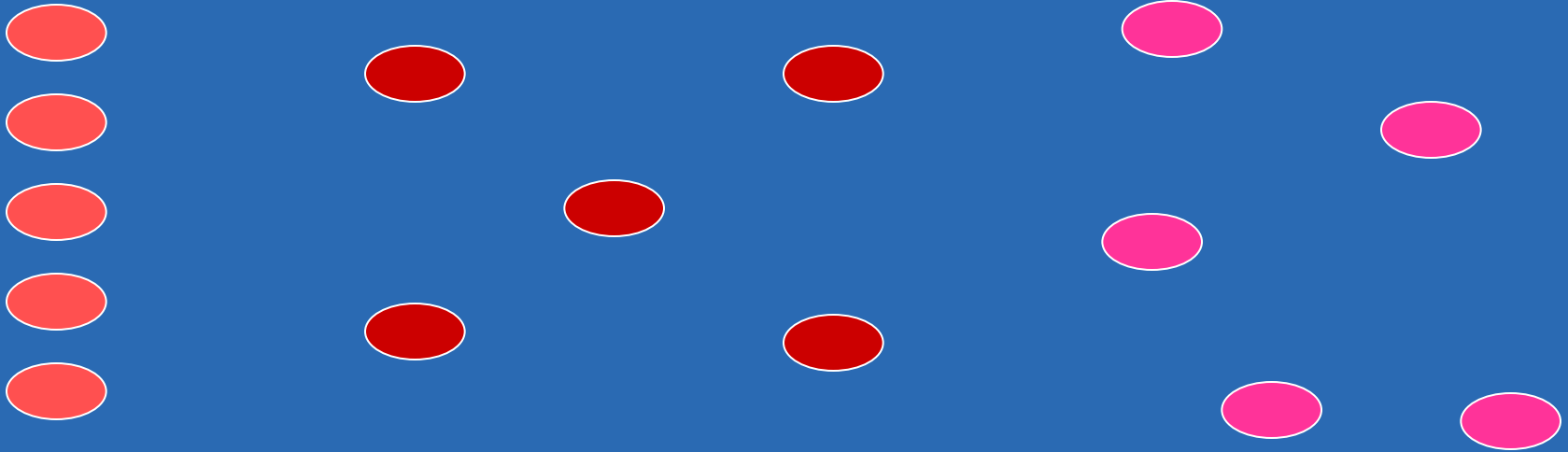
Hans hat 5 Murmeln.

Wie viele Murmeln hat Peter mehr als Hans?

Unterschiede im Begriffswissen

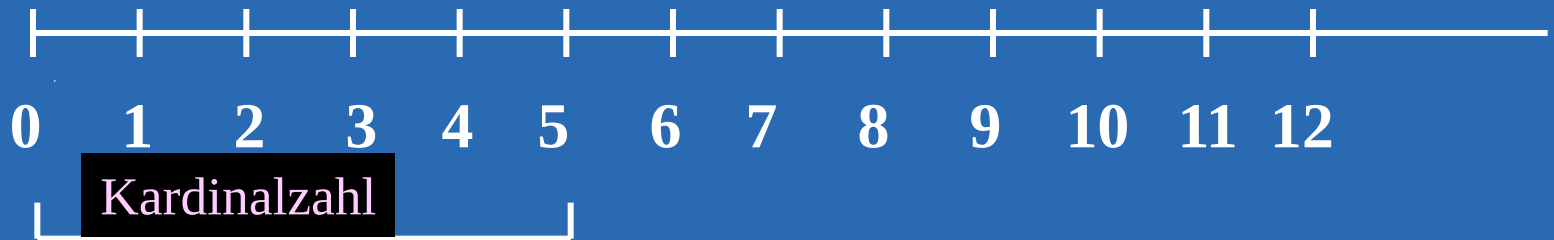
- z.B. Gewicht
- Säugetier
- Von charakteristischen zu definitorischen Merkmalen
- Gleichheitszeichen Aufforderung zum Rechnen:
 $1+2=3+3=6+4=$
- Zahlen als Zählinstrumente

Darstellungsformen von „5“



Relationalzahl

Relationalzahl



Ordinalzahl



Worin unterscheiden sich Kinder und Erwachsene? d.h. Was entwickelt sich?

- Piaget: Abstraktionsfähigkeit (Anders Denken)
- Arbeitsgedächtnis
- **Wissen: Kinder sind universelle Novizen (aufgrund fehlender Lerngelegenheiten)**



Worin unterscheiden sich Kinder und Erwachsene? d.h. Was entwickelt sich?

- Piaget: Abstraktionsfähigkeit (Anders Denken)
- Arbeitsgedächtnis
- Wissen: Kinder sind universelle Novizen (aufgrund fehlender Lerngelegenheiten)
- **Bereichübergreifende Lern- und Denkstrategien und Metakognition (an Schulbesuch gebunden)**



Bereichübergreifende Lern- und Denkstrategien und Metakognition

- Lernen aus Texten
- Pläne aufstellen
- Notizen machen
- Lernbar, aber nicht direkt lehrbar
- Nebenprodukt der Beschäftigung mit anspruchsvollen Inhalten



Wissen und Gedächtnis



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



- Wer pflückte 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 pflückte 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 pflückte 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?



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?



Prozedurales Wissen: Automatisierte Handlungen und Mustererkennung



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!



Prozedurales Wissen

- Wird durch wiederholte Ausführung der Tätigkeit erworben: Lernen durch Erfolg
- Vorteil:
 - Benötigt nur geringe Konzentration
- Nachteil:
 - Änderungsresistent, negative Transfereffekte



Repetition

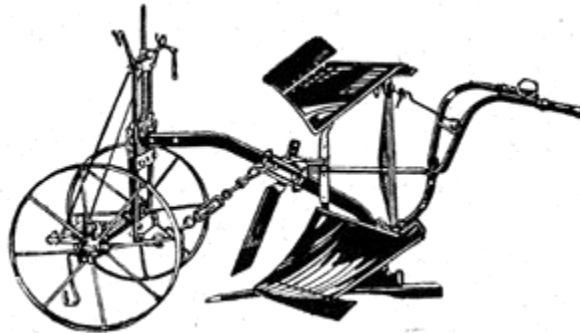
- Ganz wichtig, aber
- sollte immer in sinnstiftende Aktivitäten eingebunden sein
- Nicht an das Alter gebunden

Kategorisierung von Gebrauchsgegenständen

Alltagswissen:
Bestehen aus Stahl



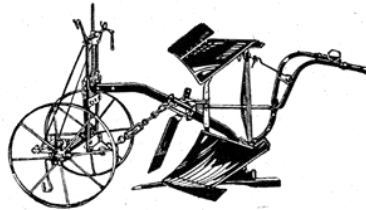
Physikwissen:
Funktion beruht auf der Wirkung von Kräften



Alltagskonzepte: Klassifikation nach dem Einsatzbereich



Haushalt



Landwirtschaft



Handwerk

Klassifikation nach physikalischen Prinzipien



Lerngelegenheiten, die den Aufbau von Begriffsnetzwerken unterstützen

NICHT

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

Sondern

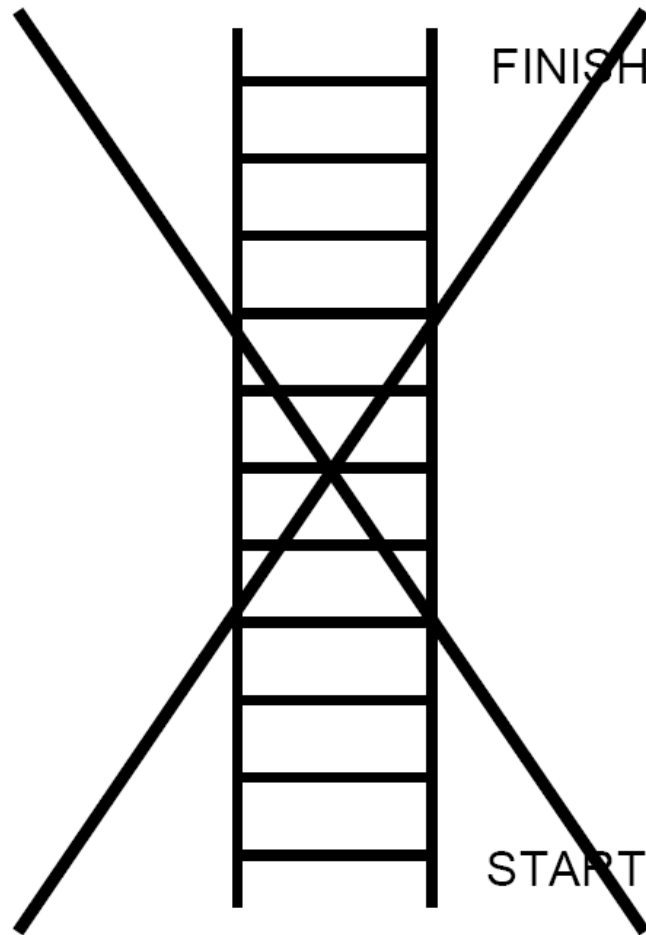
- Arbeit am Vorwissen: Gelegenheiten zur Ko-Konstruktion von Wissen in Gesprächen (Selbsterklärungen, Metakognitionstraining)
- Konzeptwechsel durch Angebote alternativer Begriffe erleichtern: z.B. Trägheit vs Unbeweglichkeit
- ZEIT: Spiralcurriculum



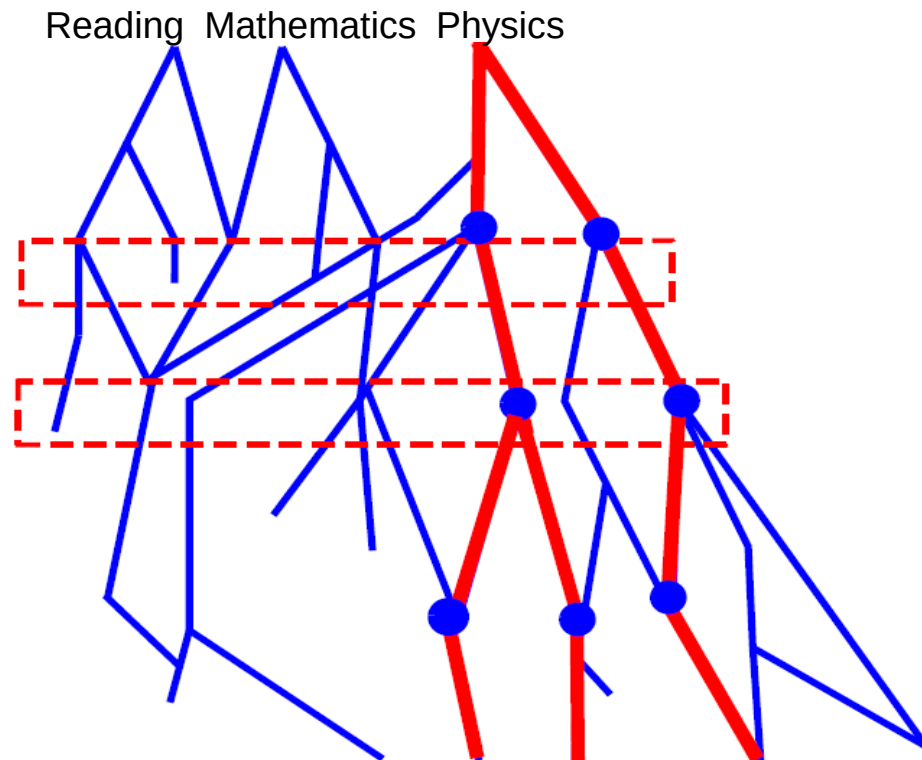
Worin unterscheiden sich Kinder und Erwachsene? d.h. Was entwickelt sich?

- **Wissen: Kinder sind universelle Novizen (aufgrund fehlender Lerngelegenheiten)**
- **Nicht: Anders denken, sondern anders wissen**
- **Lernen ist der mächtigste Mechanismus der geistigen Entwicklung**

Lernen ist nicht wie das Besteigen einer Leiter



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

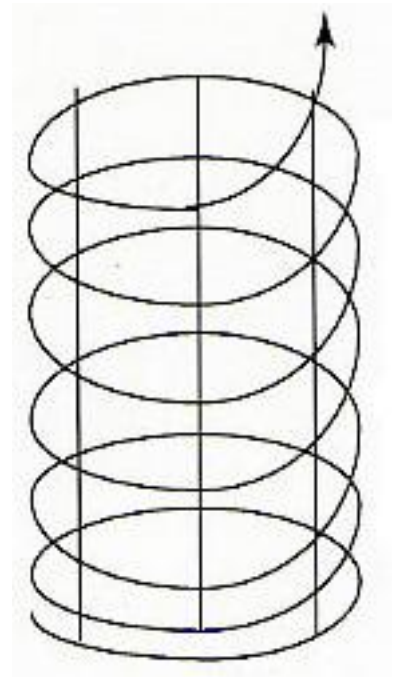


Konsequenzen: Früh und entspannt mit dem Aufbau von konzeptuellem Wissen beginnen, welches für spätere Anforderungen vorbereitet

- **Spiralcurriculum**

- 1. Mathematik**

- 2. Wissenschaftliches Denken in Physik**





1. Auswirkungen von kognitiv aktivierendem Mathematikunterricht in der Primarschule

- Kinder müssen verstehen, dass Zahlen nicht nur zum Zählen da sind
- Peter hat 5 Murmeln. Susanne hat 3 Murmeln mehr als Peter. Wie viele Murmeln haben Susanne und Peter zusammen?
- Münchner Längsschnittstudie

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:

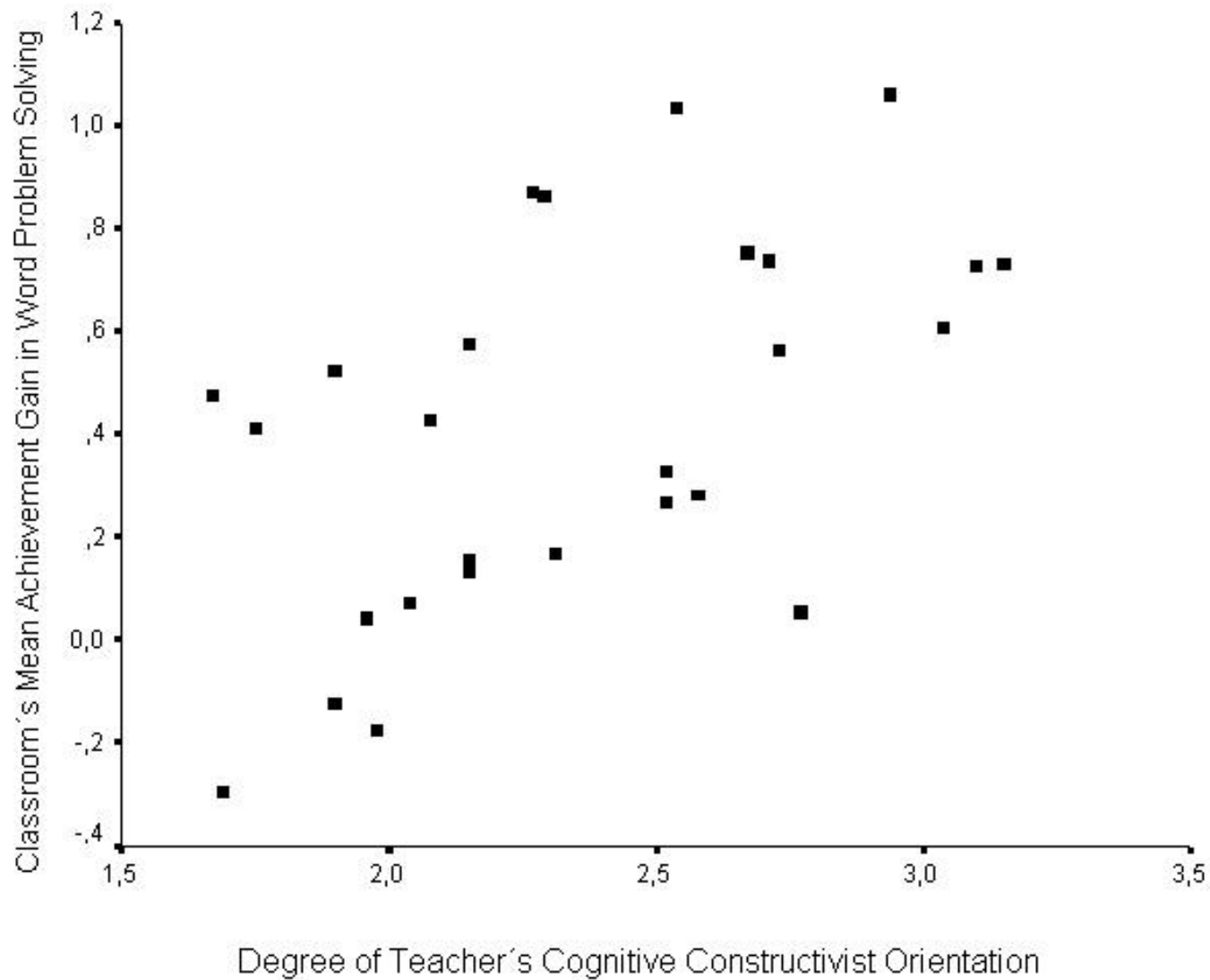
Kinder lernen Mathematik am besten, indem sie selber herausfinden, wie sie zu Antworten auf einfache Textaufgaben kommen.

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.

 $r = .50$



Schwächere Kinder wurden durch einen verständnisorientierten Unterricht eher besser gefördert als durch einen rezeptiven, übungsorientierten Unterricht



Zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen

- Automatisierung und die Bildung konzeptueller Grundlagen können gleichzeitig gefördert werden
- $1 \cdot 2 = 2$, $2 \cdot 1 = 2$, $1 \cdot 3 = 3$, $3 \cdot 1 = 3$, $1 \cdot 4 = 4$, $4 \cdot 1 = 4$, $2 \cdot 2 = 4$, $1 \cdot 8 = 8$, $8 \cdot 1 = 8$, $2 \cdot 4 = 8$, $4 \cdot 2 = 8$, $1 \cdot 9 = 9$, $9 \cdot 1 = 9$, $3 \cdot 3 = 9$

Welche Multiplikationsaufgaben führen zu einem bestimmten Ergebnis?

- 2 $1 \cdot 2 = 2$, $2 \cdot 1 = 2$
- 3 $1 \cdot 3 = 3$, $3 \cdot 1 = 3$
- 4: $1 \cdot 4 = 4$, $4 \cdot 1 = 4$, $2 \cdot 2 = 4$
- 5 $1 \cdot 5 = 5$, $5 \cdot 1 = 5$
- 6 $1 \cdot 6 = 6$, $6 \cdot 1 = 6$, $2 \cdot 3 = 6$, $3 \cdot 2 = 6$
- 7 $1 \cdot 7 = 7$, $7 \cdot 1 = 7$
- 8 $1 \cdot 8 = 8$, $8 \cdot 1 = 8$, $2 \cdot 4 = 8$, $4 \cdot 2 = 8$, $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$
- 9 $1 \cdot 9 = 9$, $9 \cdot 1 = 9$, $3 \cdot 3 = 9$



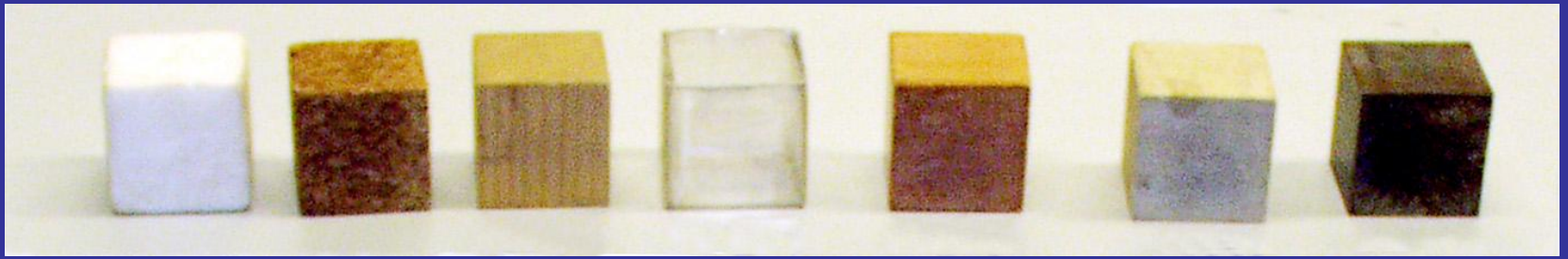
2. Wissenschaftlichen Denken in Physik

- Keine halb verstandenen Erklärungen liefern
- Von Phänomenen ausgehen und anschlussfähiges Begriffswissen aufbauen

**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. (in Druck). 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

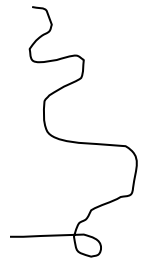


Ein Metalldraht wird ins Wasser getaucht.

Was passiert?

geht unter ☐

steigt nach oben ☐



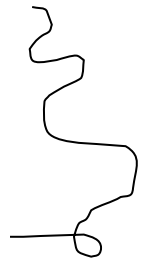
- ☒ weil er sich festhält.
- ☐ weil das weggedrängte Wasser weniger wiegt als der Metalldraht.
- ☐ weil er so lang und dünn ist.
- ☐ weil das weggedrängte Wasser mehr wiegt als der Metalldraht.
- ☐ weil er aus Metall ist.
- ☒ weil er vom Wasser nicht stark genug nach oben gedrückt wird.
- ☒ weil er so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

Ein Metalldraht wird ins Wasser getaucht.

Was passiert?

geht unter ☒

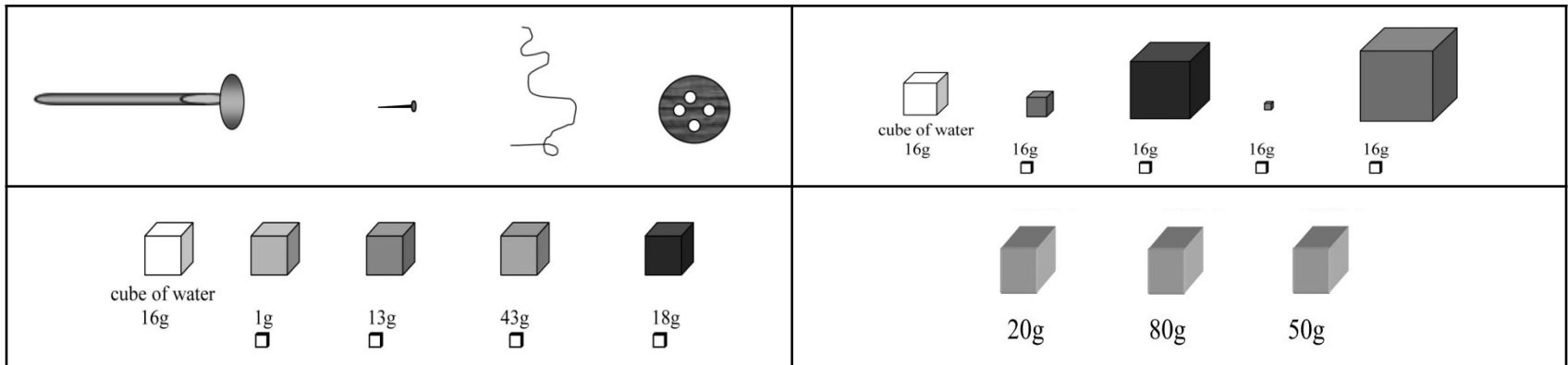
steigt nach oben ☐



- ☐ 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

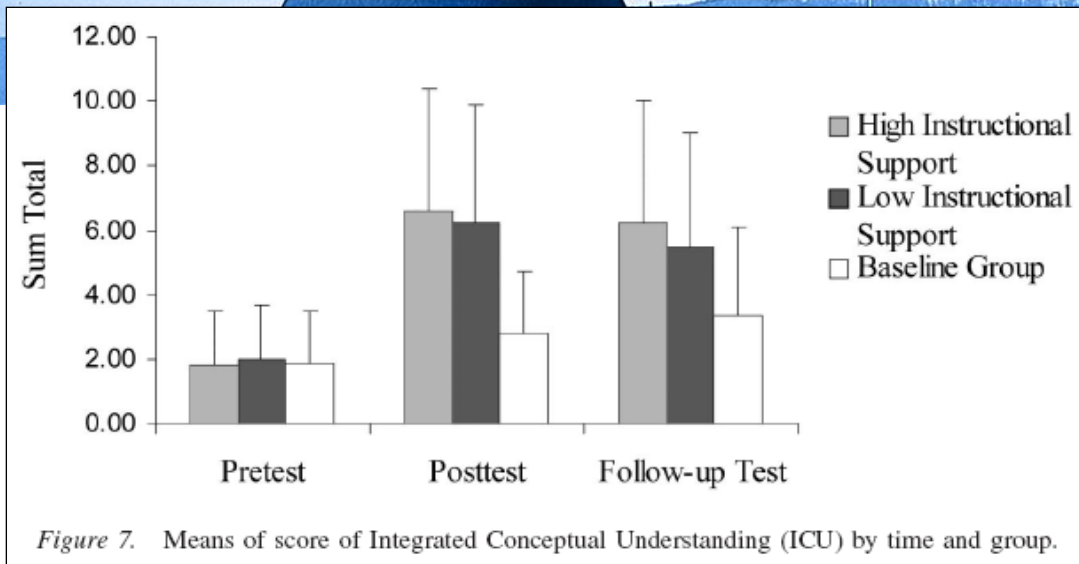
Höhere Werte im Transfertest

Langzeiteffekte in Nachuntersuchung 1 Jahr später

■ Implikationen

Es braucht eine gut strukturierte Anleitung beim Erwerb

Naturwissenschaftlicher Konzepte





Was muss man tun, um Konzeptuelles Wissen zu fördern?

- Fachbezogene Konzepte statt mit interdisziplinären Themen beginnen
- Keine Unterrichtseinheit "Wasser" sondern "Auftrieb und Dichte"
- An Konzepten orientierter Unterricht, der von einer konkreten Frage ausgeht
- Potenzial von Technik nutzen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

