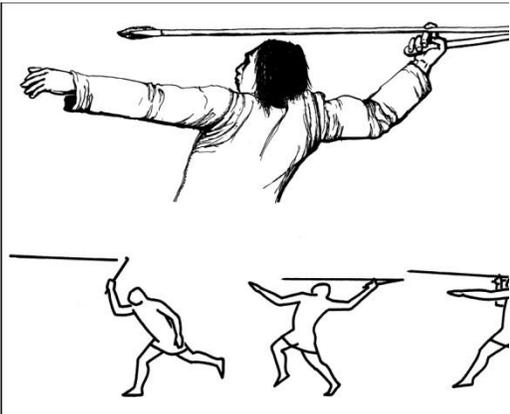


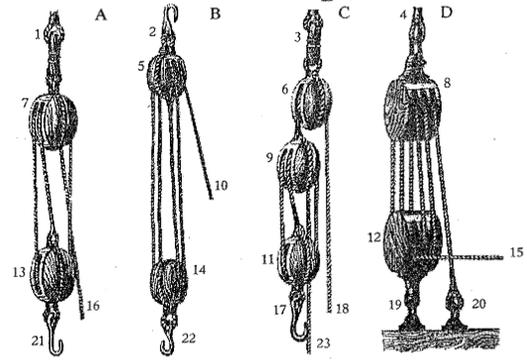
# Was können neue Medien zu lernwirksamem Unterricht beitragen?

Prof. Dr. Elsbeth Stern  
Lehr- und Lernforschung

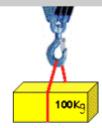




PHYSIK Kl.8 FLASCHENZUG 042



**Menschen haben ihre Umwelt gezielt verändert  
... obwohl sie mit einem Gehirn  
ausgestattet sind, dessen genetischer  
Bauplan mindestens 40 000 Jahre alt  
ist**



Jahre, seitdem .....

1. 40.000: menschliches Genom und damit auch die Funktionsweise des Gehirns unverändert
2. 5.000: Schrift in Gebrauch
3. 3.000: mathematische Symbolsysteme in Gebrauch
4. 2.200: Konzept der Dichte (Archimedes)
5. 800: Arabisches Zahlensystem in Europa gängig
6. 400: Analytische Geometrie entwickelt (Descartes)
7. 300: Mechanik (Newton)
8. 70: Struktur der DNA bekannt



# Psychologische Perspektiven auf Lernen mit Medien

1. Mediensozialisation: Was bedeutet es in einer von Medien geprägten Welt aufzuwachsen – verglichen mit früheren Bedingungen
2. Medienbildung: Wie und wo kann man den produktiven Umgang mit Medien lernen?
3. Mediendidaktik: Lernwirksamer Einsatz von Medien im Unterricht

## Drei psychologische Perspektiven auf Lernen mit Medien

1. Mediensozialisation: Was bedeutet es in einer von Medien geprägten Welt aufzuwachsen – verglichen mit früheren Bedingungen

1.1 Zur Bedeutung der realen sozialen Interaktion

1.2 Vorläuferfähigkeiten und verpasste Lerngelegenheiten

## 1.1 Mediensozialisation: Soziale Interaktion

- Alle Lebewesen lernen durch Konditionierung und Beobachtung um sich Vorteile bei der Nahrungssuche und Fortpflanzung zu verschaffen
- **Nur Menschen lernen, um andere von ihren Ideen zu überzeugen und mit ihnen zu kooperieren**
- **Jenseits von Konditionierung ist Lernen eine zutiefst soziale Angelegenheit**

**DeLoache, J. S., Chiong, C., Sherman, K., Islam, N., Vanderborcht, M., Troseth, G. L., Strouse, G. A., & O'Doherty, K. (2010). Do babies learn from baby media? Psychological Science, 21(11), 1570-1574.**



Eltern waren überzeugt, dass Kinder mit dem Video am meisten gelernt haben

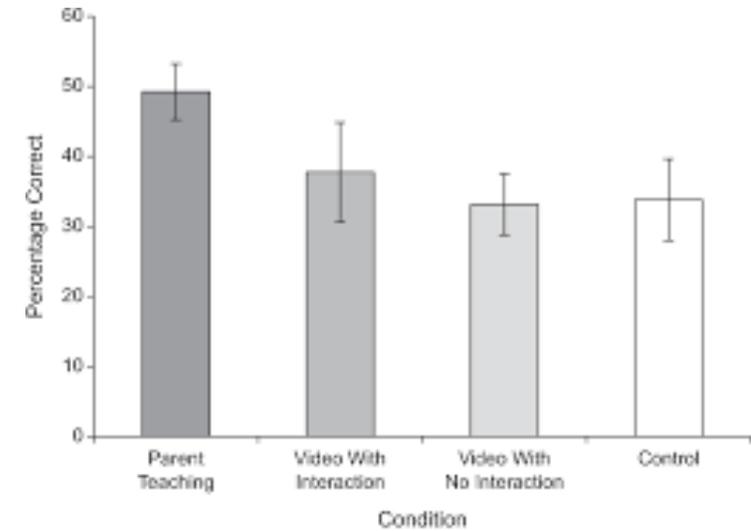


Fig. 1. Children's mean performance on the posttest as a function of group. Each child was tested on at



B



**Lytle, S. R., García-Sierra, A., & Kuhl, P. K. (2018). Two are better than one: Infant language learning from video improves in the presence of peers. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115, 9859–9866.**

- Gilt auch für introvertierte Menschen: sich auf die Interaktion mit Medien zu beschränken, entspricht nicht der menschlichen Natur
- Wir brauchen direkte Interaktion
- Soziale Ressourcen bleiben ungenutzt, wenn man über längere Zeit mit Menschen über Medien interagieren, die man nie persönlich getroffen hat
- Oder es kommt zu vermeidbaren Missverständnissen und Konflikten
- Deshalb gilt für jede Altersstufe: Mediennutzung wann immer möglich in persönliche Kontakte integrieren

## 1.2 Mediensozialisation: Vorläuferfähigkeiten und verpasste Lerngelegenheiten

# Jede technische Erneuerung bringt neben Erleichterung den Verlust von Kompetenzen mit sich

## **Verschiebung von Kompetenzen:**

- Reiten seit der Motorisierung
- Kopfrechnen seit der Verbreitung der Taschenrechner
- Handschrift seit der Nutzung von Tastaturen
- Kartenlesen und Wegplanung seit GPS
  
- **Und neuerdings:** Texte schreiben und Fremdsprachen beherrschen

## **Es stellen sich zwei Fragen:**

1. Können wir auf die «alten» Kompetenzen verzichten?
2. **Sind die «alten» Kompetenzen ein wichtiger Zwischenschritt für höhere Kompetenzen und müssen deshalb erworben werden?**

# Sind die «alten» Kompetenzen ein wichtiger Zwischenschritt für höhere Kompetenzen und müssen deshalb erworben werden?

- **Embodied Cognition:** Warum man nicht nur digital lesen und schreiben (lernen) sollte
- Die Bedeutung von numerischen Netzwerken für mathematisches Schlussfolgern
- Aktives zeichnen von Diagrammen (multimodaler Zugang)

# Drei psychologische Perspektiven auf Lernen mit Medien

1.

2. Bildung: Wie und wo kann man den produktiven Umgang mit Medien lernen?

3.

Bildung: Wie und wo kann man den produktiven Umgang mit Medien lernen?

- Medien als Zeitfresser
- Bibel, Koran, Thora? Nein, Google etc. sind Menschenwerk
- Programmieren und Informatik sollte in allen Altersstufen und ein verpflichtendes Unterrichtsfach sein (gern auch auf Kosten der Mathematik)
- Man lernt etwas über das Zustandekommen von ICT Angeboten
- Inhaltsübergreifende Kompetenzen können gefördert werden

# Psychologische Perspektiven auf Lernen mit Medien

1.

2.

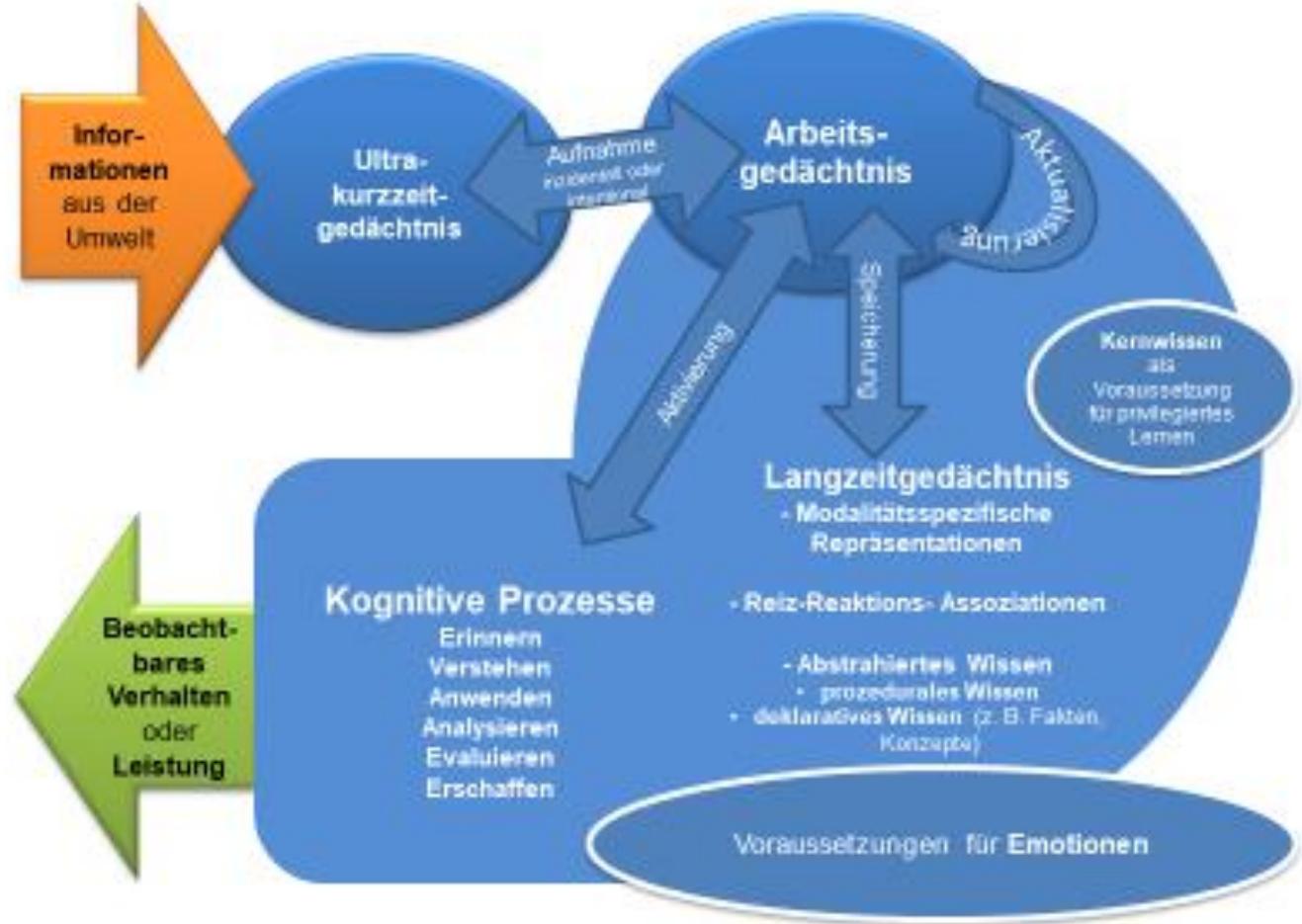
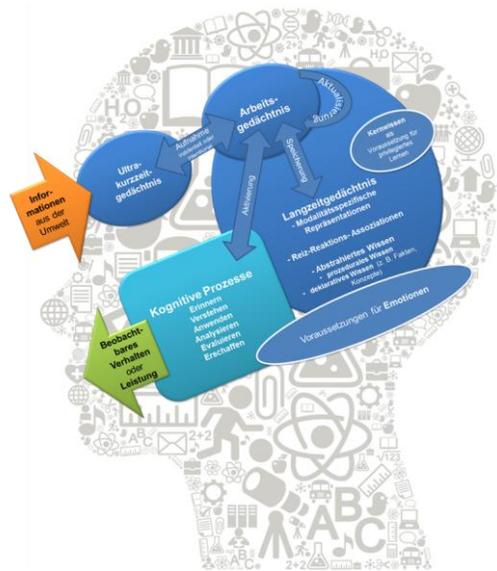
3. Mediendidaktik: Lernwirksamer Einsatz von Medien im Unterricht

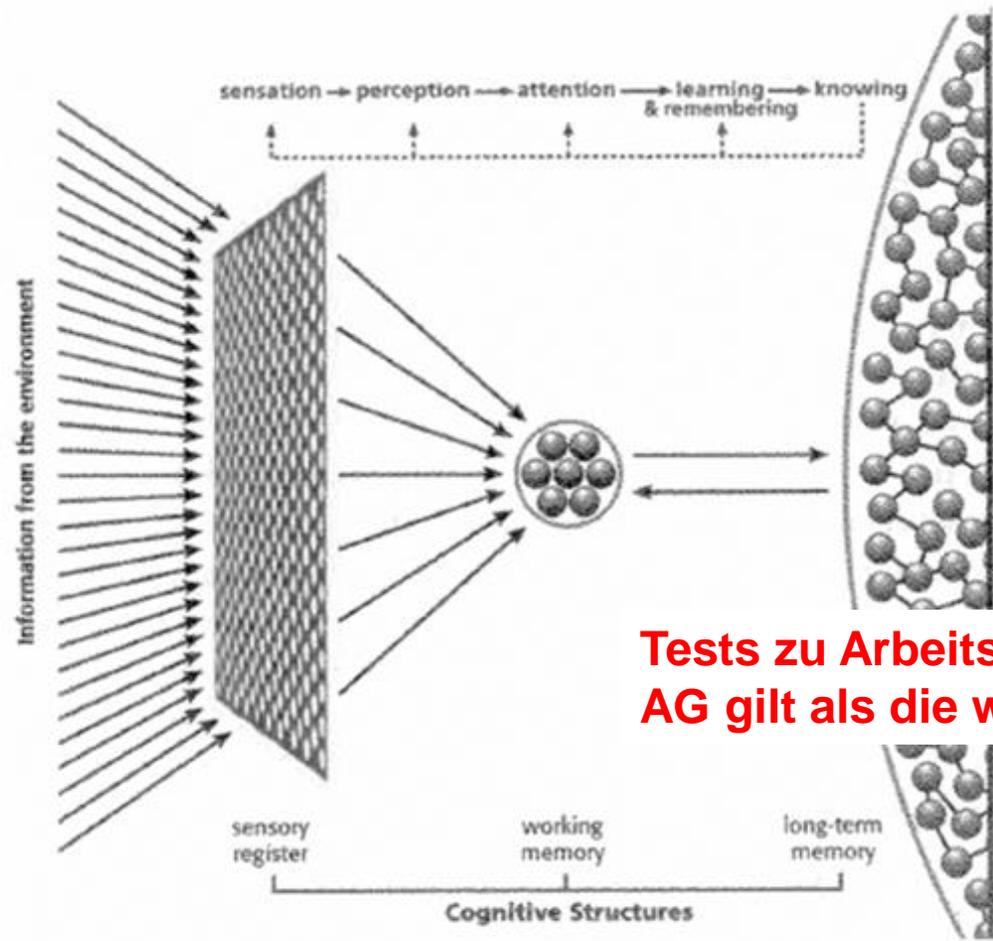
- Schlechter Unterricht wird durch den Einsatz von Medien nicht besser

## Voraussetzung für lernwirksamen Unterricht

- Auf Vorwissen aufbauen (dazu muss man es kennen)
- Lernaktivitäten auf die Wissensdefizite abstimmen
- Informative Rückmeldung geben
- Wer lehren will, muss das Lernen verstehen
- und vor allem die Funktion des Arbeitsgedächtnisses verstehen

# Das 3-Speicher Modell





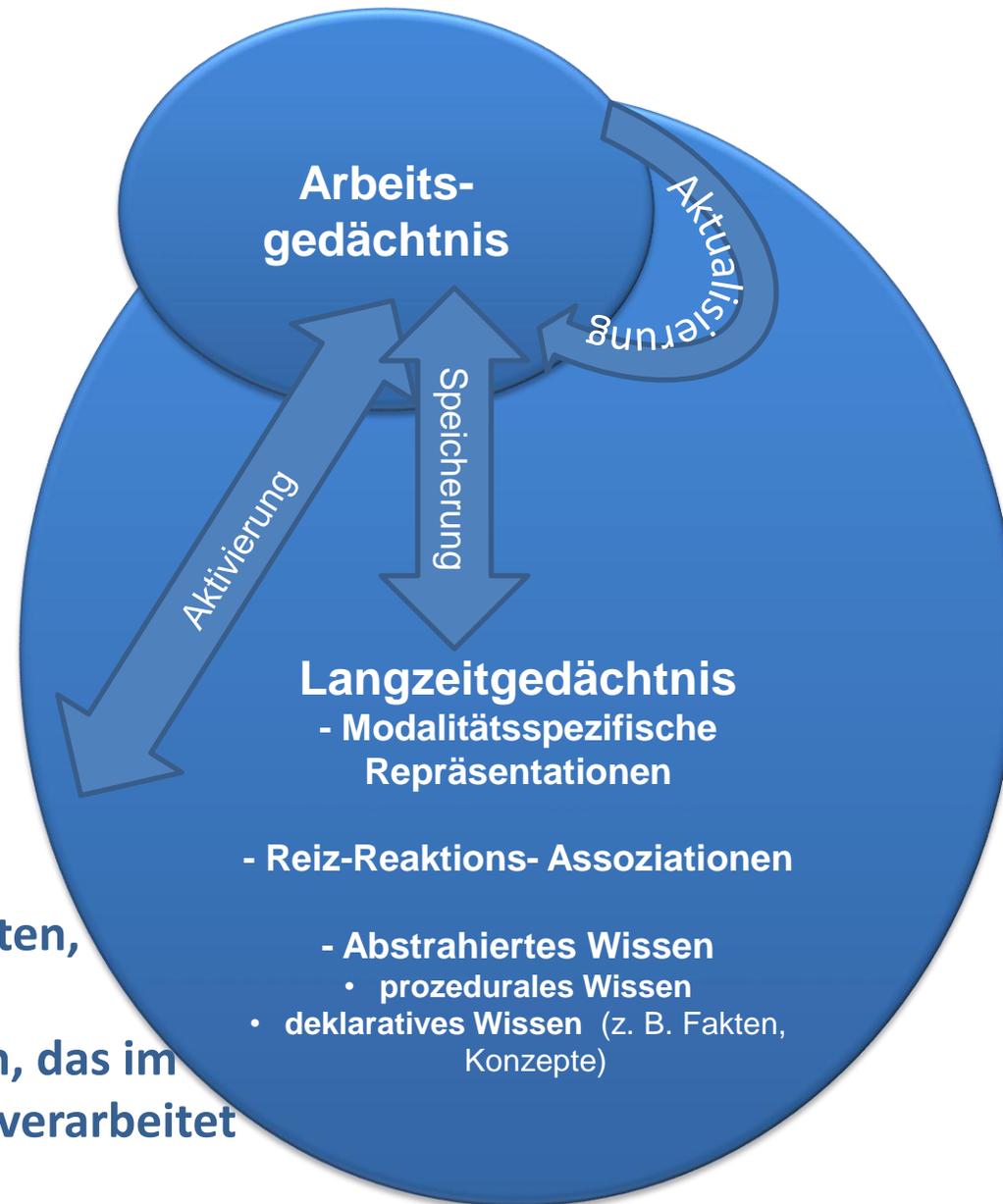
**Tests zu Arbeitsgedächtnisfunktionen und IQ Tests korrelieren sehr hoch. AG gilt als die wichtigste neuronale Grundlage von Intelligenzunterschieden**

- **Arbeitsgedächtnis**

- Fokussierung auf langfristige Ziele
- Hemmung von nicht benötigter Information
- Anbindung von eingehender Information an das Vorwissen
- Ziele wechseln ohne das übergeordnete Ziel aus dem Auge zu verlieren<sup>17</sup>

Lehrpersonen können Einfluss auf die Interaktion zwischen Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis nehmen:

1. Indem sie Lernaktivitäten anbieten, welche prozedurales und deklaratives Wissen fördern, das im Arbeitsgedächtnis effizient verarbeitet werden kann.
2. Indem sie ein Lernklima schaffen, das möglichst ungeteilte Arbeitsgedächtnisaktivitäten zulässt.



# Lernen als Wissenskonstruktion

**Denken (Reflexionswissen):**  
Fakten und Konzepte, die über Symbolsysteme erworben und kommuniziert werden.

Dem Bewusstsein zugänglich, ermöglichen schlussfolgerndes Denken und reflektierte Entscheidungen

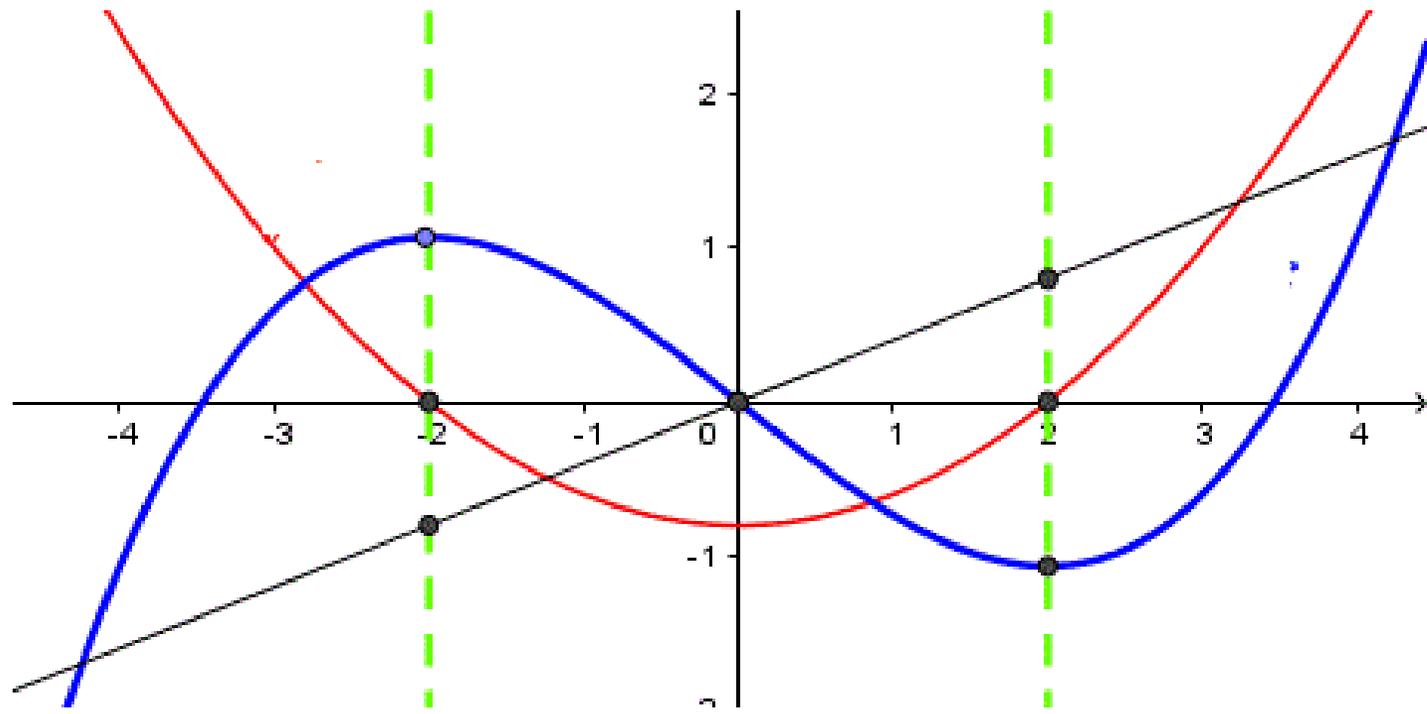
Explikation

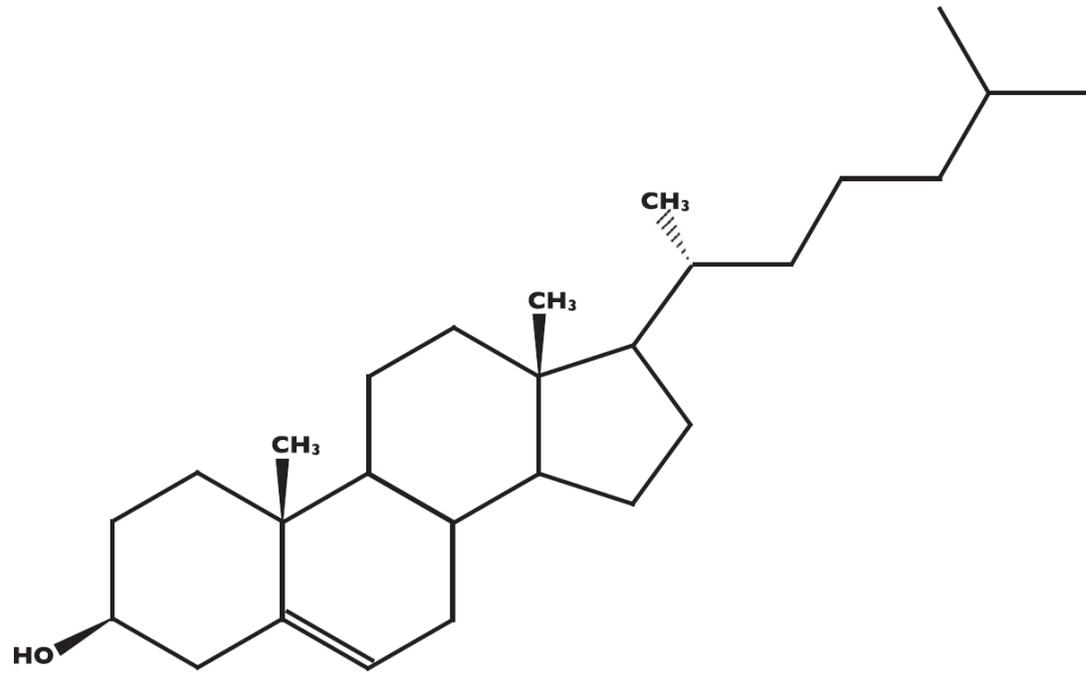


Verdichtung

**Handeln (automatisierte Abläufe, zu Mustern gebündelte Wahrnehmungselemente):** Können (fast) ohne Aufmerksamkeitssteuerung genutzt werden, entstehen durch Wiederholung

- Was ist ein Viertel von 32?
- Schüler: 7
- Defizit in der Automatisierung des 1x1?
- Schüler: Ein Viertel ist 25, und  $32-25=7$





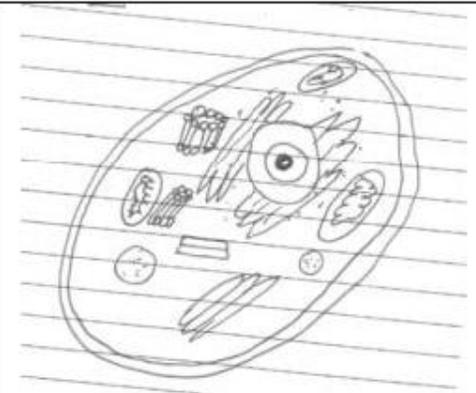
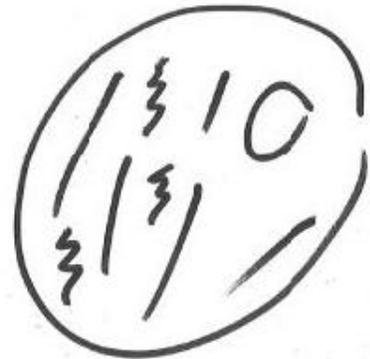
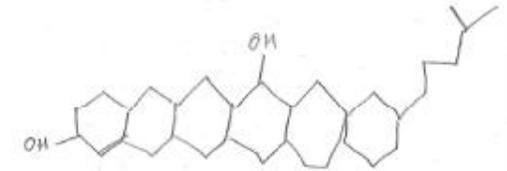
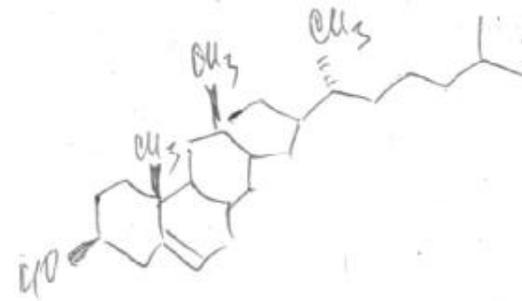
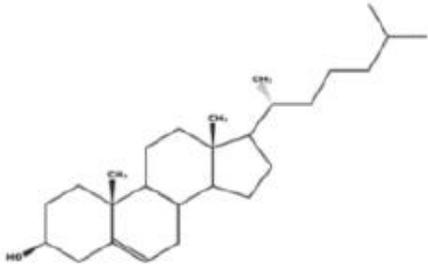
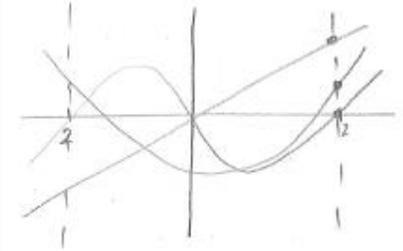
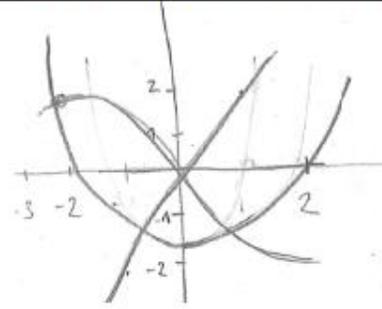
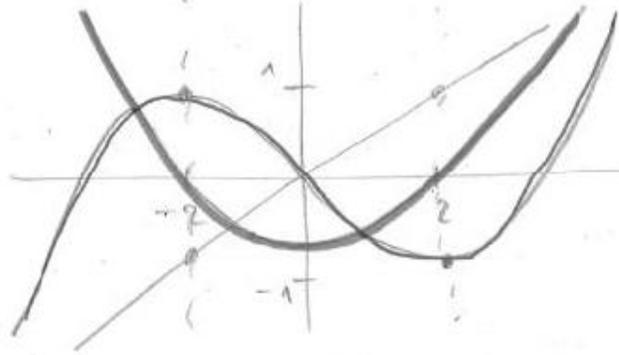
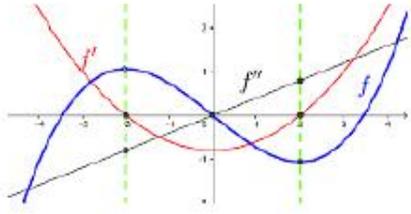


To be memorized

Mathematics student

Chemistry student

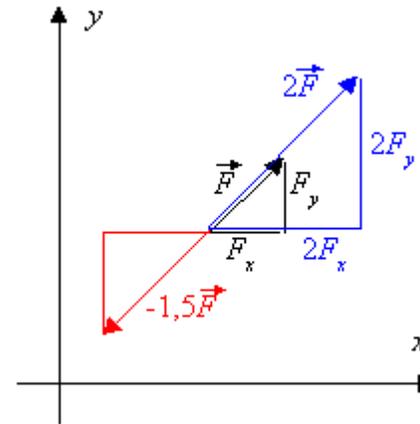
Biology student



- Damit effiziente Arbeitsgedächtnisfunktionen in die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken umgesetzt werden können, braucht es **Denkwerkzeuge**

CIV : XXVI =

104 : 26 =



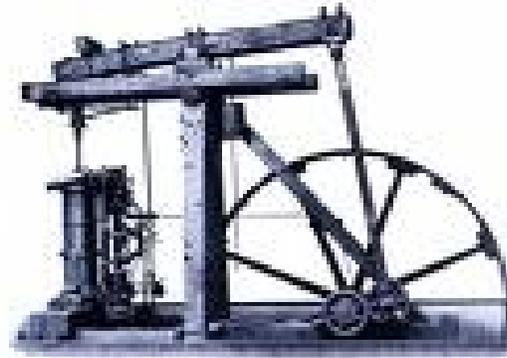
天	天	天	天	天
地	地	地	地	地
玄	玄	玄	玄	玄
黃	黃	黃	黃	黃

A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M
ä	bē	cē	dē	ē	ef	gē	hā	i	kā	el	em
[a:]	[be:]	[ke:]	[de:]	[e:]	[ef]	[ge:]	[ha:]	[i:]	[ka:]	[el]	[em]
N	O	P	Q	R	S	T	V	X	Y	Z	
en	ó	pē	qū	er	es	tē	ū	ex	i Graeca	zēta	
[en]	[o:]	[pe:]	[k <sup>w</sup> u:]	[er]	[es]	[te:]	[u:]	[eks]	[i: 'grajka]	[zeta]	

# Grösste Herausforderung beim schulischen Lernen auf ALLEN Altersstufen: Radikale Umstrukturierung von Begriffswissen

- Gewicht
- Trägheit
- Menschen und Affen
- Gleichheitszeichen:  $1+2=3+3=6+4=10+5=15$
- Bruchrechnung  $3/7 > 3/8$
- Beschleunigung

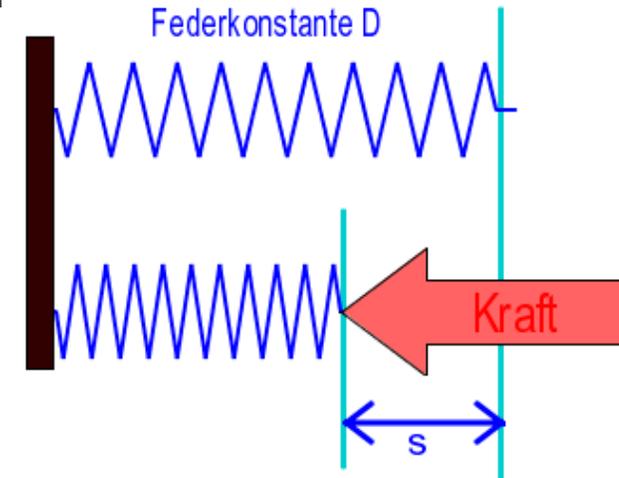
## Was ist eine Maschine?



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.



# Intelligentes Begriffswissen: Speicherung von Energie

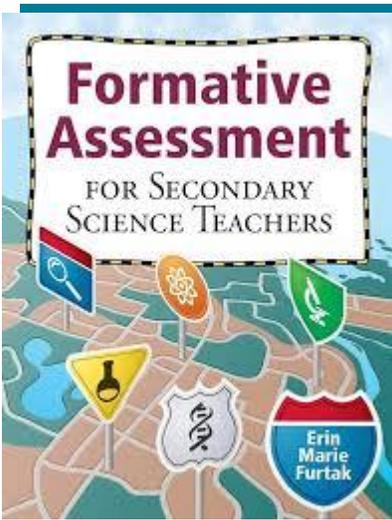


# Wie und Wo können Medien bei der Verdichtung von Wissen und der konzeptuellen Umstrukturierung helfen?

- Und wo können Psychologen Lehrpersonen dabei helfen?

## Beispiele für lernwirksame Unterstützung durch Medien

- Formative Leistungsbeurteilung und Feedback
- Adaptives Üben
- Computersimulationen von Labor- und Feldexperimenten
- Multiple und multimodale Repräsentationen von Wissen fördern
- Augmented Realities zur Darstellung von nicht sinnlich wahrnehmbaren aber erklärungsstarken Konstrukten



Category	Percentage
A	42%
B	17%
C	29%
D	12%

Instant Evaluation

- 1 Instruction & Questioning
- 2 Students Respond Using ResponseCard RF Clicker
- 3 Instant Result Displayed
- 4 Data Management & Analysis

Formativ: Lehrpersonen erheben das Wissen der SuS NICHT um es zu bewerten, sondern um ihren Unterricht anzupassen

ICT bietet SEHR GUTE Möglichkeiten zur anonymen Erhebung

Fragen sollten nicht aus dem Ärmel geschüttelt werden, sondern im Expertenkreis entwickelt werden

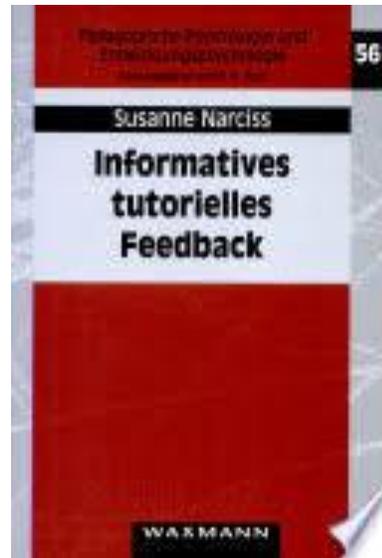


ETH Studie von Dr. Andreas Lichtenberger  
Kinematik in der Physik

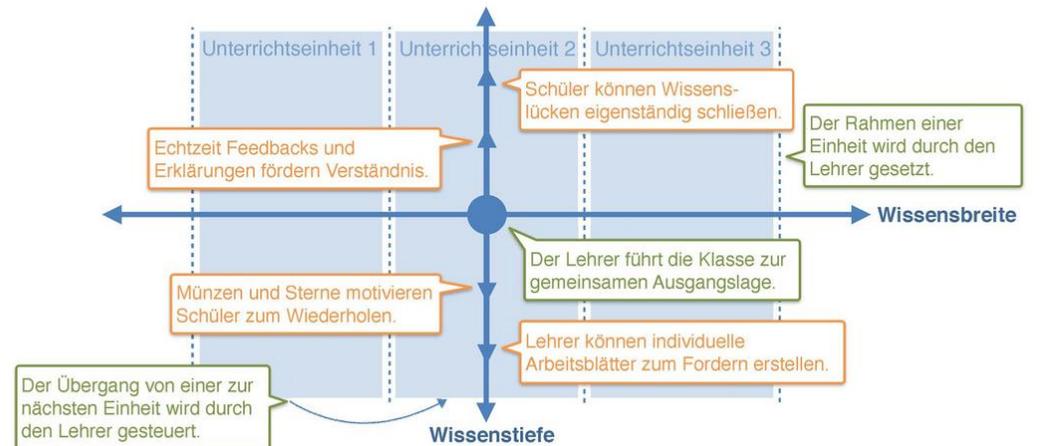
Computerbasiertes adaptives Üben:

Üben was noch nicht gekonnt wird, aber im Rahmen der Möglichkeiten liegt

Mathematik, Fremdsprachen, Faktenwissen



Adaptive Lehrmedien im Mathematikunterricht



## Virtuelle Labore

Ton de Jong, Twente

[http://users.edte.utwente.nl/jong/Index\\_files/Page483.htm](http://users.edte.utwente.nl/jong/Index_files/Page483.htm)



### EDUCATIONFORUM

COMPUTER SIMULATIONS

## Technological Advances in Inquiry Learning

Ton de Jong

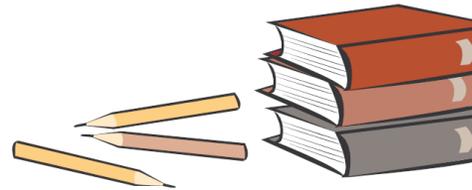
Computer simulations enhance inquiry-based learning—in which students actively discover information—by allowing scientific discovery within a realistic setting.

The promise offered by inquiry learning is tempered by the problems students typically experience when using this approach. Fortunately, integrating supportive cognitive tools with computer simulations may provide a solution.

### Learning by Inquiry

Studies of young students' knowledge and

effective inquiry learning. Using simulations to model a phenomenon or process, students can perform experiments by changing variables (such as resistances in an electrical circuit) and then observe the effects of their changes (e.g., the current). In this way, students (re-)discover the properties of the underlying model (Ohm's law).



process and the developing knowledge).

However, research indicates that, overall students have substantial problems with all of the inquiry processes listed above (8). Students have difficulty choosing the right variables to work with, they find it difficult to state testable hypotheses, and they do not necessarily draw the correct conclusions from experiments. They may have difficulty linking experimental

IBI\* SERIES WINNER

## Investigating Ecosystems as a Blended Learning Experience

Margus Pedaste,<sup>1,†</sup> Ton de Jong,<sup>2</sup> Tago Sarapuu,<sup>1</sup> Jaanika Piksööt,<sup>1</sup> Wouter R. van Joolingen,<sup>2</sup> Adam Giemza,<sup>3</sup>

Learning by inquiry, collaboration, and design are the central didactic principles of the software developed by the Science Created by You (SCY) project. In SCY technology-enhanced learning environments,



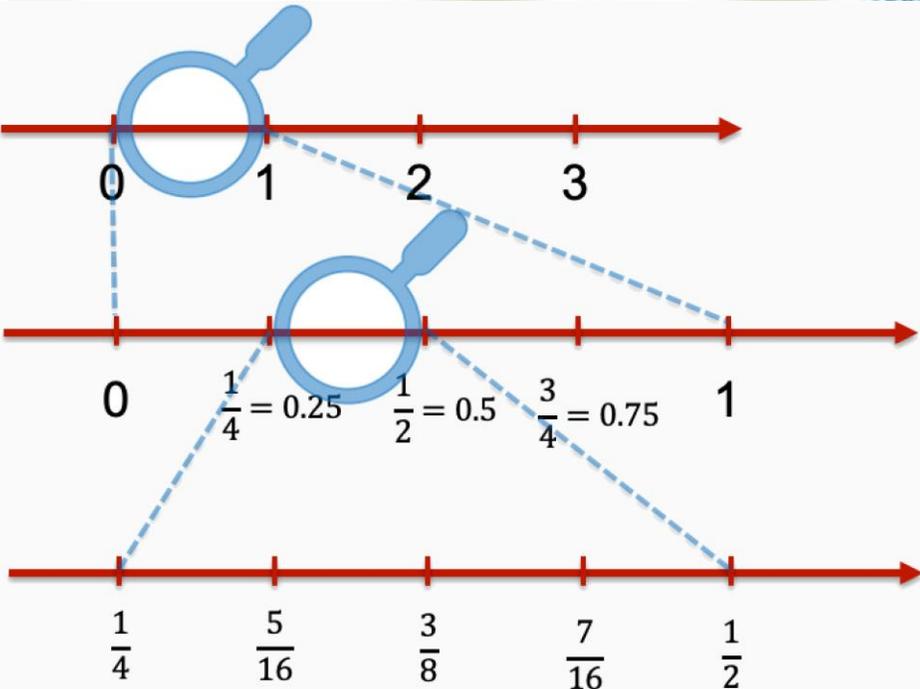
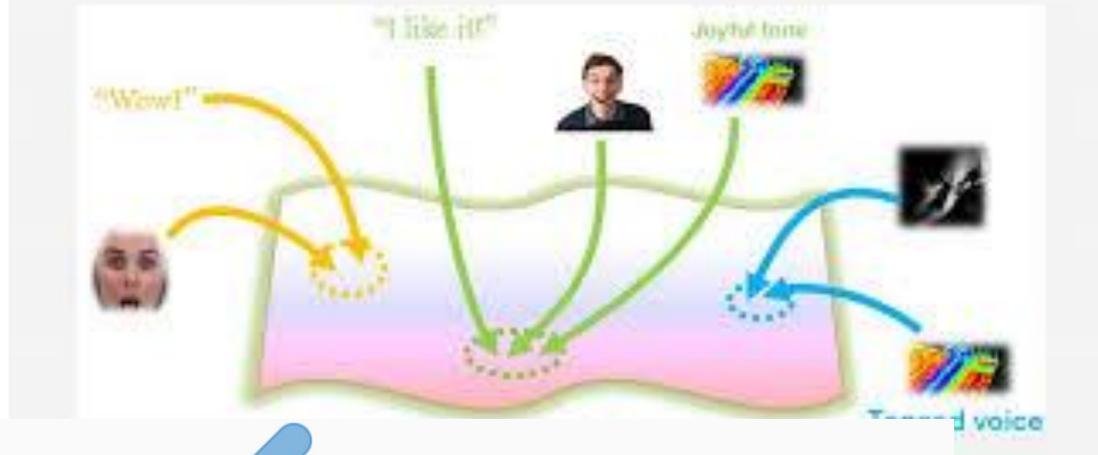
The SCY ECO mission, an IBI prize-winning module, fosters inquiry learning, collaboration, and design for ecology following a blended learning approach.

Example of a SCY mission face (from the ECO mission) inquiry cycle on light, student data on light intensity, water temperature, and dissolved oxygen level. A dipteran waterweed is placed in a beaker of water. Light intensity is ch

# Ergebnisse zum Vergleich der Lernwirksamkeit von virtuellen und realen Laboren

- KEIN verallgemeinerbarer UNTERSCHIED
- Vorteile virtueller Labore: leicht verfügbar, günstiger, weniger zeitaufwändig, bieten kontrollierte Übungsmöglichkeiten
- Vorteile realer Experimente: Authentizität von wissenschaftlichem Arbeiten, Bedeutung von genauem Arbeiten und Messfehler wird vermittelt, Lernen mit allen Sinnen und Körpereinsatz (embodied Cognition),
- Konsequenz: Beides einsetzen

Multimodal Representation



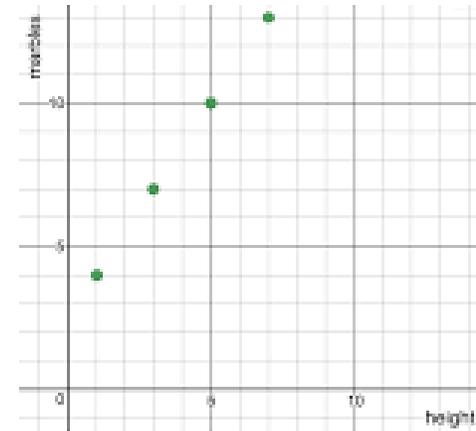
TABLE

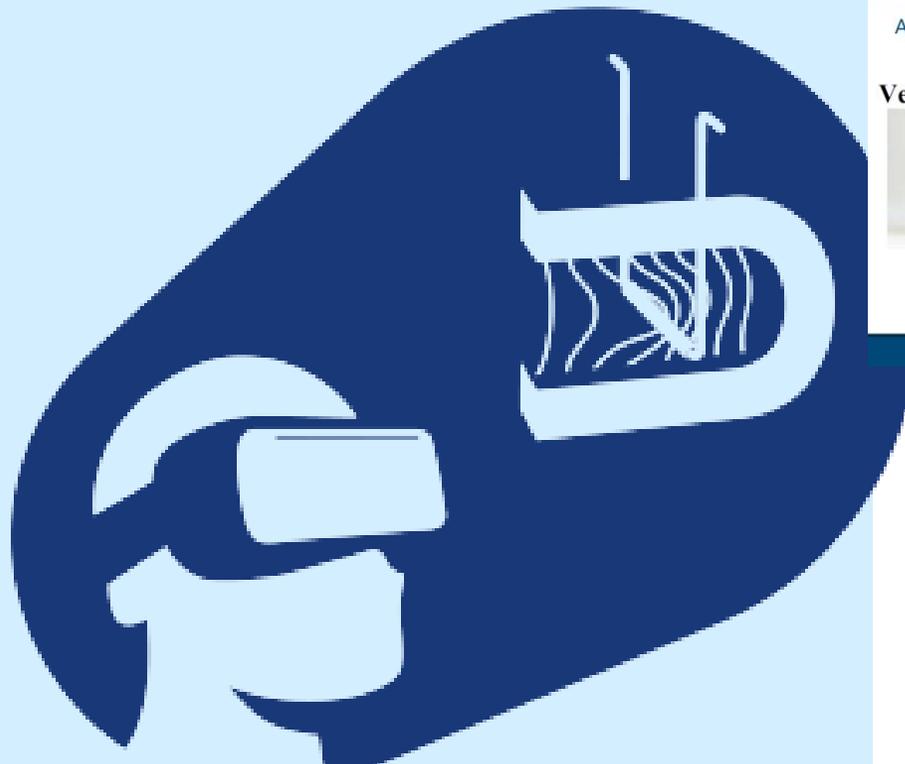
height	marbles
1	4
3	7
5	10
7	13

EQUATION

$y = 1.5x + 2.5$

GRAPH



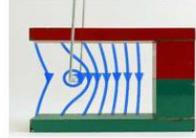


AR-MERs

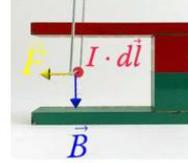
Vector-field plot (V)



Field lines (F)



Tripod (T)



06.11.2024 CESAR

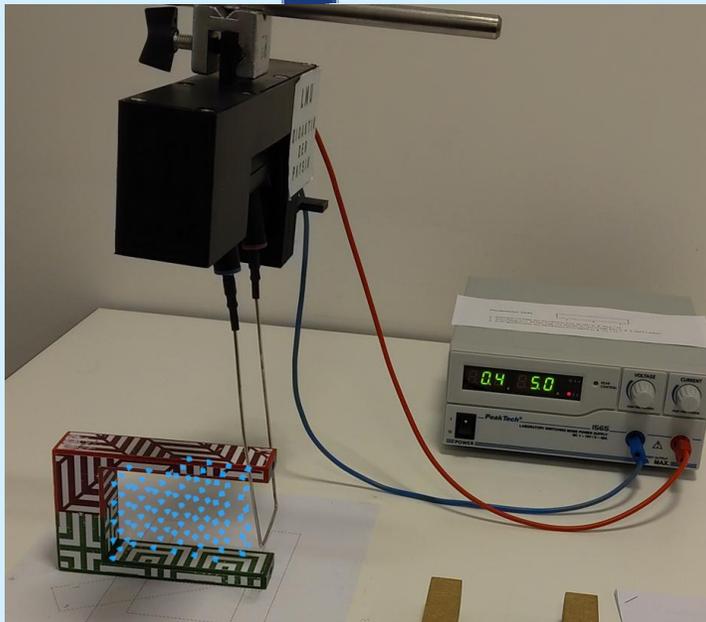


ETH zürich



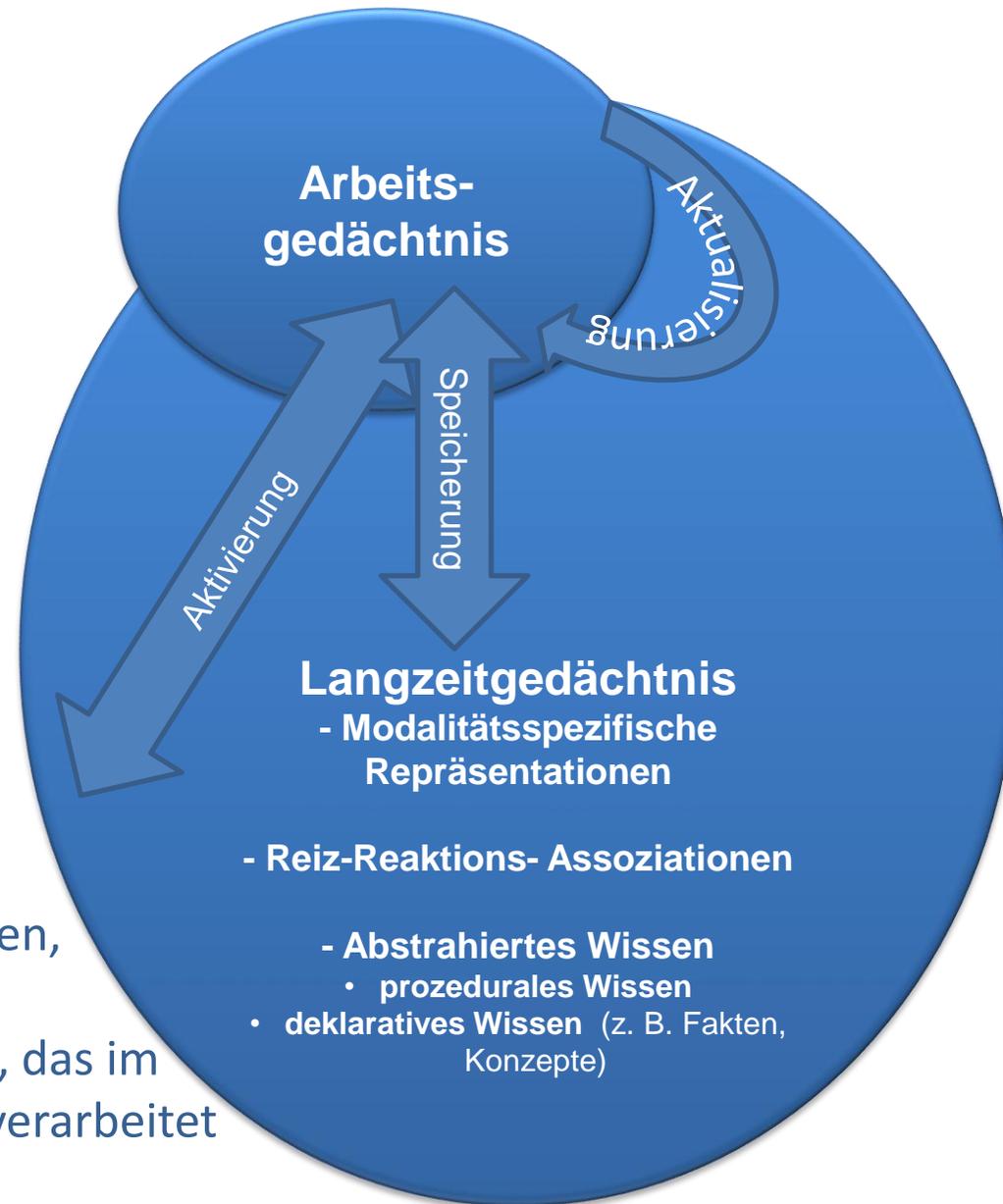
# Conceptual Understanding of Electromagnetism Supported by Augmented Reality Experiments

## CESAR



Lehrpersonen können Einfluss auf die Interaktion zwischen Arbeitsgedächtnis und Langzeitgedächtnis nehmen:

1. Indem sie Lernaktivitäten anbieten, welche prozedurales und deklaratives Wissen fördern, das im Arbeitsgedächtnis effizient verarbeitet werden kann.
2. Indem sie ein Lernklima schaffen, das möglichst ungeteilte Arbeitsgedächtnisaktivitäten zulässt.



# Wie nutzt man das Arbeitsgedächtnis optimal beim schulischen Lernen?

- Cognitive Load Theorie (John Sweller): Arten der Belastung des Arbeitsgedächtnisses beim Lernen und Lösen von Aufgaben
- Intrinsic Load: Hängt von der Komplexität und dem Abstraktionsgrad der Aufgabe ab
- Germane (angemessener) Load (auch lernbezogene Belastung): Dem Lernziel angemessene Belastung (Sachen nicht unnötig erleichtern, wenn es darum geht, abstrakte Begriffe zu erwerben)
- Extraneous Load: Information, die von der eigentlichen Aufgabe und dem Lernziel ablenkt, reduzieren.

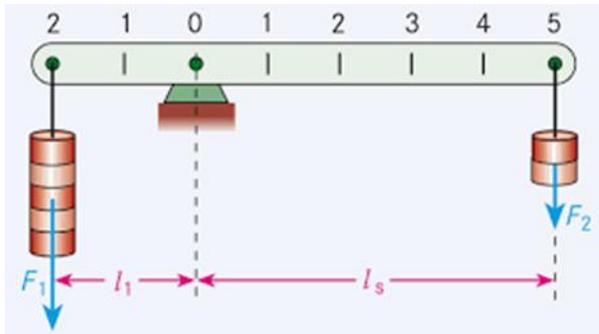
## Wie kann man extraneous Load reduzieren?

- Ruhige Lernumgebung, keine Ablenkungsreize (auch keine Musik)
- Voraussetzungen für mittleres emotionales Erregungsniveau schaffen (Lerner sollten weder Angst haben noch übermässig euphorisch sein)
- **Arbeitsmaterial nicht mit ablenkenden Reizen versehen (keine unnötigen Bilder, Farben etc.)**

# Hebelgesetz

## mit wenig extraneous load erklärt

- Kraft mal Kraftarm ist gleich Last mal Lastarm

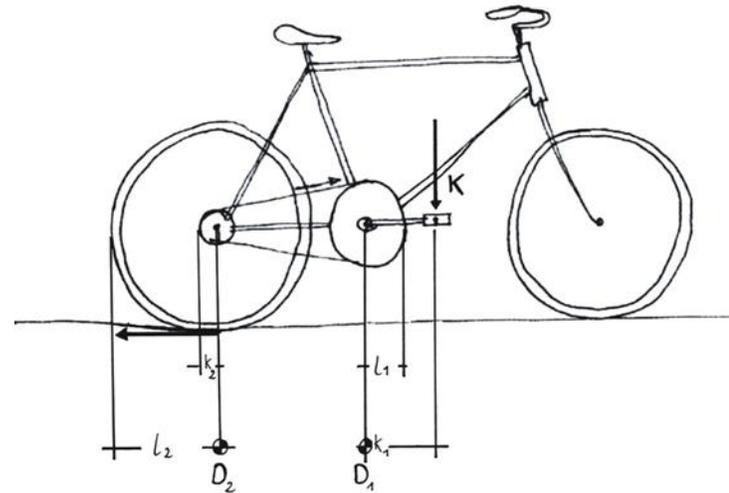
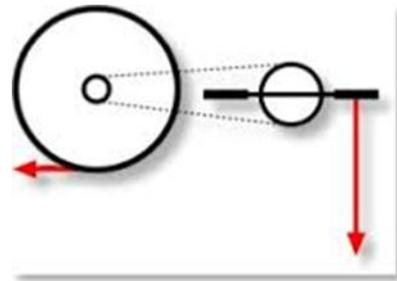


Werden diese Abbildungen dem «intrinsic load» des Hebelgesetzes gerecht oder vereinfachen sie zu stark?

Man wird auf jeden Fall nicht verstehen, dass das Fahrrad nach dem Hebelgesetz funktioniert.

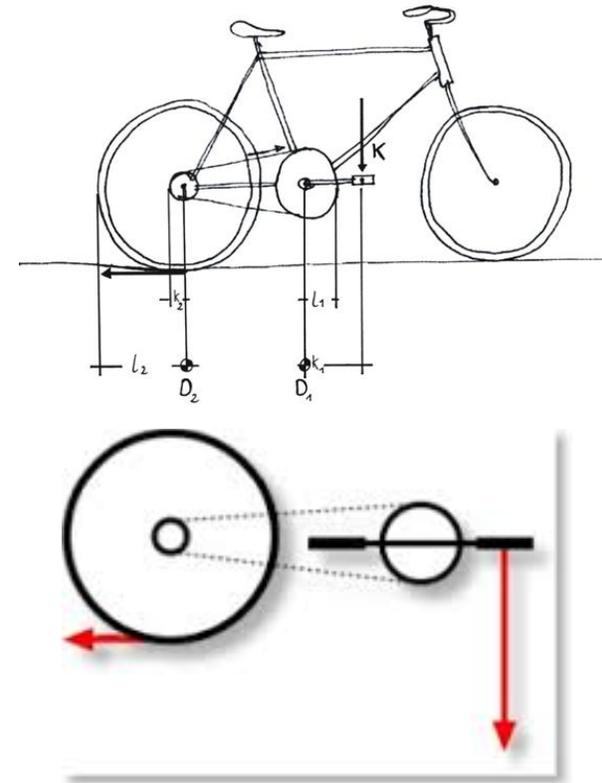
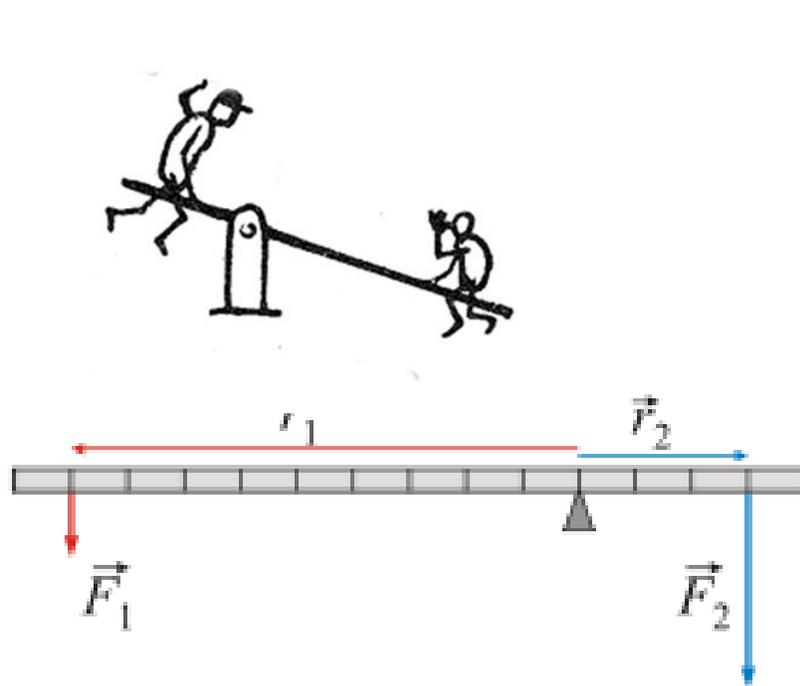
**Diese Bilder erklären nicht, warum Fahrräder nach dem Hebelgesetz funktionieren, sondern vergrössern nur “extraneous load”.**





Diese Bilder hingegen werden dem “intrinsic load” des Hebelgesetzes gerecht, vermitteln Novizen aber dennoch kein tieferes Verständnis. Diese benötigen mehr “germane”, also lernbezogenen load.

Und hier ein Beispiel für “germane load”: Mit der Aufforderung zum Vergleich der Wippe und des Fahrrad wird das Arbeitsgedächtnis lernwirksam ausgelastet



# Learning Science in Immersive Virtual Reality

Jocelyn Parong and Richard E. Mayer  
University of California, Santa  
Barbara

The goals of the study were (a) to compare the instructional effectiveness of immersive virtual reality (VR) versus a desktop slideshow as media for teaching scientific knowledge, and (b) to examine the efficacy of adding a generative learning strategy to a VR lesson. In Experiment 1, college students viewed a biology lesson about how the human body works either in immersive VR or via a self-directed PowerPoint slideshow on a desktop computer. Based on interest theory, it was predicted that students who learned in immersive VR would report more positive ratings of interest and motivation and would score higher on a posttest covering material in the lesson. In contrast, based on the cognitive theory of multimedia learning, it was predicted that students who learned with a well-designed slideshow would score higher on a posttest, although they might not report higher levels of interest and motivation. The results showed that students who viewed the slideshow performed significantly better on the posttest than the VR group, but reported lower motivation, interest, and engagement ratings. In Experiment 2, students either viewed a segmented VR lesson and produced a written summary after each segment or viewed the original, continuous VR lesson as in Experiment 1. Students who summarized the lesson after each segment performed significantly better on the posttest and the groups did not differ on reported interest, engagement, and motivation. These results support the cognitive theory of multimedia learning and demonstrate the value of generative learning strategies in immersive VR environments.

*The Body VR: Journey Inside a Cell* (The Body VR, 2016)

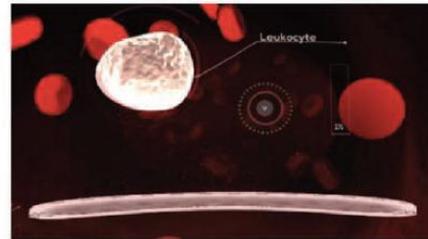
<https://www.youtube.com/watch?v=9zTsDXMyBEY>



Figure 1. Screenshots of *The Body VR* (2016). See the online article for the color version of this figure.

## White blood cells

- White blood cells, or leukocytes, take up less than 1% of the blood's total volume.
- Their main function is to protect our body from infection.



## Cell membrane

- On the outside of the macrophage is a typical cell membrane structure.
- There are thousands of receptors proteins on the surface of the cell.
- Some of these proteins are tasked with transferring information and others with transferring cargo.

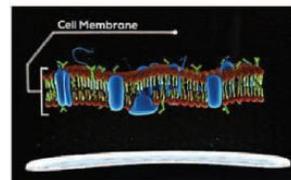


Table 1

*Mean Scores and Standard Deviations on Posttest for Virtual Reality (VR) and Slideshow Groups*

Test score	VR group ( <i>N</i> = 27)		Slideshow group ( <i>N</i> = 28)		<i>d</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
Total test score (out of 20)	10.17	3.80	13.54**	3.55	0.92
Factual questions (out of 16)	7.74	3.07	11.00***	2.74	1.12
Conceptual questions (out of 4)	2.43	1.19	2.53	1.17	0.08

\*\*  $p < .01$ . \*\*\*  $p < .001$ .

Table 2  
*Mean Ratings of Interest, Motivation, Engagement, and Affective States During the Lesson  
 Between by the Virtual Reality (VR) and Slideshow Groups*

Post-Questionnaire Item	VR group ( <i>N</i> = 27) <i>M</i> ( <i>SD</i> )	Slideshow group ( <i>N</i> = 28) <i>M</i> ( <i>SD</i> )
“I used a lot of mental effort in the lesson”	4.00 (1.21)	4.00 (1.16)
“I felt that the subject matter was difficult”	3.30 (1.14)	2.89 (1.23)
“I have a good understanding of the material”	4.85 (1.03)	5.00 (1.09)
“I enjoyed learning this way”	5.89 (1.40)	3.61 (1.37) <sup>***</sup>
“I would like to learn this way in the future”	5.81 (1.52)	3.32 (1.42) <sup>***</sup>
“I am interested in learning more about this subject”	5.70 (1.17)	4.96 (1.29)
“I felt that the lesson was engaging”	6.11 (1.05)	3.32 (1.34) <sup>***</sup>
“I found the lesson to be useful to me”	5.56 (1.40)	4.61 (1.40)
“I felt motivated to understand the material”	5.93 (1.07)	4.11 (1.45) <sup>***</sup>
“I felt happy during the lesson”	5.67 (1.49)	3.43 (1.07) <sup>***</sup>
“I felt excited during the lesson”	5.81 (1.21)	3.07 (1.22) <sup>***</sup>
“I felt bored during the lesson”	1.81 (1.00)	4.25 (1.51) <sup>***</sup>
“I felt confused during the lesson”	2.15 (1.10)	2.39 (1.20)
“I felt sad during the lesson”	1.07 (0.27)	1.71 (0.94)
“I felt scared during the lesson”	1.48 (1.09)	1.25 (.044)

*Note.* A 7-point rating scale from 1 (*strongly disagree*) to 7 (*strongly agree*) was used.

<sup>\*\*\*</sup>  $p < .001$ .

# Wie gut können Lernende die Wirksamkeit von Methoden einschätzen?

- Viele Untersuchungen zeigen: Sehr schlecht!!!!
- Die Lernwirksamkeit von buntem Material und von **Eigenaktivität** wird falsch eingeschätzt
- Hands on, minds off
- Faustregel: Teilstrukturierte Lerngelegenheiten zeigen in allen Altersgruppen die grösste Lernwirksamkeit
- Hier können Medien sinnvoll eingesetzt werden

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Greutmann/Saalbach/Stern (Hrsg.)

## Professionelles Handlungswissen für Lehrerinnen und Lehrer

Lernen – Lehren – Können

Kohlhammer

### Intelligentes Wissen – und wie man es fördert

Wie kann man den Aufbau intelligenten Wissens fördern, der die Übertragung des Gelernten auf neue Situationen ermöglicht? Wie kann man Lernende dazu bringen, die Welt nicht nur zu empfangen, sondern sie auch kritisch zu durchdringen, um die Aufgabenstellungen unserer komplexen Welt zu bewältigen? Welche Optionen gibt es, um die Lernenden auf den eigenen Lernprozess hinzu zu bringen, indem man ihnen die Möglichkeit der Vertiefung der Lerninhalte bietet, indem sie selber, unter Kontrolle ihrer eigenen Lernstrategien, die Aufgabenstellungen durchdringen und die Lerninhalte vertiefen? Wie können wir das Lernen als professionelles Handeln in die Schulpraxis einführen, und diese in ihrer Bedeutung und Tragweite der Lehr- und Lernforschung im eigenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verankern?

Was intelligentes Wissen will, muss verstehen, wie Menschen lernen. Die Lehr- und Lernforschung stellt insbesondere die folgenden Aufgaben, die helfen, wider die Begriffe der traditionellen Lerntheorien den Aufbau intelligenten Wissens – im aktuellen „Zukunftswissen“ – starker Faktoren als herkömmlicher Unterrichts- und Lernprozessen darzustellen und zu fördern. Diese Lernforschung im Unterricht bezieht sich insbesondere auf dieses Buch, welches die Lehr- und Lernforschung im Unterricht darstellt, wobei dieses Buch einen Einblick, der mit vielen mathematisch-naturwissenschaftlichen Beispielen aus der Schulpraxis verbunden ist, wie sich diese besonders herausheben, Unterrichtsformen fördern können.

In diesem Buch stehen Inhalte im Mittelpunkt, die in den MINT-Fächern an Gymnasien und Hochschulen gelehrt werden. Die Lernforschung im Unterricht wird ermöglicht, indem sie die Unterrichtsformen im MINT-Unterricht darstellt, die die Lernenden auf den eigenen Lernprozess hin zu bringen, indem man ihnen die Möglichkeit der Vertiefung der Lerninhalte bietet, indem sie selber, unter Kontrolle ihrer eigenen Lernstrategien, die Aufgabenstellungen durchdringen und die Lerninhalte vertiefen. Wie können wir das Lernen als professionelles Handeln in die Schulpraxis einführen, und diese in ihrer Bedeutung und Tragweite der Lehr- und Lernforschung im eigenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verankern?

Die Herausgeber  
Ralph Schumacher ist Experte für Mathematik und ist der MINT-Experte an der ETH Zürich.  
Elsbeth Stern ist Experte für Lehr- und Lernforschung an der ETH Zürich.



9 783708 000000

MOREMEDIA Springer Spektrum

## Intelligentes Wissen – und wie man es fördert

Ralph Schumacher  
Elsbeth Stern Hrsg.

Intelligentes Wissen – und wie man es fördert

Schumacher, Stern, Hrsg.

