

Wünschenswerte Schwierigkeiten und Produktives Scheitern zur Förderung von Leistung und Kreativität

ZHAW Wädenswil, Aula Campus Grüental,
Keynote, 8. Januar 2020
Dr. sc. ETH Esther Ziegler



Nicht so...

Leistung und Kreativität

sondern so!



Alle sind sich einig:

→ Wissen wird nicht eingegossen, sondern muss aktiv konstruiert werden

Making Things Hard... , But in a Good Way: Creating Desirable Difficulties to Enhance Learning

Bjork & Bjork, 2011

5 Prinzipien:

1. Aktiver Abruf und Testeffekt
2. Kontrastieren
3. Alternieren und Variieren
4. Problemlösen vor Instruktion
5. Handnotizen und Zusammenfassen

1. Prinzip: Aktiver Abruf und Testeffekt

1. Lernen von 60 Wortpaaren

*Jedes Wortpaar wird für 13 Sekunden präsentiert. **Lese und merke es dir.***

Rad - Auto

2. Lernen von 60 Wortpaaren

Das erste Wort wird für 8 Sekunden präsentiert.

*Schreibe deine **Vermutung für das zweite Wort** auf. Du kannst **Papier und Stift** verwenden.*

Rad -

Dann wird das Wortpaar für 5s präsentiert. Merke es dir.

Rad - Auto

Unsuccessful Retrieval Attempts Enhance Subsequent Learning

Kornell, Hays, and Bjork, 2009

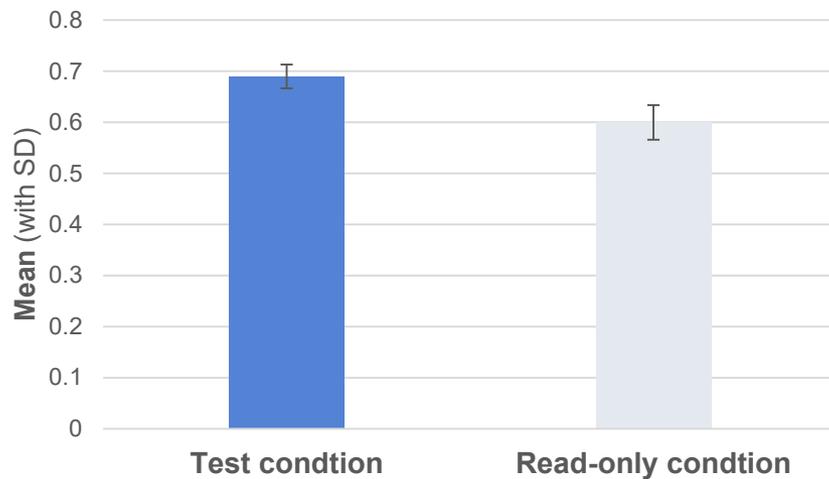
Studiendesign

- 84 Studenten
- Testen vs. Nur-Lesen
- 60 Wortpaare
- Studienphase – 5 min Distraction – Test

Unsuccessful Retrieval Attempts Enhance Subsequent Learning

Kornell, Hays, and Bjork, 2009

Results Kornell et al. 2009



Resultate

- **Erfolgreiche Versuche**, Infos aus Speicher abzurufen **gefolgt von Feedback**, waren effektiver.

Aktives Abrufen und Testen bewirkt Lernen



Prinzipien

- Testeffekt ist **sehr robust** (*Organizing Instruction and Study: A Practice Guide. Pashler et al., 2007*)
- Test schreiben fördert das Erinnern = **Testungseffekt**
- auch kurze Abrufsequenzen von 1-2 min
- wirkungsvoller SuS zu testen als zusätzliche Zeit fürs Studieren zu geben
- Besonders wirkungsvoll: aktiver Abruf "closed-book", z.B. Kurzantworten, Aufsatztyp, Lückentext
- Wichtig: korrekatives Feedback geben

Aktives Abrufen und Testen sind Desirable Difficulties

Bjork & Bjork, 2011

Benefits:

- aktiviert Information
- identifiziert, ob Information bereits gelernt ist
 - z.B. beim Repetieren – schwierig zu beurteilen, ob man die Inhalte wusste
 - z.B. bei closed book – hat man schwarz auf weiss, was man beherrscht

Grundbotschaft:

- spend less time restudying and **more time testing oneself**
- spend less time on input side and **more time on output side**

2. Prinzip: Kontrastieren

Wie würden Sie folgende 2 Konzepte lernen/einführen?

A 1

M 1

A 2

M 2

A 3

M 3

A 4

M 4

A 5

M 5

A 6

M 6

A 7

M 7

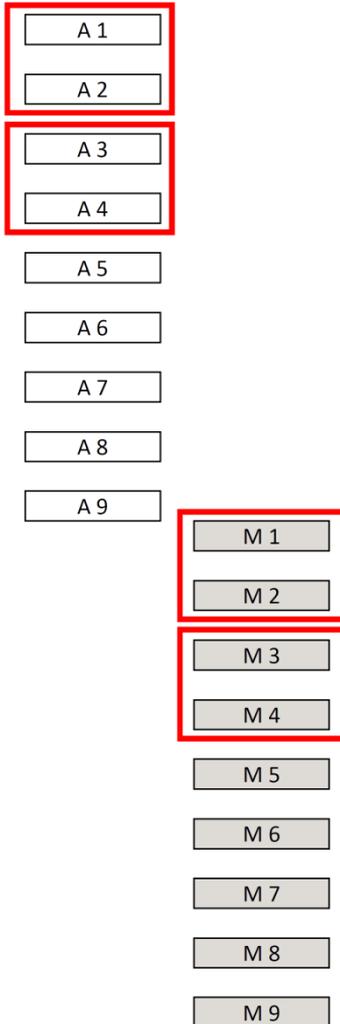
A 8

M 8

A 9

M 9

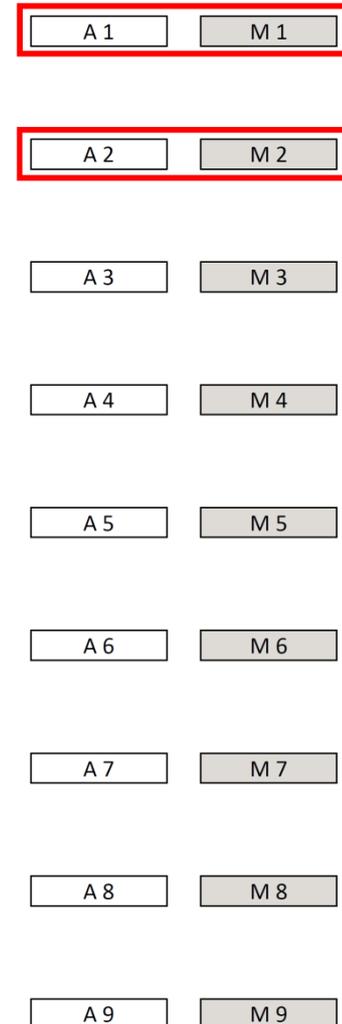
Sequenzgruppe



2 Momente:

während dem Lernen
später beim Abruf

Kontrastgruppe



Material

A 1	M 1
A 2	M 2
A 3	M 3
A 4	M 4
A 5	M 5
A 6	M 6
A 7	M 7
A 8	M 8
A 9	M 9

$$\begin{aligned} \text{A2} \quad xy + xy + xy &= 3 \cdot xy \\ &= 3xy \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2b + 2b + 2b + 2b + 2b &= 5 \cdot 2b \\ &= 10b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3cx + 3cx &= 2 \cdot 3cx \\ &= 6cx \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{M2} \quad xy \cdot xy \cdot xy &= x \cdot y \cdot x \cdot y \cdot x \cdot y \\ &= x \cdot x \cdot x \cdot y \cdot y \cdot y \\ &= x^3 \cdot y^3 = x^3 y^3 \\ 2b \cdot 2b \cdot 2b \cdot 2b \cdot 2b &= 2 \cdot b \cdot 2 \cdot b \cdot 2 \cdot b \cdot 2 \cdot b \cdot 2 \cdot b \\ &= 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot b \cdot b \cdot b \cdot b \cdot b \\ &= 32 \cdot b^5 = 32b^5 \\ 3cx \cdot 3cx &= 3 \cdot c \cdot x \cdot 3 \cdot c \cdot x \\ &= 3 \cdot 3 \cdot c \cdot c \cdot x \cdot x \\ &= 9 \cdot c^2 \cdot x^2 = 9c^2 x^2 \end{aligned}$$

Studiendesign

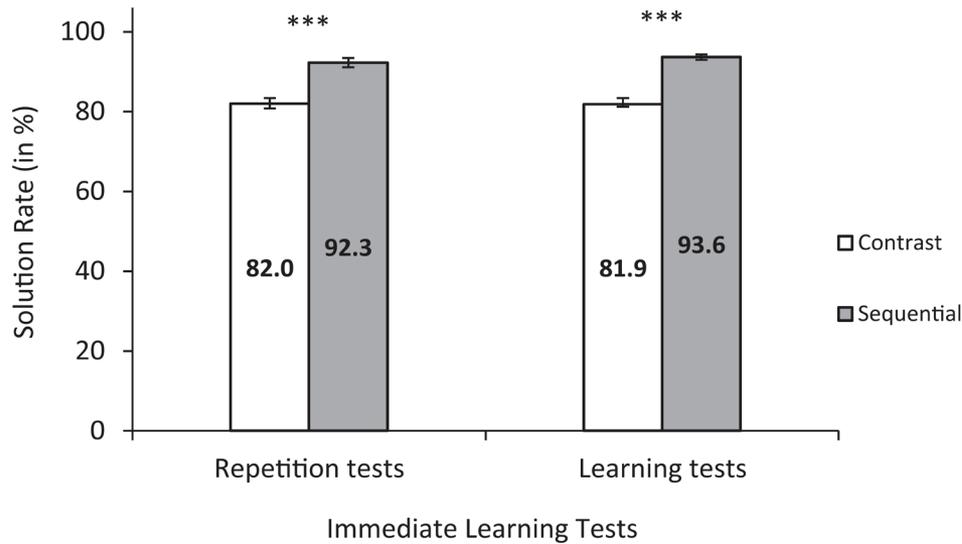
Ziegler & Stern, 2014

- Training: 4 Tage à 2 Stunden, inkl. Lerntests
- 3 Posttests
- Teilnehmer: 87 Kinder, $M = 12.2$ Jahre

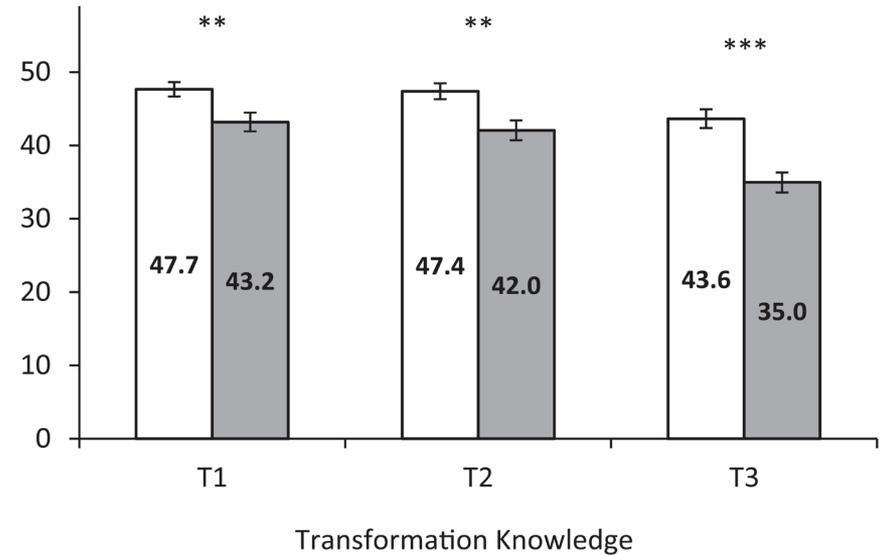
Delayed benefits of learning elementary algebraic transformations through contrasted comparisons

Ziegler & Stern, 2014

Resultate Lerntests - während



Resultate Posttests - später (1 day, 1 week, 10 weeks)



3. Prinzip: Alternieren und Variieren

Alternieren als Variante zum Kontrastieren

Taylor & Rohrer, 2010

a₁ b₁ c₁ b₂ c₂ a₂ c₃ b₃ a₃

interleaved, überlappend, alternierend

a₁ a₂ a₃ b₁ b₂ b₃ c₁ c₂ c₃

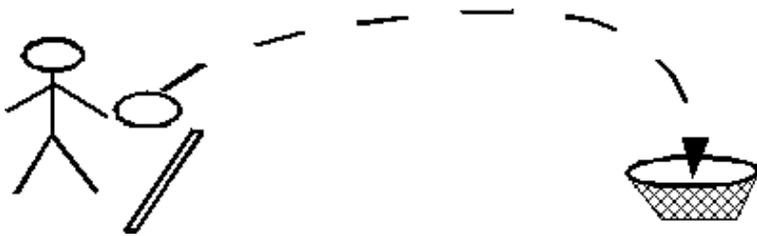
blocked, sequenziert

Prinzipien

- **Wechseln** zwischen verschiedenen Typen, Konzepten, Aufgaben, Formaten...
- Einfache und schwierige Beispiele **mischen** beim Üben

Variieren von Lernbedingungen

Kerr & Booth, 1978



Beispiel: Werfen auf Eimer aus Distanz
«immer von Zieldistanz» vs. «**variierende Distanzen**»

aus: Specific and varied practice of motor skill (Kerr & Booth, 1978)

- Prinzipien:
 - Lernen **unberechenbar** machen (vorhersehbar ist leicht)
 - Bedingungen **variieren**
 - Umgebung variieren
 - **Schwierigkeiten** einbauen «Making things hard to learn»

4. Prinzip: Problemlösen vor Instruktion – Productive Failure

Productive Failure

Kapur, 2008; 2014; 2016

Wenn das Lernen aus dem Scheitern intuitiv so überzeugend ist, warum dann darauf warten, dass es geschieht?

Warum können wir es nicht bewusst gestalten?

Problemlöseaufgabe

Kapur, 2014

Fussballstürmer

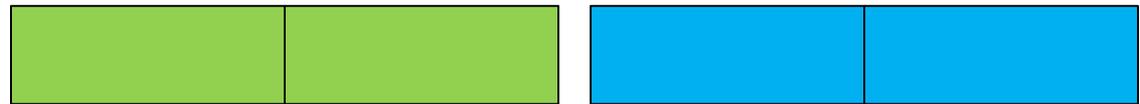
Erfindet möglichst viele Varianten,
um zu entscheiden, wer der
beständigste Stürmer ist?

Jahr	Mike	David
1	14	13
2	11	11
3	15	14
4	12	16
5	16	14
6	12	12
7	16	14
8	13	15
9	17	14
10	14	17
11	14	14

Productive Failure vs. Direkte Instruktion

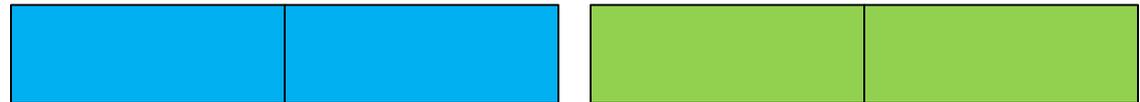
Productive Failure

Problemlösen gefolgt von *Instruktion*



Direkte Instruktion

Instruktion gefolgt von *Problemlösen*



Prä-Post-Experimente mit den folgenden abhängigen Variablen:

- | | |
|---------------------------|---------|
| 1) Prozedurales Wissen | PF = DI |
| 2) Konzeptionelles Wissen | PF > DI |
| 3) Transfer | PF > DI |

Sehen versus Enkodieren



Lehren \neq Lernen

Vorbereitung zu SEHEN + Lehren = Lernen

Wissen versus Kreativität



Wissen *durch* Kreativität

Lernmechanismen

Kognitiv

1. Aktivierung
2. Suchen nach relevantem Vorwissen
3. Vergleichen und Kontrastieren
4. Sensibilisierung für Lücken
5. Enkodieren kritischer Merkmale
6. Auswahl
7. Kompensatorische Prozesse, um Schwierigkeiten zu überwinden

Affektiv

1. Situatives Interesse
2. Zielorientierung
3. Frustration
4. Ausdauer

Kulturell

1. Versagen als normativ
2. Versagen als positiv
3. Aufwand und Wachstum
4. Disziplinarität: Denk- und Seinsweisen

Sozial

1. Erklärung & Ausarbeitung
2. Gemeinsame Repräsentation
3. Multiple Perspektiven
4. stellvertretendes Lernen

5. Prinzip: Handnotizen und Zusammenfassen

Was ist effektiver: Handnotizen oder Laptop?



The pen is mightier than the keyboard

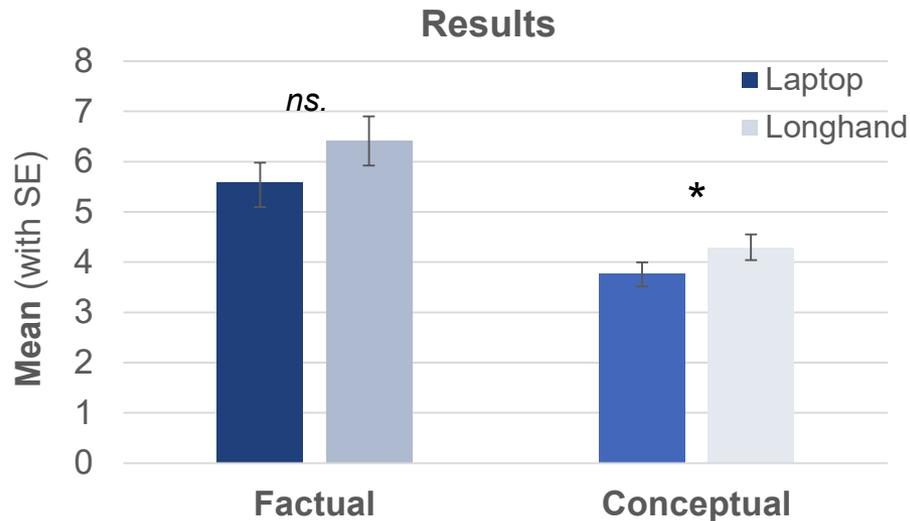
Mueller & Oppenheimer, 2014

Studiendesign: Experiment 1

- 67 Universitätsstudenten
- Ted-Talks - 15 min
- Laptop- vs. Handnotizen (Laptop ohne Internet)
- Ablauf: Ted Talk –30 min Distraction - Tests

The pen is mightier than the keyboard

Mueller & Oppenheimer, 2014



Resultate:

- Handnotizen: Prädiktor für **Konzeptwissen**
- Wörtliche Überlappung
 - Handnotizen = weniger Wörter
 - Laptop: 14,6% wortgetreu (Hand: 8,8%)
 - Beide: Mehr Notizen = bessere Leistung
 - Weniger wortgetreu = bessere Leistung

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- 1. Prinzip: Aktiver Abruf und Testeffekt
- 2. Prinzip: Kontrastieren
- 3. Prinzip: Alternieren und Variieren
- 4. Prinzip: Problemlösen vor Instruktion
- 5. Prinzip: Handnotizen und Zusammenfassen

- Allgemeines Prinzip: **hart während dem Lernen → erfolgreich später!**
- Allgemeines Prinzip: **Keine Angst vor wünschenswerten Fehlern!**

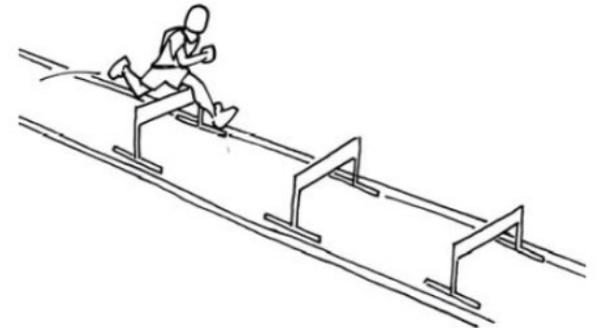
Desirable difficulties – wünschenswerte Schwierigkeiten

Bjork & Bjork, 2011

Viele Schwierigkeiten sind nicht wünschenswert

Wünschenswert:

- Schwierigkeiten, die ein besseres Encodieren und Abrufen ermöglichen
- Schwierigkeiten, die zu dauerhafterem und flexibleren Lernen führen
- Wünschenswert - langfristig gedacht



Zu leichtes Lernen ist oft problematisch

Simple Wiederholung (z.B. wiederholtes Lesen)

- Wiederholung erzeugt Familiarität
- Familiarität mit dem Stoff kann irrtümlich als Verstehen interpretiert werden
- ABER: ist oft oberflächliches perzeptuelles Priming
- Kurzfristiges Können kann täuschen

Oft ist unsere Intuition irreführend, wie man am besten lernt, z.B. Schwierigkeiten aus dem Weg zu räumen.

Productive Failure – Produktives Scheitern

- Scheitern im Voraus einbauen (in the initial learning)
 - um das Hinschauen anzuregen
 - um Problemlösefähigkeit und Kreativität anzuregen
 - um Vorwissen zu aktivieren
 - um Interesse zu wecken und Material umfassend vertraut zu machen

Lern**C**onsulting

Dr. sc. ETH Esther Ziegler

Lehr- und Lernberatung

Sonneggstrasse 4, 8006 Zürich

esther.ziegler@gess.ethz.ch