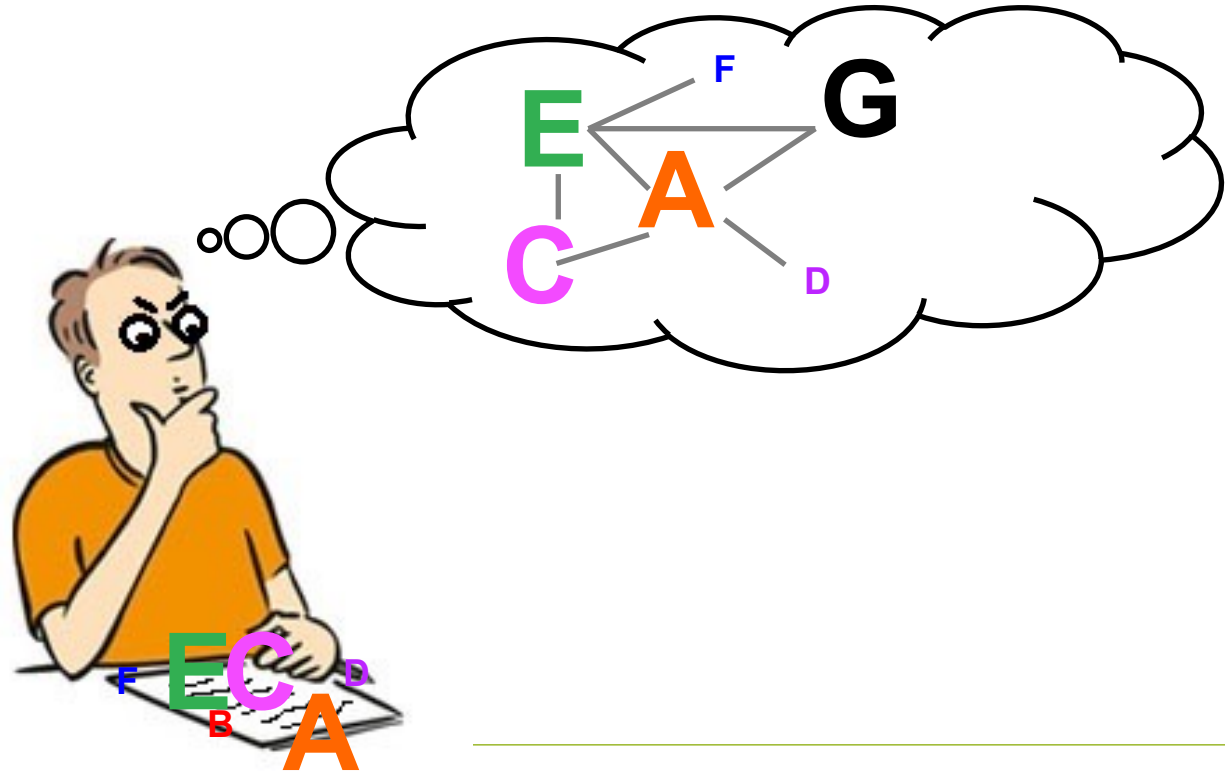


Effektives Üben aus instruktionspsychologischer Perspektive: Mehr Fragen als Antworten?

Julian Roelle, Ruhr-Universität Bochum

Workshop: Üben im Unterricht
Zürich, 20. Juni 2023

Worüber wir (vergleichsweise) viel wissen



(Förderung von) Wissenskonstruktion

Starkes theoretisches Fundament

Generative Learning Theory (z. B. Chi & Wylie, 2014; Fiorella, 2023; Mayer, 2014; Wittrock, 1974, 1989)

Sieben Funktionen lernförderlicher Informationsverarbeitungsprozesse (nach Renkl, 2015)

(1) Interpretieren

(2) Selegieren

(3) Organisieren

(4) Elaborieren

(5) Generieren

(6) Stärken

(7) Metakognitives Planen, Überwachen und Regulieren

(Förderung von) Wissenskonstruktion

Starkes theoretisches Fundament

Generative Learning Theory (z.B. Chi & Wylie, 2014; Fiorella, 2023; Mayer, 2014; Wittrock, 1974, 1989)

Starkes empirisches Fundament

Zahlreiche gut untersuchte Ansätze, Lernende zu generativen Lernaktivitäten anzuregen (Übersichten z.B. bei Brod, 2021; Dunlosky et al., 2013, Fiorella & Mayer, 2016; Roelle et al., 2023)

Effektive generative Lernaufgaben/Lernaktivitäten

Generatives Zeichnen (z.B. Leutner & Schmeck, 2021)

Selbsterklären (z.B. Bisra et al., 2018)

Lernen durch Erklären (z.B. Lachner et al., 2022)

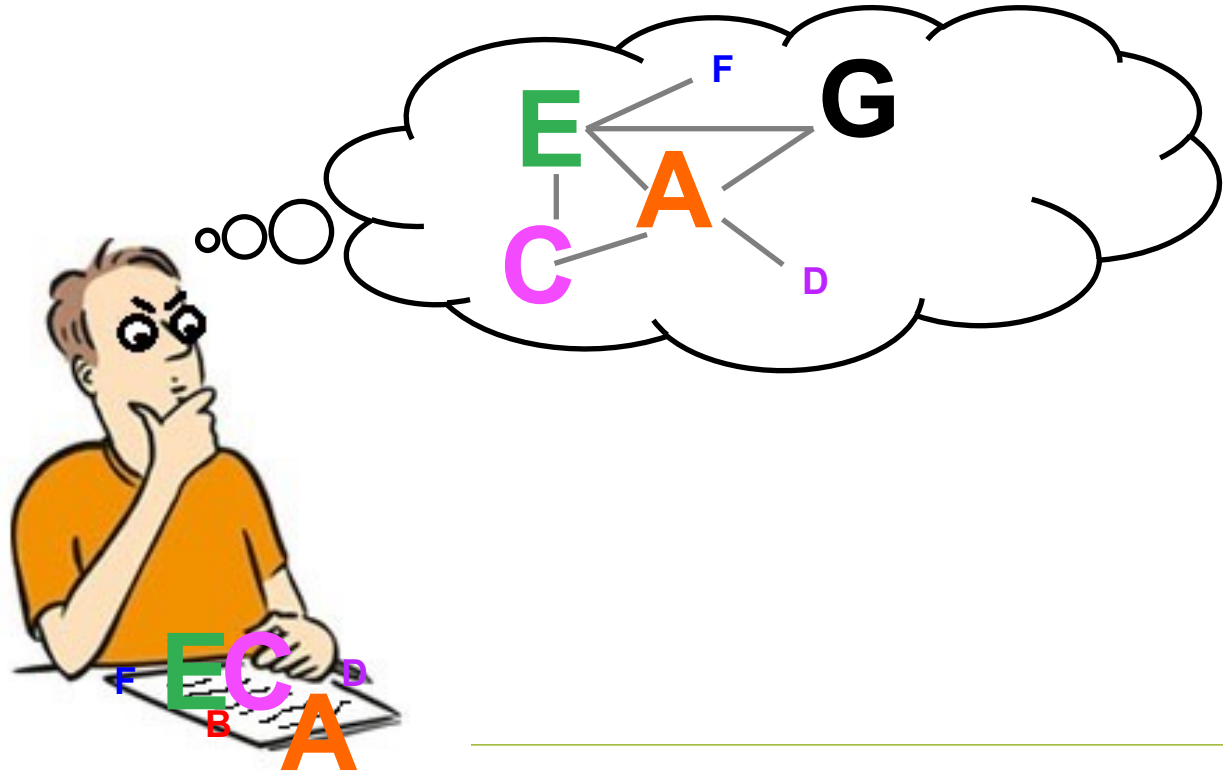
Lerntagebuchschreiben (z.B. Nückles et al., 2020)

Verschachteltes Lernen (z.B. Brunmair & Richter, 2019)

Beispielgenerierungsaufgaben (z.B. Rawson & Dunlosky, 2016)

...

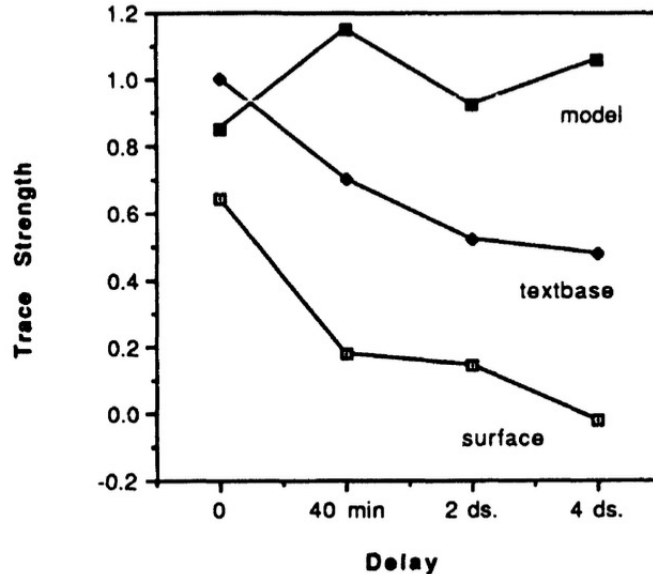
Lernen erfordert auch erfolgreichen Abruf



Lernen erfordert auch erfolgreichen Abruf



Gutes Konstruieren spart das Konsolidieren?



Aus: Kintsch et al. (1990)

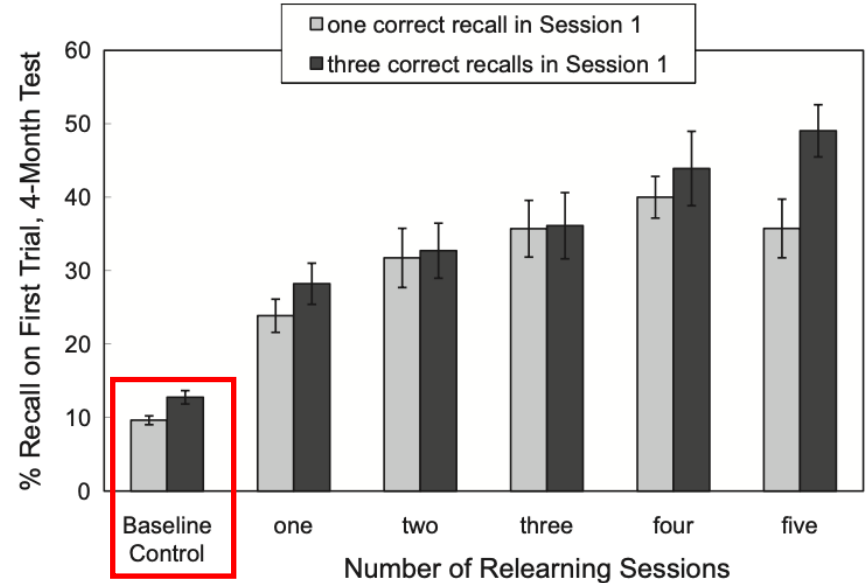
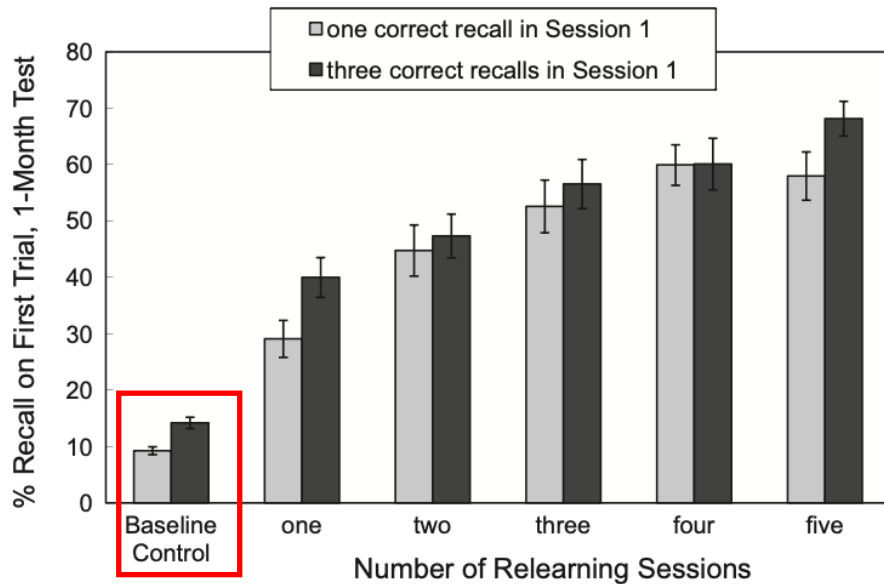
FIG. 2. Estimated strengths of the surface, textbase, and model traces; after Zimny (1987).

Gutes Konstruieren spart das Konsolidieren?

Wenn es so wäre, wäre es zumindest nicht gut untersucht

- Lernerfolg wird selten nach mehr als 1 Woche erfasst (z.B. nur in 7 % der Studien in *Learning and Instruction* und *Journal of Educational Psychology* in den Jahren 2016 und 2017)
- Studien zeigen selten „guten Konstruktionserfolg“ (z.B. in Großteil instruktionspsychologischer Forschung liegt Lernerfolg bedeutend unter praktisch relevanter Höhe; zumeist sogar unter Bestehensgrenze, vgl. Rawson & Dunlosky, 2022)

Deutliche Hinweise auf Notwendigkeit der Konsolidierung einmal konstruierten Wissens...



...und natürlich wird das teilweise auch gesehen...

siehe z.B. den weitbekannten *Lösungsbeispielansatz* beispielbasierten Lernens (vgl. Renkl, 2014)

- Early and Intermediate Phase of Skill Acquisition: instruktionale Erklärungen + Lösungsbeispiele + Selbsterklärungsprompts (→ Schemakonstruktion im Fokus)
- Late Phase of Skill Acquisition: Ausbau des Automatisierungsgrads durch Üben (*wie genau, bleibt allerdings eher unspezifiziert; ABER: hier Üben ggf. eher noch als Verfeinerung der Schemata und nicht zwingend zur Konsolidierung*)

...und das Ganze ist natürlich wirklich keine Neuigkeit

Harry Bahrick (1979): Konzept des ***Successive Relearning***

Grundannahmen:

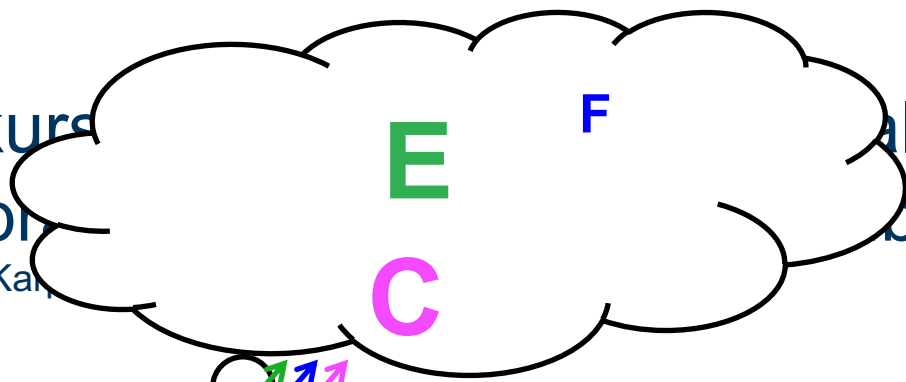
- Große Teile einmal erworbenen/konstruierten Wissens sind nicht mehr verfügbar, wenn Lernende sich zum nächsten Mal mit den jeweiligen Inhalten beschäftigen
- *Nachhaltiges Lernen* als zyklischer Prozess: Wissenserwerb, „Vergessen“, Wiedererwerb des Wissens, „Vergessen“, Wiedererwerb des Wissen, ...
- In jeder (Wieder-)Erwerbsphase so lange üben, bis Performanzkriterium/Mastery erreicht ist (*wobei Wiedererwerbsphasen immer seltener nötig und immer kürzer werden sollten*)

Successive Relearning

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

Übungsprozedur des **Successive Relearning**:

- Initiale Lernphase: Lesen, Abrufübung und Feedback bis Leistungskriterium erreicht wird (z.B. 1 oder mehrere erfolgreiche Abrufe aus dem Gedächtnis)
- 1 oder mehrere Relearning-Phasen (Tage und Wochen später): Abrufübung und Feedback, bis Leistungskriterium erreicht wird (z.B. 1 oder mehrere erfolgreiche Abrufe aus dem Gedächtnis)
- Im Grunde: Mischung aus *Retrieval Practice* (Abrufübungen) und *Spacing* (verteiltes Lernen)



- Kontext-Aktualisierung: mit jedem erfolgreichen Abruf steigt Menge der Merkmale des episodischen Kontexts, mit welchen das abgerufene Wissen verknüpft wird
- Aktivierungsausbreitung: Bei jedem Abruf werden semantisch verwandte Wissens-elemente stärker mit den abgerufenen Wissens-elementen verknüpft (*Form der Elaboration*)

Exkurs 1: Konsolidierung mentaler Repräsentationen durch Abrufübungen (vgl. Carpenter, 2009; Karpicke, Lehman & Aue, 2014)

Direkte Effekte von Abrufübungen

Der Akt des Abrufens von Wissens selbst konsolidiert die mentalen Repräsentationen im Gedächtnis (vgl. Karpicke, 2017)

Indirekte Effekte von Abrufübungen

Alle Effekte, die Abrufübungen auf das Lernen haben, das im Anschluss an die Abrufübungen stattfindet (vgl. Arnold & McDermott, 2013)

- Gezieltes Ausbessern von Wissenslücken und ggf. geänderte Herangehensweise an nächstes Themengebiet

Exkurs 1: Konsolidierung mentaler Repräsentationen durch Abrufübungen (vgl. Carpenter, 2009; Karpicke, Lehman & Aue, 2014)

- Metaanalyse von Adesope et al. (2017; 272 Effekte): Abrufübungen vs. „alles andere“: $g = 0.70$ (mittlerer bis großer Effekt)
- Metaanalyse zu *Classroom Studies* von Yang et al. (2021; 573 Effekte): Abrufübungen vs. „alles andere“: $g = 0.49$ (mittlerer Effekt)
- Kein (großer) Effekt des Lernerfolgsmaßes: Retention: $g = 0.63$; **Transfer: $g = 0.53$** ;
- Effekt zeitlicher Verzögerung des Lernerfolgstests
 - < 1 Tag: $g = 0.56$; mittlerer Effekt, 1 bis 6 Tage: $g = 0.82$; großer Effekt, 7 bis 42 Tage: $g = 0.69$; mittlerer bis großer Effekt

Exkurs 1: Konsolidierung mentaler Repräsentationen durch Abrufübungen (vgl. Carpenter, 2009; Karpicke, Lehman & Aue, 2014)

Für verschiedene Lernende (nach Adesope et al., 2017):

- Grundschüler/innen: $g = 0.64$; mittlerer Effekt
- Weiterführende Schule: $g = 0.83$; großer Effekt
- „Erwachsene“: $g = 0.60$; mittlerer Effekt

Mit und ohne Feedback (nach Yang et al., 2021)

- Ohne: $g = 0.37$; kleiner Effekt
- Mit: $g = 0.53$; mittlerer Effekt

Unabhängig davon, ob Ergebnis bewertet wird (nach Yang et al., 2021)

- Ohne: $g = 0.47$ vs. Mit: $g = 0.44$

Exkurs 2: Spacing bzw. Effekt verteilten Lernens

(z.B. Cepeda et al., 2006)

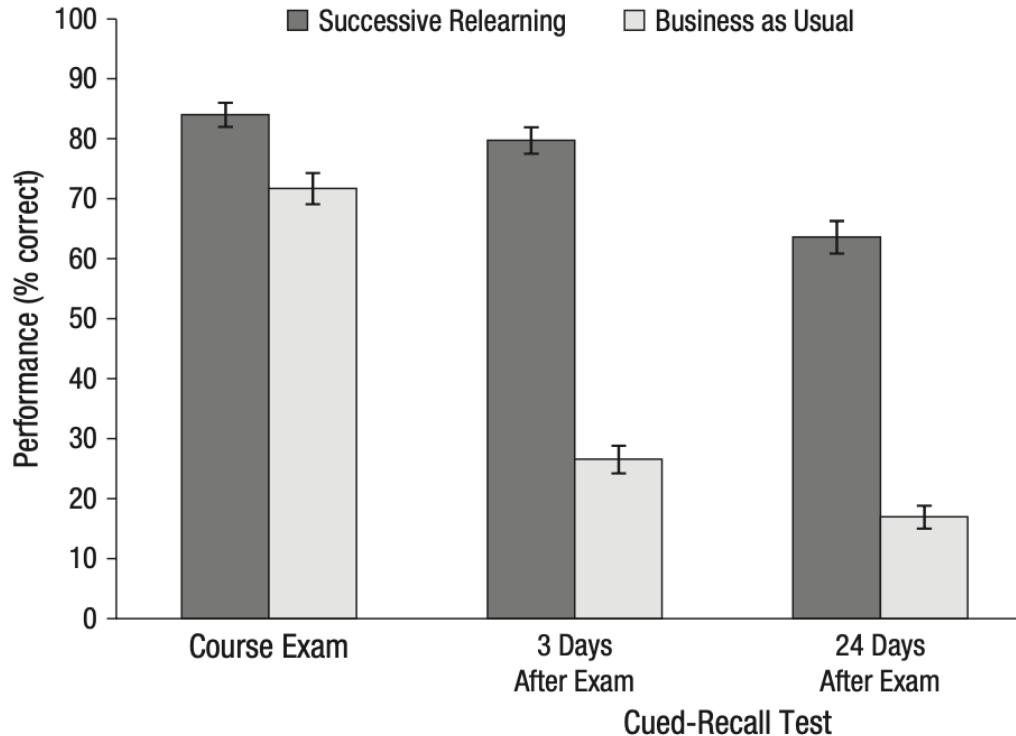
- Lernepisoden über die Zeit zu verteilen ist effektiver als Lernepisoden direkt aneinanderzureihen (*spacing vs. massing*)
- Je länger das anvisierte Behaltensintervall ist, desto länger sollten die Intervalle zwischen den Lernepisoden sein
- *Eine Erklärung*: unzureichende (oberflächlichere) Verarbeitung, wenn Lernepisoden eng aneinander gereiht werden (z. B. Cuddy & Jacoby, 1982; Delaney & Knowles, 2005)
 - Im Falle von Abrufübungen: Schwierigkeit des einzelnen Abrufs ggf. zu gering, wenn eng aneinander gereiht

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

Übungsprozedur:

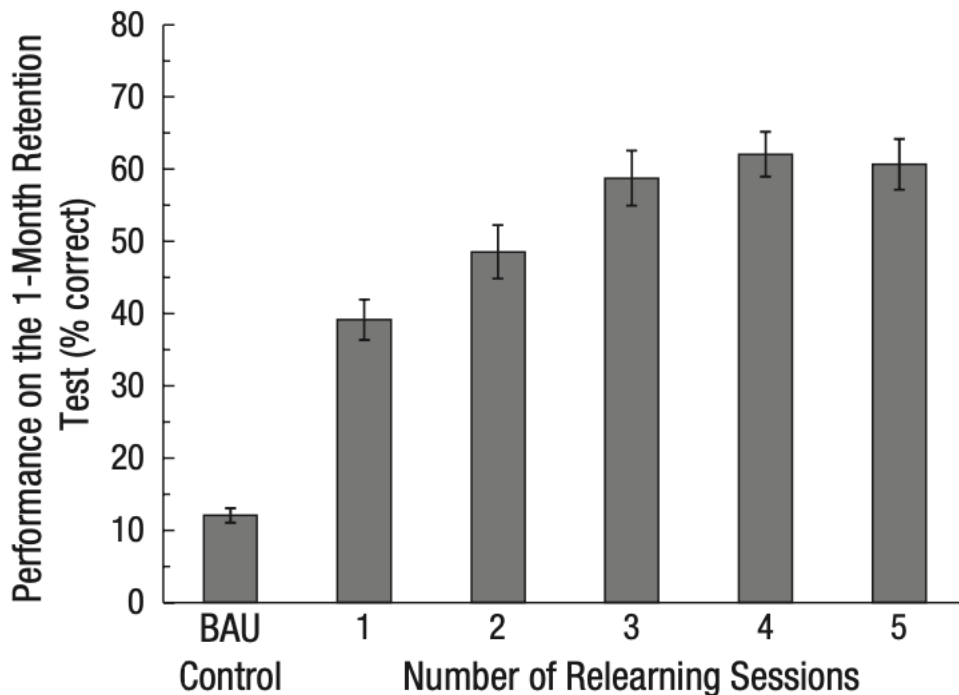
- Initiale Lernphase: Lesen, Abrufübung und Feedback bis Abrufkriterium erreicht wird (z.B. 1 oder mehrere erfolgreiche Abrufe aus dem Gedächtnis)
- 1 oder mehrere Relearning-Phasen (Tage und Wochen später): Abrufübung und Feedback, bis Abrufkriterium erreicht wird (z.B. 1 oder mehrere erfolgreiche Abrufe aus dem Gedächtnis)
- Im Grunde: Mischung aus *Retrieval Practice* (Abrufübungen) und *Spacing* (verteilttes Lernen)

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht



Aus: Rawson & Dunlosky (2022);
Studie von Rawson et al. (2013)

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

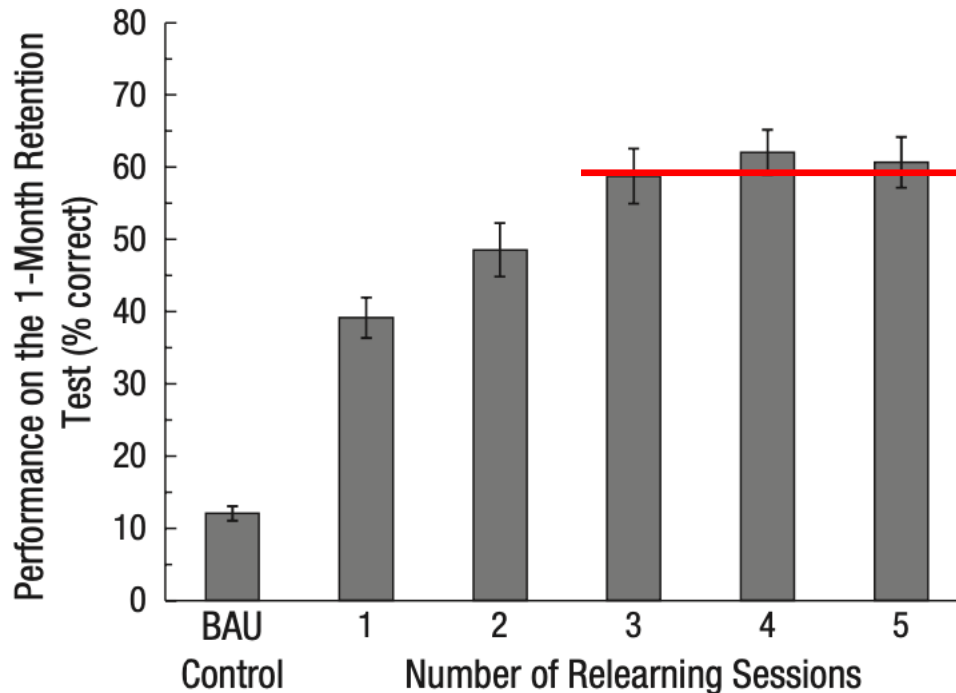


Typischer Schedule:

- Nach 2 Tagen
- Nach 7 Tagen
- Nach 16 Tagen
- Nach 21 Tagen
- Nach 30 Tagen

Aus: Rawson & Dunlosky, 2022;
Studie von Rawson & Dunlosky,
2011

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

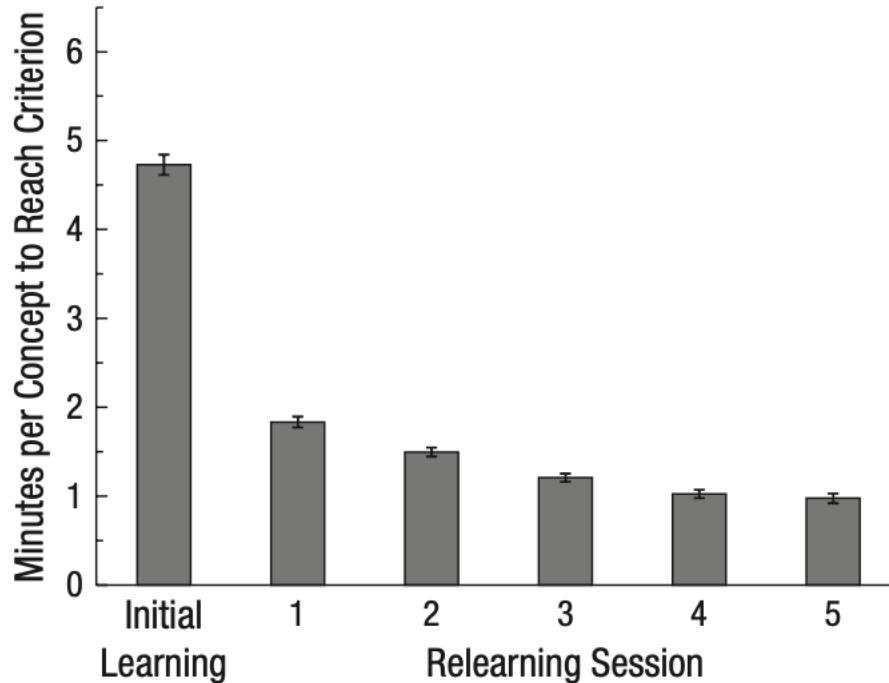


Typischer Schedule:

- Nach 2 Tagen
- Nach 7 Tagen
- Nach 16 Tagen
- Nach 21 Tagen
- Nach 30 Tagen

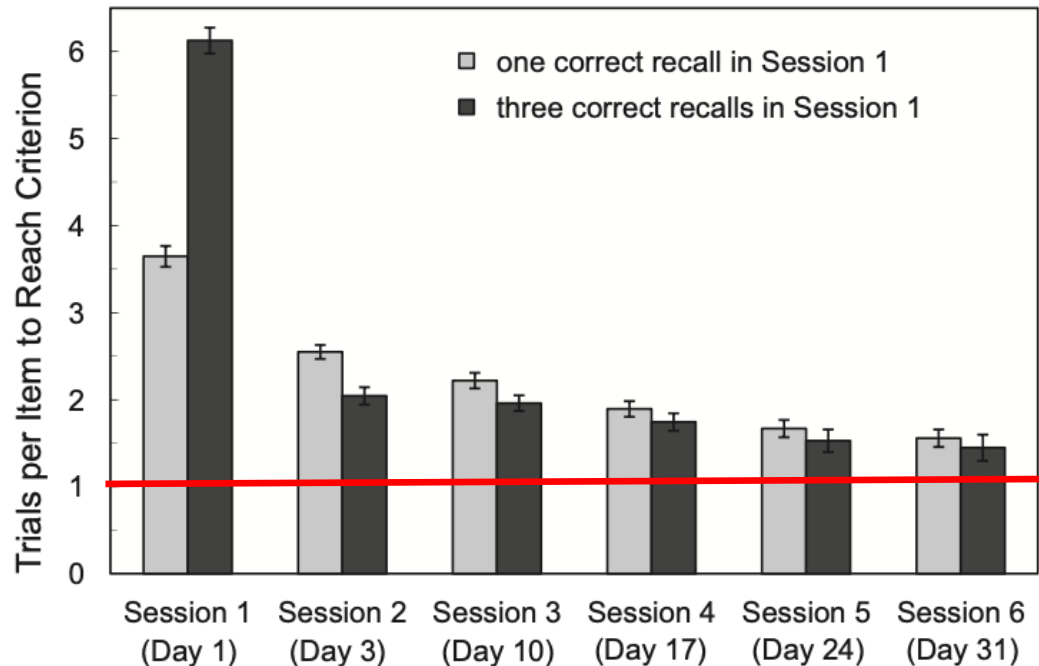
Aus: Rawson & Dunlosky, 2022;
Studie von Rawson & Dunlosky,
2011

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht



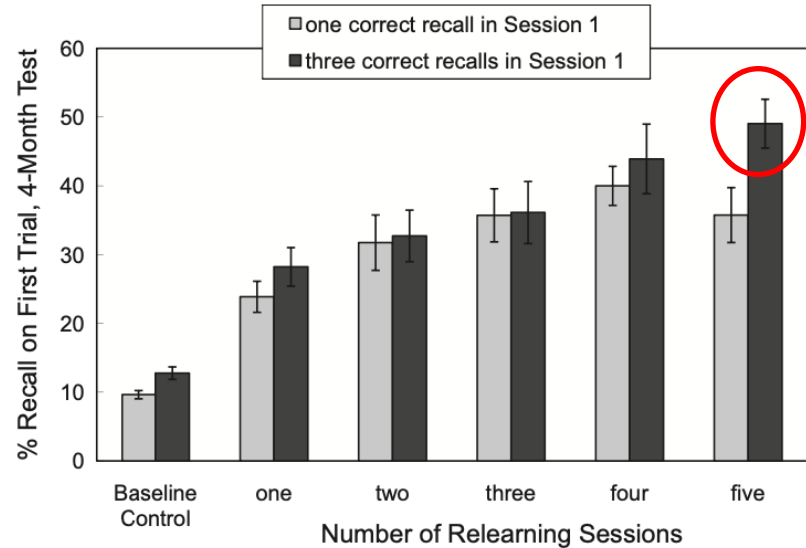
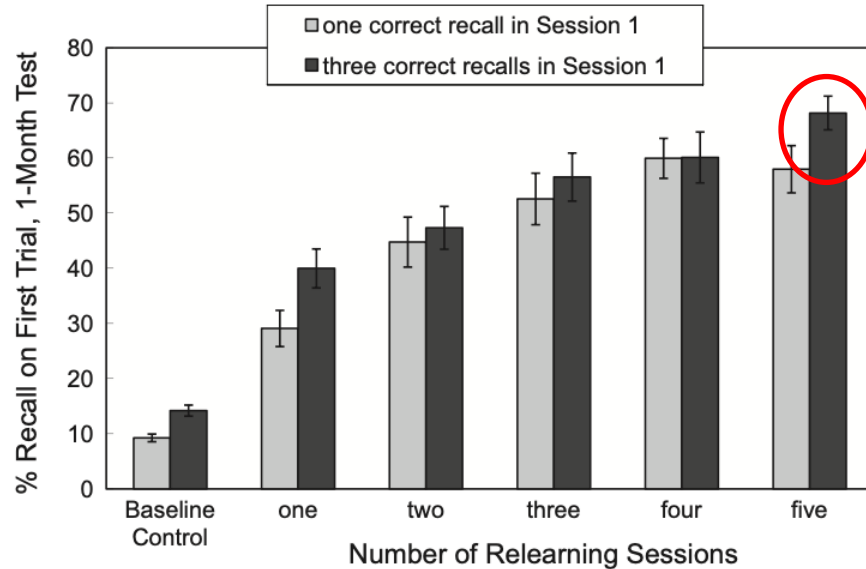
Aus: Rawson & Dunlosky, 2022;
Studie von Rawson & Dunlosky,
2011

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht



Aus: Rawson & Dunlosky, 2011

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht



Aus: Rawson & Dunlosky, 2011

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

Empfehlung für kurz- und langfristige Lernziele (nach Rawson & Dunlosky, 2011)

- In initialer Lernphase solange üben, bis **drei** korrekte Abrufe erreicht wurden
- **Drei** Relearning-Phasen, die sich über relativ lange Zeit verteilen (lang: z.B. nach 1, 8 und 16 Tagen)
 - Kurzfristig gut: ca. 77 – 80 % Testleistung nach einer Woche
 - Langfristig ok: ca. 57 % Testleistung nach vier bis sechs Wochen + relativ schnelles Wiedererlernen der nicht erinnerten Inhalte

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

Hinweise auf *relearning override effect* (z. B. Vaughn et al. 2016)

- Ausmaß des “Überlernens“ in initialer Lernphase (z.B. 3 korrekte Abrufe vs. 1 korrekter Abruf als Kriterium) spielt mit zunehmender Anzahl an Relearning-Phasen immer weniger eine Rolle
- Zeit in initialer Lernphase dann (ggü. Zeit in Relearning-Phasen) vergleichsweise ineffizient eingesetzt (siehe auch Rawson & Dunlosky, 2022)

Für Vokabeln oder vokabel-ähnliche Inhalte: Recht gut untersucht

Was heißt eigentlich „recht gut“?

- Insgesamt (Stand Ende 2022) nur 14 empirische Studien zu Successive Relearning publiziert (vgl. Rawson & Dunlosky, 2022)
 - Insgesamt also kaum Beachtung gefunden in den letzten 44 Jahren...
- 13 davon: Schriftzeichen, Vokabeln, Konzeptdefinitionen (vokabel-ähnlich)

What is classical conditioning?

Learning to make a reflex response to a stimulus other than the original, natural stimulus that normally produces the reflex.

done studying this term...

What is sensory memory?

Here is a list of the main ideas from the correct definition for this term. For each idea, decide whether you included that idea in the answer you just gave, which is shown in the box below.

- | | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| <input type="radio"/> yes | a memory system | <input type="radio"/> yes | retains sensory input | <input type="radio"/> yes | large amounts |
| <input type="radio"/> no | | <input type="radio"/> no | | <input type="radio"/> no | |
| <input type="radio"/> yes | for brief periods of time | | | | |
| <input type="radio"/> no | | | | | |

Here's what you said:

[participant's response was displayed here]

done evaluating my answer...

Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Educational Psychology Review (2020) 32:851–871
<https://doi.org/10.1007/s10648-020-09528-y>

INTERVENTION STUDY

All Good Things Must Come to an End: a Potential Boundary Condition on the Potency of Successive Relearning

Katherine A. Rawson¹ • John Dunlosky¹ • Jessica L. Janes¹

Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Studie von Rawson et al. (2020):

- Wahrscheinlichkeitsrechnung als Domäne (mehrstufige Zufallsversuche: Reihenfolge relevant/irrelevant + mit vs. ohne Zurücklegen) → mathematische Problemlöseaufgaben
- College-Studierende (ca. 19 Jahre alt)
 - *Kein Successive Relearning*: Drei korrekte Lösungen in initialer Lernphase
 - *Successive Relearning*: je 1 korrekte Lösung in initialer Lernphase und in 2 jeweils 7 Tage verzögerten Relearning-Sessions

Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Studie von Rawson et al. (2020):

- Initiale Lernphase
 - Text: 1.357 Wörter, der auch Beispiele enthielt (aber: ohne Selbsterklärungsanregung)
 - Problemlösephase: Pool von 36 Übungsproblemen (max. 55 Minuten Zeit), aber Bearbeitung nur bis Kriterium erreicht war (A Problemtyp identifizieren und B Aufgabe korrekt lösen)
 - Feedback: Richtiger Problemtyp wird angezeigt (ohne Erklärung) und Formel und Lösung wird angezeigt (ohne Erklärung oder Prompts)

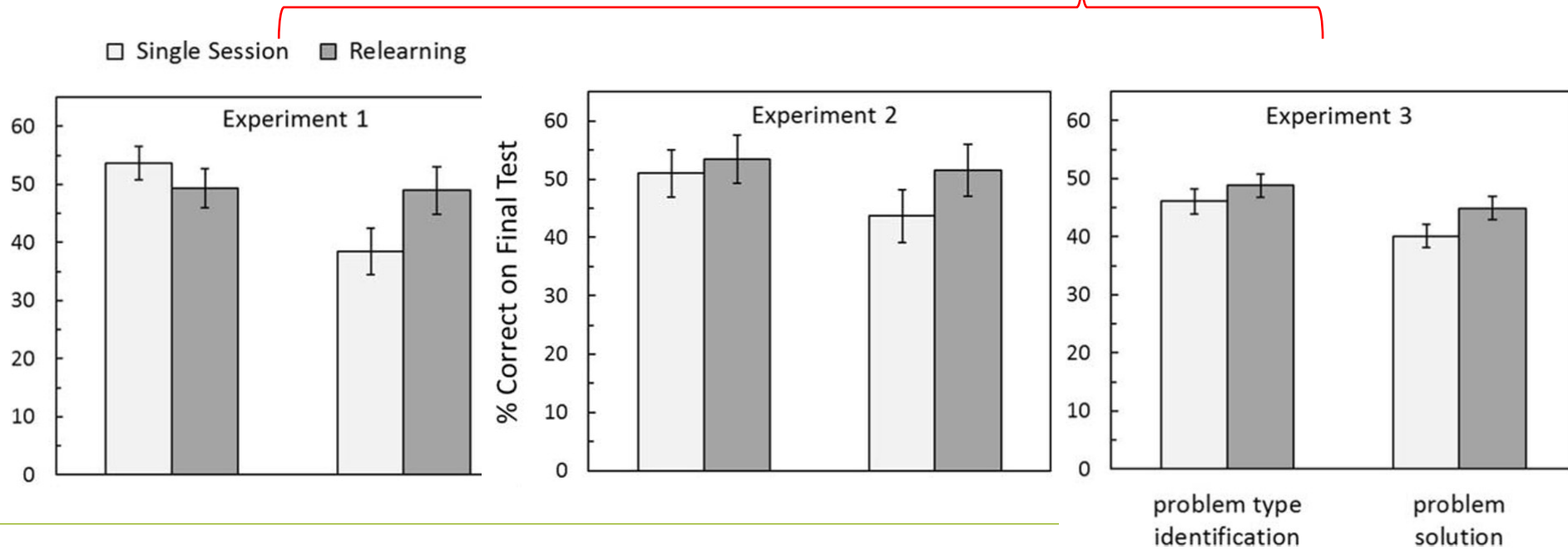
Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Studie von Rawson et al. (2020):

- Successive Relearning-Phase
 - Problemlösephase: Pool von 20 (1. Relearning) oder 12 (2. Relearning) Übungsproblemen (max. 55 Minuten Zeit), aber Bearbeitung nur bis Kriterium erreicht war (A Problemtyp identifizieren und B Aufgabe korrekt lösen)
 - Feedback: Richtiger Problemtyp wird angezeigt (ohne Erklärung) und Formel und Lösung wird angezeigt (ohne Erklärung oder Prompts)
- Posttest (1 Woche nach letzter Lernphase): 3 isomorphe Probleme pro Problemtyp (12 Aufgaben)

Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Mini-Metaanalyse bzgl.
Problemlöseleistung: $d = 0.28$



Für bedeutungshaltiges Lernen: Nicht (gut) untersucht

Mögliche Gründe für „unimpressive“ *Successive Relearning-Effekt*

- Mastery ggf. nie erreicht: 1 korrekte Lösung bedeutet nicht, dass man Problem durchdrungen / hochqualitatives Schema konstruiert hat
 - In initialer Lernphase: Selbsterklärungen bei Beispielbearbeitung anregen und Mastery einfordern, bevor es zum Problemlösen übergeht? (Lernen aus Lösungsbeispielen, siehe Renkl, 2014)
 - In Problemlösephase: elaboriertes Feedback + Prompts, die zur tiefen Verarbeitung des Feedbacks anregen?
- insgesamt: mehr instruktionspsychologische und fachdidaktische „Technologie“ integrieren?

Was ich denke, was fehlt

Successive Relearning als vielversprechender Ansatz

1. Fundierte Übertragung auf bedeutungshaltiges Lernen: Konzeptuelles Wissen und prozedurales Wissen: **Integration instruktionspsychologischer und fachdidaktischer Technologie**
2. Beleuchtung der Rolle vierer zentraler Stellschrauben der Successive Relearning-Prozedur: **A Leistungskriterium in initialer Lernphase, B Leistungskriterium in Relearning-Phasen, C Anzahl Relearning-Phasen, D Zeit zwischen Relearning-Phasen**
3. Effekte von Successive Relearning auf zukünftiges Lernen: **Wird Übungs(Relearning)Zeit wieder reingeholt? Gesteigerte Lerneffizienz in anschließenden Lernphasen?**

Was ich denke, warum das fehlt bzw. schwierig ist

Sehr aufwändige Studien nötig

- Vermutlich: ca. 6 Sessions/Messzeitpunkte über mindestens 2 Monate
- Bedeutungshaltiges Lernen dauert länger als Vokabellernen: vermutlich > 12 Stunden Aufwand pro VP
- „Mastery-Learning“ m.E. keine Stärke der Instruktionsforschung...
- Automatisiertes Feedback bei Erwerb konzeptuellen Wissens ggf. anspruchsvoll (z.B.: wie gibt man Feedback zu „Erklär-Performance“?)
- Hohe Versuchspersonenzahlen nötig, da mehr als 2 Stufen pro Faktor relevant/interessant sind → Online-Experimente? (aber: exp. Kontrolle?)

Ein Projekt, das das nicht untersucht, aber dennoch interessant sein könnte

Funded by
DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation

DFG RESEARCH GROUP—LASTING LEARNING: COGNITIVE MECHANISMS AND EFFECTIVE INSTRUCTIONAL IMPLEMENTATION
<https://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/en/paepsy/for5254/start/>

LASTING

LEARNING

Sprecher: Tobias Richter (Würzburg)

- 4 der 8 Teilprojekte untersuchen Einbau von Abrufübungen in (schultypische) generative Lernaktivitäten, 2 Teilprojekte untersuchen u.a. Spacing/verteiltetes Lernen, auch Interleaving wird beforscht
- Effekt auf Lernerfolg und auf zukünftiges Lernen nach 8 Wochen
- **Aber:** kein expliziter Fokus auf Üben/Übungsformate, sondern (auch) Wissenskonstruktion im Fokus

Closed-Book-Zeichnen

I. Das Influenza-Virus dringt in eine Körperzelle ein

Um zu verstehen, wie ein Influenza-Virus in eine Körperzelle gelangt, ist es hilfreich, sich zunächst mit dem Aussehen von beiden zu beschäftigen. Das Influenza-Virus besteht aus einer Kapsel. Auf der Kapsel des Influenza-Virus liegt eine Hüllmembran, aus der Glykoproteine herausragen. Du kannst dir diese Glykoproteine wie kleine Pfeile vorstellen, die mit ihrem Stiel in der Hüllmembran verankert sind.

Körperzellen sind im Vergleich zum Influenza-Virus mehr als zehnmal so groß und von einer Zellmembran umgeben, besitzen in ihrem Inneren aber im Gegensatz zum Influenza-Virus einen Zellkern.

Wenn ein Influenza-Virus in eine Körperzelle gelangt, durchschreitet es die Zellmembran der Körperzelle und dringt so in sie ein. Dabei verliert das Influenza-Virus seine eigene äußere Hüllmembran. Sie verschmilzt mit der äußeren Zellmembran der Körperzelle. Die Glykoproteine des Influenza-Virus verbleiben durch diese Verschmelzung an der Außenseite der Zellmembran der Körperzelle. Du kannst dir dies ungefähr so vorstellen, dass aus der Zellmembran der Körperzelle die pfeilförmigen Glykoproteine des Influenza-Virus herausragen. Im Inneren der Körperzelle befindet sich hingegen nur die Kapsel des Influenza-Virus.



Werkzeugeleite

Vakuole Antikörper T-Helferzelle Influenza-Virus

Bestehend aus: Glukosamin Antigen Hüllmembran Kapsel

Zeichenfläche

Zellkern

Weiter

Open-Book-Zeichnen

I. Das Influenza-Virus dringt in eine Körperzelle ein

Um zu verstehen, wie ein Influenza-Virus in eine Körperzelle gelangt, ist es hilfreich, sich zunächst mit dem Aussehen von beiden zu beschäftigen. Das Influenza-Virus besteht aus einer Kapsel. Auf der Kapsel des Influenza-Virus liegt eine Hüllmembran, aus der Glykoproteine herausragen. Du kannst dir diese Glykoproteine wie kleine Pfeile vorstellen, die mit ihrem Stiel in der Hüllmembran verankert sind.

Körperzellen sind im Vergleich zum Influenza-Virus mehr als zehnmal so groß und von einer Zellmembran umgeben, besitzen in ihrem Inneren aber im Gegensatz zum Influenza-Virus einen Zellkern.

Wenn ein Influenza-Virus in eine Körperzelle gelangt, durchschreitet es die Zellmembran der Körperzelle und dringt so in sie ein. Dabei verliert das Influenza-Virus seine eigene äußere Hüllmembran. Sie verschmilzt mit der äußeren Zellmembran der Körperzelle. Die Glykoproteine des Influenza-Virus verbleiben durch diese Verschmelzung an der Außenseite der Zellmembran der Körperzelle. Du kannst dir dies ungefähr so vorstellen, dass aus der Zellmembran der Körperzelle die pfeilförmigen Glykoproteine des Influenza-Virus herausragen. Im Inneren der Körperzelle befindet sich hingegen nur die Kapsel des Influenza-Virus.



Werkzeugeleite

Vakuole Antikörper T-Helferzelle Influenza-Virus

Bestehend aus: Glukosamin Antigen Hüllmembran Kapsel

Zeichenfläche

Zellkern

Weiter

Ein Projekt, das das nicht untersucht, aber dennoch interessant sein könnte

Funded by
DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation

DFG RESEARCH GROUP—LASTING LEARNING: COGNITIVE
MECHANISMS AND EFFECTIVE INSTRUCTIONAL IMPLEMENTATION
<https://www.psychologie.uni-wuerzburg.de/en/paepsy/for5254/start/>

LASTING

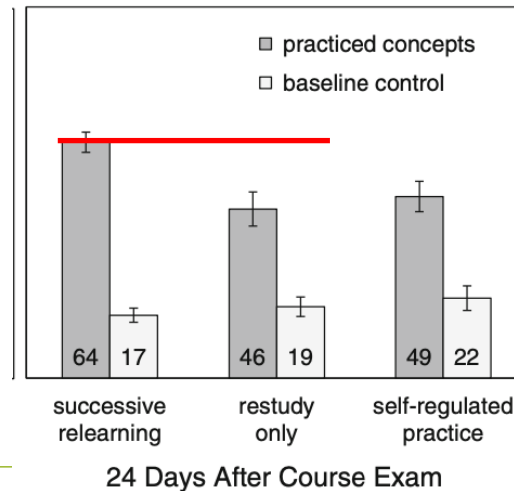
LEARNING

Sprecher: Tobias Richter (Würzburg)

- Eher die Frage: wie lassen sich Teilkomponenten effektiver Übungsformate sinnvoll mit Wissenkonstruktionsaufgaben kombinieren?
- Closed-Book vs. Open-Book-Format von Lernaufgaben (siehe Roelle, Endres & Renkl, 2022; Roelle & Nückles, 2022)

Was wissen wir also über effektives Üben?

- Effektives Üben ist nötig für Erhalt von Wissen
- Abrufübungen und Spacing als zwei wirkmächtige Zutaten effektiver Übungsformate (Interleaving ggf. auch, aber inhaltsabhängig)



„Restudy only“ hier Successive Relearning ohne Abrufübungskomponente (aus Rawson et al., 2013)

Was wissen wir also über effektives Üben?

- Effektives Üben ist nötig für Erhalt von Wissen
- Abrufübungen und Spacing als zwei wirkmächtige Zutaten
- Successive Relearning als vielversprechende Ausgangsbasis für Entwicklung eines effektiven Übungsformats
- Als Thema im Bereich der Instruktionspsychologie bisher nicht „supersexy“, aber wird nun hoffentlich bald intensiver bearbeitet
- Special Issue in *Learning and Instruction*: **Toward Lasting Learning: Cognitive Mechanisms and Instructional Means to Maintain the Outcomes of Meaningful Learning**, Gastherausgeber Julian Roelle & Tobias Richter (Call wird in Kürze publiziert, Abstracts können bis 30.11.2023 eingereicht werden)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!