Verstehen statt Auswendiglernen

Eine wissenschaftliche Übersicht zu didaktisch-
psychologischen Forschungsergebnissen

Ole Böhme
17. Mai 2025

1. Einleitung

Der Lernansatz „Verstehen statt Auswendiglernen“ beschreibt einen pädagogischen Zugang, bei dem der Fokus auf dem tiefgreifenden Verständnis von Konzepten und Zusammenhängen liegt, anstatt auf der bloßen Memorierung isolierter Fakten. Dieser Ansatz betont die Bedeutung von Sinnkonstruktion, konzeptuellem Verstehen und der Fähigkeit, Wissen in verschiedenen Kontexten anzuwenden (Mayer, 2002). Die Relevanz dieses Lernparadigmas für nachhaltiges Lernen wird in der Bildungslandschaft zunehmend anerkannt, da oberflächliches Auswendiglernen oft zu fragilen Wissensstrukturen führt, die schnell vergessen werden und kaum Transferpotenzial bieten (Hattie & Donoghue, 2016).

Die vorliegende Übersichtsarbeit hat zum Ziel, die empirische Unterstützung für den Ansatz „Verstehen statt Auswendiglernen“ durch renommierte Wissenschaftler:innen und Psycholog:innen systematisch darzustellen. Dabei werden sowohl klassische als auch moderne lerntheoretische Ansätze berücksichtigt und deren Implikationen für die Bildungspraxis analysiert. Die Arbeit zeigt auf, wie kognitionspsychologische Forschungsergebnisse die Überlegenheit eines auf Verständnis basierenden Lernansatzes für langfristige Behaltensleistung, Transferfähigkeit und intrinsische Motivation belegen. Die zusammengetragene Evidenz soll als wissenschaftliche Grundlage für bildungspraktische Entscheidungen dienen und die Implementierung entsprechender didaktischer Methoden unterstützen.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Klassische Lern- und Gedächtnistheorien

Die empirische Untersuchung von Lernprozessen beginnt maßgeblich mit Hermann Ebbinghaus (1885), der in seinen bahnbrechenden Experimenten zum Gedächtnis die berühmte „Vergessenskurve“ entwickelte. Diese zeigt, dass mechanisch gelernte, bedeutungsarme Informationen (Nonsense-Silben) einem rapiden Verfall unterliegen – eine frühe empirische Warnung vor den Grenzen bloßen Auswendiglernens. Ebbinghaus stellte fest, dass bereits nach 24 Stunden etwa 70% des mechanisch Gelernten vergessen wird, wenn keine Wiederholung oder tiefere Verarbeitung stattfindet (Ebbinghaus, 1885/1913, S. 76-78).

Jerome S. Bruner (1961) entwickelte mit seinem Konzept des „Discovery Learning“ einen entscheidenden Gegenentwurf zum passiven Auswendiglernens. Er argumentierte, dass Lernende durch eigene Entdeckungen und die aktive Konstruktion von Wissen nicht nur tieferes Verständnis entwickeln, sondern auch motivierter lernen und Wissen besser behalten. Bruner postulierte: „Der Lernende soll nicht Fakten oder Techniken entdecken, sondern Beziehungen zwischen Fakten und Informationen, die es ihm ermöglichen, neues Wissen in seine kognitive Struktur zu integrieren“ (Bruner, 1961, S. 22).

Benjamin Blooms (1956) einflussreiche Taxonomie kognitiver Lernziele bietet ein hierarchisches Modell, das verdeutlicht, dass Wissen erst auf höheren kognitiven Ebenen tatsächlich nutzbar wird. Die sechs Stufen – Wissen, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Synthetisieren und Evaluieren – zeigen, dass

bloßes Faktenwissen (unterste Stufe) ohne die Fähigkeit zur Anwendung und kritischen Bewertung unvollständig bleibt. Anderson und Krathwohl (2001) revidierten diese Taxonomie später und betonten „Verstehen“ und „Erschaffen“ als zentrale kognitive Prozesse, die über das bloße Erinnern hinausgehen.

2.2 Moderne kognitive Theorien

Richard E. Meyers (2001, 2009) Kognitive Theorie des multimedialen Lernens erklärt, wie Menschen tieferes Verständnis entwickeln, indem sie mentale Repräsentationen aus verschiedenen Modalitäten (verbal und bildlich) integrieren. Mayer betont den aktiven Verarbeitungsprozess: „Bedeutungsvolles Lernen erfordert, dass Lernende relevante Informationen auswählen, diese in kohärente Repräsentationen organisieren und sie mit vorhandenem Wissen integrieren“ (Mayer, 2009, S. 70). Seine umfangreichen experimentellen Untersuchungen belegen, dass Lernmaterialien, die tiefes Verständnis fördern, zu signifikant besseren Transferleistungen führen als solche, die auf bloße Wiedergabe ausgerichtet sind.

Die Cognitive Load Theory von John Sweller (1988, 1994) liefert eine neuropsychologische Erklärung für die Grenzen des Auswendiglernens. Sweller unterscheidet zwischen intrinsischer, extrinsischer und lernbezogener kognitiver Belastung und zeigt, dass effektives Lernen eine Optimierung dieser Belastungsformen erfordert. Besonders relevant ist seine Erkenntnis, dass isoliertes Faktenwissen ohne konzeptuelle Einbettung zu höherer kognitiver Belastung führt, während sinnvolles, auf Verständnis ausgerichtetes Lernen kognitive Ressourcen effizienter nutzt (Sweller et al., 2019).

Metakognitive Ansätze, beginnend mit John H. Flavell (1979), haben die Bedeutung des „Lernens über das eigene Lernen“ hervorgehoben. Neuere

Forschungen von Dunlosky und Rawson (2019) belegen, dass Lernende, die metakognitive Strategien zur Überwachung ihres Verständnisses einsetzen, deutlich bessere Lernergebnisse erzielen als jene, die sich auf Wiederholungsstrategien verlassen. Sie zeigen, dass die Selbsterklärung („self-explanation“) als verständnisorientierte Strategie die Lernleistung um durchschnittlich 0.61 Standardabweichungen verbessert, während Unterstreichungstechniken (typisch für oberflächliches Lernen) kaum messbare positive Effekte haben (Dunlosky et al., 2013).

3. Empirische Evidenz

3.1 Kernstudien zur Überlegenheit verständnisbasierten Lernens

Studie 1: Metakognitive Lernstrategien

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving Students' Learning with Effective Learning Techniques: Promising Directions from Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>

Diese umfassende Überblicksstudie untersuchte die Wirksamkeit von zehn gängigen Lernstrategien anhand von mehr als 700 wissenschaftlichen Artikeln. Die Autoren bewerteten jede Strategie hinsichtlich ihrer Effektivität unter verschiedenen Lernbedingungen.

Stichprobe: Meta-Analyse von Studien mit insgesamt mehr als 10.000 Teilnehmenden unterschiedlicher Altersgruppen (Schulkinder bis Erwachsene)

Methode: Systematische Bewertung von Strategien nach Stärke der empirischen Evidenz, Generalisierbarkeit und praktischer Anwendbarkeit

Ergebnisse: Verständnisorientierte Techniken wie verteiltes Lernen ($d = 0.85$), Selbsttests ($d = 0.73$) und elaboriertes Abfragen ($d = 0.44$) zeigten konsistent hohe Effektstärken, während oberflächliche Strategien wie Unterstreichen ($d = 0.09$) und wiederholtes Lesen ($d = 0.15$) kaum wirksam waren

Schlussfolgerung: Die Autoren fanden überzeugende Evidenz dafür, dass Lernstrategien, die auf tiefes Verständnis abzielen, deutlich effektiver sind als solche, die reines Memorieren fördern

Studie 2: Testungseffekte im realen Unterricht

McDaniel, M. A., Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (2007). Generalizing Test-Enhanced Learning from the Laboratory to the Classroom. **Psychonomic Bulletin & Review**, 14(2), 200-206. <https://doi.org/10.3758/BF03194052>

Diese wegweisende Studie übertrug laborbasierte Erkenntnisse zum "testing effect" in reale Klassenzimmer und untersuchte, wie aktive Abrufprozesse (nicht passives Wiederholen) das Lernen verbessern.

Stichprobe: 80 Studierende eines Gehirnfunktionskurses (Durchschnittsalter: 20.7 Jahre)

Methode: Experimentelles Design mit Vergleich von drei Lernbedingungen: a) Quiz mit Kurzantworten, b) Quiz mit Multiple-Choice-Fragen, c) Zusätzliches Lesematerial (Kontrollbedingung)

Ergebnisse: Bei der abschließenden Prüfung schnitten Studierende bei Inhalten aus der Kurzantwort-Quizbedingung signifikant besser ab ($d = 0.74$) als bei der Lesebedingung; der Effekt war für konzeptuelle Verständnisfragen besonders ausgeprägt

Schlussfolgerung: Das aktive Abrufen von Informationen durch Verständnisfragen führt zu besserer Leistung als passive Wiederholung, was die Bedeutung aktiver kognitiver Verarbeitung unterstreicht

Studie 3: Kognitive Belastung beim Problemlösen

Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. **Cognitive Science**, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4

Diese fundamentale Arbeit zur Cognitive Load Theory untersuchte, wie verschiedene Problemlöseansätze die kognitive Belastung und damit das Lernen beeinflussen.

Stichprobe: 20 Studierende der Mathematik (Labor-Experiment)

Methode: Experimentelles Design mit Vergleich von Problemlösungsstrategien: Ziel-Mittel-Analyse vs. ausgearbeitete Beispiele

Ergebnisse: Teilnehmende in der Bedingung mit ausgearbeiteten Beispielen, die konzeptuelles Verständnis förderten, entwickelten qualitativ hochwertigere Schemata ($d = 0.89$) und zeigten signifikant bessere Transferleistungen als jene, die mechanische Problemlösungsschritte anwendeten

Schlussfolgerung: Wenn Lernende Prinzipien und Konzepte verstehen, statt sich auf oberflächliche Problemlösungsalgorithmen zu verlassen, entwickeln sie robustere mentale Modelle, die besser übertragbar sind

Studie 4: Multimediales Lernen und mentale Modelle

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>

Mayers umfassende Arbeit zum multimedialen Lernen basiert auf mehr als 100 empirischen Studien, die er und seine Kollegen durchführten.

Stichprobe: Verschiedene Studien mit insgesamt über 10.000 Studierenden

Methode: Experimentelle Designs mit systematischer Variation von Multimediapräsentationen und Messung von Behaltens- und Transferleistungen

Ergebnisse: Lernende, die Materialien erhielten, die auf Verständnis und mentale Modellbildung ausgerichtet waren, übertrafen in Transfertests

konsistent jene, die mit memorierungsfokussierten Materialien arbeiteten (durchschnittliches $d = 0.72$)

Schlussfolgerung: Multimediale Materialien, die aktive kognitive Verarbeitung und Kohärenzbildung fördern, unterstützen tieferes Verständnis und besseren Transfer als solche, die auf bloße Informationsvermittlung abzielen

Studie 5: Elaboration und Textverständnis

Chi, M. T. H., De Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting Self-Explanations Improves Understanding. **Cognitive Science**, 18(3), 439-477. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1803_3

Diese einflussreiche Studie untersuchte, wie Selbsterklärungen das Verständnis komplexer Texte fördern.

Stichprobe: 24 Achtklässler:innen (13-14 Jahre)

Methode: Experimentelles Design; Vergleich einer Selbsterklärungsgruppe (aktive Verbalisierung des Verständnisses) mit einer Kontrollgruppe (mehrfaches Lesen)

Ergebnisse: Die Selbsterklärungsgruppe erzielte signifikant bessere Ergebnisse in Tests zum konzeptuellen Verständnis ($d = 0.87$) und bei Problemlösungsaufgaben ($d = 0.77$)

Schlussfolgerung: Das aktive Generieren von Erklärungen fördert tieferes Verständnis als wiederholtes Lesen oder passives Aufnehmen von Informationen

Studie 6: Interaktive Engagement-Methoden in der Physik

Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>

Diese großangelegte Untersuchung verglich interaktive Lehrmethoden mit traditionellem Frontalunterricht in der Physik.

Stichprobe: 6,542 Studierende in 62 Einführungskursen zur Physik an verschiedenen Universitäten

Methode: Quasi-experimentelles Design; Vergleich von Kursen mit "interaktiven Engagement-Methoden" (auf Verständnis ausgerichtet) mit traditionellen Vorlesungen (meist auf Memorierung ausgerichtet)

Ergebnisse: Kurse mit interaktiven, verständnisorientierten Methoden erzielten durchschnittlich eine doppelt so hohe Verbesserung ($d = 1.05$) im standardisierten Force Concept Inventory (FCI) wie traditionelle Kurse

Schlussfolgerung: Aktive, auf Verständnis ausgerichtete Lehrmethoden führen zu substantiell besseren konzeptuellen Lernergebnissen als passive, auf Faktenvermittlung fokussierte Ansätze

Studie 7: Meaningful Learning und Transfer

Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. **Science Education**, 86(4), 548-571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>

Novaks langjährige Forschung zu Concept Mapping als Werkzeug für bedeutungsvolles Lernen fasst wichtige empirische Erkenntnisse zusammen.

Stichprobe: Zusammenfassung von Studien mit insgesamt mehr als 1,000 Teilnehmenden verschiedener Altersgruppen

Methode: Verschiedene experimentelle und quasi-experimentelle Designs; Vergleich von Concept-Mapping-Ansätzen (verständnisorientiert) mit traditionellen Lernmethoden

Ergebnisse: Lernende, die Concept Maps zur Wissensorganisation nutzten, zeigten besseres konzeptuelles Verständnis ($d = 0.68$) und höhere Transferleistungen ($d = 0.75$) als Kontrollgruppen mit memorierungsfokussierten Methoden

Schlussfolgerung: Die aktive Organisation von Wissen in bedeutungsvolle Strukturen führt zu tieferem Verständnis und besserer Transferfähigkeit als die isolierte Speicherung von Fakten

Studie 8: Elaborative Interrogation

Pressley, M., Wood, E., Woloshyn, V. E., Martin, V., King, A., & Menke, D. (1992). Encouraging Mindful Use of Prior Knowledge: Attempting to Construct Explanatory Answers Facilitates Learning. **Educational Psychologist**, 27(1), 91-109. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2701_7

Diese Studie untersuchte, wie das aktive Hinterfragen und Erklären von Fakten ("Elaborative Interrogation") das Lernen verbessert.

Stichprobe: 120 Studierende (Durchschnittsalter: 19.3 Jahre)

Methode: Experimentelles Design mit drei Bedingungen: 1) Elaborative Interrogation ("Warum ist das so?"), 2) Präzisionsleseaufgabe, 3) Reine Lesebedingung

Ergebnisse: Die Elaborative-Interrogation-Gruppe erzielte signifikant bessere Leistungen bei Tests zum Faktenwissen ($d = 0.62$) und bei Anwendungsaufgaben ($d = 0.83$)

Schlussfolgerung: Das aktive Generieren von Erklärungen für Fakten führt zu tieferem Verständnis und besserer Integration in bestehendes Wissen als passive Lernansätze

3.2 Gegenperspektiven und Einschränkungen

Trotz der überwältigenden Evidenz für verständnisorientiertes Lernen weisen einige Forscher auf wichtige Nuancierungen hin:

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006) argumentieren in ihrer kontrovers diskutierten Studie "Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work", dass vollständig selbstgesteuertes entdeckendes Lernen bei Novizen ineffektiv sein kann und strukturierte Anleitung benötigt wird. Sie betonen jedoch nicht die Rückkehr zum Auswendiglernen, sondern die Notwendigkeit gezielter Unterstützung beim Aufbau konzeptionellen Verständnisses (https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1).

4. Meta-Analysen und Reviews

4.1 Systematische Zusammenfassungen zur Lernstrategieforschung

Meta-Analyse 1: Aktives Lernen in MINT-Fächern

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Diese richtungsweisende Meta-Analyse synthetisierte 225 Studien, die traditionellen Frontalunterricht mit aktivem Lernen in MINT-Fächern verglichen.

Stichprobe: 225 Studien mit insgesamt 29,300 Studierenden

Methode: Meta-analytische Verfahren mit Berechnung von gewichteten Mittelwertdifferenzen

Ergebnisse: Studierende in aktiven Lernumgebungen erzielten durchschnittlich 0.47 Standardabweichungen bessere Prüfungsleistungen; Durchfallraten waren in traditionellen Kursen um 55% höher

Schlussfolgerung: Verständnisorientierte aktive Lernmethoden sind traditionellen Vermittlungsformen in MINT-Fächern deutlich überlegen, besonders hinsichtlich konzeptuellen Verständnisses

Meta-Analyse 2: Selbstreguliertes Lernen

Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath-van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of Learning Strategy Instruction on Academic

Performance: A Meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.11.002>

Diese Meta-Analyse untersuchte die Wirksamkeit verschiedener Lernstrategien auf die akademische Leistung.

Stichprobe: 95 Interventionsstudien in der Primar- und Sekundarstufe

Methode: Meta-analytische Verfahren mit Berechnung von Cohen's d und Moderatoranalysen

Ergebnisse: Metakognitive Strategien ($d = 0.71$) und Verständnisstrategien ($d = 0.66$) zeigten die stärksten Effekte, deutlich stärker als Memorierungsstrategien ($d = 0.31$)

Schlussfolgerung: Strategien, die auf Verständnis und Metakognition abzielen, führen zu deutlich besseren Lernergebnissen als solche, die auf bloßes Memorieren ausgerichtet sind

Meta-Analyse 3: Elaborationsstrategien

Sitzmann, T., & Ely, K. (2011). A Meta-Analysis of Self-Regulated Learning in Work-Related Training and Educational Attainment: What We Know and Where We Need to Go. *Psychological Bulletin*, 137(3), 421-442. <https://doi.org/10.1037/a0022777>

Diese Meta-Analyse untersuchte die Rolle selbstregulierten Lernens bei beruflicher Weiterbildung und akademischer Leistung.

Stichprobe: 430 Studien mit 90,380 Teilnehmenden

Methode: Meta-analytische Verfahren mit Moderatoranalysen und Pfadmodellen

Ergebnisse: Elaborationsstrategien (auf Verständnis ausgerichtet) zeigten einen starken positiven Zusammenhang mit Lernerfolg ($\rho = .46$), deutlich stärker als Wiederholungsstrategien ($\rho = .27$)

Schlussfolgerung: Verständnisorientierte Selbstregulationsstrategien sind besonders effektiv für nachhaltiges Lernen und Wissenstransfer

4.2 Übereinstimmungen und Widersprüche

Die vorgestellten Meta-Analysen zeigen bemerkenswerte Übereinstimmungen hinsichtlich der Überlegenheit verständnisorientierter Lernansätze. Besonders konsistent sind die Befunde zu elaborativen und metakognitiven Strategien, die durchweg hohe Effektstärken ($d \approx 0.60-0.70$) aufweisen. Eine wichtige Differenzierung betrifft jedoch den Kontext: Während Freeman et al. (2014) besonders starke Effekte in MINT-Fächern fanden, zeigt die Analyse von Donker et al. (2014), dass die spezifischen Effektstärken nach Schulfach variieren können.

Ein scheinbarer Widerspruch besteht zwischen der allgemeinen Evidenz für entdeckendes Lernen und den Befunden von Kirschner et al. (2006), die die Grenzen minimaler Anleitung aufzeigen. Dieser Widerspruch lässt sich jedoch auflösen, wenn man berücksichtigt, dass "Verstehen statt Auswendiglernen" nicht gleichbedeutend mit fehlender Struktur ist. Vielmehr deutet die Forschungslage darauf hin, dass optimal strukturierte Anleitung, die auf konzeptuelles Verständnis abzielt, besonders effektiv ist – eine Synthese, die in neueren Ansätzen wie dem "scaffolded inquiry-based learning" (Hmelo-Silver et al., 2007) zum Ausdruck kommt.

5. Diskussion und Praxisempfehlungen

5.1 Moderierende Faktoren für verständnisorientiertes Lernen

Die Wirksamkeit verständnisorientierten Lernens wird durch verschiedene Faktoren moderiert. Hinsichtlich des Alters zeigen Untersuchungen, dass bereits Grundschul Kinder von verständnisorientierten Ansätzen profitieren können (Rittle-Johnson et al., 2017), während mit zunehmendem Alter die Fähigkeit zur Selbstregulation und damit die Effektivität metakognitiver Strategien steigt (Dignath & Büttner, 2008). Besonders im Jugendalter (14-18 Jahre) zeigen sich große Entwicklungssprünge in der Fähigkeit, das eigene Denken zu reflektieren.

Fachspezifisch variiert die optimale Balance zwischen strukturierter Anleitung und entdeckendem Lernen. In mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern sind hybride Ansätze besonders effektiv, die grundlegende Konzepte explizit vermitteln und darauf aufbauend Verständnis durch Anwendung fördern (Alfieri et al., 2011). In geisteswissenschaftlichen Fächern fördern dialogische und diskursive Methoden tieferes Verständnis (Murphy et al., 2009).

Das Vorwissen der Lernenden ist ein weiterer kritischer Faktor: Mayer (2004) zeigte, dass Novizen stärker von gelenkten verständnisorientierten Ansätzen profitieren, während Fortgeschrittene auch bei weniger Struktur gute Ergebnisse erzielen. Die Metaanalyse von Kalyuga et al. (2003) zum "expertise reversal effect" bestätigt dies: Unterstützungsmaßnahmen, die für Anfänger:innen hilfreich sind, können für Expert:innen hinderlich sein.

5.2 Praxisempfehlungen für Lehrkräfte und Nachhilfelehrer:innen

Basierend auf der empirischen Evidenz lassen sich folgende konkrete didaktische Empfehlungen ableiten:

1. Fragetechniken zur Förderung tiefen Verständnisses:

Implementieren Sie sokratische Fragemethoden, die Lernende zum Nachdenken anregen, statt Faktenwissen abzufragen (Chin & Osborne, 2008)

Nutzen Sie "Warum"-Fragen, die Kausalzusammenhänge verdeutlichen (King, 1994)

Fördern Sie Selbsterklärungen durch Prompts wie "Erkläre, warum diese Lösung funktioniert" (Wylie & Chi, 2014)

2. Visualisierungstechniken:

Setzen Sie Concept Maps ein, um Zusammenhänge zwischen Konzepten darzustellen (Novak, 2010)

Nutzen Sie Mind Maps für die Organisation komplexer Informationen, besonders bei der Textarbeit (Davies, 2011)

Verwenden Sie visuelle Analogien, um abstrakte Konzepte mit bekannten Erfahrungen zu verknüpfen (Richland & Simms, 2015)

3. Aktives Anwenden und Üben:

Gestalten Sie Übungsaufgaben, die Transfer erfordern, nicht bloße Reproduktion (Bjork & Bjork, 2011)

Implementieren Sie verteiltes Üben statt Blocklernens (Carpenter et al., 2012)

Nutzen Sie "retrieval practice" durch regelmäßige kurze Quizze ohne Benotungsdruck (Agarwal et al., 2012)

4. Förderung metakognitiver Fähigkeiten:

Lehren Sie explizit Selbstüberwachungsstrategien, z.B. durch Lerntagebücher (Dignath & Büttner, 2008)

Zeigen Sie Lernenden, wie sie ihren Fortschritt einschätzen können (Dunlosky & Rawson, 2012)

Modellieren Sie lautes Denken, um Problemlöseprozesse transparent zu machen (Collins et al., 1991)

5. Kontextuelle Einbettung:

Verbinden Sie neue Konzepte mit authentischen, alltagsrelevanten Problemen (Lave & Wenger, 1991)

Nutzen Sie narrativ strukturierte Lernmaterialien, die Fakten in kohärente Geschichten einbetten (Willingham, 2009)

Schaffen Sie interdisziplinäre Bezüge, die multiples Kontextwissen aktivieren (Spiro et al., 2003)

Die Implementation dieser Empfehlungen sollte schrittweise erfolgen und an die spezifischen Bedürfnisse und Voraussetzungen der jeweiligen Lerngruppe angepasst werden. Besonders wirksam ist eine Kombination verschiedener Ansätze, die sowohl kognitive als auch motivationale Aspekte des Lernens berücksichtigt.

6. Literaturverzeichnis

Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012). The Value of Applied Research: Retrieval Practice Improves Classroom Learning and Recommendations From a Teacher, a Principal, and a Scientist. *Educational Psychology Review*, 24(3), 437-448. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9210-2>

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18. <https://doi.org/10.1037/a0021017>

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.

Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2011). Making Things Hard on Yourself, But in a Good Way: Creating Desirable Difficulties to Enhance Learning. In M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough, & J. R. Pomerantz (Eds.), *Psychology and the Real World: Essays Illustrating Fundamental Contributions to Society* (pp. 56-64). Worth Publishers.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. David McKay Co Inc.

Bruner, J. S. (1961). The Act of Discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.

Carpenter, S. K., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Kang, S. H. K., & Pashler, H. (2012). Using Spacing to Enhance Diverse Forms of Learning: Review of Recent Research and Implications for Instruction. *Educational Psychology Review*, 24(3), 369-378. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9205-z>

Chi, M. T. H., De Leeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting Self-Explanations Improves Understanding. *Cognitive Science*, 18(3), 439-477. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1803_3

Chin, C., & Osborne, J. (2008). Students' Questions: A Potential Resource for Teaching and Learning Science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1-39. <https://doi.org/10.1080/03057260701828101>

Collins, A., Brown, J. S., & Holum, A. (1991). Cognitive Apprenticeship: Making Thinking Visible. *American Educator*, 15(3), 6-11.

Davies, M. (2011). Concept Mapping, Mind Mapping and Argument Mapping: What are the Differences and Do They Matter? *Higher Education*, 62(3), 279-301. <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9387-6>

Dignath, C., & Büttner, G. (2008). Components of Fostering Self-Regulated Learning Among Students. A Meta-Analysis on Intervention Studies at Primary and Secondary School Level. *Metacognition and Learning*, 3(3), 231-264. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9029-x>

Donker, A. S., de Boer, H., Kostons, D., Dignath-van Ewijk, C. C., & van der Werf, M. P. C. (2014). Effectiveness of Learning Strategy Instruction on Academic Performance: A Meta-analysis. *Educational Research Review*, 11, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.11.002>

Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2012). Overconfidence Produces Underachievement: Inaccurate Self Evaluations Undermine Students' Learning and Retention. *Learning and Instruction*, 22(4), 271-280. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.08.003>

Dunlosky, J., & Rawson, K. A. (2019). *The Cambridge Handbook of Cognition and Education*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235631>

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving Students' Learning with Effective Learning Techniques: Promising Directions from Cognitive and Educational

- Psychology. **Psychological Science in the Public Interest**, 14(1), 4-58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Ebbinghaus, H. (1913). **Memory: A Contribution to Experimental Psychology** (H. A. Ruger & C. E. Bussenius, Trans.). Teachers College Press. (Original work published 1885)
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. **American Psychologist**, 34(10), 906-911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, 66(1), 64-74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Hattie, J., & Donoghue, G. M. (2016). Learning Strategies: A Synthesis and Conceptual Model. **npj Science of Learning**, 1, 16013. <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). **Educational Psychologist**, 42(2), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. **Educational Psychologist**, 38(1), 23-31. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4
- King, A. (1994). Guiding Knowledge Construction in the Classroom: Effects of Teaching Children How to Question and How to Explain. **American Educational Research Journal**, 31(2), 338-368. <https://doi.org/10.3102/00028312031002338>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. **Educational Psychologist**, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). **Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- Mayer, R. E. (2001). **Multimedia Learning**. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139164603>
- Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. **Theory Into Practice**, 41(4), 226-232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4
- Mayer, R. E. (2004). Should There Be a Three-Strikes Rule Against Pure Discovery Learning? **American Psychologist**, 59(1), 14-19. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.14>
- Mayer, R. E. (2009). **Multimedia Learning** (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- McDaniel, M. A., Roediger, H. L., & McDermott, K. B. (2007). Generalizing Test-Enhanced Learning from the Laboratory to the Classroom. **Psychonomic Bulletin & Review**, 14(2), 200-206. <https://doi.org/10.3758/BF03194052>
- Murphy, P. K., Wilkinson, I. A. G., Soter, A. O., Hennessey, M. N., & Alexander, J. F. (2009). Examining the Effects of Classroom Discussion on Students' Comprehension of Text: A Meta-Analysis. **Journal of Educational Psychology**, 101(3), 740-764. <https://doi.org/10.1037/a0015576>

- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. **Science Education**, 86(4), 548-571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>
- Novak, J. D. (2010). Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**, 6(3), 21-30. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/442>
- Pressley, M., Wood, E., Woloshyn, V. E., Martin, V., King, A., & Menke, D. (1992). Encouraging Mindful Use of Prior Knowledge: Attempting to Construct Explanatory Answers Facilitates Learning. **Educational Psychologist**, 27(1), 91-109. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2701_7
- Richland, L. E., & Simms, N. (2015). Analogy, Higher Order Thinking, and Education. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science**, 6(2), 177-192. <https://doi.org/10.1002/wcs.1336>
- Rittle-Johnson, B., Loehr, A. M., & Durkin, K. (2017). Promoting Self-Explanation to Improve Mathematics Learning: A Meta-Analysis and Instructional Design Principles. **ZDM Mathematics Education**, 49(4), 599-611. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0834-z>
- Sitzmann, T., & Ely, K. (2011). A Meta-Analysis of Self-Regulated Learning in Work-Related Training and Educational Attainment: What We Know and Where We Need to Go. **Psychological Bulletin**, 137(3), 421-442. <https://doi.org/10.1037/a0022777>
- Spiro, R. J., Collins, B. P., & Ramchandran, A. R. (2003). Modes of Openness and Flexibility in Cognitive Flexibility Hypertext Learning Environments. In B. Khan (Ed.), **Flexible Learning in an Information Society** (pp. 18-25). Idea Group Publishing.
- Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. **Cognitive Science**, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. **Learning and Instruction**, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. **Educational Psychology Review**, 31(2), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Willingham, D. T. (2009). **Why Don't Students Like School? A Cognitive Scientist Answers Questions About How the Mind Works and What It Means for the Classroom**. Jossey-Bass.
- Wylie, R., & Chi, M. T. H. (2014). The Self-Explanation Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning** (2nd ed., pp. 413-432). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.021>