

Der Vortesteffekt

Wenn Tests bereits vor dem Lernen das Gedächtnis fördern

Oliver Kliegl¹

¹Universität Regensburg, Deutschland

Zusammenfassung: Tests, die bereits vor dem eigentlichen Lernprozess durchgeführt werden, können das Gedächtnis nachhaltig fördern – ein Gedächtnisphänomen, das als *Vortesteffekt* bekannt ist. Dieser Effekt wurde unter anderem beim Erlernen von Vokabeln, Schlüsselfakten oder auch Prosapassagen nachgewiesen. Die vorliegende Überblicksdarstellung fasst die rasch wachsende Zahl an Studien zu diesem Effekt zusammen und legt dabei einen besonderen Schwerpunkt auf die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse. Zunehmend verdichtet sich dabei die Sichtweise, dass sowohl eine tiefere semantische Verarbeitung der Lerninhalte als auch eine gesteigerte Aufmerksamkeit während des Lernens entscheidend zum Vortesteffekt beitragen können. Darüber hinaus wird die potenzielle Relevanz von Vortests für die pädagogische Praxis in Schule und Hochschule diskutiert. Bisherige Befunde legen nahe, dass sich der Vortesteffekt über unterschiedliche Lernmaterialien und Zielgruppen hinweg generalisieren lässt – und insbesondere auch in realitätsnahen Bildungskontexten wirksam ist. Zudem weist der Effekt Eigenschaften auf, die seine Anwendung im Unterricht besonders attraktiv machen. So kann sein Nutzen mit der Länge des Behaltensintervalls oder bei konkurrierenden Lerninhalten sogar noch zunehmen. Ein möglicher begrenzender Faktor besteht allerdings darin, dass Vortests offenbar nur eingeschränkt positive Transfereffekte auf nicht getestete Inhalte erzeugen. Abschließend wird diskutiert, warum die traditionelle Vorstellung eines möglichst fehlerfreien Lernens nicht zwangsläufig zur effektivsten Lernstrategie führt und inwiefern Vortests als wünschenswerte Erschwernis verstanden werden können.

Schlüsselwörter: Vortesteffekt, Wünschenswerte Erschwernisse, Pädagogische Praxis, Aufmerksamkeitsprozesse, Elaborationsprozesse

The Pretesting Effect: When Tests Improve Memory Even Before Learning

Abstract: Tests administered before the actual learning process can significantly enhance memory – a phenomenon known as the *pretesting effect*. This effect has been demonstrated in the learning of vocabulary, key facts, and even prose passages. This review summarizes the rapidly growing body of research on this effect, with a particular focus on the cognitive processes underlying it. There is increasing evidence that both deeper semantic processing of the study material and heightened attention during learning play a central role in the pretesting effect. In addition, the article discusses the potential relevance of pretests for educational practice in schools and universities. Existing findings suggest that the pretesting effect generalizes across different types of learning materials and populations and is especially effective in realistic educational settings. Moreover, the effect exhibits characteristics that make it particularly attractive for classroom use. Its benefits may even increase with longer retention intervals or when learners face competing content. One possible limiting factor, however, is that pretests appear to produce only limited positive transfer effects to untested material. Finally, the review explores why the traditional notion of errorless learning may not always be the most effective learning strategy and argues that pretests can be understood as a form of desirable difficulty.

Keywords: pretesting effect, desirable difficulties, educational practice, attentional processes, elaboration processes

Aus Fehlern lernen: Der Vortesteffekt

Stellen Sie sich vor, Sie erhalten ein Quiz zu einem Thema, über das Sie noch kaum etwas wissen. Beispielsweise könnten Fragen zum Thema „Die Osterinsel“ gestellt

werden, wie etwa „Wie viele Familien haben ursprünglich die Osterinsel besiedelt?“. Bei den Antworten müssten Sie in fast allen Fällen raten und lägen vermutlich meistens falsch. Und doch, könnte genau dieser Test Ihre Behaltensleistung unter Umständen erheblich verbessern. Zahlreiche Studien zeigen, dass sogenannte Vortests – also Testungen vor dem eigentlichen Lernen – einen positi-

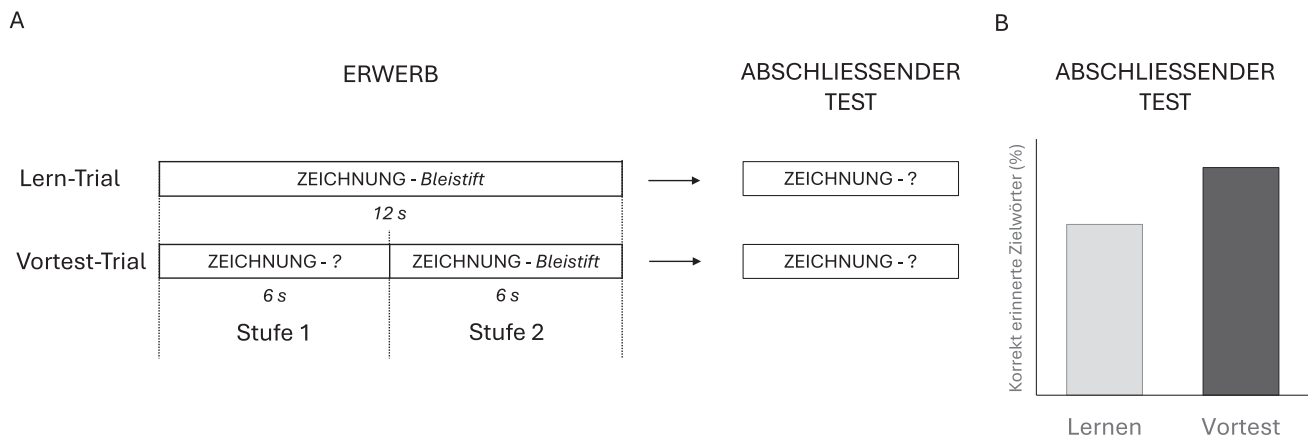


Abbildung 1. (A) Ablauf einer typischen Vortesteffektaufgabe: Während des anfänglichen Erwerbs werden beispielsweise schwach verwandte Wortpaare gelernt (Lern-Trials) oder lediglich das Hinweiswort eines Paares wird präsentiert und das Zielwort soll erraten werden, bevor das komplette Wortpaar offengelegt wird (Vortest-Trial). Vortest-Trials lassen sich entsprechend in eine Vorteststufe (Stufe 1) und eine Rückmeldungsstufe (Stufe 2) unterteilen. In einem abschließenden Test werden die Versuchspersonen unter Vorgabe aller Hinweiswörter gebeten, die Zielwörter zu erinnern. (B) Typisches Ergebnis: Im abschließenden Test werden mehr Zielwörter erinnert, wenn während des Erwerbs ein Vortest durchgeführt wurde als wenn ein solcher nicht Teil des Erwerbs war.

ven Effekt auf das Gedächtnis haben können (für detaillierte Überblicksarbeiten, siehe Chan, Meissner & Davis, 2018; Kornell & Vaughn, 2016; Pan & Carpenter, 2023). Dieser Effekt wird als Vortesteffekt (engl. *pretesting effect*, manchmal auch *prequestion effect* oder *errorful generation effect*) bezeichnet. Demnach sollten Tests im Anschluss an ein Lernereignis stattfinden und möglichst fehlerfrei bearbeitet werden. Die Forschung der letzten 20 Jahre zeigt, dass Vortests Informationen besser im Gedächtnis verankern können, auch wenn Lernende nur selten die korrekte Antwort produzieren.

Im klassischen Paradigma zur Untersuchung des Vortesteffektes, das von Kornell, Hays und Bjork (2009) entwickelt wurde, werden häufig schwach semantisch verbundene Wortpaare (z. B. ZEICHNUNG - Bleistift) als Lernmaterial verwendet (siehe Abb. 1 A). Zu Beginn werden die Versuchspersonen darauf hingewiesen, sich die Wortpaare so gut wie möglich einzuprägen für einen abschließenden Test. Es gibt zwei Arten von Trials während der initialen Erwerbsphase: Lern-Trials (engl. *study only trials*) und Vortest-Trials (engl. *pretest trials*), die meist zufällig durchmischt dargeboten werden. In jedem der Lern-Trials wird dabei für einige Sekunden ein Wortpaar vollständig präsentiert mit der Anweisung, sich dieses für einen späteren Test gut einzuprägen. Jedes der Vortest-Trials lässt sich dagegen in eine Vorteststufe (Stufe 1) und eine Rückmeldungsstufe (Stufe 2) unterteilen. In Stufe 1 wird zunächst nur das linke Wort eines Paares als Hinweiswort für einige Sekunden gezeigt wird und das rechte Wort eines Paares, das Zielwort, soll erraten werden (ZEICHNUNG - ?). In Stufe 2 wird dann für einige Sekunden das Hinweiswort zusammen mit dem Zielwort präsentiert (ZEICHNUNG - Bleistift), so dass das voll-

ständige Wortpaar gelernt werden kann für den späteren Test. Die Gesamtdauer der Vortest-Trials ist meist identisch zur Gesamtdauer der Lern-Trials, was zur Folge hat, dass Versuchspersonen in den Vortest-Trials weniger Zeit haben, das vollständige Wortpaar zu lernen. Im Anschluss an die Erwerbsphase folgt die abschließende Testphase, in welcher für alle Wortpaare aus den Lern- und Vortest-Trials das Hinweiswort erneut vorgelegt wird (ZEICHNUNG - ?) und das Zielwort nun aus dem Gedächtnis abgerufen werden soll. Für diesen Abschlusstest zeigt sich üblicherweise, dass die Gedächtnisleistung für ursprünglich vorgetestete Zielwörter verbessert ist im Vergleich zu Zielwörtern, die initial nur gelernt wurden ohne Vortest (siehe Abb. 1B). Kornell et al. konnten demonstrieren, dass sich der Vortesteffekt selbst dann einstellt, wenn alle korrekt erratenen Antworten aus dem Vortest beim abschließenden Test nicht berücksichtigt werden. Eine Vielzahl an Studien aus den letzten beiden Jahrzehnten weist inzwischen darauf hin, dass sich der Vortesteffekt nicht nur für schwach verbundene Wortpaare zeigt, sondern für eine große Bandbreite an Lernmaterialien, etwa für Allgemeinwissensfragen (z. B. Kornell, 2014), das Lernen von Vokablen (z. B. Potts & Shanks, 2014) oder für wissenschaftliche Prosatexte (z. B. Richland, Kornell & Kao, 2009) und Lehrvideos (z. B. Carpenter & Toftness, 2017).

Kognitive Mechanismen

Während sich der Vortesteffekt als äußerst robust erwiesen hat (siehe dazu auch den folgenden Abschnitt), ist bisher bestenfalls in Ansätzen geklärt, welche kognitiven

Mechanismen dem Vortesteffekt zugrunde liegen. Über die Jahre sind eine Reihe an Erklärungsansätzen vorgestellt worden, von denen sich inzwischen einige mehr und andere weniger gut bewährt haben (für detaillierte Überblicke, siehe Chan et al., 2018; Kornell & Vaughn, 2016; Pan & Carpenter, 2023).

Fehlerkorrekturhypothese

Eine der früheren Hypothesen zum Vortesteffekt ist die Fehlerkorrekturhypothese (engl. *error correction hypothesis*; z. B. Kang et al., 2011). Nach dieser Auffassung führt das Erzeugen eines fehlerhaften Rateversuchs in Verbindung mit einer anschließenden korrigierenden Rückmeldung zu einem Fehlersignal, das die Verbindung zwischen dem Hinweisreiz und dem fehlerhaften Rateversuch unterdrückt. Hierdurch sollte die relative Stärke der Verbindung zwischen dem Hinweisreiz und der korrekten Antwort erhöht werden und somit auch die Wahrscheinlichkeit steigen, dass der korrekte Abrufweg im finalen Test aufgerufen wird und damit den Vortesteffekt induziert (Knight, Ball, Brewer, DeWitt & Marsh, 2012). Die Fehlerkorrekturhypothese führt damit also zu der Vorhersage, dass fehlerhafte Rateversuche unterdrückt werden, um den Zugang zur korrekten Antwort zu erleichtern. Bislang haben nur wenige Studien untersucht, ob eine solche Fehlerkorrektur für den Vortesteffekt eine entscheidende Rolle spielt. In einer dieser Studien fanden Seabrooke, Mitchell, Wills, Inkster und Hollins (2022), dass die Größe des Vortesteffektes nach kleineren Fehlern beim initialen Vortest (innerhalb einer semantischen Kategorie) ausgeprägter war als nach größeren Fehlern (zwischen semantischen Kategorien). Dieser Befund erscheint inkonsistent zur Vorhersage des Ansatzes, dass größere Fehler ein stärkeres Fehlersignal und damit einen ausgeprägteren Vortesteffekt erzeugen. Auch weitere Arbeiten konnten bisher keine stichhaltigen Evidenzen für eine zentrale Rolle eines Fehlerkorrekturprozesses für den Vortesteffekt liefern (z. B. Grimaldi & Karpicke, 2012).

Elaborationshypothese

Eine weitere frühe Erklärung für den Vortesteffekt, die sich etwas besser bewähren konnte, ist die Elaborationshypothese (engl. *elaboration hypothesis*). Hier wird angenommen, dass die Vorgabe des Hinweisreizes beim Vortest die Suche nach einer Antwort induziert und damit eine Reihe von Gedächtnisrepräsentationen aktiviert werden, die mit dem Hinweisreiz verwandt sind – sogenannte semantische Mediatoren. Diese Aktivierung liefert die Grundlage für eine anschließende tiefere Abspeicherung des Antwortreizes, wenn dieser in Stufe 2 der Erwerbsphase aufgedeckt wird. Beispielsweise könnte die Präsentation des Hinweisreizes „ZEICHNUNG“ an „Leinwand“,

„Künstler“ und „skizzieren“ denken lassen und die Präsentation des Antwortreizes „Bleistift“ zu der Assoziation führen, dass eine Zeichnung von einem Künstler auf einer Leinwand mit Hilfe eines Bleistiftes skizziert wird. Beim abschließenden Test könnte die Präsentation von „ZEICHNUNG – ?“ dazu führen, dass „Leinwand“, „Künstler“ und „skizzieren“ implizit als weitere Hinweisreize für „Bleistift“ abgerufen werden und so das Erinnern von „Bleistift“ erleichtern. Gestützt wird diese Hypothese etwa durch den Befund, dass der Vortesteffekt oftmals ausbleibt, wenn keine semantische Verknüpfung zwischen den Hinweis- und Antwortreizen besteht (z. B. FROSCHE – Brot; Grimaldi & Karpicke, 2012). Bartl, Kliegl und Bäuml (2024) lieferten kürzlich erstmals relativ direkte Evidenz für die Idee, dass semantische Mediatoren eine kritische Rolle für den Vortesteffekt spielen können. Diese Studie verwendete eine typische Vortesteffektaufgabe mit schwach verbundenen Wortpaaren, bei der jedoch im abschließenden Test die Zielwörter auf Basis von semantischen Mediatoren anstatt der ursprünglichen Hinweiswörter erinnert werden sollten – beispielsweise sollte das Zielwort „Bleistift“ von „BILD“ anstelle des ursprünglichen Hinweiswortes „ZEICHNUNG“ abgerufen werden. Es zeigte sich, dass die Präsentation eines semantischen Mediators als Hinweisreiz zu einem besseren Erinnern der Zielwörter führte nach vorherigem Vortest als in Abwesenheit eines Vortestes. Diese Ergebnisse stehen damit im Einklang mit der Elaborationshypothese, da sie darauf hindeuten, dass Fehler, die während des Vortests gemacht werden, semantische Mediatoren im Gedächtnis aktivieren können, die den späteren Abruf des Antwortreizes unterstützen.

Aufmerksamkeitshypothese

In den letzten Jahren ist auch eine potenzielle Rolle von Aufmerksamkeitsprozessen für den Vortesteffekt diskutiert worden. Konkret schlugen etwa Potts und Shanks (2014) die Aufmerksamkeitshypothese (engl. *attentional hypothesis*) vor. Diese fußt zentral auf der Annahme, dass fehlerhafte Rateversuche beim Vortest in Stufe 1 zu einer Diskrepanz zwischen dem aktuellen Wissensstand und dem gewünschten Wissensstand einer Versuchsperson führen. Diese Diskrepanz mag dann zur Konsequenz haben, dass die in Stufe 2 präsentierte Rückmeldung mit erhöhter Aufmerksamkeit verarbeitet wird, und entsprechend in einer besseren Erinnerungsleistung für den Antwortreiz resultiert. Evidenzen für eine Rolle eines derartigen Aufmerksamkeitsprozesses für den Vortesteffekt sind weitgehend indirekter Natur. Potts, Davies und Shanks (2019) fanden etwa, dass Versuchspersonen ihre Neugier auf die richtige Antwort höher bewerteten, wenn die Bewertung *nach* statt *vor* einem Rateversuch abgegeben wurde, was darauf hindeutet, dass Vortests die Neugier

auf die richtige Antwort tatsächlich erhöhen können. Eine kürzliche publizierte Studie von Bartl, Kliegl und Bäuml (2025) liefert den möglicherweise unmittelbarsten Hinweis auf eine zentrale Rolle von Aufmerksamkeitsprozessen für den Vortesteffekt. In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass der Vortesteffekt komplett verschwand, wenn der Erwerb von Wortpaaren unter geteilter Aufmerksamkeit stattfand, aber nur dann, wenn die Versuchspersonen während der Rückmeldungsstufe (Stufe 2) mit einer ablenkenden Zweitaufgabe beschäftigt waren, nicht jedoch während der initialen Vorteststufe (Stufe 1). Dieser Befund steht im Einklang mit der Aufmerksamkeitshypothese des Vortesteffekts, da diese davon ausgeht, dass Aufmerksamkeitsprozesse primär während Stufe 2 eine Rolle spielen sollten und folglich eine Verringerung der Aufmerksamkeitsressourcen während Stufe 2 die Vorteile eines Vortests beeinträchtigen sollten. Genau das wurde von Bartl et al. gefunden.

Eine kürzlich vorgestellte Variante der Aufmerksamkeitshypothese, die primär als Erklärung für den Vortesteffekt bei der Verwendung von Prosatexten oder Videos als Lernmaterialien dient, ist die Aufmerksamkeitsfensterhypothese (engl. *attentional window hypothesis*; Sana & Carpenter, 2023). Die zentrale Annahme ist, dass Vortests das Aufmerksamkeitsniveau der Versuchspersonen erhöhen, also eine Art Aufmerksamkeitsfenster öffnen, um die Suche nach der korrekten Antwort zu erleichtern. Das Aufmerksamkeitsfenster sollte sich wieder schließen, sobald die korrekte Antwort gefunden wurde. Als Konsequenz dieser erhöhten Aufmerksamkeit sollten auch Informationen aufmerksamer verarbeitet werden, denen die Versuchsperson begegnet, bevor die korrekte Antwort gefunden wurde. Nicht vorgetestete Informationen müssten also von einem Vortest profitieren, insofern sie vor den Antworten auf die Vortestfragen im Text oder Video auftauchen. Die Ergebnisse einer Studie von Sana und Carpenter stützen diese Vorhersage. Hier konnte demonstriert werden, dass die Beantwortung von Vortestfragen zu einer im Anschluss gelernten Prosapassage die Gedächtnisleistung von ursprünglich nicht vorgetesteten Informationen im abschließenden Test nur dann verbesserte, wenn die Antworten auf die Vortestfragen in der zweiten Hälfte des Textes zu finden waren, nicht aber in der ersten Hälfte. Die Aufmerksamkeitsfensterhypothese kann das Ergebnismuster erklären, weil die Erinnerung an die Informationen, die ursprünglich nicht vorgetestet wurden, gefördert werden sollte, wenn die Information im "Aufmerksamkeitsfenster" erscheint (d.h. vor der der getesteten Information) aber nicht, wenn die Information nach der getesteten Information erscheint.

Die bisherige Forschung weist also darauf hin, dass tiefere semantische Verarbeitung und gesteigerte Aufmerksamkeitsprozesse eine zentrale Rolle für den Vor-

testeffekt spielen können. Im Gegensatz dazu gibt es bislang keine überzeugenden Hinweise auf die Beteiligung eines Fehlerkorrekturmechanismus. Dennoch ist weitere Forschung erforderlich, um die genaue Natur der Elaborations- und Aufmerksamkeitsprozesse besser zu verstehen. So ist etwa noch ungeklärt, ob beide Mechanismen typischerweise gemeinsam zum Vortesteffekt beitragen oder ob unter bestimmten Bedingungen einer der beiden dominanter ist.

Relevanz von Vortests für die pädagogische Praxis

Generalisierbarkeit

Seit den frühen 2000er Jahren werden Vortests zunehmend häufiger als Lehr- und Lerninstrument in Schule und Universität empfohlen (z.B. Pashler et al., 2007). Doch um als effektive Lerntechnik im Unterricht zu dienen, ist es wichtig zu verstehen, ob der Vortesteffekt sich unabhängig von der Art der verwendeten Lernmaterialien und insbesondere auch in realistischeren Lernumgebungen zeigt. Wie bereits angesprochen, konnte in den letzten zwei Jahrzehnten demonstriert werden, dass Vortests sich für eine weite Bandbreite an Materialien vorteilhaft für das spätere Erinnern auswirken können. Eine in diesem Zusammenhang richtungsweisende Studie wurde von Richland et al. (2009) durchgeführt. Hier wurden die Versuchspersonen gebeten, in der Vortestbedingung einige Fragen zum Thema "Farbenfehlsichtigkeit" zu beantworten (z.B. "Wie nennt man die vollständige Farbenblindheit aufgrund einer Hirnschädigung?") bevor sie einen zweiseitigen Prosatext zum Thema lasen, der die Antworten auf die Fragen enthielt. In der Lernbedingung wurde dagegen auf Vortestfragen komplett verzichtet und lediglich der Text etwas länger präsentiert, um die Lernzeit zwischen den Bedingungen konstant zu halten. In Experiment 1 zeigte sich ein typischer Vortesteffekt, da im abschließenden Test mehr korrekte Antworten in der Vortestbedingung als in der Lernbedingung gegeben wurden. Es liegt nahe, dass dieser Effekt auf einen eher einfachen Mechanismus zurückzuführen sein könnte. Die Vortestfragen könnten die Versuchspersonen dazu veranlassen haben, beim anschließenden Lesen gezielt nach den entsprechenden Informationen zu suchen, was die spätere Leistung für diese Fragen verbessert haben dürfte. Um zu untersuchen, ob der Vortesteffekt tatsächlich durch eine solche Aufmerksamkeitslenkung zustande kam, wurden in den Experimenten 2 bis 5 die Unterschiede in der Aufmerksamkeitslenkung zwischen Vortest- und Lernbedin-

gung gezielt reduziert. Dies wurde erreicht, indem die getesteten Fakten in beiden Bedingungen entweder durch Kursiv- oder Fettdruck hervorgehoben wurden. Dennoch zeigte sich auch für Experimente 2–5 durchgehend beim abschließenden Test, dass mehr korrekte Antworten in der Vortestbedingung als in der Lernbedingung erinnert wurden. Die Ergebnisse deuten also darauf hin, dass das Beantworten von Vortestfragen vor dem Lernen eines Prosatextes nicht allein deswegen förderlich ist, weil es die Suche nach den korrekten Antworten im Text induziert. Damit liefern diese Experimente einen frühen Hinweis, dass der Vortesteffekt nicht allein durch gesteigerte Aufmerksamkeit erzeugt wird.

Frühere Arbeiten haben zudem gezeigt, dass der Vortesteffekt bei Verwendung von pädagogisch relevantem Lernmaterial nicht nur im Labor (Hilaire & Carpenter, 2020; Overoye, James & Storm, 2021; Toftness, Carpenter, Lauber & Mickes, 2018) sondern auch beim Lernen an der Universität mit prüfungsrelevanten Inhalten für Behaltensintervalle von bis zu mehreren Wochen gefunden werden kann (z. B. Carpenter, Rahman & Perkins, 2018; Soderstrom & Bjork, 2023). Soderstrom und Bjork (2023) ließen beispielsweise in einem 10-wöchigen Psychologiekurs zum Thema „Forschungsmethoden“ zu Beginn einzelner Vorlesungen die Teilnehmenden Multiple-Choice-Tests bearbeiten, bei denen es keine Rückmeldung über die korrekten Antworten gab. Nach dem Ende des 10-wöchigen Kurses nahmen alle Studierenden an einem abschließenden Test zu den Inhalten des Kurses teil. Hierbei zeigte sich, dass Inhalte, die initial vorgetestet worden waren, signifikant besser erinnert wurden als nicht vorgetestete Inhalte. Die Befunde weisen damit darauf hin, dass Tests vor Vorlesungssitzungen einen Nutzeneffekt erzeugen können, der mehrere Wochen lang anhält.

Darüber hinaus zeigt sich ein Nutzeneffekt von Vortests nicht nur dann, wenn Studierende als Stichprobe herangezogen werden, sondern auch bereits bei Kindern im höheren Grundschulalter (z. B. De Lima & Jaeger, 2020). De Lima und Jaeger führten eine Studie durch, in der Kinder der vierten und fünften Klasse einen Text über Weltraumraketen lasen. Die eine Hälfte der Kinder erhielt vorab einen Test zu zehn Zielwörtern aus dem Text (z. B. zu Begriffen wie „Astronomie“), die andere Hälfte erhielt keinen Test. Ein abschließender Behaltentest zu den Begriffen, der eine Woche später durchgeführt wurde, zeigte eine bessere Erinnerungsleistung für die Zielwörter, wenn es dazu anfänglich einen Vortest gab.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Vortesteffekt einen hohen Grad an Generalisierbarkeit aufweist, da Nutzeneffekte von Vortests für eine relativ große Bandbreite an Lernmaterialien und Lernumgebungen nachgewiesen werden konnten. Zudem scheint der Effekt

spätestens ab dem späteren Grundschulalter aufzutreten und bis ins höhere Erwachsenenalter fortzubestehen. Wünschenswert wären jedoch weitere Studien, die den Vortesteffekt unter ökologisch validen Bedingungen untersuchen, insbesondere bei Schülerinnen und Schülern unter Verwendung von prüfungsrelevantem Lernmaterial.

Zentrale Charakteristika

Der hohe Grad an Generalisierbarkeit des Vortesteffektes über verschiedene Lernmaterialien und Altersgruppen hinweg ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für seine Anwendbarkeit im Bildungskontext. Um seine Bedeutung für die Anwendung adäquat einordnen zu können, ist es vielmehr notwendig, einige zentrale Merkmale des Effektes zu kennen. Es stellt sich beispielsweise die Frage, welche Rolle der Dauer des zeitlichen Intervalls zwischen der Vorteststufe (Stufe 1) und der Rückmeldungsstufe (Stufe 2) zukommt, für den Umfang des Vortesteffektes. So weist eine Reihe von Studien darauf hin, dass es bei der Verwendung von schwach assoziierten Wortpaaren (z. B. ZEICHNUNG – *Bleistift*) kritisch ist, dass die korrekte Antwort unmittelbar im Anschluss an den Vortest präsentiert wird (z. B. Grimaldi & Karpicke, 2012; Vaughn & Rawson, 2012). Tatsächlich zeigen diese Arbeiten, dass der Vortesteffekt bereits dann nicht mehr auftritt, wenn während der initialen Erwerbsphase das zeitliche Intervall zwischen Stufe 1 und Stufe 2 auf wenige Minuten erhöht wird. Dagegen hat sich bei Verwendung von komplexeren Lernmaterialien wie Prosatexten, Videos oder Allgemeinwissensfragen gezeigt, dass sich der Vortesteffekt auch dann noch einstellt, wenn die Antworten erst einige Minuten im Anschluss an den Vortest gelernt werden (z. B. Kornell, 2014; Richland et al., 2009).

Da Lerninhalte in pädagogischen Kontexten häufig über längere Zeiträume hinweg behalten werden sollen, wäre es auch gut zu wissen, ob die Dauer des Behaltensintervalls – also des zeitlichen Intervalls vor dem abschließenden Test – den Umfang des Vortesteffektes verändert. Einige frühere Arbeiten haben zwar demonstriert, dass der Vortesteffekt auch nach längeren Behaltensintervallen von bis zu acht Wochen fortbestehen kann (z. B. Richland et al., 2009; Soderstrom & Bjork, 2023). Jedoch hat bisher lediglich eine Studie systematisch die Dauer des Behaltensintervall innerhalb eines Experiments manipuliert und die Effekte der Manipulation für verschiedene Arten von Lernmaterialien untersucht (Kliegl et al., 2024a). In Experiment 1 dieser Arbeit wurden schwach verwandte Wortpaare (z. B. ZEICHNUNG – *Bleistift*) als Lernmaterial verwendet und der Umfang des Behaltensintervalls lag bei entweder 1 Minute, 10 Minuten oder

30 Minuten; in Experiment 2 wurde eine kurze Prosapassage zum früheren US-Präsidenten Woodrow Wilson verwendet und der Umfang des Behaltensintervalls lag bei entweder 1 Minute, 30 Minuten oder 7 Tagen. In beiden Experimenten zeigte sich, dass der Umfang des Vortesteffektes mit der Dauer des Behaltensintervalls zunahm, wobei sich in Experiment 2 der Effekt gar von ca. 13 Prozent (Cohen's $d = 1,27$) nach 1 Minute auf ca. 33 Prozent nach 7 Tagen (Cohen's $d = 2,68$) vergrößerte.

In realen Prüfungssituationen wird das Erinnern der relevanten Antworten häufig dadurch erschwert, dass ähnliche, aber irrelevante Informationen aktiviert werden und damit den zielgenauen Abruf erschweren. Kliegl, Bartl und Bäuml (2023) haben untersucht, ob Vortests der relevanten Antworten vor dem Lernen der irrelevanten Informationen das Störpotenzial durch die irrelevanten Informationen beim abschließenden Test reduzieren können. Verwendet wurde eine typische Vortestaufgabe mit schwach verbundenen Wortpaaren (z. B. DECKE – *Laken*), bei der die Versuchspersonen allerdings gebeten wurden, zwischen dem Erwerb und dem abschließenden Test der Zielliste (Liste 1) zwei weitere „irrelevante“ Listen mit schwach verbundenen Wortpaaren zu lernen. Kritisch hierbei war, dass sich bei den Wortpaaren der Listen 2 und 3 entweder das Hinweiswort aus Liste 1 wiederholte und das Zielwort ausgetauscht wurde – sogenannte überlappende Paare (z. B. DECKE – *Schlaf*) – oder sowohl Hinweiswort als auch Zielwort ausgetauscht wurden – sogenannte distinkte Paare (z. B. ATOM – *Zelle*). Beim abschließenden Test sollten die Versuchspersonen unter Vorlage aller Hinweiswörter die Zielwörter aus Liste 1 erinnern. Während beim Abruf der Liste-1-Antworten also potenziell eine Konkurrenzsituation entsteht, wenn zuvor überlappende Liste-2- und Liste-3-Paare gelernt worden waren, sollte dies bei distinkten Liste-2- und Liste-3-Paaren nicht der Fall sein. Dennoch zeigte sich sogar ein signifikant größerer Vortesteffekt bei überlappenden als bei distinkten Paaren, was darauf hinweist, dass Vortests in der Tat die negativen Effekte von konkurrierenden Informationen reduzieren können.

Der Vortesteffekt zeigt sich außerdem resistent gegenüber einigen weiteren Abwandlungen des Standardparadigmas. So erzeugen Vortests, die jeweils vor dem Lernen mehrerer thematisch unterschiedlicher oder verwandter Textsegmente durchgeführt werden, immer noch einen zuverlässigen Vortesteffekt für alle Segmente in einem anschließenden kumulativen Test (Carpenter & Toftness, 2017; Kliegl & Bäuml, 2025; Pan, Sana, Schmitt & Bjork, 2020). Werden Versuchspersonen aufgefordert, während des Vortests drei unterschiedliche Rateversuche, statt eines Rateversuchs, abzugeben, so erhöht sich sogar die Erinnerungsleistung beim abschließenden Test. Kliegl, Bartl und Bäuml (2024b) konnten einen solchen Nutzen-

effekt wiederholten Ratens für schwach verbundene Wortpaare, Suaheli-Deutsch-Vokabeln und kurze Prosatexte nachweisen. In einer Folgestudie (Kliegl et al., 2025) konnten die Autoren zudem zeigen, dass auch ältere Erwachsene von mehreren Rateversuchen beim Vortest profitieren können, jedoch war dieser Nutzeneffekt ausgeprägter bei Verwendung von schwach verbundenen Wortpaaren als bei Prosapassagen.

Die Befunde zeigen, dass der Vortesteffekt auch unter Bedingungen wirkt, die für praktische Lernumgebungen wichtig sind. In der Tat erfordert das Lernen in der Schule oder an der Universität häufig, dass Informationen über lange Zeiträume hinweg oder in Gegenwart von zuvor gelernten, konkurrierenden Informationen behalten werden. Für beide Situationen konnte in früheren Studien sogar eine Zunahme des Vortesteffektes gefunden werden. Außerdem zeigt sich für Lernmaterialien, die aus angewandter Perspektive relevant sind – wie Prosapassagen, Videos und Allgemeinwissensfragen – dass ein zeitliches Intervall zwischen Vortest und Rückmeldung immer noch das spätere Erinnern fördern kann. Schließlich ergibt sich ein Vortesteffekt selbst nach mehreren Rateversuchen während des Vortests oder wenn beim Lernen mehrerer Einheiten Vortests zwischengeschaltet werden. Vortests könnte damit eine potenzielle Bedeutung als Lehr- und Lerninstrument in der pädagogischen Praxis zukommen.

Effekte von Vortests auf ungetestete Informationen

Die meisten bisherigen Studien zum Vortesteffekt haben untersucht, ob Vortests das spätere Erinnern an eben jene vorgetesteten Informationen fördern können. Während diese Frage sowohl theoretisch als auch für eine Reihe von Lernszenarien (z. B. einfaches Vokabellernen oder Auswendiglernen von Schlüsselfakten) relevant ist, erfordern viele reale Bildungskontexte flexibleres Lernen, d. h. so genannten Lerntransfer. Lerntransfer wäre für Vortests demonstriert, wenn diese einen Nutzeneffekt auch für solche Informationen erzeugen, die zwar gelernt aber nicht vorgetestet wurden oder für Informationen, die weder gelernt noch vorgetestet wurden. Die praktische Bedeutung ergibt sich aus der Tatsache, dass Testsituationen in Bildungskontexten teilweise Antworten auf Fragen erfordern, mit denen die Schülerinnen und Schüler noch nicht vertraut sind. In der Regel verhindern Lehrkräfte, dass Prüfungsfragen während des Unterrichts bekannt werden, oder sie stellen in Klausuren Fragen, für die zuvor gelernte Informationen neu strukturiert oder synthetisiert werden müssen, um die richtige Antwort zu finden (z. B. Wooldridge, Bugg, McDaniel & Liu, 2014).

Bisher haben sich nur relativ wenige Studien mit der Frage beschäftigt, ob Vortests einen Lerntransfer erzeugen können. Die meisten dieser Studien haben untersucht, ob Vortests das spätere Erinnern an zwar gelernte, aber initial nicht vorgetestete Informationen verbessern. James und Storm (2019) baten ihre Versuchspersonen beispielsweise, Textpassagen zu Jeanne d'Arc zu lernen. Vor dem Lernen jeder Passage war entweder ein Vortest zu bearbeiten oder es fand keine Vorabprüfung statt. Im abschließenden Test zeigte sich ein typischer Vortesteffekt, da Vortests das Beantworten wiederholter Fragen verbesserten. Ein Nutzeneffekt für neue Fragen, die sich auf nicht vorgetestete Informationen aus den Passagen bezogen, ergab sich jedoch nicht. Dieses Muster zeigte sich über vier Experimente hinweg, und selbst wenn das vorgetestete und das nicht vorgetestete Material eine relativ starke semantische Beziehung aufwies oder wenn die Versuchspersonen erwarteten, dass die nicht vorgetesteten Informationen im Abschlusstest geprüft werden würden. Im Einklang damit zeigten auch einige weitere Studien, dass die Auswirkungen von Vortests auf ursprünglich gelernte und nicht vorgetestete Informationen begrenzt, oder teilweise sogar negativ, sind (z. B., Kliegl et al., 2024b; Richland et al., 2009; St. Hilaire & Carpenter, 2020). Eine erste Ausnahme stellt die Studie von Carpenter und Toftness (2017) dar. Diese demonstrierte, dass ein Vortest zu einem Lehrvideo mit statistischen Inhalten in einem abschließenden Test das korrekte Beantworten von wiederholten *und* neuen Fragen verbessern kann. Allerdings konnten spätere Studien den Befund nicht replizieren, dass Vortests bei Verwendung von Videos als Lernmaterial Transfereffekte induzieren (z. B. James & Storm, 2019; Toftness et al., 2018). Eine zweite Ausnahme wird durch zwei Studien nahegelegt, die im Vortest Multiple-Choice-Fragen anstelle der üblicherweise verwendeten offenen Fragen eingesetzt haben (Pan & Sana, 2021; Pan, Sana, Schmitt & Bjork, 2020). Pan und Sana (2021) berichteten beispielsweise über fünf Experimente hinweg moderate Transfereffekte auf nicht vorgetestete Informationen, wenn der Vortest im Multiple-Choice-Format durchgeführt wurde. Weitere Forschung ist erforderlich, um zu klären, ob Vortests im Multiple-Choice-Format grundsätzlich über verschiedene Arten von Lernmaterialien und Populationen hinweg robuste Transfereffekte für zwar gelernte aber nicht vorgetestete Informationen erzeugen können.

Eine andere, umfassendere Art des Lerntransfers ist erforderlich, wenn die erfolgreiche Beantwortung von Testfragen ein tieferes konzeptionelles Verständnis eines Themas erfordert. Es stellt ein zentrales Ziel schulischer und universitärer Bildung dar, diese Art des Lernens zu fördern. In Anlehnung an frühere Arbeiten (Bloom, 1956; Butler, 2010) bezieht sich ein Konzept hier auf Informa-

tionen, die von mehreren Sätzen in einer Textpassage abstrahiert werden, während sich ein Faktum auf Informationen bezieht, die in einem einzigen Satz enthalten sind. Die wenigen Studien zu diesem Thema weisen bisher nicht darauf hin, dass Vortests ein tieferes Verständnis fördern. In einer dieser früheren Arbeiten ließen Hausman und Rhodes (2018) die Versuchspersonen Textpassagen zu Themen wie *Evolution* oder *Vulkane* lernen, nachdem ihnen (i) faktische Vortestfragen zu den Passagen gestellt wurden (z. B. „Wie viel Prozent der Erdoberfläche sind während einer Eiszeit von Gletschern bedeckt?“), (ii) konzeptionelle Vortestfragen zu den Passagen gestellt wurden (z. B. „Was ist eine Konsequenz eines höheren CO₂-Niveaus in der Atmosphäre?“) oder (iii) überhaupt kein Vortest durchgeführt wurde. Die Antworten auf die konzeptuellen Fragen fanden sich dabei nicht direkt im Text, sondern mussten auf Basis von Fakten im Text logisch erschlossen werden. Nach dem Lernen der Passagen absolvierten die Versuchspersonen einen abschließenden Test, der sowohl aus Faktenfragen als auch aus konzeptionellen Fragen zu den Themen bestand, die entweder aus dem Vortest übernommen wurden oder völlig neu waren. Während der faktische Vortest die Leistung bei den wiederholten faktischen Fragen des Abschlusstests verbesserte und damit den typischen Vortesteffekt replizierte, führten Vortests weder zu einer besseren Beantwortung von wiederholten noch von neuen konzeptuellen Fragen (für ähnliche Ergebnisse siehe Latimier et al., 2019; Siler, 2017).

Die bisherigen Befunde deuten darauf hin, dass sich die gedächtnisförderlichen Effekte von Vortests über verschiedene Lernmaterialien und Stichproben hinweg verallgemeinern lassen. Darüber hinaus weisen Vortests Eigenschaften auf, die sie besonders für den Einsatz in pädagogischen Kontexten geeignet erscheinen lassen, wie etwa ihre Wirksamkeit über längere Behaltensintervalle hinweg. Allerdings zeigen sich bislang kaum Hinweise auf Lerntransfer bei nicht vorgetesteten Informationen, unabhängig davon, ob diese Informationen im Lernmaterial enthalten waren oder nicht. Eine Ausnahme bildet der Einsatz von Multiple-Choice-Fragen im initialen Vortest, bei dem sich relativ konsistent zuverlässige Transfereffekte auf zwar gelernte aber nicht vorgetestete Lerninhalte beobachten lassen.

Zwei weiterführende Perspektiven

Fehlerfreies versus fehlerbehaftetes Lernen

Auf den ersten Blick wirkt es überraschend, dass Fehler im Lernprozess das Gedächtnis verbessern können. Tat-

sächlich zeigen zahlreiche klassische Studien zum sogenannten fehlerfreien Lernen (engl. *errorless learning*), dass Fehler das Behalten eher beeinträchtigen (z. B. Baddeley & Wilson, 1994; Skinner, 1957). Aus diesem Grund wurde in der Pädagogik lange empfohlen, Lernumgebungen so zu gestalten, dass Fehler möglichst vermieden werden (z. B. Duker, 1981; Keel & Gast, 1992). Auch in der klinischen Praxis gilt fehlerfreies Lernen als hilfreicher Ansatz, etwa für ältere Menschen oder Personen mit Gedächtnisstörungen wie Amnesie oder Demenz (Clare & Jones, 2008). Diese Perspektive steht im Einklang mit bestimmten Gedächtnismodellen, die das Prinzip der Hinweisreizüberladung (engl. *cue-overload principle*) als zentralen Mechanismus betrachten (Raaijmakers & Shiffrin, 1981; Watkins & Watkins, 1975). Dieses Prinzip besagt, dass das Abrufen einer Information erschwert wird, wenn ein Hinweisreiz mit zu vielen konkurrierenden Informationen verknüpft ist. Werden beim Vortest falsche Antworten geraten, könnten diese also später den Abruf der korrekten Antwort behindern.

Tatsächlich zeigen einige Studien, dass Vortests bei älteren Erwachsenen die spätere Erinnerung verschlechtern können (z. B. Wilson, Baddeley, Evans & Shiel, 1994). Das könnte den Eindruck erwecken, dass Vortests nur für jüngere Erwachsene hilfreich sind. Allerdings wurden in diesen Studien oft Materialien verwendet, bei denen die geratenen Fehler nichts mit der richtigen Antwort zu tun hatten. Teilnehmende sehen beispielsweise den Wortanfang „Qu“ und raten „Quelle“, obwohl die richtige Antwort „Quote“ ist. Auch bei jungen Erwachsenen zeigt sich: Wenn die Fehler nicht mit der Zielantwort verwandt sind, kann der Vortesteffekt schwächer ausfallen oder sogar ins Gegenteil umschlagen (Zawadzka & Hanczakowski, 2019). Diese Befunde passen zur Elaborationshypothese des Vortesteffektes. Sie geht ja davon aus, dass Lernen besonders dann gelingt, wenn neue Informationen sinnvoll mit bereits vorhandenem Wissen verknüpft werden können. Wenn die geratene Antwort aber nichts mit der richtigen Antwort zu tun hat, ist diese Verknüpfung schwierig – und der Fehler kann das Lernen eher behindern.

Die Annahme, dass nur junge Erwachsene profitieren, könnte daran liegen, dass Studien mit ihnen Materialien nutzten, die eine sinnvolle Verbindung zwischen Fehler und richtiger Antwort erlauben. Diese Vermutung wird durch eine Reihe von Arbeiten gestützt (Cyr & Anderson, 2015; Kliegl, Bartl & Bäuml, 2025; Yan, Rea & Sana, 2025). Sie zeigten, dass sowohl junge als auch ältere Erwachsene von Vortests profitieren können, wenn sogenannte konzeptuelle Hinweisreize verwendet werden – also z. B. Kategorienamen wie „*Obst*“, zu denen ein passendes Wort geraten werden soll. Wenn dagegen nur ein Wortanfang wie „*Ku*“ präsentiert wird, profitieren weder

junge noch ältere Erwachsene vom Vortest. Der Grund liegt vermutlich darin, dass solche Hinweisreize häufig zu falschen Vermutungen führen, die mit der korrekten Antwort nichts zu tun haben – etwa „Kunde“ statt „Kunst“. Aus diesen Befunden folgt: Fehlerfreies Lernen sollte grundsätzlich bevorzugt werden, wenn Lernmaterialien keine nahe liegende Verbindung zwischen Fehler und richtiger Antwort zulassen. Fehlerbehaftetes Lernen hingegen ist empfehlenswert, wenn eine sinnvolle Verknüpfung zwischen Fehler und richtiger Antwort mit relativ geringem kognitiven Aufwand möglich ist.

Vortests als wünschenswerte Erschwernis

Da das Konzept des fehlerfreien Lernens eine lange Tradition in der pädagogischen und klinischen Praxis hat, mag es nicht verwundern, dass Lernende sich des Nutzens von fehlerbehafteten Vortests häufig nicht bewusst sind (z. B. Bjork, Dunlosky & Kornell, 2013). Bemerkenswert ist allerdings, dass Versuchspersonen den Nutzen von Vortests typischerweise selbst dann nicht erkennen, wenn sie wiederholt Gelegenheit hatten, von deren positiven Effekten zu profitieren (z. B. Huelser & Metcalfe, 2012; Pan & Rivers, 2023). Diese Fehleinschätzung verweist auf eine zentrale Herausforderung im Bereich des selbstregulierten Lernens: Wir sind als Lernende oft nicht gut darin, Bedingungen zu identifizieren, die langfristiges Behalten fördern (Bjork, Soderstrom & Little, 2015). Ein Grund dafür liegt in der Diskrepanz zwischen kurzfristiger Leistung und langfristigem Lernen. Lernbedingungen, die zu schnellen Erfolgen führen, sind nicht zwangsläufig lernförderlich. Umgekehrt können Bedingungen, die initial als schwierig erlebt werden, das spätere Erinnern deutlich verbessern (Soderstrom & Bjork, 2015). Diese lernförderlichen, aber zunächst herausfordernden Bedingungen werden als wünschenswerte Erschwernisse (engl. *desirable difficulties*) bezeichnet (Bjork, 1994).

Diese wünschenswerten Erschwernisse umfassen Lernstrategien, die eine tiefere kognitive Verarbeitung anregen, ohne die Verarbeitungskapazität zu überlasten. Neben dem Vortesteffekt gehören dazu unter anderem der klassische Testungseffekt (engl. *testing effect*) sowie der Vorteil verteilten Übens (engl. *spacing effect*). Der klassische Testungseffekt beschreibt den Befund, dass das aktive Abrufen *zuvor* gelernter Informationen das langfristige Erinnern effektiver unterstützt als deren wiederholte Präsentation (Karpicke, 2017; Tempel & Pastötter, 2021; Rummer, 2021). Der Vorteil verteilten Übens wiederum bezeichnet das Phänomen, dass Informationen besser behalten werden, wenn die Lernphasen über die Zeit verteilt sind, anstatt in einer kompakten Sitzung zusammenzufallen (Cepeda, Vul, Rohrer, Wixted & Pashler,

2008; Dempster, 1989). Entscheidend ist die Abgrenzung dieser wünschenswerten Erschwernisse von sogenannter sachfremder kognitiver Belastung (engl. *extraneous cognitive load*), die durch schlecht gestaltete Materialien oder irrelevante Informationen entsteht und das Lernen behindert (Sweller et al., 1998). Wie im vorherigen Abschnitt erläutert, können Vortests eine solche unerwünschte Erschwernis darstellen, wenn die Lernmaterialien so gestaltet sind, dass sich die im Vortest erzeugten Fehler nur schwer mit den korrekten Antworten verknüpfen lassen (Cyr & Anderson, 2015).

Lernende neigen dazu, wünschenswerte Erschwernisse wie den Vortest als ineffektiv einzuschätzen, da die initiale, subjektiv empfundene Schwierigkeit zu niedrigen *Judgments of Learning* (JOLs) führt. JOLs sind metakognitive Einschätzungen darüber, wie gut man sich später an eine Information erinnern wird. Studien zeigen, dass Vortests zwar zu niedrigeren JOLs führen, tatsächlich aber eben die tatsächliche Gedächtnisleistung verbessern – ein klassisches Muster wünschenswerter Erschwernisse, dass sich auch für den klassischen Testungseffekt oder den Vorteil verteilten Lernens zeigt (Kornell & Son, 2009). Viele Befragte glauben entsprechend, dass das Beantworten von Fragen, bevor man den Lernstoff kennt, weniger hilfreich für den Lernprozess ist als ein Lernen des Stoffes ohne Vortests. Pan und Rivers (2023) konnten kürzlich demonstrieren, dass sich das metakognitive Bewusstsein für den Vortesteffekt zumindest teilweise fördern lässt. In dieser Studie durchliefen die Versuchspersonen zunächst eine erste Runde mit einer typischen Vortesteffektaufgabe mit Lern- und Vortestbedingung und schätzten anschließend ein, in welcher Bedingung sie besser abschneiden würden. Danach erhielten sie Leistungsfeedback, kombiniert mit dem Hinweis auf Diskrepanzen zwischen ihren Vorhersagen und der tatsächlichen Leistung beim abschließenden Test – die meisten unterschätzten wie üblich die positive Wirkung von Vortests. Diese Rückmeldung führte dazu, dass die Versuchspersonen in einer zweiten Runde mit einer Vortesteffektaufgabe tendenziell ihre Einschätzungen revidierten und den Vortest korrekterweise als effektivere Methode einstufen als reines Lernen. Somit ist es also durchaus möglich, die metakognitiven Urteile der Versuchspersonen zur Wirkung von Vortests in Einklang mit ihrer tatsächlichen Testleistung zu bringen.

Insgesamt zeigt sich, dass der Vortest nicht nur eine eigenständige lernförderliche Maßnahme darstellt, sondern sich auch theoretisch gut im Rahmen des Konzepts der wünschenswerten Erschwernisse verorten lässt. Wie bei anderen wünschenswerten Erschwernissen zeigt sich auch beim Vortesteffekt, dass metakognitive Urteile der Versuchspersonen die Wirksamkeit der Methode systematisch unterschätzen. Allerdings scheint es möglich, die

positive Wirkung von Vortests deutlich zu machen – etwa durch die Rückmeldung der eigenen Leistung bei einer Vortesteffekt-Aufgabe.

Fazit

Die bisherigen Studien zum Vortesteffekt sind sowohl für die Praxis als auch für die Theorie bedeutsam. Aus theoretischer Sicht deuten die Befunde darauf hin, dass Vortests eine tiefere semantische Verarbeitung induzieren und die Aufmerksamkeit beim Lernen fördern. Aus praktischer Perspektive weisen sie darauf hin, dass Vortests ein effektives Lehr- und Lerninstrument im Bildungsbereich darstellen könnten. Sie sind wirksam über verschiedene Lernmaterialien und Zielgruppen hinweg, unterstützen das langfristige Behalten und machen die vortesteten Informationen weniger störanfällig gegenüber konkurrierenden Informationen. Im schulischen und universitären Kontext könnten Lehrkräfte Vortests nutzen, indem sie zu Beginn einer Unterrichtseinheit gezielte Fragen stellen, die auf die Inhalte der Sitzung vorbereiten. Werden beim Vortest Multiple-Choice-Fragenformate statt offener Fragenformate eingesetzt, so können dadurch auch Transfereffekte auf nicht vorgetestete Lerninhalte entstehen.

Literatur

- Baddeley, A. & Wilson, B. A. (1994). When implicit learning fails: Amnesia and the problem of error elimination. *Neuropsychologia*, 32(1), 53–68. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(94\)90068-X](https://doi.org/10.1016/0028-3932(94)90068-X)
- Bartl, J., Kliegl, O. & Bäuml, K.-H. T. (2024). The role of mediators for the pretesting effect. *Memory*, 32(3), 358–368. <https://doi.org/10.1080/09658211.2024.2323930>
- Bartl, J., Kliegl, O. & Bäuml, K.-H. T. (2025). The pretesting effect under divided attention. *Psychological Research*, 89, 77. <https://doi.org/10.1007/s00426-025-02106-3>
- Bjork, R.A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe and A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp.185–205). Cambridge: MIT Press.
- Bjork, R. A., Dunlosky, J. & Kornell, N. (2013). Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 417–444. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143823>
- Bjork, E. L., Soderstrom, N. C. & Little, J. L. (2015). Can multiple-choice testing induce desirable difficulties? Evidence from the laboratory and the classroom. *The American Journal of Psychology*, 128(2), 229–239. <https://doi.org/10.5406/amerjpsyc.128.2.0229>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Essex: Harlow.

- Butler, A. C. (2010). Repeated testing produces superior transfer of learning relative to repeated studying. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(5), 1118–1133. <https://doi.org/10.1037/a0019902>
- Carpenter, S. K., Rahman, S. & Perkins, K. (2018). The effects of prequestions on classroom learning. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(1), 34–42. <https://doi.org/10.1037/xap0000145>
- Carpenter, S. K. & Toftness, A. R. (2017). The effect of prequestions on learning from video presentations. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(1), 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.07.014>
- Cepeda, N. J., Vul, E., Rohrer, D., Wixted, J. T. & Pashler, H. (2008). Spacing effects in learning: A temporal ridge of optimal retention. *Psychological Science*, 19(11), 1095–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02209.x>
- Chan, J. C. K., Meissner, C. A. & Davis, S. D. (2018). Retrieval potentiates new learning: A theoretical and meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 144(11), 1111–1146. <https://doi.org/10.1037/bul0000166>
- Clare, L. & Jones, R. S. (2008). Errorless learning in the rehabilitation of memory impairment: A critical review. *Neuropsychology Review*, 18, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11065-008-9051-4>
- Cyr, A. A. & Anderson, N. D. (2015). Mistakes as stepping stones: Effects of errors on episodic memory among younger and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41(3), 841–850. <https://doi.org/10.1037/xlm0000073>
- De Lima, N. K. & Jaeger, A. (2020). The effects of prequestions versus postquestions on memory retention in children. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(4), 555. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2020.08.005>
- Dempster, F. N. (1989). Spacing effects and their implications for theory and practice. *Educational Psychology Review*, 1(4), 309–330. <https://doi.org/10.1007/BF01320097>
- Duker, P. C. (1981). Prevention of incorrect responding for establishing instruction following behaviours. *Journal of Mental Deficiency Research*, 25(1), 25–32. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.1981.tb00090.x>
- Grimaldi, P. J. & Karpicke, J. D. (2012). When and why do retrieval attempts enhance subsequent encoding? *Memory & Cognition*, 40(4), 505–513. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0174-0>
- Hausman, H. & Rhodes, M. G. (2018). When pretesting fails to enhance learning concepts from reading texts. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(3), 331–346. <https://doi.org/10.1037/xap0000160>
- Hilaire, K. J. S. & Carpenter, S. K. (2020). Prequestions enhance learning, but only when they are remembered. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 26(4), 705–716. <https://doi.org/10.1037/xap0000296>
- Huelsen, B. J. & Metcalfe, J. (2012). Making related errors facilitates learning, but learners do not know it. *Memory & Cognition*, 40, 514–527. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0167-z>
- James, K. K. & Storm, B. C. (2019). Beyond the pretesting effect: What happens to the information that is not pretested? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 25(4), 576–587. <https://doi.org/10.1037/xap0000231>
- Kang, S. H., Pashler, H., Cepeda, N. J., Rohrer, D., Carpenter, S. K. & Mozer, M. C. (2011). Does incorrect guessing impair fact learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 48–59. <https://doi.org/10.1037/a0021977>
- Karpicke, J. D. (2017). Retrieval-based learning: A decade of progress. In J. H. Byrne (Ed.), *Cognitive psychology of memory, Vol. 2 of Learning and memory: A comprehensive reference* (pp. 1–26). Amsterdam: Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21055-9>
- Keel, M. C. & Gast, D. L. (1992). Small-group instruction for students with learning disabilities: Observational and incidental learning. *Exceptional Children*, 58(4), 357368. <https://doi.org/10.1177/001440299205800408>
- Kliegl, O., Bartl, J. & Bäuml, K.-H. T. (2023). The pretesting effect thrives in the presence of competing information. *Memory*, 31(5), 705–714. <https://doi.org/10.1080/09658211.2023.2190568>
- Kliegl, O., Bartl, J. & Bäuml, K.-H. T. (2024a). The pretesting effect comes to full fruition after prolonged retention interval. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 13, 63–70. <https://doi.org/10.1037/mac0000085>
- Kliegl, O., Bartl, J. & Bäuml, K.-H. T. (2024b). Repeated guessing attempts during acquisition can promote subsequent recall performance. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 30(2), 282–292. <https://doi.org/10.1037/xap0000493>
- Kliegl, O., Bartl, J. & Bäuml, K.-H. T. (2025). Making guesses during learning can be beneficial for older adults' memory. *Psychology & Aging*, 40(8), 902–912. <https://doi.org/10.1037/pag0000929>
- Kliegl, O. & Bäuml, K.-H. T. (2025). Interpolated pretesting can boost memory of related and distinct prose materials. *Psychological Research*, 89, 5. <https://doi.org/10.1007/s00426-024-02042-8>
- Knight, J. B., Ball, B. H., Brewer, G. A., DeWitt, M. R. & Marsh, R. L. (2012). Testing unsuccessfully: A specification of the underlying mechanisms supporting its influence on retention. *Journal of Memory and Language*, 66(4), 731–746. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2011.12.008>
- Kornell, N. (2014). Attempting to answer a meaningful question enhances subsequent learning even when feedback is delayed. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(1), 106–114. <https://doi.org/10.1037/a0033699>
- Kornell, N., Hays, M. J. & Bjork, R. A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 35(4), 989–998. <https://doi.org/10.1037/a0015729>
- Kornell, N. & Son, L. K. (2009). Learners' choices and beliefs about self-testing. *Memory*, 17(5), 493–501. <https://doi.org/10.1080/09658210902832915>
- Kornell, N. & Vaughn, K. E. (2016). How retrieval attempts affect learning: A review and synthesis. *Psychology of Learning and Motivation*, 65, 183–215. <https://doi.org/10.1016/bs.plm.2016.03.003>
- Latimier, A., Riegert, A., Peyre, H., Ly, S. T., Casati, R. & Ramus, F. (2019). Does pre-testing promote better retention than post-testing? *NPJ Science of Learning*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0053-1>
- Overoye, A. L., James, K. K. & Storm, B. C. (2021). A little can go a long way: Giving learners some context can enhance the benefits of pretesting. *Memory*, 29(9), 1206–1215. <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1974048>
- Pan, S. C. & Carpenter, S. K. (2023). Prequestioning and pretesting effects: A review of empirical research, theoretical perspectives, and implications for educational practice. *Educational Psychology Review*, 35(4), 97. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09814-5>
- Pan, S. C. & Rivers, M. L. (2023). Metacognitive awareness of the pretesting effect improves with self-regulation support. *Memory & Cognition*, 51(6), 1461–1480. <https://doi.org/10.3758/s13421-022-01392-1>
- Pan, S. C., Sana, F., Schmitt, A. G. & Bjork, E. L. (2020). Pretesting reduces mind wandering and enhances learning during online lectures. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(4), 542–554. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2020.07.004>
- Pan, S. C. & Sana, F. (2021). Pretesting versus posttesting: Comparing the pedagogical benefits of errorful generation and re-

- trieval practice. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 27(2), 237–257.
- Pashler, H., Bain, P. M., Bottge, B. A., Graesser, A., Koedinger, K., McDaniel, M. & Metcalfe, J. (2007). *Organizing instruction and study to improve student learning*. National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. <https://doi.org/10.1037/e607972011-001>
- Potts, R., Davies, G. & Shanks, D. R. (2019). The benefit of generating errors during learning: What is the locus of the effect? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(6), 1023. <https://doi.org/10.1037/xlm0000637>
- Potts, R. & Shanks, D. R. (2014). The benefit of generating errors during learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(2), 644–667. <https://doi.org/10.1037/a0033194>
- Raaijmakers, J. G. & Shiffrin, R. M. (1981). Search of associative memory. *Psychological Review*, 88(2), 93–134. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.2.93>
- Richland, L. E., Kornell, N. & Kao, L. S. (2009). The pretesting effect: Do unsuccessful retrieval attempts enhance learning? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 15(3), 243–257. <https://doi.org/10.1037/a0016496>
- Rummer, R. (2021). Der Testungseffekt beim Lernen mit Texten: Ein Beispiel für das schwierige Verhältnis zwischen Grundlagenforschung und Anwendung. *Psychologische Rundschau*, 72, 259–272. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000518>
- Sana, F. & Carpenter, S. K. (2023). Broader benefits of the pretesting effect: Placement matters. *Psychonomic Bulletin and Review*, 30(5), 1908–1916. <https://doi.org/10.3758/s13423-023-02274-6>
- Seabrooke, T., Mitchell, C. J., Wills, A. J., Inkster, A. B. & Hollins, T. J. (2022). The benefits of impossible tests: Assessing the role of error-correction in the pretesting effect. *Memory & Cognition*, 50(2), 296–311. <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01218-6>
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Siler, J. (2017). *The Effect of Generating Errors on Subsequent Learning and Generalization* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign).
- Soderstrom, N. C. & Bjork, E. L. (2023). Pretesting enhances learning in the classroom. *Educational Psychology Review*, 35(3), 88. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09805-6>
- Soderstrom, N. C. & Bjork, R. A. (2015). Learning versus performance: An integrative review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176–199. <https://doi.org/10.1177/1745691615569000>
- St. Hilaire, K. J. & Carpenter, S. K. (2020). Prequestions enhance learning, but only when they are remembered. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 26(4), 705–716. <https://doi.org/10.1037/xap0000296>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Tempel, T. & Pastötter, B. (2021). Abrufeffekte im Gedächtnis: Ein Überblick zur aktuellen Grundlagenforschung. *Psychologische Rundschau*, 72(4), 249–258. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000517>
- Toftness, A. R., Carpenter, S. K., Lauber, S. & Mickes, L. (2018). The limited effects of prequestions on learning from authentic lecture videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(3), 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2018.06.003>
- Vaughn, K. E. & Rawson, K. A. (2012). When is guessing incorrectly better than studying for enhancing memory? *Psychonomic Bulletin & Review*, 19, 899–905. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0276-0>
- Watkins, O. C. & Watkins, M. J. (1975). Buildup of proactive inhibition as a cue-overload effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1(4), 442–452. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.1.4.442>
- Wilson, B. A., Baddeley, A., Evans, J. J. & Shiel, A. (1994). Errorless learning in the rehabilitation of memory impaired people. *Neuropsychological Rehabilitation*, 4(3), 307–326.
- Wooldridge, C. L., Bugg, J. M., McDaniel, M. A. & Liu, Y. (2014). The testing effect with authentic educational materials: A cautionary note. *Journal of Applied Research in Memory & Cognition*, 3, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2014.07.001>
- Yan, V. X., Rea, S. D. & Sana, F. (2025). The pretesting effect is robust throughout adulthood, but metacognitive beliefs about pretesting and challenge differ. *Learning and Individual Differences*, 120, 102683. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102683>
- Zawadzka, K. & Hanczakowski, M. (2019). Two routes to memory benefits of guessing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(10), 1748–1760. <https://doi.org/10.1037/xlm0000676>

Onlineveröffentlichung: 11.03.2026

Förderung

Open Access-Veröffentlichung ermöglicht durch die Universitätsbibliothek Regensburg.

PD Dr. Oliver Kliegl

Universität Regensburg
Institut für Psychologie
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg
Deutschland
Oliver.Kliegl@ur.de