

Apps für Kindergartenkinder: Lernen oder Aufmerksamkeitsraub? – Anforderungen an Lernapps aus kognitionspsychologischer Perspektive

Anne-Kristin Cordes, Franziska Egert, Fabienne Hartig

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Frage, wie Lernapps für Kinder in der frühen Kindheit gestaltet werden müssen, um Lernprozesse zu ermöglichen. Dazu wird multimediales und digitales Lernen aus kognitionspsychologischer Sicht beleuchtet. Theoretische Modelle legen nahe, dass die Verarbeitung neuer Informationen im Arbeitsgedächtnis über zwei Kanäle erfolgt, einen akustischen und einen visuellen Kanal. Doch sind die Verarbeitungsressourcen des Arbeitsgedächtnisses begrenzt: Neben der Verarbeitung relevanter neuer Informationen und der Integration neuen und bereits gespeicherten Wissens werden Ressourcen – je nach Aufmerksamkeitslenkung – durch die Verarbeitung irrelevanter Reize oder durch die Inhibition dieser Reize gebunden. Diese und weitergehende theoretische Annahmen bestätigen sich in empirischen Studien zu multimedialem Lernen. Daraus lassen sich Hinweise ableiten, welche Anforderungen Lernapps erfüllen sollten, um den Lernprozess zu ermöglichen und zu unterstützen. So reduziert sich die Beanspruchung des Arbeitsgedächtnisses durch das Weglassen irrelevanter Informationen und gleichkanaliger Redundanzen sowie die Beschränkung auf nur wenige Wahlmöglichkeiten. Erleichtert wird das Lernen (komplexer Inhalte) zudem durch die Hervorhebung essentieller Informationen, Vorentlastung und die parallele Darbietung gleicher Informationen über beide Verarbeitungskanäle. Die Berücksichtigung und Verbreitung dieses kognitionspsychologischen Wissens im Bereich der (Medien-) Pädagogik wie auch der App-Entwicklung/ Informatik birgt die Chance, kindliche Lernprozesse durch die Entwicklung und den Einsatz adäquater digitaler Medien zu ermöglichen und optimal zu unterstützen.

Schlagwörter: Apps, Review, Kognition, frühe Kindheit, Lerntheorie

Apps for children in early childhood: Learning opportunities or attention-absorbing waste of time? – Requirements for educational apps from a cognitive science perspective

Abstract

The present paper addresses the question how educational apps need to be constructed in order to support learning processes in early childhood. To this end multimedia and digital learning are examined from a cognitive science perspective. Theoretical frameworks suggest that information is processed via two channels in working memory, an auditory and a visual channel. But processing capacities are limited: Essential processing of new information and generative processing integrating new and previously stored knowledge are hampered by resources being deployed to non-essential processing of irrelevant information or the inhibition of such information – contingent to attention control. These and further theoretic-

cal assumptions are supported by empirical data. Research findings imply that educational apps should meet certain criteria in order to facilitate and support learning processes: Working memory load needs to be reduced by the omission of irrelevant information and same-channel redundancies as well as by limiting the number of available options. Learning (of complex content) is facilitated by emphasizing essential information, pre-presentation of crucial information and parallel presentation of the same content via both processing channels. Incorporating and spreading these insights from cognitive and learning sciences in the fields of education and app development/information technology has the potential to facilitate and support children's learning processes.

Keywords: Applications, review, early childhood, cognition, learning theory

1 Aufwachsen im digitalen Zeitalter

Im Rahmen der zunehmenden Digitalisierung wird auch die Nutzung digitaler Medien im frühen Kindesalter verstärkt in den Blick genommen. Die Positionen in der gesellschaftlichen Debatte liegen teilweise weit auseinander. Die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung empfiehlt keine Mediennutzung für Kinder unter drei Jahren und maximal 30 Minuten für 3- bis 6-Jährige (*Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung* 2019). Auch der Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte legt Familien einen achtsamen Umgang mit Bildschirmmedien nahe (*Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte* 2018) und berichtet, dass 70 Prozent der Kinder im Kindergartenalter elterliche Smartphones länger als 30 Minuten pro Tag nutzen (*Riedel/Büsching/Brand* 2016). Gleichzeitig messen Expertengruppen, Eltern und Bildungspolitik der Entwicklung der Medienkompetenz von Kindern einen hohen Stellenwert bei (*Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte* 2018; *Jugendministerkonferenz/Kultusministerkonferenz* 2004; *Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest* 2015). In diesem Sinne wurden Medien- und informatische Bildung im frühkindlichen Bildungsbereich bereits 2004 im Bildungsauftrag von Kindertageseinrichtungen (*Jugendministerkonferenz/Kultusministerkonferenz* 2004) und 2012 in der Fachkraftausbildung (*Kultusministerkonferenz* 2012) verankert. Die medienpädagogisch fundierte Nutzung digitaler Medien in Kindertageseinrichtungen nimmt entsprechend zu (*Reichert-Garschhammer/Becker-Stoll* in Vorbereitung; *Roboom* 2019).

Gegenwärtig sind nahezu alle Familien mit Smartphones ausgestattet (9 von 10), 38 Prozent der Familien verfügen zusätzlich über ein Tablet (*Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest* 2015, 2018). Dabei ist der Zugang zu digitalen Medien und Devices unabhängig vom sozioökonomischen Status der Eltern (*Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet* 2015). Sogenannte „Lernapps“ sind bei höher gebildeten Eltern stärker verbreitet (ebd.), vermutlich da ihnen im Vergleich zu Unterhaltungs- und Spieleapps ein pädagogischer Nutzen zugeschrieben wird. Anfang 2020 waren im App Store über 362.000 Apps (*Rabe* 2020) in der Kategorie Bildung verfügbar. Über die Hälfte der Bildungsapps, die bei Apple oder Google auf dem Markt sind, richten sich an Kinder unter fünf Jahren (*Callaghan/Reich* 2018; *Vaala/Ly/Levine* 2015). Die Einordnung in die Kategorie „Bildung“ durch die Anbieter ist mit höheren Kosten für den Kauf von Apps verbunden (*Shuler* 2012) und suggeriert, dass die Apps sinnvoll sind. Doch gerät leicht aus dem Blick, dass die Kategorisierung als „Bildung“ und das Thema allein – z. B. Buchstaben oder Zahlen – noch keinen Lernprozess sicherstellen. Bildungsapplikationen und sogenannte Edutainment-Apps versprechen dem Nutzer oder der Nutzerin, sich auf unterhaltsame und spielerische Weise neues Wissen anzueignen. Doch oftmals ist es nur

eine schmale Gratwanderung zwischen tatsächlichem Lernen und purer Unterhaltung (Sleegers/Pohlmann 2005). Durch das Ansprechen aller Wahrnehmungskanäle (u.a. auditiv, visuell, haptisch), die Verwendung unterschiedlicher Präsentationsformen (Bild, Ton, Text) und interaktiver Elemente gepaart mit Handlungsanforderungen kann das Kind motiviert werden, „on-app“ zu bleiben. Denn die vielfältigen technischen Möglichkeiten der App-Programmierung ermöglichen dies. Doch finden dabei lern- und kognitionspsychologische Theorien oder Erkenntnisse der vergangenen Jahrzehnte nur wenig Berücksichtigung (Hirsh-Pasek u.a. 2015). Der Lernprozess selbst und die den Lernprozess unterstützende Aufbereitung und Darbietung der Inhalte kann somit leicht in den Hintergrund geraten; wohingegen die möglichst lang andauernde Beschäftigung des Kindes mit der App (z.B. aufgrund dahinterstehender wirtschaftlicher Interessen) das vorrangige Ziel werden kann.

Den Blick auf Apps für Kinder im frühen Kindesalter zu richten, ist aus einer Reihe von Gründen relevant und notwendig: Durch die gute Ausstattung von Familien mit Smartphones und Tablets ist die Verfügbarkeit der Hardware für nahezu alle Kinder gegeben (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2018). Zudem ist mit einer Fülle an Apps die passende Software für diese junge Altersgruppe vorhanden. Gleichzeitig bringen Tablets und Smartphones eine intuitive Bedienbarkeit mit, die sich schon Kinder leicht aneignen können (Hirsh-Pasek u.a. 2015). Im Fokus dieses Artikels stehen Lernapps/Bildungsapps. Darunter verstehen wir Apps, die das vorrangige Ziel verfolgen, kognitive oder schulrelevante Fähigkeiten von Kindergartenkindern zu fördern. Dieser Fokus ergibt sich aus Befunden zum hohen Stellenwert der frühen Förderung relevanter Basis- und Vorläuferfähigkeiten (u.a. Sprache und Schriftsprache) für die Bildungslaufbahn von Kindern (Ehri u.a. 2001; Hoff 2013).

Abzugrenzen sind Lernapps von *Game-Based Learning*. Mit dem Oxymoron *Serious Games* werden digitale Spiele, Simulationen und Ähnliches bezeichnet, deren Zweck über reine Unterhaltung, Spielvergnügen und Spaß hinausgeht (Michael/Chen 2005), und die zudem behaviorale, kognitive, soziale oder emotionale Inhalte zu vermitteln anstreben¹ (Ma u.a. 2011). Eine Vielzahl von Spielelementen² wird in eine realitätsnahe Lernumgebung eingeführt, um ein möglichst flow-artiges Spielerlebnis zu ermöglichen (Dörner u.a. 2016) und einen Lernprozess anzustoßen. Aufgrund ihrer Komplexität richten sich Serious Games vorwiegend an Kinder ab dem Schulalter und Erwachsene (Breuer 2010). Im Gegensatz dazu stehen bei Bildungsapps kognitive Lernoutcomes und der Lernprozess (vgl. Definition „Lernen“ in Abschnitt 2) im Vordergrund. Eventuell enthaltenen Spielelementen kommt nur eine untergeordnete Rolle im Dienste des Lernprozesses zu, das Vorhandensein eines Spielkontextes ist nicht erforderlich (z.B. E-Book-Apps). Lernapps sollen der Wissensdarbietung und -vermittlung und dem Fertigaufbau dienen.

Es stellt sich nun die Frage, über welche Lernpotentiale Applikationen für Kindergartenkinder bei unterstützender Nutzung technischer Umsetzungsmöglichkeiten verfügen. Zur Annäherung an diese Fragestellung beschäftigt sich der Beitrag damit, wie multimediales und digitales Lernen aus kognitionspsychologischer Sicht vonstattengeht. Dabei wird näher auf (a) Informationsverarbeitungsprozesse, (b) den Zusammenhang von kognitiven Kapazitäten und digitalem Lernmaterial sowie (c) die Aufmerksamkeitsteuerung als übergeordnetes Merkmal des multimedialen Lernprozesses eingegangen. Auf Basis aktueller empirischer lernpsychologischer Erkenntnisse wird herausgearbeitet, welche Anforderungen an Bildungsapps gestellt werden sollten. Abschließend wird die Rolle weiterer lernpsychologischer Faktoren bei der Lernapp-Nutzung kurz angesprochen.

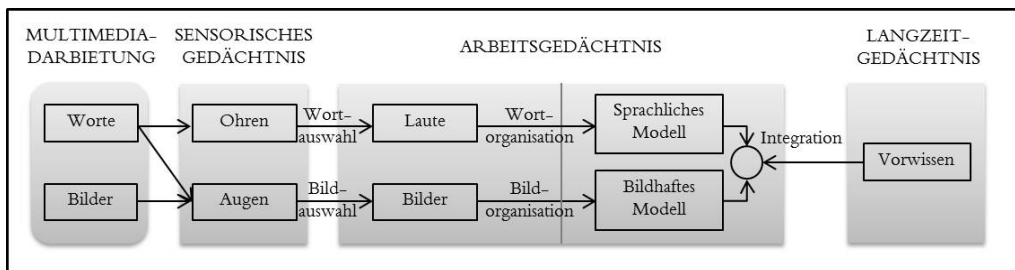
2 Lernen mit digitalen Materialien aus kognitionspsychologischer Sicht

Um der Frage nachzugehen, was sich bei der Nutzung von Lernapps „im Kopf“ der Kinder abspielt, ist es notwendig zu verstehen, wie „Lernen“ definiert wird und welche kognitiven Prozesse³ dazu zählen.

2.1 Informationsverarbeitung

Sowohl nach den frühen Informationsverarbeitungstheorien (Atkinson/Shiffrin 1968) als auch in konstruktivistischen Ansätzen wird *Lernen als innerer Prozess des Verstehens und Erinnerns von Informationen* verstanden bzw. als *Entwicklung eines tiefgehenden Verständnisses für das Lernmaterial* (Mayer/Wittrock 1996). Es geht darum, relevante Aspekte des Lernmaterials, auf die die Aufmerksamkeit gerichtet wird, mental unter Einbezug von Vorwissen in Form einer kognitiven Struktur zu organisieren und zu repräsentieren. Dazu fließen Informationen zwischen sensorischem Register, Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis, wie die *Kognitive Theorie multimedialen Lernens* (Mayer 2005) in Abbildung 1 in Bezug auf Multimedia-Input veranschaulicht.

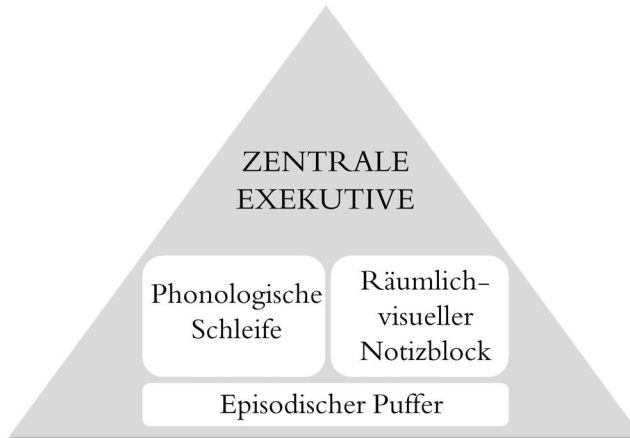
Abbildung 1: Kognitive Theorie multimedialen Lernens (nach Mayer 2005, S. 37).



Man geht davon aus, dass auditive und visuelle Reize über zwei getrennte Kanäle wahrgenommen und verarbeitet werden – über das sprachlich-klangliche (*phonologische Schleife*) oder das räumlich-visuelle System (*räumlich-visueller Notizblock*) (Baddeley 2012; Paivio 1986). In der Abbildung sind diese beiden Systeme durch die zwei Zeilen dargestellt. Die Spalten spiegeln die Art des Inputs bzw. der Wissensrepräsentation wieder. Pfeile stehen für kognitive Verarbeitung. Worte und Bilder, die dem lernenden Kind dargeboten werden, gelangen über Ohren oder Augen in das sensorische Gedächtnis. Dieses verfügt über sehr große Speicherkapazitäten und enkodiert zunächst alle Reize als Informationen. Allerdings können diese Wahrnehmungen nur sehr kurz (bis zu drei Sekunden) im sensorischen Speicher gehalten werden (Ehm/Lonnemann/Hasselhorn 2017). Die *zentrale Exekutive* übernimmt die Steuerung der Prozesse im Arbeitsgedächtnis. Sie organisiert und kontrolliert die Aufmerksamkeitslenkung. Richtet das Kind seine Aufmerksamkeit auf bestimmte Laute oder Bilder, so werden diese vorübergehend im Arbeitsgedächtnis repräsentiert: Laute in der sogenannten phonologischen Schleife, Bilder im räumlich-visuellen Notizblock. Daneben wird im Arbeitsgedächtnis ein als *episodischer Puffer* bezeichnetes System postuliert, das Speicherkapazitäten für die Integration von Inhalten aus verschiedenen Modalitäten so-

wie dem Langzeitgedächtnis bereitstellt (siehe Abbildung 2). Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses ist jedoch begrenzt (*Baddeley 1992; Sweller 1994*).

Abbildung 2: Modell des Arbeitsgedächtnisses



Die aktive Bearbeitung und Verarbeitung von Lerninhalten im Arbeitsgedächtnis stellt den zentralen Kern des Lernprozesses dar (*Baddeley 1992, 2012; Mayer 2002; Wittrock 1989*). Inhalte werden dabei zueinander und zu bereits im Langzeitgedächtnis abgespeichertem Wissen in Beziehung gesetzt. Man unterscheidet Automatisierungsprozesse (z.B. das reine Auswendiglernen) von Schematisierungsprozessen, die die tiefergehende Verarbeitung und Organisation von Inhalten umfassen (*Sweller 1994*). Bei Automatisierungsprozessen können die einzelnen Elemente sequentiell verarbeitet und abgespeichert werden (z.B. beim Benennen von Objekten, eins nach dem anderen). Bei der tiefergehenden Schematisierung müssen neben den beteiligten inhaltlichen Elementen auch die Zusammenhänge zwischen ihnen zur gleichen Zeit im Arbeitsgedächtnis repräsentiert werden (z.B. beim Verstehen von Kausalzusammenhängen: Was steht wozu in welchem Verhältnis?) (*Sweller 1994*). Sie ist an die Komplexität des Lerninhalts gebunden und erfordert größere Verarbeitungsressourcen. Die erarbeiteten Inhalte werden als Propositionen, Schemata oder Skripte im Langzeitgedächtnis, das nahezu über unbegrenzte Kapazität verfügt, dauerhaft gespeichert. Propositionen sind die kleinsten Speichereinheiten, die ein Element und zugehörige Aspekte umfassen. Schemata strukturieren eine sonst unübersichtliche Menge an Informationen und speichern verallgemeinertes Wissen oder Erfahrungen für den Transfer. Skripte sind komplexe Schemata, die aus mehreren Handlungsmustern oder aufeinanderfolgenden Ereignisabfolgen bestehen (*Schank/Abelson 1977*). Wissensrepräsentationen in Form von Propositionen, Schemata und Skripten sind als Knoten in ein riesiges Wissens- und Erfahrungsnetzwerk eingebunden und so miteinander verknüpft. Aktiviert wird jeweils, womit man sich gerade beschäftigt – was sich gerade im Arbeitsgedächtnis befindet (*Collins/Loftus 1975*). Die Aktivierung verbreitet sich jedoch auch auf umliegende inhaltlich ähnlich Gedächtnisinhalte, wodurch Lernen ermöglicht wird.

Doch zurück zum Kern des Lernprozesses und der Frage, welche Verarbeitungsprozesse das Lernen umfasst. Eng verbunden mit der *Cognitive Load Theory* (*Chandler/*

Sweller 1991; Mayer/Moreno 2003; Mayer/Wittrock 1996; Sweller 1994) aber mit Fokus auf die Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis unterscheidet Mayer (2014) *Essential Processing*, *Incidental Processing* und *Generative Processing*. Die essentielle Verarbeitung (*Essential Processing*) umfasst die Auswahl und Organisation von relevantem akustischen und visuellen Input im Arbeitsgedächtnis und ist von der Komplexität des Lerninhalts abhängig. Die nebensächliche Verarbeitung (*Incidental Processing*) dient der Verarbeitung irrelevanter Informationen. Zur generativen Verarbeitung (*Generative Processing*) gehören die Reorganisation des Materials und die Integration von neuem und bereits im Langzeitgedächtnis gespeichertem Wissen. Werden mehr Ressourcen in einem der Verarbeitungsbereiche eingesetzt, so stehen auf Grund der begrenzten Kapazitäten weniger für die übrigen zur Verfügung.

2.2 Kognitive Kapazitäten

Die erforderlichen Ressourcen für essentielle und generative Verarbeitung hängen von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehört zunächst die *Komplexität des Lernmaterials*. Bei Speicher- und Automatisierungsprozessen (z.B. Auswendiglernen) ist sie niedriger, denn alle Elemente können ohne wechselseitige Bezugnahme nacheinander behandelt werden wie beim Benennen. Bei Verstehensprozessen sind größere Verarbeitungsressourcen nötig, da alle Elemente und die Zusammenhänge zwischen ihnen gleichzeitig verarbeitet werden müssen. An dieser Stelle kommt das einzelne lernende Kind ins Spiel. Verfügt es bereits über kognitive Strukturen, die Elemente und ihr Zusammenspiel integrieren, so kann es neue Informationen deutlich schneller und ohne hohe Verarbeitungskosten in vorhandene Schemata oder Skripte integrieren, z.B. einen neuen Kausalzusammenhang erkennen, weil es den Wirkmechanismus von Ursache und Wirkung bereits kennt. Das Kind ist dann bereits *Experte*. Ihm gegenüber steht ein *Novize*, der den jeweiligen Lerninhalt noch nicht in seiner Gesamtheit erfassen kann und deutlich mehr kognitive Ressourcen in den Verarbeitungsprozess investieren muss.

2.3 Aufmerksamkeitssteuerung

Eine große Rolle spielt die Fähigkeit zur *Aufmerksamkeits- und Verhaltenssteuerung*, die das Kind mitbringt. Diese ist in der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses verortet. Die Exekutive lässt sich nach Miyake u.a. (2000) in drei Komponenten unterteilen: 1. die *Inhibition*, die der Unterdrückung von dominanten und vorschnellen Reaktionen dient, 2. das *Updating*, das die im Arbeitsgedächtnis befindlichen Repräsentationen laufend aktualisiert und diesen Vorgang überwacht, und 3. das *Shifting*, das das flexible Umschalten zwischen verschiedenen Aufgaben und Aufmerksamkeitsfokussen ermöglicht. Die drei Komponenten greifen im Alltag ineinander und doch spielt jede für sich genommen eine große Rolle im Lernprozess. Die Inhibition ermöglicht ein kurzes Innehalten im Verarbeitungsprozess, um vorschnelle Handlungen und Schlussfolgerungen zu vermeiden. Das Updating ist bedeutsam, weil im Verarbeitungsprozess stets mehrere Informationen bereitgehalten werden müssen, um inhaltliche Verknüpfungen überhaupt zu ermöglichen. Das Shifting ist Voraussetzung dafür, dass Lernende zwischen unterschiedlichen Anforderungen einer Aufgabe oder einer Handlung hin- und herwechseln können.

3 Befunde zu den Potenzialen digitaler Lernmittel und der Gefahr kognitiver Überlastung

Die Aufmerksamkeitssteuerung und Darbietung der Lerninhalte sind für die nebensächliche Verarbeitung von Bedeutung. Bietet die Lernumgebung eine große Anzahl irrelevanter Reize an, so binden diese zwangsläufig einen Teil der Ressourcen für nebensächliche Verarbeitung. Denn entweder benötigt das Kind Ressourcen, um die Aufmerksamkeitsrichtung auf diese Reize zu unterdrücken, oder aber es richtet seine Aufmerksamkeit auf sie, was nebensächliche Verarbeitungsressourcen beansprucht, die nicht mehr für die essentielle und generative Verarbeitung zur Verfügung stehen. So kann es zu kognitiver Überforderung kommen.

3.1 Reizorientierung

In der frühen Kindheit ist das Aufmerksamkeitsnetzwerk noch stark reizgesteuert und reaktiv, die Inhibition fällt vielen Kindern noch schwer. Das Aufmerksamkeitsnetzwerk entwickelt sich im Verlauf zunehmend zu einem System, das der willentlichen Handlungskontrolle unterliegt und somit zu selbstreguliertem Verhalten beiträgt (*Ehm* u.a. 2017). Entsprechend ist die Aufmerksamkeit von Kindern im Kindergartenalter noch leicht ablenkbar, z.B. durch saliente Reize. Das bedeutet, dass es Kindern in diesem Alter nur schwer gelingt bei einer Lernaufgabe, Geschichte o. Ä. zu bleiben, wenn attraktive und spannende Dinge im Umfeld passieren. Kinder können eine Hinorientierung zu dem jeweiligen Reiz oder Ereignis noch nicht genügend hemmen, um mit ihrer Aufmerksamkeit beim Lerninhalt zu bleiben. Dies zeigt sich unter anderem in der Forschung zur Ablenkbarkeit durch aufgabenirrelevante Geräusche (*Wetzel* 2015). Noch Grundschulkinder werden durch solche Geräusche unwillkürlich abgelenkt und besonders Erstklässlern gelingt es danach nur langsam, ihre Aufmerksamkeit zurück auf die zuvor von ihnen bearbeitete Aufgabe zu richten. Instrumentelle Hintergrundmusik kann Kleinkindern das Lernen einer neuen Handlung erschweren (*Barr/Shuck/Salerno/Atkinson/Linebarger* 2010). Visuelle Reize haben ähnliche Effekte. So lassen sich Vorschulkinder beispielsweise von sehr üppigen Wanddekorationen im Gruppenraum leicht vom Lernprozess ablenken (*Fisher/Godwin/Seltman* 2014). Im Hintergrund laufende Fernseher lenken Kinder ebenfalls von ihrer Beschäftigung ab. Selbst wenn Kleinkinder nur wenige Sekunden im Spiel zum Fernseher aufschauen, verkürzt sich ihr Spiel und ihre Aufmerksamkeit auf ein Spielzeug erheblich (*Schmidt* u.a. 2008). Zusätzliche Funktionen des Lernmaterials können den Lernerfolg schmälern, da sie Aufmerksamkeitsressourcen binden. So fällt es Kindern schwerer, neue Wörter und Fakten beim Ansehen eines Buches mit Klappen und weiteren Funktionen (Möglichkeiten zum Hochziehen/Herunterschieben von Elementen u.Ä.) aufzunehmen verglichen mit einer schlichteren Version des gleichen Buches ohne solche Merkmale (*Tare* u.a. 2010). Weniger ist in diesem Fall mehr. Denn der Aufmerksamkeitsfokus ist eindeutiger, der Verarbeitungsaufwand geringer. Ähnlich lassen sich Ergebnisse von 3-Jährigen interpretieren, die E-Books mit Zusatzfunktionen⁴ betrachtet hatten und ein geringeres Verständnis der Geschichte aufwiesen als Gleichaltrige, die sich mit einer gedruckten Variante des Buches ohne Zusatzfunktionen beschäftigt hatten (*Parish-Morris* u.a. 2013). Eine Metaanalyse von E-Books ergab Belege dafür, dass in die Geschichte eingebettete, multimediale Elemente, die kongruent zum Inhalt der Geschichte

sind, der kindlichen Sprachentwicklung⁵ zuträglich sind, wohingegen sich weniger kongruente, interaktive Elemente wie Spiele, Hotspots oder Puzzles insbesondere bei jüngeren Kindergartenkindern nachteilig auswirken (*Takacs/Swart/Bus* 2015). Dies liegt vermutlich darin begründet, dass Kinder die interaktiven Elemente selbst bedienen und so auch während der Geschichte nutzen, obwohl sie inhaltlich nicht direkt mit der fortschreitenden Geschichte verbunden waren. Dazu wurden Aufmerksamkeits- und Verarbeitungsressourcen aufgewandt, die nicht auf die Geschichte selbst gerichtet werden konnten.

3.2 Auswahloptionen

Auch die schiere Anzahl an Auswahlmöglichkeiten beansprucht die zur Verfügung stehenden Kapazitäten des Arbeitsgedächtnisses und kann so zum Hindernis werden. Die Auswahl des relevanten Lernmaterials wird erschwert, Verarbeitungsressourcen müssen sowohl in die Auswahl als auch in die Hemmung der Auseinandersetzung mit nicht-gewählten Alternativen fließen (*Beck/Robinson/Carroll/Apperly* 2006; *Connolly/Zeelenberg* 2002). So fand *Maimaran* (2017), dass 4- bis 5-Jährige eine größere Anzahl an Optionen (Auswahl aus sechs oder sieben Bilderbüchern/Spielen) einer kleineren (Auswahl aus zwei Bilderbüchern/Spielen) zwar vorziehen, für die Entscheidungsfindung jedoch erheblich länger benötigen und sich anschließend nur kürzer mit der ausgewählten Option beschäftigen. Umgekehrt können sie sich bei nur zwei Optionen schneller entscheiden und beschäftigen sich länger mit der ausgewählten Option. Ressourcen der Aufmerksamkeitskontrolle und ggf. nebensächlichen Verarbeitung werden bei einer Vielzahl von Optionen unnötig beansprucht. Ähnlich verhält es sich beim multimedialen Lernen. Positive Effekte einer Software zur Stärkung der phonologischen Bewusstheit blieben aus, wenn Kinder Schwierigkeiten bei der Hemmung von Handlungsalternativen hatten – diese Kinder klickten unkontrolliert mit der Maus umher (*Kegel/van der Kooy-Hofland/Bus* 2009).

3.3 Parallele Darbietung von Informationen

Verbunden mit der Inhibition sind auch Befunde, die gegen eine parallele Darbietung verschiedener Informationen über den gleichen Wahrnehmungskanal sprechen. So kann die parallele Darbietung mehrerer akustischer Reize oder mehrerer visueller Reize Kinder überfordern, da sie einen Teil der Reize ausblenden, also inhibieren, müssen. Selbst erwachsene Lernende haben Schwierigkeiten, gleichzeitig einen geschriebenen Text und ein Schaubild zu verarbeiten (*Mayer/Heiser/Lonn* 2001). In diesem Sinne können Hintergrundmusik und -geräusche parallel zur ebenfalls akustisch dargebotenen Geschichte in einer E-Book-App ungünstig wirken: So zeigte sich, dass das Verständnis einer Geschichte durch Hintergrundmusik und -geräusche nicht unterstützt werden konnte und das Lernen neuer Wörter dadurch sogar erschwert wurde (*Sarı/Başal/Takacs/Bus* 2019). Dies galt besonders für Risikokinder sowie für das Lernen schwieriger Wörter, die volle Aufmerksamkeit und somit mehr Ressourcen benötigten (*Takacs u.a.* 2015).

Als günstig hat sich erwiesen, den gleichen Inhalt unter Berücksichtigung hoher zeitlicher Kontiguität sowohl über den auditiven als auch über den visuellen Kanal darzubieten, z.B. verbessert sich das Verständnis einer Geschichte bei Kindern, die eine Bilderbuch-App nutzen, wenn Bild bzw. Animation und auditiv eingelesenes Wort in engem zeitlichem Zusammenhang dargeboten werden (*Altun* 2018; *Sarı u.a.* 2019). Die Anima-

tion der relevanten Information im Einklang mit dem akustisch dargebotenen Text erleichtert die Verarbeitung und verbessert das Verständnis, wohingegen Animation irrelevanter Aspekte unnötige Aufmerksamkeitsressourcen bindet und so das Verständnis – gerade bei anspruchsvollen Inhalten – beeinträchtigt.

4 Kognitionspsychologische Empfehlungen zur Konzeption von Lernapps

Aus dem entwickelten Verständnis für Lernen, insbesondere aus der Kognitiven Theorie multimedialen Lernens, den einzelnen Verarbeitungsprozessen im Arbeitsgedächtnis, die sich begrenzte Ressourcen teilen müssen, und der Idee der zentralen Exekutive, die Aufmerksamkeit und Verhalten steuert und kontrolliert, lässt sich ableiten, wie die Informationsaufnahme durch die Erleichterung der Aufmerksamkeitssteuerung und ohne Überbeanspruchung kognitiver Ressourcen gefördert werden kann. Durch die Berücksichtigung der vorgestellten Prinzipien bei der App-Konzeption kann die möglichst intensive Beschäftigung der Kinder mit einem festgelegten Lernziel unterstützt werden. Tabelle 1 gibt verschiedene Möglichkeiten wieder, wie die Verarbeitungsressourcen des Arbeitsgedächtnisses – insbesondere bei tiefergehenden Verarbeitungsprozessen – geschont werden können.

Tabelle 1: Entlastung der notwendigen Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses

Technik	Beschreibung
<i>Kohärenz</i>	Weglassen irrelevanter Informationen/ Materialien
<i>Gleichkanalige Redundanzen</i>	Vermeidung von Redundanzen in der Informationsdarbietung über den gleichen Kanal
<i>Zweikanalige, temporale Kontiguität</i>	Parallele Darbietung gleicher Informationen über beide Wahrnehmungskanäle
<i>Hervorhebung</i>	Hervorhebung essentieller Informationen
<i>Wahlmöglichkeiten</i>	Einschränkung der Wahlmöglichkeiten auf Minimum
<i>Vorentlastung/ Segmentierung</i>	Vorentlastung/ Unterteilung bei komplexen Inhalten

4.1 Kohärenz und Redundanz – Weniger ist mehr

Irrelevante Informationen, Materialien, Elemente und Funktionen sollten vermieden werden, da sie nahezu automatisch Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses beanspruchen – sei es in der essentiellen Verarbeitung bei der Auswahl relevanter Informationen, über die Beanspruchung der nebensächlichen Verarbeitung oder über die Hemmung ebendieser irrelevanten Reize. Gleichzeitig folgt aus dem Weglassen irrelevanter Inhalte fast unvermeidlich eine größere Kohärenz der dargebotenen Inhalte, was das Lernen somit in mehrfacher Hinsicht erleichtert. Daher gilt es Hintergrundgeräusche und -musik, Zusatzinformationen, Extravideos, Hotspots, Zusatzfunktionen oder andere Unterhaltungselemente möglichst bewusst einzusetzen und dann zu reduzieren, wenn sie für den Lernprozess irrelevant sind⁶. Werden solche Funktionen eingesetzt, sollten sie im Einklang zum Lernziel (z.B. Verstehen einer Geschichte, Verbesserung der phonologischen Bewusstheit) stehen. Der Nutzungszeitpunkt sollte ebenfalls auf das Lernziel abgestimmt sein. Unter diesen Voraussetzungen können positive Lerneffekte erzielt werden (Korat/Shamir 2008; Shamir/Korat/Fellah 2012).

Selbst bei der Darbietung ähnlicher Inhalte über den gleichen Kanal wird der Aufmerksamkeitsfokus für das lernende Kind uneindeutig und die Aufmerksamkeitssteuerung komplexer. Gleichkanalige inhaltliche Doppelungen sollten somit wie die Darbietung irrelevanter Inhalte aufgrund der begrenzten Ressourcen vermieden werden, insbesondere bei komplexen Lerninhalten und/ oder unerfahrenen Lernenden, d.h. immer wenn viele oder alle Ressourcen auf die Verarbeitung der Lerninhalte verwendet werden müssen (Mayer u.a. 2001).

4.2 Zweikanalige Kontiguität und Hervorhebung

Durch eine kongruente und zeitlich kontingente Darbietung gleicher Inhalte über unterschiedliche Modalitäten können Kinder hingegen profitieren. So können beispielsweise statische oder bewegte Bilder mit gesprochener Sprache verbunden werden. Durch Hervorhebung oder Signale kann zudem verdeutlicht werden, um welchen inhaltlichen Aspekt es gerade geht. So kann bei der gesprochenen Erklärung eines Modells visuell hervorgehoben werden, was gerade im Fokus steht. Auch wenn der Inhalt komplex ist oder sich das Beiwerk nicht entfernen lässt, können Signale und Hervorhebungen hilfreich für die Aufmerksamkeitslenkung sein. Es kann vereinfachend wirken, wichtige Schlagwörter (oder erste Wörter) in bildhafte Darstellungen zu integrieren und gleichzeitig in der Erklärung des Modells auditiv darzubieten. Darüber hinaus kann in Bilderbuch-Apps zur Verbesserung früher schriftsprachlicher Kompetenzen der Text, der von der App vorgelesen wird, visuell hervorgehoben werden (z.B. durch Einfärbung des vorgelesenen Wortes im Text oder eine mitlaufende farbliche Unterlegung des Textes), um so gesprochenes und geschriebenes Wort miteinander zu verknüpfen (Gong/Levy 2009).

4.3 Wahlmöglichkeiten

Die Anzahl der anklickbaren Optionen und App-Funktionen sollte niedrig gehalten werden. Dies kann dazu beitragen, dass Kinder am Lerninhalt bleiben, da weniger Ablenkungspotential vorhanden ist. Eine große Zahl an Funktionen, Hotspots und Optionen hält das Kind möglicherweise „on-app“, aber nicht „on-task“, also im Lernprozess, der den Aufmerksamkeitsfokus und tiefergehende Verarbeitung erfordert.

4.4 Vorentlastung und Segmentierung

Gerade bei komplexeren Inhalten bzw. Inhalten, die für das Kind eine kognitive Herausforderung darstellen (s. Abschnitt 5 zur Rolle von Kindfaktoren und der Lernbegleitung durch eine/n Erwachsene/n), empfiehlt es sich, eine Vorentlastung durchzuführen. Das Kind sollte zunächst mit den Elementen vertraut gemacht werden und erst dann nach und nach in die Zusammenhänge zwischen ihnen eingewiesen werden. Wenn die Hydraulik eines Baggers vermittelt werden soll, wird man für das Kind beispielsweise erst die relevanten Teile des Baggers und des hydraulischen Systems (Rohr, Schläuche, Flüssigkeit) benennen, um dann zu erklären, wie diese funktionieren und interagieren.

5 Lernpsychologische Faktoren beim Lernen mit Applikationen

Die diskutierten kognitionspsychologischen Faktoren der Aufmerksamkeitssteuerung, Informationsverarbeitung und kognitiven Kapazitäten liegen im Kind und entfalten sich im Zusammenspiel mit dem Darbietungsformat der Lerninhalte. Darüber hinaus sind sie eng mit weiteren Kindfaktoren wie Aktivierung, Motivation oder Interesse sowie mit Kontextfaktoren der Lernumgebung wie der Lernbegleitung oder der sozialen Interaktion verknüpft (vgl. *Hirsh-Pasek u.a. 2015* für eine umfassendere Darstellung lernpsychologischer Einflussfaktoren) und entfalten sich im Zusammenspiel mit dem Darbietungsformat der Lerninhalte.

So spielt über die Aufmerksamkeit hinaus die physische und kognitive *Aktivierung* des Kindes bei der Nutzung der Lernapp eine wichtige Rolle (*Hirsh-Pasek u.a. 2015*). Sie ähnelt der Handlungsdimension im medienpädagogischen Diskurs (*Aufenanger 1999*) und beschreibt die aktive und intensive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand, die über das passive Konsumieren deutlich hinausgeht. Aufgrund der daraus resultierenden tieferen Verarbeitung und höheren Lernerfolge ist eine möglichst hohe Aktivierung bei der App-Nutzung erstrebenswert (*Calvert/Strong/Gallagher 2005*). Die *Motivation* des Kindes, d.h. seine Wirksamkeits- und Ergebniserwartungen sowie die Wünschbarkeit eines angestrebten Ziels beeinflusst Ausdauer und Beharrlichkeit in der Beschäftigung mit dem Lerninhalt (*Krapp/Ryan 2002*) und somit auch mit der Lernapp. *Intrinsische* Motivation ist direkt damit verknüpft und wichtige Bedingung für anspruchsvolle Lernprozesse (*Schiefele/Schreyer 1994*). Der instrumentellen Funktion *extrinsisch* motivierter Handlungen kann in Lernapps durch die Darbietung von Feedback (u.a. sprachlich/nicht-sprachlich; haptisch/visuell/akustisch; scaffolded Feedback), gegebenenfalls in Verbindung mit der Verteilung von Rewards (Sterne/Punkte/Leben u.v.m.), entsprochen werden.

Der (medien-)pädagogischen Begleitung durch pädagogische Fachkräfte oder Eltern kommen mehrere Aufgaben und Rollen zu. Nach dem Aushandeln von Nutzungsregeln mit dem Kind (moralischer Aspekt) obliegt es der Lernbegleitung eine Bildungsapp auszuwählen (*Aufenanger/Gerlach/Brandt/Kuse 2005*), die passend für das jeweilige Lernziel, das Lernpotential des Kindes im Sinne von Vygotskys Zone der proximalen Entwicklung (*Vygotsky 1980*) und weitere Charakteristika von Kind und Lernumgebung ist. Bei der Einschätzung der Adäquatheit von Apps für ein avisiertes Ziel berichten viele Eltern von Schwierigkeiten aufgrund des umfangreichen, unübersichtlichen App-Markts (*McClure/Vaala/Toub 2017*). Weiter sollte die medienpädagogische Lernbegleitung einen Reflexionsaspekt umfassen, denn durch die Verdeutlichung des Lebensweltbezugs oder die Darstellung der Relevanz können Kinder neue Inhalte tiefer verarbeiten und leichter in bestehendes Wissen integrieren (*Aufenanger 1999; Pianta/LaParo/Hamre 2018*; vgl. *Mindful Learning* bei *Hirsh-Pasek u.a. 2015*). Die Lernbegleitung im Sinne des *Scaffolding* hin zu einem Lernziel bzw. der Zone der nächsten Entwicklung (*Vygotsky 1980*) kann entweder durch den/ die lernbegleitende/n Erwachsene/n oder durch die Applikation selbst erreicht werden (*Hirsh-Pasek u.a. 2015*). Scaffolding unterstützt das Kind durch ein strukturelles Gerüst sowie Anleitung und Denkanstöße dabei, eine Aufgabe eigenständig zu meistern. In Apps kann dies z.B. über unterstützende Hintergrundinformation, Feedback, wiederkehrende Strukturen, Hinweise, Kompetenzlevel oder bedacht ausgewählte, kongruente Multimediafunktionen erfolgen (*Hirsh-Pasek u.a. 2015; Takacs u.a. 2015*).

Lernen findet immer in sozialen Interaktionen statt (*Bronfenbrenner/Morris* 2006). Diese soziale Lernumgebung beschränkt sich beim App-Einsatz in der frühen Kindheit auf Interaktionen mit lernbegleitenden Erwachsenen oder Peers bei gemeinsamer App-Nutzung, da interaktive Funktionen wie Chats kaum vorhanden sind. Befunde zu möglichen Veränderungen von Interaktion und Kommunikation (*Aufenanger* 1999) bei gemeinsamer digitaler Mediennutzung sind bislang inkonsistent und reichen von Belegen für das vermehrte Vorkommen intensiver gemeinsamer Denkprozesse unter Vorschulkindern (*sustained shared thinking*, *Wild* 2011) bis zu Ergebnissen geringer sprachlicher Aktivität (*Moody/Justice/Cabell* 2010). Weniger intensive Interaktionen, ablenkende Multimediafunktionen oder vermehrte Meta-Kommunikation zur Organisation der gemeinsamen Nutzung werden als mögliche Gründe angeführt (*De Jong/Bus* 2003; *Korat/Or* 2010).

Wechselwirkungen zwischen diesen und weiteren lernpsychologischen Faktoren und allen App-Funktionen können den Lernprozess und die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand beeinflussen und sollten neben den kognitionspsychologischen Faktoren in der App-Konzeption mitgedacht werden.

6 Fazit

Wenn man Aufmerksamkeits- und Verarbeitungsprozesse in den Blick nimmt, wird deutlich, wie Applikationen das Lernen unterstützen können. Die dargestellten Prinzipien können in der vorgestellten Form auch im frühen Grundschulalter Anwendung finden, da die Lernvoraussetzungen von Erst- und Zweitklässlern nicht grundlegend anders sind als die etwas jüngerer Kinder (*Hirsh-Pasek* u.a. 2015). Dieser Artikel soll dazu beitragen, den notwendigen interdisziplinären Wissenstransfer anzuregen, damit lern- und kognitionspsychologisches Wissen in die App-Konzeption und technische App-Entwicklung einfließen kann.

Das vorrangige Ziel einer Bildungsapp sollte darin bestehen, dass Kinder sich möglichst fokussiert mit der Bearbeitung eines festgelegten Lernziels beschäftigen. Jede App-Funktion und Anklickmöglichkeit sollte dem Lernprozess daher dienlich und mit Bedacht in die App eingebunden sein. So kann das Kind darin unterstützt werden, seine Verarbeitungsressourcen in die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand zu investieren und „on-task“ zu bleiben. Ablenkendes wird dabei weitestmöglich reduziert. Der Einsatz von App-Funktionen um ihrer selbst willen und das Ausschöpfen aller technischen Möglichkeiten können zwar die Nutzungszeit der App durch Kinder verlängern, d.h. ein Kind möglichst lange „on-app“ halten. Doch ergibt sich der Erfolg des Lernprozesses nicht direkt aus der Länge der Beschäftigung mit einer App. Im Gegenteil ist anzunehmen, dass App-Funktionen, die nicht unterstützend zum Lernprozess beitragen, vom Lernziel ablenken und das Lernen somit womöglich sogar verhindern.

Dass keineswegs alle Lernapps belangloser Zeitvertreib und Aufmerksamkeitsraub sind, zeigen Studien bei denen unter anderem kognitive, schulrelevante Fähigkeiten durch sorgfältig ausgewählte und von Forschergruppen entwickelte Apps gefördert werden konnten (*Korat/Shamir* 2008; *Shamir* u.a. 2012; *Verhallen/Bus/de Jong* 2006). Gleich zwei Aspekte sprechen dafür, dieses Potential von Lernapps für das Lernen in der frühen Kindheit nicht ungenutzt zu lassen. Zum einen schreiten Digitalisierung und Mediatisierung fort, die Verbreitung digitaler Geräte nähert sich einer Vollausstattung an und zunehmend jüngere Kinder nutzen digitale Medien mehr und mehr (insbesondere in Zeiten

von Corona), was es drängender macht, sinnvolle Einsatzmöglichkeiten sicherzustellen. Zum anderen profitieren Kinder am meisten von einer möglichst frühzeitigen Förderung ihrer kognitiven Fähigkeiten (Ehri u.a. 2001; Hoff 2013). Zur Entwicklung und Konzeption von mehr effektiven und lernunterstützenden Bildungsapps, wird eine enge Kooperation von kognitions- und lernpsychologischer Forschung und Informationstechnologie/ Informatik angeregt. So könnten Apps in Zukunft noch gewinnbringender für die Lernunterstützung junger Kinder eingesetzt werden.

Anmerkungen

- 1 Abhängig davon, ob Lern- oder Spielelemente überwiegen, werden z.T. die Begriffe Game-Based Learning oder das ältere *Edutainment* (Education + Entertainment) vorgezogen (Connolly 2009; Hoblitz 2015; Ma/Oikonomou/Jain 2011). Serious Games gegenüber stehen *Entertainment Games* mit alleinigem Unterhaltungszweck (Dörner u.a. 2016).
- 2 Dahinter steht das Feld der Gamification Science, das sich mit der Wirkweise der Spielelemente im Spielkontext befasst (Landers u.a. 2018).
- 3 Dabei wird die Aufmerksamkeitssteuerung als übergeordnetes, organisierendes Element, die Kapazitäten als rahmend für die Verarbeitungsprozesse verstanden.
- 4 Die Autoren sprechen von mehreren Zusatzfunktionen einschließlich überraschender Funktionen („surprises“), die vermutlich aufmerksamkeitsbindend wirkten.
- 5 Zu den Kind-Outcomes zählten neu erworbener Wortschatz sowie das Verständnis der Geschichte.
- 6 Ein relevanter Reiz wäre beispielsweise Musik, die die Stimmung widerspiegelt, und gleichzeitig zu inhaltlich passenden visuellen Stimuli dargeboten wird. Ein irrelevanter Reiz wäre Musik z.B. dann, wenn sie keine neuen Informationen birgt. Zusätzliche Verarbeitungskapazitäten beanspruchen würde ebenfalls Musik, die gleichzeitig zur ebenfalls akustisch dargebotenen Hauptinformation (z.B. neuer Wortschatz) eingespielt wird.

Literatur

- Altun, D. (2018): The efficacy of multimedia stories in preschoolers' explicit and implicit story comprehension. *Early Childhood Education Journal*, 46, 6, S. 629-642.
<https://doi.org/10.1007/s10643-018-0916-8>
- Atkinson, R. C./Shiffrin, R. M. (1968): Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2, S. 89-195.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Aufenanger, S. (1999): Medienpädagogische Projekte – Zielstellungen und Aufgaben. In: Baacke, D. (Hrsg.): *Handbuch Medien: Medienkompetenz – Modelle und Projekte*. – Bonn, S. 94-99.
- Aufenanger, S./Gerlach, F./Brandt, A./Kuse, C. (2005): Vorschulkinder und Computer. Sozialisations-effekte und pädagogische Handlungsmöglichkeiten in Tageseinrichtungen für Kinder. – Hamburg/Mainz.
- Baddeley, A. (1992): Working memory. *Science*, 255, 5044, S. 556-559.
<https://doi.org/10.1126/science.1736359>
- Baddeley, A. (2012): Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, S. 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Barr, R./Shuck, L./Salerno, K./Atkinson, E./Linebarger, D. L. (2010): Music interferes with learning from television during infancy. *Infant and Child Development: An International Journal of Research and Practice*, 19, 3, S. 313-331. <https://doi.org/10.1002/icd.666>
- Beck, S. R./Robinson, E. J./Carroll, D. J./Apperly, I. A. (2006): Children's thinking about counterfactuals and future hypotheticals as possibilities. *Child Development*, 77, 2, S. 413-426.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00879.x>

- Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte* (2018): Pädiatrische Empfehlungen für Eltern zum achtsamen Bildschirmmediengebrauch.
- Breuer, J.* (2010): Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning. – Düsseldorf.
- Bronfenbrenner, U./Morris, P. A.* (2006): The Bioecological Model of Human Development. In: *Damon, R./Lerner, R. M.* (Hrsg.): Handbook of Child Psychology – Volume 1 Theoretical Models of Human Development. – New York. <https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0114>
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung* (2019): Digitale Medien mit Augenmaß nutzen.
- Callaghan, M. N./Reich, S. M.* (2018): Are educational preschool apps designed to teach? An analysis of the app market. *Learning, Media and Technology*, 43, 3, S. 280-293. <https://doi.org/10.1080/17439884.2018.1498355>
- Calvert, S. L./Strong, B. L./Gallagher, L.* (2005): Control as an engagement feature for young children's attention to and learning of computer content. *American Behavioral Scientist*, 48, 5, S. 578-589. <https://doi.org/10.1177/0002764204271507>
- Chandler, P./Sweller, J.* (1991): Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition Instruction*, 8, 4, S. 293-332. https://doi.org/10.1207/s1532690xc0804_2
- Collins, A. M./Loftus, E. F.* (1975): A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological review*, 82, 6, S. 407. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- Connolly, T.* (2009): Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices. Hershey. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-360-9>
- Connolly, T./Zeelenberg, M.* (2002): Regret in decision making. *Current directions in psychological science*, 11, 6, S. 212-216. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00203>
- De Jong, M. T./Bus, A. G.* (2003): How well suited are electronic books to supporting literacy? *Journal of Early Childhood Literacy*, 3, 2, S. 147-164. <https://doi.org/10.1177/14687984030032002>
- Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet* (2015): DIVSI U9-Studie Kinder in der digitalen Welt. – Hamburg.
- Dörner, R./Göbel, S./Effelsberg, W./Wiemeyer, J.* (2016): Serious Games. – Basel. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40612-1>
- Ehm, J.-H./Lonnemann, J./Hasselhorn, M.* (2017): Wie Kinder zwischen vier und acht Jahren lernen: Psychologische Erkenntnisse und Konsequenzen für die Praxis. – Stuttgart.
- Ehri, L. C./Nunes, S. R./Willows, D. M./Schuster, B. V./Yaghoub-Zadeh, Z./Shanahan, T.* (2001): Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading research quarterly*, 36, 3, S. 250-287.
- Fisher, A. V./Godwin, K. E./Seltman, H.* (2014): Visual environment, attention allocation, and learning in young children: When too much of a good thing may be bad. *Psychological science*, 25, 7, S. 1362-1370. <https://doi.org/10.1177/0956797614533801>
- Gong, Z./Levy, B. A.* (2009): Four year old children's acquisition of print knowledge during electronic storybook reading. *Reading and Writing*, 22, 8, S. 889-905. <https://doi.org/10.1007/s11145-008-9130-1>
- Hirsh-Pasek, K./Zosh, J. M./Golinkoff, R. M./Gray, J. H./Robb, M. B./Kaufman, J.* (2015): Putting education in "educational" apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16, 1, S. 3-34. <https://doi.org/10.1177/1529100615569721>
- Hoblitz, A.* (2015): Spielend Lernen im Flow: Die motivationale Wirkung von Serious Games im Schulunterricht. – Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11376-6>
- Hoff, E.* (2013): Interpreting the early language trajectories of children from low-SES and language minority homes: implications for closing achievement gaps. *Developmental psychology*, 49, 1, S. 4. <https://doi.org/10.1037/a0027238>
- Jugendministerkonferenz/Kultusministerkonferenz.* (2004): Gemeinsamer Rahmen der Länder für die frühe Bildung in Kindertageseinrichtungen.
- Kegel, C. A./van der Kooy-Hofland, V. A./Bus, A. G.* (2009): Improving early phoneme skills with a computer program: Differential effects of regulatory skills. *Learning and Individual Differences*, 19, 4, S. 549-554. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.002>

- Korat, O./Or, T. (2010): How new technology influences parent-child interaction: The case of e-book reading. *First Language*, 30, 2, S. 139-154. <https://doi.org/10.1177/0142723709359242>
- Korat, O./Shamir, A. (2008): The educational electronic book as a tool for supporting children's emergent literacy in low versus middle SES groups. *Computers & Education*, 50, 1, S. 110-124. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.04.002>
- Krapp, A./Ryan, R. M. (2002): Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. *Zeitschrift für Pädagogik. Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen*, 44, S. 54-82.
- Kultusministerkonferenz. (2012): Länderübergreifender Lehrplan Erzieherin/Erzieher.
- Landers, R. N./Auer, E. M./Collmus, A. B./Armstrong, M. B. (2018): Gamification science, its history and future: Definitions and a research agenda. *Simulation & Gaming*, 49, 3, S. 315-337. <https://doi.org/10.1177/1046878118774385>
- Ma, M./Oikonomou, A./Jain, L. C. (2011): Serious games and edutainment applications. – London. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9>
- Maimaran, M. (2017): To increase engagement, offer less: The effect of assortment size on children's engagement. *Judgment and Decision Making*, 12, 3.
- Mayer, R. E. (2002): The promise of educational psychology: Teaching for meaningful learning.
- Mayer, R. E. (2005): Cognitive theory of multimedia learning. In: Mayer, R. E. (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. – Cambridge, S. 31-48. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.004>
- Mayer, R. E. (2014): Research-based principles for designing multimedia instruction. In: Benassi, V. A./Overson, C./Hakala, C. M. (Hrsg.): *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum*.
- Mayer, R. E./Heiser, J./Lonn, S. (2001): Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93, 1, S. 187-198. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.187>
- Mayer, R. E./Moreno, R. (2003): Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 1, S. 43-52. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_6
- Mayer, R. E./Wittrock, M. C. (1996): Problem-solving transfer. In: Berliner, D. C./Calfee, R. C. (Hrsg.): *Handbook of Educational Psychology*. – New York, S. 47-62.
- McClure, E./Vaala, S./Toub, T. S. (2017): *Discovering kids' apps*: Joan Ganz Cooney Center.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2015): *miniKIM 2014 - Kleinkinder und Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang*. – Stuttgart.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2018): *KIM-Studie 2018. Kindheit, Internet, Medien. Basisuntersuchung zum Medienumgang Sechs- bis 13-Jähriger*. – Stuttgart.
- Michael, D. R./Chen, S. L. (2005): Serious games: Games that educate, train, and inform.
- Miyake, A./Friedman, N. P./Emerson, M. J./Witzki, A. H./Howarter, A./Wager, T. D. (2000): The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41, 1, S. 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moody, A. K./Justice, L. M./Cabell, S. Q. (2010): Electronic versus traditional storybooks: Relative influence on preschool children's engagement and communication. *Journal of Early Childhood Literacy*, 10, 3, S. 294-313. <https://doi.org/10.1177/1468798410372162>
- Paivio, A. (1986): *Mental representations: A dual coding approach*. – Oxford.
- Parish-Morris, J./Mahajan, N./Hirsh-Pasek, K./Golinkoff, R. M./Collins, M. F. (2013): Once upon a time: parent-child dialogue and storybook reading in the electronic era. *Mind, Brain, and Education*, 7, 3, S. 200-211. <https://doi.org/10.1111/mbe.12028>
- Pianta, R. C./La Paro, K. M./Hamre, B. K. (2008): *Classroom Assessment Scoring System*.
- Rabe, L. (2020): *Kategorien im App Store nach Anzahl der Apps im Januar 2020*.
- Reichert-Garschhammer, E./Becker-Stoll, F. (in Vorbereitung): *Resümee-Bericht zum Modellversuch „Medienkompetenz in der Frühpädagogik stärken“*: Staatsinstitut für Frühpädagogik.
- Riedel, R./Büsching, U./Brand, M. (2016): *BLIKK Medien-Studie-2016: Erste Ergebnisse von 3.048 Kindern*: Stiftung Kind und Jugend im Berufsverband der Kinder- und Jugendärzte eV.
- Roboom, S. (2019): *Medienwerkstatt für Kita und Schulkinderbetreuung*. – Freiburg.

- Sarı, B./Başal, H. A./Takacs, Z. K./Bus, A. G. (2019): A randomized controlled trial to test efficacy of digital enhancements of storybooks in support of narrative comprehension and word learning. *Journal of experimental child psychology*, 179, S. 212-226. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.11.006>
- Shank, R./Abelson, R. (1977): *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. – Hillsdale.
- Schiefele, U./Schreyer, I. (1994): Intrinsische Lernmotivation und Lernen. Ein Überblick zu Ergebnissen der Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 8, 1, S. 1-13.
- Schmidt, M. E./Pempek, T. A./Kirkorian, H. L./Lund, A. F./Anderson, D. R. (2008): The effects of background television on the toy play behavior of very young children. *Child Development*, 79, 4, S. 1137-1151. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2008.01180.x>
- Shamir, A./Korat, O./Fellah, R. (2012): Promoting vocabulary, phonological awareness and concept about print among children at risk for learning disability: can e-books help? *Reading and Writing*, 25, 1, S. 45-69. <https://doi.org/10.1007/s11145-010-9247-x>
- Shuler, C. (2012): *iLearn II: An addendum - An analysis of the games category of Apple's App Store*. – New York.
- Sleegers, H./Pohlmann, J. (2005): *Der Computer als Lehrer. Was Edutainmentsoftware verspricht und was sie halten kann*.
- Sweller, J. (1994): Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning Instruction*, 4, 4, S. 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Takacs, Z. K./Swart, E. K./Bus, A. G. (2015): Benefits and pitfalls of multimedia and interactive features in technology-enhanced storybooks: A meta-analysis. *Review of educational research*, 85, 4, S. 698-739. <https://doi.org/10.3102/0034654314566989>
- Tare, M./Chiong, C./Ganea, P./DeLoache, J. (2010): Less is more: How manipulative features affect children's learning from picture books. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 31, 5, S. 395-400. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2010.06.005>
- Vaala, S./Ly, A./Levine, M. H. (2015): *Getting a Read on the App Stores: A Market Scan and Analysis of Children's Literacy Apps*. – New York.
- Verhallen, M. J./Bus, A. G./de Jong, M. T. (2006): The promise of multimedia stories for kindergarten children at risk. *Journal of Educational Psychology*, 98, 2, S. 410. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.2.410>
- Vygotsky, L. S. (1980): *Mind in society: The development of higher psychological processes*. – Cambridge. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Wetzel, N. (2015): Effects of the short-term learned significance of task-irrelevant sounds on involuntary attention in children and adults. *International journal of psychophysiology*, 98, 1, S. 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.06.003>
- Wittrock, M. C. (1989): Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24, 4, S. 345-376. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2404_2