



## Mit den Augen des Kindes Wie muss digitales Lernen in der Grundschule gestaltet werden?

Deborah Ryszka  
Kevin Fuchs

*Schulunterricht soll digitaler werden, um junge Menschen besser auf eine von Computern und Algorithmen geprägte Welt vorzubereiten. Doch ab welchem Alter und in welcher Form ist dies sinnvoll? Sollten digitale Medien bereits im Grundschulunterricht zum Einsatz kommen? Ziel des folgenden Literature Review ist es diese Fragen zu beantworten. Je nach Altersstufe weisen Kinder ein Ensemble aus bereits erworbenen und noch fehlenden Fähigkeiten auf. Dies bestimmt ihre Wahrnehmung und Interaktion mit der Welt, worin sie sich teilweise erheblich von Erwachsenen unterscheiden. Es ist naheliegend, dass dies auch einen Einfluss darauf hat, wie Kinder digitale Medien wahrnehmen. Obwohl die kognitive Entwicklung von Kindern gut erforscht ist, fehlt in dieser Diskussion nicht nur der Rekurs auf eben diese Erkenntnisse. Vielmehr erfährt das Fehlen dieses*

*Rekurses selbst kaum Beachtung. Dieser Artikel soll mögliche Streitpunkte dieser Thematik aufzeigen. Mithilfe entwicklungspsychologischer Theorien versuchen wir Ansatzpunkte herauszuarbeiten, um zukünftig eine bessere E-Learning-Theorie für Grundschulkinder zu inspirieren.*

*Education is supposed to become more digital in order to qualify young people for a world which is increasingly influenced by computers and algorithms. But from what age onwards and in what form should this happen? Should digital media already be used in primary education? Aim of this literature review is to answer these questions. Depending on their age, children still lack certain skills while other traits have already developed. This shapes significantly the way children experience the world and how they interact with their environment. Furthermore this can be entirely different compared to an adult's perspective. Obviously, this also affects a child's experience of digital media. The cognitive development of children has been researched very profoundly. However, the debate lacks a deeper recourse to the respective findings of that research. Even the lack of that recourse itself is hardly discussed. The intention of this article is to point out possible issues of this subject. By the help of theories from developmental psychology, we try to work out approaches to inspire a better E-Learning theory for primary education.*

## I. Einleitung

Theorien zum E-Learning bzw. multimedialen Lernen berücksichtigen beim Rekurs auf Erklärungsmodelle verschiedener kognitiver Fähigkeiten kaum das Fehlen von Modellen, die an die kindliche Entwicklung angepasst sind. Digitale Medien und entsprechende Inhalte werden weitgehend von Erwachsenen für Erwachsene entworfen. Jedoch

verfügen Kinder je nach Altersstufe über ganz unterschiedliche Repertoires an noch mehr oder weniger entwickelten kognitiven Fähigkeiten. Das Ensemble bereits ausgebildeter Fähigkeiten einerseits und der noch fehlenden andererseits hat einen erheblichen Einfluss darauf, wie Menschen ihre Umgebung wahrnehmen, ordnen und begreifen.

So sollte man nicht den Fehler begehen, aus der Wahrnehmung eines Erwachsenen auf die eines Kindes zu schließen. Dies gilt insbesondere für digitale Inhalte, da diese oft nach Schemata aufgebaut sind, die sich der noch mangelnden Abstraktionsfähigkeit jüngerer Kinder entziehen. Man darf beispielsweise nicht ohne Weiteres annehmen, dass sich die Darstellung einer Webseite mit all ihren Verlinkungen einem Kind in gleicher Weise darbietet wie einem Erwachsenen. Ein weiterer Aspekt betrifft die oft fehlende Haptik und Greifbarkeit von digital dargestellten Objekten. Gerade dies scheint aber in der Primarstufe für das Lernen von besonderer Bedeutung zu sein.

Obwohl die kognitive Entwicklung von Kindern und ihre daraus resultierende Wahrnehmung durchaus erforscht sind, fehlt in existierenden Theorien zum E-Learning der Rekurs auf eben diese Erkenntnisse. Interessanterweise wird das Fehlen dieses Rekurses selbst wiederum kaum thematisiert. Deswegen ist es Anliegen nachfolgenden Artikels auf mögliche Streitpunkte bzgl. einer Übertragung aktueller E-Learning-Theorien auf Kinder im Grundschulalter hinzuweisen, sowie erste Ansatzpunkte mithilfe entwicklungspsychologischer Theorien herauszuarbeiten, um zukünftig eine adäquate E-Learning-Theorie für Grundschul Kinder konzipieren zu können. Eine abschließende Lösung der Problematik können wir an dieser Stelle nicht anbieten. Die Intention dieses Beitrags ist vielmehr, das Fehlen entwicklungspsychologischer Bezüge bei der Diskussion um digitale Medien in der frühen Schulbildung aufzuzeigen und den Leser gleichsam für die Problematik zu sensibilisieren.

Forschungsmethodisch basiert der Artikel auf einem Literature Review. Zum Einsatz kommende Datenbanken für die Recherche waren FIS

Bildung, Deutscher Bildungsserver und ERIC mit den Schlagwörtern dien, digitale Bildung, digitales Lernen, e-learning und Grundschule. Es wurden zum einen Artikel einbezogen, die sich theoretisch auf etablierte e-Learning-Theorien beziehen, sowie Artikel, die sich mit dem Einsatz digitaler Medien im deutschsprachigen Raum auseinandersetzen.

## II. Die "digitale Revolution"

Der amerikanische Soziologe Daniel Bell (1973) popularisierte den Begriff der Wissensgesellschaft in den 80er Jahren, um auf die Relevanz theoretischen Wissens für unsere heutige Gesellschaft hinzuweisen. Hiermit eng verwandt bzw. oft synonym verwendet wird die Informationsgesellschaft, welche den Fokus vor allem auf Informations- und Kommunikationstechnologien setzt. Durch die Entwicklung und Verbreitung unterschiedlicher Kommunikationsmedien erfand Castells (2003) den Begriff der Netzwerkgesellschaft, um die interdependenten Netzwerkstrukturen von Information, Macht, Technik und Kapital zu beschreiben. Nicht umsonst prägte einer der wichtigsten Medientheoretiker, Marshall McLuhan (1962), den Begriff des "global village", des globalen Dorfes, um auf die Auswirkungen moderner Massenkommunikation hinzuweisen, welche die Welt im metaphorischen Sinne zu einem Dorf zusammenschrumpfen lässt.

Dieser Siegeszug massenkommunikativer Medien, insbesondere des Internets, spiegelt sich in einem Gerichtsbeschluss des Bundesgerichtshofs im Jahr 2013 wider, in welchem dieses Medium als Lebensgrundlage von Privatpersonen anerkannt wurde ("Die Nutzbarkeit des Internets ist ein Wirtschaftsgut, dessen ständige Verfügbarkeit seit längerer Zeit auch im privaten Bereich für die eigenwirtschaftliche Lebenshaltung typischerweise von zentraler Bedeutung ist.", Bundesgerichtshof 2013). Elektronische Medien sind somit integraler Bestandteil unserer Lebens- und Arbeitswelt, was durch Zahlen der KIM-Studie (MPFS 2014) bestätigt wird. So besitzen 47% der Sechs- bis 13-Jährigen ein Handy (Smartphone oder konventionelles Handy), wobei der Anteil bei den Sechs- bis Siebenjährigen bei 10% liegt. Zwei von fünf

Kindern beschäftigt sich täglich mit dem Handy oder Smartphone und jeder vierte geht täglich ins Internet. Grundsätzlich werden mit zunehmenden Alter die Themenfelder "Handy/Smartphone" (6–7 Jahre: 11%, 10–11 Jahre: 37% sehr interessiert) sowie "Internet/Computer/Laptop" (6–7 Jahre: 11%, 10–11 Jahre: 44% sehr interessant) interessanter (MPFS 2014).

Deswegen verwundert es nicht, dass neben traditionellen Lehr- und Lernangeboten sich das sogenannte multimediale Lernen oder E-Learning in den deutschen Klassenzimmern, welches nach Rey (2009) das "Lehren und Lernen mittels verschiedener elektronischer Medien" meint, etabliert und der Appell nach mehr Medienbildung durch Fachleute, wie z.B. der Gesellschaft für Informatik (2000), aber auch durch Schüler, Eltern und Lehrer (z.B. Kuri 2007) immer lauter wird; auch aus politischer Perspektive ist man sich dieser Tatsache bewusst. So sieht der Deutsche Bundestag in der Medienkompetenz eine "Schlüsselqualifikation in der modernen Gesellschaft" (Deutscher Bundestag 2011). Zu berücksichtigen sei jedoch hier, dass Medienbildung als "lebenslanger Prozess der Vermittlung von Welt und Selbst durch eine kritisch-reflexive Aneignung der Medien und Medienangebote im Rahmen praktischer Medienarbeit" (Spanhel 2014: 587) zu verstehen ist.

Digitale Bildung wird folglich zu einem immer wichtiger werdenden Bildungsgut im Sinne der Chancen- und somit Bildungsgerechtigkeit im Leben eines Menschen, weswegen es von Relevanz ist, Kinder bereits im frühen Kindesalter im Umgang mit diesen vorzubereiten, um so einem Bildungszufall oder eine Abhängigkeit der Bildung von Faktoren, wie Herkunft oder Zugehörigkeit möglichst zu nivellieren, aber auch um die Kinder für einen verantwortungsvollen Umgang mit dem Computer bzw. den digitalen Medien vorzubereiten. Der Ansatz knüpft daran an, dass mit dem Computer schulische Benachteiligungen auf Grund von Herkunft und Geschlecht entgegengewirkt werden kann, wenn sich die Grundschule diesem Medium öffnet und ihre Nutzung nicht nur den Kindern aus entsprechend "höheren kulturellen Milieus überlassen will" (Aufenanger 2000: 11).

Dass Kinder und Jugendliche heutzutage als "Digitale Natives" (Prensky 2001: 1) bezeichnet werden – also mit digitalen Medien aufwachsen – impliziert nicht, dass diese auch über einen kompetenten Umgang mit diesen verfügen (Prensky 2001: 1). Es ist somit notwendig Kinder dementsprechend auch in Gebiete, wie dem Umgang mit persönlichen Daten, dem Urheber- und Persönlichkeitsrecht auszubilden. Denn Medienkompetenz wird noch allzu oft im schulischen Kontext nur als Fähigkeit mit Medien umgehen zu können verstanden. "Obwohl der Umgang mit digitalen Technologien schon lange als vierte Kulturtechnik und/oder unverzichtbare Schlüsselqualifikation gesehen wird, begleitet die für die Einführung in die Kulturtechniken zuständige Grundschule diese Entwicklung immer noch nicht derart, dass alle Kinder eine grundlegende Medienbildung erhalten" (Irion 2015: 3). In diesem Zusammenhang soll auf Schorb (1998) verwiesen werden, der schon damals auf drei medienpädagogische Grundausrichtungen hinwies, die sich jedoch nicht nur auf den Schulkontext übertragen lassen: (1) eine *normative Medienpädagogik*, die Kinder und Jugendliche vor als gefährdend eingestuften Medien schützen sowie diese an gute Medienprodukte heranführen soll, (2) eine *funktionale Medienpädagogik*, in welcher Medien eine unterstützende Funktion im Rahmen des Bildungsprozesses aufnehmen und (3) eine *reflexiv-kritische Medienpädagogik* mit dem Ziel Medieninhalte und gesellschaftliche Strukturen kritisch zu hinterfragen (Medien als Instrument zur Demokratisierung der Gesellschaft).

Vor dem Hintergrund der steigenden Präsenz digitaler Medien und im Rahmen einer zunehmenden Diskussion der Begriffsverortung von Mediengeneration oder des medialen Habitus (Swert/Kern/Kovacova 2014) wird neben der Mediendidaktik auch die Medienkompetenzvermittlung thematisiert. Dies geschieht unter anderem mit Projekten wie etwa das KidSmart-Projekt, das "auf die Erfassung der Medienkompetenz der beteiligten Akteure im Prozess institutionalisierter frühkindlicher Mediensozialisation sowie auf die Begleitung eines strukturierten Interventionsprozesses, der direkt auf die

Medienkompetenz der Kinder, aber auch die Medienkompetenz der Erzieherinnen zielt." (Marci-Boehncke/Rath/Müller 2012: 2). Obwohl dieser Bereich ein immer wichtigerer in der Medienpädagogik darstellt, werden wir uns im weiteren Text bewusst auf die Mediendidaktik konzentrieren, da sonst der Umfang dieses Beitrages gesprengt würde.

Aufgrund des oben Dargelegten stellt sich somit die Frage, ab welchem Alter Kinder mit welchen digitalen Medien und in welcher Darbietungsform im Unterricht konfrontiert werden sollen? Ist es aus entwicklungspsychologischer Perspektive sinnvoll Grundschulkindern mittels Tablets und anderen Medien Lehrinhalte zu vermitteln? Wird das Lernen somit effektiv unterstützt oder doch eher gehemmt? Oder anders formuliert: Wie sollte der technische Einsatz von digitalen Medien geregelt und maßvoll eingesetzt werden, um optimale Lernerfolge in der Grundschule zu erzielen?

Zur Beantwortung dieser Fragen, wird zunächst in das multimediale Lernen, respektive E-Learning eingeführt, an dessen Ausführung sich die Darstellung der Entwicklungsstufen und der Fähigkeiten von Kindern im grundschulfähigen Alter anschließt. Hierauf aufbauend werden konkrete empirische Befunde zum E-Learning in der Grundschule dargelegt sowie mögliche Gestaltungsempfehlungen für den digitalen Unterricht dargelegt.

### III. E-Learning

Beim E-Learning oder auch multimedialen Lernen wird zwischen drei Aspekten innerhalb der Multimedialität differenziert: (1) *Multimedialität* (das technische Medium), (2) *Multicodalität* (Codierung/Modus) und (3) *Multimodalität* ((Sinnes-)Modalität) (vgl. Schaumburg/Issing 2004). (1) Neben Büchern existieren technische Medien, wie Hörbücher und E-Books, der Computer, aber auch ältere Medien, wie der Audio- und Videoplayer sind hier der Vollständigkeit wegen zu erwähnen. Mittlerweile findet man immer öfters mehrere Medien in einem einzigen, multimedialen Gerät vereint, wie z.B. im Smartphone oder im Tablet. (2)

Darüber hinaus spielt die Darbietungsart der Informationsvermittlung (Multicodalität) eine weitere Rolle. Diese kann in Form von Bildern, Animationen, Hypertexten, aber auch Computersimulationen erfolgen. (3) Die Verarbeitung und Wahrnehmung dargebotener Information (Multimodalität) ist mittels mehrerer Sinnesmodalitäten möglich, wobei typischerweise hierbei das visuelle und auditive System im Vordergrund stehen (Issing, 1998).

### III.1 Theorien zum E-Learning

Theorien zum multimedialen Lernen können nach ihrem Rekurs auf drei unterschiedliche Hauptströmungen differenziert werden (z.B. Schaumbur/Issing 2004). (1) *Behaviorismus*, (2) *Kognitivismus* und (3) *Konstruktivismus*. Hierbei werden bei (1) behavioristischen Lerntheorien die Lernenden als "black boxes" also als reine Reiz-Reaktions-Maschinen unabhängig ihrer innerpsychischen Prozesse betrachtet, in denen nur Verhaltensänderungen ausschlaggebend und relevant erscheinen (Skinner 1958). (2) Kognitive Theorien hingegen berücksichtigen die innerpsychischen Vorgänge und verstehen Lernen grundsätzlich als Informationsverarbeitungsprozess (z.B. Bower/Hilgard 1983), wobei hier soziale, motivationale und emotionale Aspekte keine Berücksichtigung finden. Dem gegenüber betont (3) der konstruktivistische Ansatz die aktive Rolle der lernenden Person beim Wissenserwerb (z.B. Loyens/Gijbels 2008), im Rahmen dessen die aktive Konstruktion von Wissen, das kooperative Lernen und die selbstregulativen Fähigkeiten berücksichtigt werden sowie die Konstatierung und Beachtung der Lernumgebung. Die empirische Befundlage zum Lehren und Lernen aus konstruktivistischer Perspektive ist jedoch bescheiden.

Auf diese drei Hauptströmungen rekurrierend wurden zwei unterschiedliche, etablierte Theorien zum multimedialen Lernen entwickelt, von denen die verbreitetsten im Weiteren kurz dargestellt werden sollen, um auf die Vernachlässigung entwicklungspsychologischer Aspekte in diesen Theorien zu verweisen. Insbesondere die Wahrnehmung digitaler Medien durch das Kind erfährt hierbei keine



Beachtung, welches jedoch diametral zum empirischen Befund der Popularität eben dieser Theorien für die Konzeption des digitalen Unterrichtes steht. Ergänzt werden im Weiteren auch Rekurs auf neuere Ansätze von E-Learning-Theorien genommen, um auch hier die wiederholte – wenn doch reduzierte – Vernachlässigung der kindlichen Wahrnehmung zu verdeutlichen.

### III.2 Cognitive Load Theorie von John Sweller (1988)

Als empirisch gut abgesichert gilt die auf kognitionspsychologische Aspekte rekurrierende Cognitive Load Theorie von Sweller (1988), welche sich bei Ihrer Erklärung zum multimedialen Lernen auf die Konstruktion und Automatisierung von Schemata, bei denen das Wechselspiel zwischen Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis (Sweller 2005) beschrieben wird, konzentriert. Schemata organisieren und speichern das vorhandene Wissen im Gedächtnis und können somit als zentrale Exekutive des Kurzzeitgedächtnis angesehen werden (Sweller 2005). Im Rahmen dessen unterteilt Sweller (2005) die kognitive Belastung (Cognitive Load) in drei Subtypen: (1) *Intrinsischer Cognitive Load*, (2) *Extrinsischer Cognitive Load* und (3) *Germane Cognitive Load*. Der (1) *Intrinsische Cognitive Load* bezieht sich auf das Lernmaterial, inklusive des Zusammenspiels der einzelnen Lernelemente, wobei das Vorwissen den Intrinsischen Cognitive Load maßgeblich beeinflusst. Nach Sweller (1994) wirkt sich die Art der Präsentation des Lehrmaterials nur dann aus, wenn der Intrinsische Cognitive Load hoch ist bzw. anders ausgedrückt, das bereichsspezifische Vorwissen der lernenden Person gering ist. Die Präsentationsform des Lehrmaterials spielt hingegen beim (2) *Extrinsischen Cognitive Load* und beim (3) *Germane Cognitive Load* eine entscheidende Rolle. Das Ziel der Cognitive Load Theorie liegt in einer Erhöhung des Germanen Cognitive Load, welches auf eine Konstruktion und Automatisierung von Schemata fokussiert.

### III.3 Cognitive Theory of Multimedia Learning von Richard E. Mayer (z.B. 2005)

Eine weitere wichtige Theorie neben der Cognitive Load Theorie (Sweller 1988, 2005) stellt die Cognitive Theory of Multimedia Learning von Mayer und Kollegen dar (Mayer 2005). Zum besseren Verständnis werden im Weiteren zunächst einige inhaltliche Rahmenbedingungen für ihre kognitive Theorie dargestellt. Zum einen wird rekurrierend auf der Dualen Kodierungstheorie von Paivio (1986) angenommen, dass Informationen mittels zweier Kanäle, einmal dem visuell/bildhaften und andererseits dem auditiv/verbalen Kanal, verarbeitet werden. Darüberhinaus wird in Einklang mit Baddeleys Arbeitsgedächtnismodell (1992) von einer begrenzten Kapazität des Kurzzeitgedächtnis sowie in Anlehnung an konstruktivistische Strömungen von einer aktiven Wissenskonstruktion des Lernenden ausgegangen. Im Gegensatz zu Sweller (2005) wird neben dem Kurz- und Langzeitgedächtnis noch das sensorische Gedächtnis postuliert, bei dem mittels Augen und Ohren Informationen in das Gedächtnis gelangen. Auf kognitiver Ebene werden hingegen fünf unterschiedliche Prozesse konstatiert: (1) die Auswahl von Wörtern, (2) die Auswahl von Bildern, (3) die Organisation von Wörtern, (4) die Organisation von Bildern und (5) die Integration von Vorwissen mittels der Koordination von visuellem und verbalem Kurzzeitgedächtnis.

Grundsätzlich appellieren die Cognitive Load Theorie (Sweller 1988) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning (Mayer 2005) an eine möglichst geringe Belastung des Kurzzeitgedächtnis sowie einen direktiven Ansatz bei der Wissensvermittlung. Nichtsdestotrotz sei darauf hinzuweisen, dass motivationale und emotionale Prozesse in diesen theoretischen Umrahmungen eine marginale Rolle spielen, obwohl sie einen erheblichen Einfluss auf das Lernen, respektive auf die Wissensvermittlung haben.

### III.4 Neuere Ansätze zum E-Learning

Im Gegensatz zum psychologischen, subjektorientierten Schwerpunkt oben genannter klassischer Theorien bezieht sich der Fokus neuerer Ansätze zum didaktischen Lernen eher auf eine systemische Betrachtung zwischen den einzelnen schulischen Akteuren und den verwendeten Medien zur praktischen Förderung eines verantwortungsbewussten und reflektierten Umgangs mit digitalen Medien im Schulunterricht (vgl. Tulodziecki/Herzig 2004). Tulodziecki und Herzig (2004) unterscheiden etwa zwischen fünf unterschiedlichen Medienkonzepten, in Abhängigkeit von der jeweiligen Rolle des zum Einsatz kommenden Mediums, von der Rolle des Lehrenden und von der Rolle des Lernenden: (1) Lehrmittelkonzept, welches digitale Medien als Hilfsmittel zum klassischen Unterricht auffasst, (2) Arbeitsmittelkonzept, bei dem digitale Medien von den Lehrenden als Arbeitsmittel verwendet werden (3) Bausteinkonzept, wo digitale Medien explizit als eigenständiger Baustein des Unterrichts angesehen werden, (4) Systemkonzept, das eine professionelle Erweiterung des Bausteinkonzeptes darstellt, indem die eigentliche digitale Lehrplanung zunehmend von schulexternen Akteuren übernommen wird und (5) Lernumgebungskonzept, aus dem konstruktivistischen Ansatz stammend, das durch die Bereitstellung einer geeigneten Lernumgebung, den Lernenden zum eigenständigen Lernen animieren und die jeweiligen Lernprozesse unterstützen soll.

Aus diesem konstruktivistischen Ansatz rekurrierend sei auf eine gemäßigte Variante des Konstruktivismus von Kerres und deWitt (2002) verwiesen, die die Bedürfnisse des Kindes verstärkt berücksichtigt, da sie Elemente der Instruktion auf Seiten des Lernenden zur Minimierung einer möglichen Desorientierung und Überforderung enthält. Kerres und deWitt (2002) sehen mit ihrem pragmatischen Ansatz, der den Fokus auf das Erreichen bestimmter "Zielhorizonte" (Kerres/deWitt 2002: 14) anstatt auf den Wettkampf um die "bessere" Lerntheorie legt, positive Potentiale und Umsetzungsmöglichkeiten des konstruktivistischen Lernansatzes mittels digitaler Medien. Wie die Autoren konstatieren: "Eine Situation

bestimmt den Wert eines Mediums, und nicht das Medium selbst." (Kerres/deWitt 2002: 19).

Diese Worte beherzigt auch Reinmann-Rothmeier (2003) mit ihren detaillierteren drei E-Learning-Varianten, die – obwohl für die Hochschule konzipiert – aufgrund ihres systemischen Ansatzes und ihrer Allgemeinheit zu Übertragung auf jede Altersstufe geeignet sind und daher im Folgenden kurz erläutert werden sollen.

Zur Systematik ihrer drei E-Learning-Varianten differenziert Reinmann-Rothmeier (2003) ähnlich wie Tulodziecki und Herzig (2004), jedoch mit einer Berücksichtigung der Aspekte Kerres und deWitts (2002), zwischen (1) der Leitfunktion des Mediums, (2) der Anforderung an den Lernenden, (3) den Aufgaben des Entwicklers/Mediengestalters und (4) den Anforderungen an den Lehrenden, wobei man ihre Systematik an der Leitfunktion des jeweiligen Mediums gut darstellen kann. So konstatiert Reinmann-Rothmeier (2003) die primäre Funktion digitaler Medien in (1) der Bereitstellung und Verbreitung von Informationen, (2) der Möglichkeit zur selbstständigen Erarbeitung von Themen und (3) in der Option Themen in Kooperation mit anderen zu be- und erarbeiten.

Diese neueren Ansätze werden zwar in Form der Fokussierung auf die kindgerechte Gestaltung des Mediums indirekt impliziert. Dennoch ist diesen Ansätzen gemein, dass auch sie eine entscheidende Frage unberücksichtigt lassen: Welchen Einfluss hat der entwicklungspsychologische Stand eines Kindes auf Wahrnehmung und Handhabung digitaler Medien?

Die Nichtberücksichtigung entwicklungspsychologischer Voraussetzungen von Grundschulkindern, wie z.B. ihre kognitiven oder motorischen Fähigkeiten beim Lernen mit digitalen Medien, bedeutet aus unserer Sicht einen gravierenden Mangel dieser Theorien. Dies sei an einem einfachen Beispiel erläutert: Für Erwachsene ist der Gebrauch des Worldwide Webs und seine Repräsentation in Gestalt von Hypertexten alltäglich. Sein Aufbau durch Verlinkungen erscheint so gebräuchlich, dass das dahinter liegende Konzept keiner näheren Reflexion mehr unterzogen wird. Stellen wir uns hingegen eine Person vor, der Hypertexte völlig fremd sind. Für

eine solche Person erscheint eine Webseite auf dem Bildschirm als Rechteck, gefüllt mit Texten und Bildern. Das Klicken auf einzelne Wörter hat aus Sicht dieser Person lediglich zur Folge, dass der Inhalt des Bildschirms sich nun verändert – sprich andere Texte und Bilder auftauchen. Sofern das dahinterliegende Konzept eines über Verlinkungen vernetzten Raums aus Dokumenten nicht verstanden wird, schränkt dies die Nutzung dieses Mediums erheblich ein. Man muss sich vor Augen halten, dass die Verlinkung von Dokumenten eine unsichtbare Struktur begründet, die nur mit einem gewissen Abstraktionsvermögen begriffen werden kann. Und nur dieses Verständnis ermöglicht die kompetente Nutzung dieses Mediums.

Ähnliches gilt auch für den Aufbau einzelner Webseiten. Diese sind üblicherweise über Navigationsmenüs in einzelne Bereiche und Unterbereiche strukturiert. Die Semantik dahinter verstehen zu können, setzt die Fähigkeit voraus, Inhalte in abstrakten Kategorien und Beziehungen ordnen zu können. Aber diese Fähigkeit kann – wie wir in nachfolgender Darlegung diskutieren werden – bei Kindern bis zu einer bestimmten Altersstufe nicht vorausgesetzt werden.

#### IV. Entwicklungspsychologische Theorien zur menschlichen Entwicklung

Bevor auf die Frage, welche Aspekte zum optimalen Lehren mit digitalen Medien in der Grundschule zu berücksichtigen sind, eingegangen wird, wird zum besseren Verständnis die kognitive Entwicklungstheorie Piagets (1971) erörtert, woran sich eine Thematisierung der zu berücksichtigenden Faktoren beim E-Learning im Grundschulalter anschließt. Es werden entwicklungspsychologische Theorien berücksichtigt, da diese nach Meinung der Autoren eine fundierte Grundlage darstellen, um die kindliche Wahrnehmung digitaler Medien adäquat zu verstehen und folglich hierauf aufbauend eine angemessene E-Learning-Theorie zu konzipieren.

## IV.1 Kognitive Entwicklungstheorie nach Jean Piaget

Piaget (1971) begreift den Menschen als ein aktiv, in die Welt eingreifendes Wesen, welches sich sein Wissen selbst konstruiert (Konstruktivismus) und sich in vier Entwicklungsstufen vier qualitativ unterschiedliche Denkart zu eigen macht. Diese Stufen dienen jedoch nur als Orientierungspunkt, da diese abhängig sind "von verschiedenen Faktoren, wie Intelligenzhöhe, Sozialisationsbedingungen, Erfahrungen mit verschiedenen Erkenntnisgegenständen usw. ferner: die höchste Stufe der formalen Operationen muss nicht von allen Angehörigen und/oder für alle Gegenstandsbereiche einer Kultur aktualisiert werden; dies kann besonders dann der Fall sein, wenn in der jeweiligen soziokulturellen Umgebung (wie etwa bei sogenannten 'Naturvölkern') keine Notwendigkeit zur Realisierung formal-operationalen Denkens, generell oder für bestimmte Gegenstandsbereiche, besteht" (Piaget 1966; Piaget/Inholder 1977a; Greenfield 1966) sind (Bugge 2001: 49f)

In der (1) sensumotorischen Phase (Geburt bis 2. Lebensjahr) benutzt das Kind seine Sinne, seine Bewegungen, um seine Umwelt zu erkunden, welches die Grundlage für die (2) präoperationale Phase (2.–7. Lebensjahr), in der sich das symbolische Denken entwickelt, darstellt. Hierauf aufbauend entstehen strukturierte Denkweisen während (3) der konkret-operationalen Phase (7.–11. Lebensjahr), an die sich in der (4) formal-operationalen Phase (11. Lebensjahr und darüber) abstrakt-logische Denksysteme anschließen.

Aufgrund der Fokussierung auf das Grundschulalter wird im Folgenden zum bessern Verständnis näher auf relevante Aspekte der Phasen (2) und (3) eingegangen.

## IV.2 Periode des voroperationalen Denkens (2.–7. Lebensjahr)

In dieser Zeitspanne entwickelt das Kind die Fähigkeit willkürlich Repräsentationen abzurufen und mit diesen zu agieren, sowie diese (Bezeichnendes) von realen Gegenständen (Bezeichnetes) zu

differenzieren und in Beziehung zu setzen. Darüber hinaus erhält die Sprache eine immer wichtiger werdende Rolle als Kommunikationsmittel, welches dem Kind die Interaktion mit seiner sozialen Umwelt ermöglicht (Sozialisation). Nichtsdestotrotz befinden sich noch einige kognitive Funktionen in der Entwicklung, wie das sogenannte transduktive Schließen, was bedeutet, dass das Kind noch nicht im Stande ist Widersprüche richtig zu erkennen. Des Weiteren dominiert in der kindlichen Psyche das anschauliche Denken und einzelne Gedanken sind noch willkürlich, zufällig und assoziativ. Was die gegliederte Anschauung betrifft, konstatiert Piaget (1966): "Solange die optische Übereinstimmung vorhanden ist, ist auch die Äquivalenz selbstverständlich. Sobald die erstere gestört ist, verschwindet auch die letztere, was nur wieder zur Nichterhaltung des Ganzen zurückführt". (Piaget 1966, 149)

#### IV.3 Periode der konkreten Operationen (ca. 7.–11. Lebensjahr)

Diese "Nichterhaltung des Ganzen" (Piaget 1966: 149) verliert mit fortschreitender Entwicklungshöhe durch eine zunehmende Systematisierung an Geltung, sodass das Kind in Zusammenhängen und Systemen denken kann. Außerdem beginnt es sich seiner individuell-egozentrischen Wahrnehmungsposition zu entziehen (Dezentrierung) und sich seiner Umwelt zu öffnen, welches das kindliche wertbezogen-moralische Verhalten nun berechenbarer macht. Hinzukommend bilden die bisher erworbenen operatorischen Erwerbungen die Voraussetzung für gelingende Kommunikation: "Die Reversibilität des Denkens ist also daran gebunden, dass sie im sozialen Austausch eingehalten wird, geschähe dies nicht, so besäße das individuelle Denken eine unendlich viel beschränktere Beweglichkeit." (Piaget 1966: 185). Bezüglich konkreter Operationen erwächst die Fähigkeit der "logischen und arithmetischen Operationen", d.h. das Kind beginnt aufgrund seines ganzheitlichen Denkens zu klassifizieren, zu ordnen und Zahlssysteme zu etablieren. Konkret bedeutet dies, dass es Elemente und Gegenstände aufgrund abstrahierender Eigenschaften hierarchisieren und relationieren kann,

sowie Elemente nach einem bestimmten Kriterien einreihen kann (es erkennt das Prinzip der Transitivität,  $A < B$ ,  $B < C$ , also  $A < C$ ).

Nichtsdestotrotz findet der kindliche Bezug noch weitestgehend auf konkrete Handlungen und Wahrnehmungen statt, welches die Unfähigkeit zu weiteren abstrakt-generalisierten und formalisierten Strukturen, also einer Übertragung auf andere Bereiche, widerspiegelt. Während Kinder in dieser Entwicklungsstufe zwar in der Lage sind, Sachverhalte auf der Handlungsebene zu verstehen, können sie denselben Sachverhalt noch nicht auf eine abstrakte Vorstellungsebene übertragen. Dies hat auch eine unmittelbare Bedeutung für den Einsatz digitaler Medien im Grundschulunterricht. In den ersten zwei Schuljahren ist das Arbeiten mit haptisch und räumlich erfahrbaren Gegenständen von großer Bedeutung. Digitale Medien können dies oft nicht bieten – sie sind hier um eine wichtige Dimension beschnitten. Als triviales Beispiel kann das Plättchenlegen genannt werden, bei dem Kinder das Mengen- und Zahlenverständnis vermittelt wird. Mit farbigen Plättchen können die Kinder hierbei Mengen- und Rechenoperation durch Abzählen erlernen. Es gibt Lernsoftware, die das Plättchenlegen am Computer nachbildet, wobei die Plättchen am Bildschirm mit der Maus positioniert werden. Die haptische Dimension fehlt hierbei jedoch und es ist zunächst nicht ersichtlich, welchen Mehrwert die digitale Repräsentation bieten soll. Das klassische Plättchenlegen bleibt der Lernsoftware um eben diese Dimension überlegen – gerade weil es dem kindlichen Bezug auf konkrete Handlungen und Wahrnehmungen entgegen kommt. Denkbar wäre hingegen, dass der ergänzende Einsatz beider Techniken – physische und virtuelle Plättchen – die Fähigkeit fördern könnte, Gegenständliches auf eine abstrakte Ebene zu übertragen.

Wie bereits erwähnt, verfolgt Piaget einen konstruktivistischen Ansatz, in welchem sich die mentalen Strukturen dahingehend entwickeln, dass sie möglichst gut zur Umwelt des Menschen passen.

Die Relevanz zwischen kulturellen Werten, Überzeugungen und bestimmten Verhaltensweisen betonte wiederum Wygotsky (1934/1987). Dieser versteht in Anlehnung an Piaget (1971) den Menschen als aktiv,



konstruierendes Wesen, betont jedoch darüber hinaus – anders als Piaget – die Bedeutsamkeit gesellschaftlicher Prozesse für die kognitive Entwicklung, die sich in für jede Kultur unterschiedlich akzeptierte und geförderte Eigenschaften reflektiert.

## V. Gestaltungsempfehlungen für das E-Learning in der Grundschule

Beim Einsatz digitaler Medien im Grundschulalltag müssen folglich nach Ansicht der Autoren für einen kindgerechten Umgang und einen optimalen Lernerfolg verschiedene Aspekte, die in etablierten E-Learning-Theorien (vgl. Kerres/deWitt 2002; Mayer 2005; Reinmann-Rothmeier 2003; Sweller 1988, 2005; Tulodziecki/Herzig 2004) unbeachtet bleiben, berücksichtigt werden. Obwohl die Bedingungen des Einsatzes digitaler Medien noch unzureichend erforscht sind (Ross/Morrisson/Lowther 2010) und eine Metaanalyse von Tamim, Bernard, Borokhovski, Abrami und Schmid (2011) zu keinen eindeutigen Ergebnissen kommt, wird versucht erste Anknüpfungspunkte für die Konzeption von virtuellen Lernumgebungen zu formulieren. Bei alledem sei jedoch anzumerken, dass der Lernerfolg mit digitalen Medien in erster Linie von ihrer Einbettung in didaktische Kontexte abhängig ist. Dieses stellt ein komplexes Geflecht bestehend aus ausreichend materiellen Ressourcen (wie räumliche und technische Ausstattung), didaktischer Kompetenz (Lehrkraft) sowie Lehrinhalte und -materialien (kindgerechte Aufbereitung) dar.

### V.1 Faktoren seitens des Kindes

Hierzu sind zum einem individuelle, altersgerechte Faktoren seitens des Kindes zu berücksichtigen im Sinne von motivationalen und emotionalen Aspekten, sowie kognitiven Fähigkeiten (u. a. Gedächtnis, Aufmerksamkeit), aber auch besondere Merkmale, wie das Vorliegen eines sonderpädagogischen Förderbedarfs, von Teilleistungsstörungen, eines Migrationshintergrund, usw.

## V.2 Motivation und Emotion

Motivationale und emotionale Aspekte spielen aus lernpsychologischer Perspektive eine relevante Rolle. So werden zum Beispiel emotional getönte Ereignisse - seien diese positiver oder negativer Natur - besser im Gedächtnis abgespeichert als emotional neutrale (z.B. Cahill/McGaugh 1995). Aus dieser Perspektive wird der Einsatz digitaler Medien durchaus unterstützt. Mehrere Studien belegen neben der positiven Akzeptanz von Whiteboards durch die Schüler (Schlieszeit 2011), eine größere Aufmerksamkeit und Motivation dieser sowie positivere Verhaltensweisen (Becta 2003; Higgins/Beauchamp/Miller 2007; Smith/Higgins/Wall/Miller 2005). Jedoch erklären einige Autoren diese positiven Befunde durch einen Neuigkeitsfaktor, was bedeuten soll, dass nicht aufgrund des Mediums des Whiteboards, sondern allein aufgrund der Tatsache, dass etwas Neues im Unterricht eingeführt wird, solch positive Reaktionen seitens der Schüler gezeigt wird (vgl. Moss/Careay/Levaic/Armstrong/Cardini/Castle 2007). Auf Tablets bezogen gaben Lernende an stärker engagiert und motivierter zu sein (Culén/Gasparini 2011); Sandvik/Smordal/Osterud 2012). Gamification, also das spielerische Lernen mit digitalen Medien gewinnt aufgrund seiner Faszination für Kinder und seinen Lernerfolgen an Popularität (Prensky/Thiagarajan 2007), weswegen es sinnvoll wäre dieses mediendidaktisch weiter zu entwickeln.

## V.3 Kognition

Hier sei nochmals auf Piagets Entwicklungstheorie (1966) verwiesen, insbesondere auf die voroperationale Phase des Denkens (2. bis 7. Lebensjahr), in welcher Kinder eindeutige, nicht widersprüchliche Objekte brauchen, wie zum Beispiel ein adäquates Zusammenspiel visueller, auditiver und haptischer Objekte. Dieses ist wichtig für die Entwicklung altersgerechter Lern- oder Gamification-Programme.

Darüber hinaus ist das systematische, ganzheitliche Denken noch unausgereift, so dass das Kind nicht im Stande ist systematisch und

übergreifend zu denken, es also Probleme bei der Klassifikation und Ordnung von Objekten zeigt, was bei der der Konzeption von Internetseiten und Lernprogrammen zu berücksichtigen wäre.

#### V.4 Merkmale des Kindes

Des Weiteren müssen auch bestimmte Merkmale oder Eigenschaften des Kindes zur Kenntnis genommen werden. Dies können Aspekte wie bestimmte Lernstörungen (z.B. Dyslexie, Dyskalkulie), sonderpädagogische Förderbedarfe, geistige und/oder körperliche Behinderungen, kulturelle Unterschiede aufgrund eines bestehenden Migrations- oder Ausländerhintergrundes sein, aber auch spezifische Persönlichkeitseigenschaften oder Interessen des Kindes.

#### V.5 Lernumgebung

Neben diesen psychologischen spielen auch physische Faktoren beim Lernen im Grundschulalter eine wichtige Rolle, wie zum Beispiel die räumlich-architektonische Konzeption des Raumes, auf die sich die meisten Studien fokussieren. Jedoch können diverse Anregungen auch auf den virtuellen Lernraum transponiert werden. So wie die Konstatierung dreier relevanter Eigenschaften für eine optimale Lernumgebung nach Kahlert, Nitsche und Zierer (2013): Lernumgebungen sollen (1) anregend (Stimulation der Lernmotivation), (2) anforderungsgerecht und (3) adaptiv (Flexibilität der Anpassung an jeweilige Situationen, Zielgruppe, usw.) sein (Kahlert/Nitsche/Zierer 2013). Des Weiteren betont Kirch (2016) eine passende Strukturierung des Raumes, ein lernförderliches Klassenklima (Lehrkraft-Schüler-Beziehung), eine adäquate Methodenvielfalt, eine altersgerechte Lernzeit sowie eine Differenzierung bzw. Individualisierung im Sinne einer kindgerechten, individuellen Förderung (Kirch 2016), welche auch für den virtuellen Raum zu berücksichtigen ist. Jedoch müssen zunächst räumliche Aspekte so konzipiert werden, dass diese das Lernen mit digitalen Medien im binnendifferenzierten Unterricht überhaupt sinnvoll und förderlich

machen. Tablets bieten hier viele Vorteile, wie eine geringere Belastung des Klassenzimmers und aufgrund der Medienvielfalt den Wegfall anderer Geräte im Klassenzimmer, die Nutzung vielfältig integrierter Medienangebote, die Anpassung an den individuellen Anforderungen der Nutzer, usw. Somit könnte ein Vorteil digitaler Medien in einer Erleichterung des binnendifferenzierten Lernens gesehen werden. Einerseits aus räumlicher Perspektive, indem durch die Flexibilität und Mobilität digitaler Medien die optimale Lernumgebung (z.B. Lärmpegel, Helligkeit, Anzahl der anwesenden Personen im Raum) für das einzelne Kind realisiert werden kann, andererseits durch die Beschaffenheit der zum Einsatz kommenden Medien, die an die jeweiligen Fähigkeiten und bevorzugten Sinneskanäle des Kindes angepasst sind.

Bei der Konzeption digitaler Lehrmaterialien in der Grundschule sollten somit folgende Aspekte berücksichtigt werden. (1) Tablets sollten primär als digitales Lehrmedium benutzt werden. Sie wirken motivierend und bieten weitere Vorteile, wie eine auf die kindlichen Bedürfnisse angepasste Lernumgebung. (2) Digitale Medien, insbesondere Gamification wirken motivationsfördernd und sind emotional gefärbt, was wiederum die Gedächtnisleistung steigert. Deswegen sollte versucht werden den Lerninhalt an die Altersstufen, das Geschlecht, usw. interessengerecht aufzubereiten. (3) Internetseiten oder Lernprogrammen sollten nicht überladen, sondern möglichst einfach, klar und eindeutig strukturiert sein. Es können hierbei mehrere Sinneskanäle, wie etwa auditiv/visuell, stimuliert werden, wobei auf komplementäre, widerspruchsfreie Informationsdarbietung geachtet werden muss.

## VI. Diskussion

Bisherige E-Learning-Theorien wie die Cognitive Theory of Multimedia Learning von Richard E. Mayer (z.B. 2005) oder die Cognitive Load Theorie von John Sweller (1988) beziehen sich bei der Erklärung multimedialen Lernens auf bereits bestehende Modelle kognitiver Funktionen, wie z.B. Baddeleys Arbeitsgedächtnismodell (1992), die Konstruktion und Automatisierung von Schemata oder aber die Duale Kodierungstheorie

von Paivio (1986), welche jedoch für die erwachsene Person konzipiert worden sind. Welche Mechanismen beim kindlichen oder adoleszenten Lerner zu berücksichtigen sind, können mit diesen Erklärungsmodellen nicht adäquat benannt werden. Denn wie Piaget (1966) mit seiner Entwicklungstheorie verdeutlicht, erwirbt das Kind in bestimmten Altersspannen unterschiedliche Fähigkeiten. In der Phase des voroperationalen Denkens (2.-7. Lebensjahr) bedarf das Kind widerspruchsfreier, anschaulich-konkreter Informationen, wohingegen in der darauffolgenden Phase der konkreten Operationen (ca. 7.-11. Lebensjahr) die Fähigkeit zum ganzheitlichen, systematischen Denken an Geltung gewinnt, welches dem Kind zu klassifizieren, zu ordnen und Zahlensysteme zu etablieren, ermöglicht. Das abstrakt-generalisierte Denken mit seinen formalisierten Strukturen jedoch ähnelt noch nicht dem eines Erwachsenen. Es fehlt weiterhin die Fähigkeit abstrakter Übertragungen auf andere Bereiche. Dieses Wissen muss bei der Konzeption digitaler Lernmaterialien, seien es Internetseiten, Lernprogramme oder ähnliches, berücksichtigt werden. Sogenannte Gamification-Ansätze haben sich aus motivationaler Perspektive als erfolgreich erwiesen (Prensky/Thiagarajan 2007). Was die kognitiven Fähigkeiten betrifft, spielt ein adäquates Zusammenspiel visueller, auditiver und haptischer Objekte eine wichtige Rolle beim Lernerfolg. Auch nicht zu komplex aufgebauten Internetseiten mit allzu vielen Hyperlinks oder Unterseiten gehören hierzu. Durch das digitale Lernen ist somit ein hohes Maß an Individualisierung möglich, welches an die speziellen Bedürfnisse des Kindes, wie z.B. kulturelle Unterschiede oder körperliche und/oder geistige Beeinträchtigungen angepasst werden kann. Diese können neben der virtuellen auch auf die räumliche Lernumgebung übertragen werden (passende Strukturierung des Raumes, Kirch 2016).

Zwar berücksichtigen neuere mediendidaktische Ansätze (vgl. Kerres/deWitt 2002; Reinmann-Rothmeier 2003; Tulodziecki/Herzig 2002) einen systemischen, respektive konstruktivistischen Ansatz, jedoch gehen diese zu wenig bzw. gar nicht auf die konkreten psychologischen Fähigkeiten

des Kindes (z.B. Wahrnehmung) bei ihren E-Learning-Theorien ein, die es jedoch für einen optimalen Lernerfolg zu berücksichtigen gilt.

Summa summarum kann festgehalten werden, dass die Erklärung kindlichen Lernens mit digitalen Medien im Grundschulalter ein bisher vernachlässigtes Forschungsfeld darstellt. Besondere Vernachlässigung erfährt hierbei die Frage, wie Kinder ihrer Entwicklungsstufe entsprechend digitale Medien wahrnehmen und inwieweit sie im Stande sind, dahinterliegende Abstraktionen zu verstehen. Aufgrund der sich ausweitenden Digitalisierung in jegliche Lebensbereiche und ihrer Funktion als integraler Bestandteil unseres Lebens (MPFS 2014) sollte jedoch das Interesse bestehen sich mit dieser Thematik weiter und tiefgreifender auseinanderzusetzen, um etwa optimale Lernerfolge zu erzielen.

---

#### Literatur

Aufenanger, Stefan (2000): Endbericht Computer in der Grundschule, online unter: <https://aufenanger.de/publikationen/forschungsberichte/> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Baddeley, Alan D. (1992): Working memory, in: Science, 255, 556–559.

Becta (2003): What the Research Says About Interactive Whiteboards, Coventry: Beca ICT Research.

Bell, Daniel (1973): The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting, New York: Basic Books.

Bower, Gordon H./Hilgard, Ernest R. (1983): Theorien des Lernens. Bd. 1, Stuttgart: Klett-Cotta.

Bundesgerichtshof (2013): Bundesgerichtshof erkennt Schadensersatz für den Ausfall eines Internetanschlusses zu. Bundesgerichtshof, Mitteilung der Pressestelle, online unter: [http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?](http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=pm&pm_nummer=0014/13)

[Gericht=bgh&Art=pm&pm\\_nummer=0014/13](http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=pm&pm_nummer=0014/13) (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Bugle, Franz (2001): Die Entwicklungspsychologie Jean Piagets, Stuttgart: Kohlhammer.

Cahill, Larry/McGaugh, James L. (1995): A novel demonstration of enhanced memory associated with emotional arousal, in: *Consciousness and Cognition*, 4(4), 410–421.

Castells, Manuel (2003): *Das Informationszeitalter. Bd.1: Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft*, Opladen: Leske+Budrich.

Crook, Charles (1992): Young Children's Skill in Using a Mouse to Control a Graphical Computer Interface, in: *Computers Education*, 19(3), 199–207.

Culén, Alma L./Gasparini, Andrea (2011): iPad: A New Classroom Technology? A Report From Two Pilot Studies. <http://infoz.ffzg.hr/INFuture/2011/papers/3-02%20Culen,%20Gasparini,%20iPad%20-%20A%20New%20Classroom%20Technology.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Deutscher Bundestag (2011): Drucksache 17/7286. Zweiter Zwischenbericht der Enquete-Kommission "Internet und digitale Gesellschaft"- Medienkompetenz, online unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/072/1707286.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Donker, Afke/Reitsma, Pieter (2007): Young Children's Ability To Use A Computer Mouse, in: *Computers & Education*, 48(4), 602–617.

Erikson, Erik H. (1965): *Kindheit und Gesellschaft*, Stuttgart: Klett.

Gesellschaft für Informatik – Gi. 2000: Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. Erarbeitet vom Fachausschuss 7.3 "Informatische Bildung in Schulen" der Gesellschaft für Informatik e. V. [https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Service/Publicationen/Empfehlungen/gesamtkonzept\\_26\\_9\\_2000.pdf](https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Service/Publicationen/Empfehlungen/gesamtkonzept_26_9_2000.pdf) (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Higgins, Steve/Beauchamp, Gary/Miller, Dave (2007): Reviewing the literature in Interactive Whiteboards, in: *Learning, Media and Technology*,

32(3), 213–255, online unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/47ac/0a40011118c302ea62d5c6175c6c1801f128.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Irion, Thomas (2015): Medienbildung in der Grundschule. Ein Innovationsbereich zwischen Vernachlässigung und Ablehnung, in: *Grundschule aktuell*, 131, 3–9.

Issing, Ludwig J. (1998): Lernen mit Multimedia aus psychologisch-didaktischer Perspektive, in: Dörr, Günter/Jüngst, Karl L. (Hg.): *Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen*, Weinheim: Juventa, 159–178.

Kahlert, Joachim/Nitsche, Kai/Zierer, Klaus (Hg.) (2013): *Räume zum Lernen und Lehren. Perspektiven einer zeitgemäßen Schulraumgestaltung*, Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Kirch, Michael (2016): Klassenraumgestaltung für innovative Lernprozesse mit digitalen Medien (91–101), in: Peuschel, Markus/Irion, Thomas (2016): *Neue Medien in der Grundschule 2.0. Grundlagen – Konzepte – Perspektiven*, Frankfurt am Main: Grundschulverband.

KIM-Studie vom Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest ([www.mpfs.de](http://www.mpfs.de)) 2014, online unter: <https://www.mpfs.de/studien/kim-studie/2014/> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Kuri, Jürgen (2007): Eltern und Schüler wollen Informatik als Pflichtfach. Pressemeldung, Heise online. März 12, online unter: <https://heise.de/-201866> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Ladel, Silke/Kortenkamp, Ulrich (2011): Finger-symbol-sets and multi-touch for a better understanding of number and operations, in: Pytlak, Marta/Rowland, Tim/Swoboda, Ewa (Hg.): *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 7)*, Rzesów, Poland, online unter: <http://wike.dzlm.de/sites/default/files/LadelKortenkamp-FMBUNO-2011a.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).



Ladel, Silke/Kortenkamp, Ulrich/Dohrmann, Christian (2012): An Activity-Theoretic View on Multitouch Devices in Mathematical Education (ICME-12), Seoul: International Congress on Mathematical Education ICME 12.

Loyens, Sofie M. M./Gijbels, David (2008): Understanding the effects of constructivist learning environments: introducing a multi-directional approach, in: *Instructional Science*, 36, 351–357, online unter: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11251-008-9059-4.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Marci-Boehncke, Gudrun/Rath, Matthias/Müller, Anita (2012): Medienkompetent zum Schulübergang. Erste Ergebnisse einer Forschungs- und Interventionsstudie zum Medienumgang in der Frühen Bildung. *Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, in: *Medienpädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 22/2012, online unter: <http://www.medienpaed.com/article/view/151> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Mayer, Richard E. (2005): Cognitive theory of multimedia learning, in: Mayer Richard E. (Ed.): *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* Cambridge, MA: Cambridge University Press, 31–48.

McLuhan, Marshall (1962): *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man*, Toronto: University of Toronto.

Moss, Gemma/Jewitt, Carey/Levaâiç, Ros/Armstrong, Vicky/Cardini, Alejandra/Castle, Frances (2007): The Interactive whiteboard. *Pedagogy and Pupil Performance Evaluation: An Evaluation of the Schools Whiteboard Expansions (SWE) Project*, London Challenge: London University, online unter: <http://discovery.ucl.ac.uk/10022066/1/Moss2007whiteboardsRR816.pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (MPFS) (2014): *KIM-Studie 2014. Kinder+Medien. Computer+Internet. Basisuntersuchungen zum Medienumgang 6-13-Jähriger in Deutschland*. Stuttgart:

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest, online unter: <https://www.mpfs.de/studien/kim-studie/2014/> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Paivio, Allan (1986): *Mental representations: A dual coding approach*, New York: Oxford University Press.

Piaget, Jean (1966): *Psychologie der Intelligenz*, Zürich: Rascher.

Piaget, Jean (1971): *Biology and knowledge*, Chicago: University of Chicago Press.

Prensky, Marc (2001): *Digital Natives. Digital Immigrants*. [www.nnstoy.org/download/technology/Digital%20Natives%20-%20Digital%20Immigrants.pdf](http://www.nnstoy.org/download/technology/Digital%20Natives%20-%20Digital%20Immigrants.pdf) (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Prensky Marc/Thiagarajan Sivasailam (2017): *Digital game-based learning: Practical ideas for the application of digital game-based learning*, United States: Paragon House Publishers.

Rey, Günter D. (2009): *E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*, Bern: Huber.

Ross, Steven M./Morrisson, Gary R./Lowther, Deborah L. (2010): Educational technology research past and present: Balancing rigor and relevance to impact school learning. *Contemporary Educational Technology*, 1(1), 17–35, online unter: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/252115> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Sackes, Mesut/Trundle, Kathy C./Bell, Randy L. (2011): Young Children's computer skills development from kindergarten to third grade, in: *Computers & Education*, 57(2), 1689–1704.

Sandvik, Margaret/Smordal, Ole/Osterud, Svein (2012): Exploring iPads in practioners' repertoires for language learning and literacy practices in kindergarten. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 7, 204–221, online unter: [https://www.idunn.no/dk/2012/03/exploring\\_ipads\\_in\\_practitioners\\_repertoires\\_for\\_language\\_](https://www.idunn.no/dk/2012/03/exploring_ipads_in_practitioners_repertoires_for_language_) (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Schaumburg, Heike/Issing, Ludwig J. (2004): Interaktives Lernen mit Multimedia, in: Mangold, Roland/Vorderer, Peter/Bente Gary (Hg.), Lehrbuch der Medienpsychologie, Göttingen: Hogrefe, 717–742.

Schlieszeit, Jürgen (2011): Mit Whiteboards unterrichten. Das neue Medium sinnvoll nutzen, Weinheim: Beltz Verlag.

Schorb, Bernd (1998): Stichwort: Medienpädagogik. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 1, 7–22.

Skinner, Burrhus F. (1958): Teaching Machines: From the experimental study of learning come devices which arrange optimal conditions for self-instruction, in: Science, 128, 969–977.

Smith, Heather/Higgins, Steve/Wall, Kate/Miller, Jen (2005): Interactive Whiteboards Boon or Bandwagon? A Critical Review of the Literature, in: Journal of Computer Assisted Learning, 21(2), 91–101, online unter: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.460.2627&rep=rep1&type=pdf> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Spanhel, Dieter (2014). Medienerziehung, in: Einsiedler, Wolfgang/ Götz, Margarete/Hartinger, Andreas u. a. (Hg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik, Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 585–590.

Sweller, John (1988): Cognitive load during problem solving: Effects on learning, in: Cognitive Science, 12(2), 257–285, online unter: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog1202_4) (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Sweller, John (1994): Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design, in: Learning and Instruction, 4, 295–312.

Sweller, John (2005): Implications of cognitive load theory for multimedia learning, in: Mayer, Richard E. (Ed.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning, Cambridge, MA: Cambridge University Press, 19–30.

Swertz, Christian/Kern, Gudrun/Kovacova, E. (2014): Der mediale Habitus in der frühen Kindheit, in: MedienPädagogik. Zeitschrift für Theorie und

Praxis der Medienbildung 2014/22, online unter: <http://www.medienpaed.com/article/view/150> (letzter Zugriff: 19.09.2018).

Tamim, Rana M./Bernard, Robert M./Borokhovski, Eugene/Abrami, Philip C./Schmid, Richard F. (2011): What forty years of research says about the impact of technology on learning, in: Review of Educational Research, 81(1).

Vygotsky, Lew S. (1934/1987): Thinking and speech, in: Rieber, Robert W./Carton, Aaron S. (Eds.): The collected works of L. S. Vygotsky: Vol. 1. Problems of general psychology, New York: Plenum, 37–285.