

---

Themenheft Nr. 31: «Digitale Bildung»

Medienbezogene Bildungskonzepte für die «nächste Gesellschaft».

Hrsg. v. Jasmin Bastian, Tobias Feldhoff, Marius Haring und Klaus Rummler.

## Notwendigkeit der Integration elementarinformatischer Lerneinheiten in den Vor- und Grundschulunterricht

Ute Schmid und Anja Gärtig-Daug

### Zusammenfassung

*Im vorliegenden Beitrag plädieren wir für eine Verzahnung von Informatikdidaktik mit Medienpädagogik und Schulpädagogik. Es wird postuliert, dass Mediennutzung und Vermittlung von Informatikkonzepten wechselseitig aufeinander bezogen werden sollten. Bei einer Vermittlung von Informatikkonzepten ohne Bezug zum Computer wird es Kindern nicht gelingen, die Beziehung von Informatik zur Mediennutzung selbständig herzustellen. Umgekehrt sind Kinder hochmotiviert, digitale Medien zu nutzen, wenden sie allerdings häufig rein konsumierend an. Es wird ein Konzept für elementarinformatische Unterrichtseinheiten vorgestellt, das die Integration digitaler Medien und informatischer Inhalte in die Vor- und Grundschule zum Ziel hat. Wir plädieren für eine Vermittlung von Informatikkonzepten aus drei Perspektiven: Bezug des Konzepts zur Lebenswirklichkeit der Kinder, spielerisch-entdeckendes Lernen abstrakter Konzepte durch «begreifbares» Material und «Wiedererkennen» der gelernten Konzepte bei der Nutzung digitaler Medien. Es werden Lerneinheiten vorgeschlagen, die in verschiedene Fächer integriert werden können. Zudem wird eine Handreichung für pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte beschrieben, die darauf abzielt, diesen die Integration informatischer Themen unter Nutzung digitaler Medien in den Unterricht zu erleichtern. Der Schwerpunkt des Beitrags liegt auf der Begründung der elementarinformatischen Konzepte, zusätzlich werden Verweise auf bereits durchgeführte Massnahme in verschiedenen Bildungseinrichtungen und erste empirische Befunde gegeben.*

### Necessity of integrating teaching units for elementary computer science education in pre- and primary school

#### Abstract

*In this article, we advocate the interlinking of computer science with media education and school pedagogy. It is postulated that media use and the transfer of computer science concepts should be interrelated. When teaching computer science concepts without a computer, children will not be able to establish the relationship between computer science and media use. Conversely, children are highly motivated to use digital media,*

*but they often perceive them as a means for entertainment only. We present a concept for teaching units for elementary and primary schools which aims at integrating digital media and computer science. We propose to consider three perspectives in early computer science education: identification of computational concepts in the life-reality of children, illustrating and grounding of abstract concepts through «comprehensible» material, and «discovery» of the learned concepts in computer applications. The suggested learning units can be integrated into different school subjects. In addition, we propose a handbook for pedagogical and teaching staff which empowers them to integrate computer science with the use of digital media in their lessons. The focus of the paper is on the presentation of a conceptual framework for elementary computer science concepts. In addition, we report already implemented measures in different educational institutions and first empirical results.*

## **Einleitung**

Die Vermittlung digitaler Kompetenzen wird als Voraussetzung für einen reflektierten Umgang mit digitalen Medien sowie als Grundlage für eine aktive Beteiligung am Leben in der Informationsgesellschaft und dessen Mitgestaltung gesehen (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016; KMK 2016). Um frühzeitig den Erwerb von digitaler Kompetenz zu fördern, wird plädiert, computergestützte Medien bereits im Vor- und Grundschulunterricht angemessen einzusetzen (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016; Aufenanger et al. 2013; Six und Gimmler 2007). Dabei soll ausgenutzt werden, dass Kinder sehr gerne mit neuen Medien umgehen und dadurch motiviert werden, sich neue Lerninhalte anzueignen. Zudem erlauben die interaktiven Möglichkeiten digitaler Medien, die Umsetzung neuer, konstruktiver Lehr-Lernkonzepte (Kandler 2002) in nahezu allen Unterrichtsfächern. Die Vermittlung medienpädagogischer Inhalte sollte frühzeitig durch elementare Informatikinhalte unterfüttert werden (Schelhowe 2016; Tulodziecki 2016; Herzig 2016; Reimann 2017; Schmid und Gärtig-Daugs 2017; Gärtig-Daugs et al. 2016). Erst durch die Vermittlung eines grundlegenden Verständnisses für die informatischen Konzepte, die hinter der «Blackbox» Computer liegen, wird es möglich, reflektiert mit digitalen Medien umzugehen (Reimann et al. 2013; Hauck 2015) und den Computer nicht nur als Unterhaltungsmedium, sondern auch als kreatives Werkzeug kennenzulernen (Reimann et al. 2013; Reimann 2017).

Um Kindern bereits im Elementar- und Primarbereich zu ermöglichen, eine Brücke zwischen Mediennutzung und dem Erwerb von Informatikkompetenzen zu schlagen, werden elementarinformatische Lerneinheiten vorgeschlagen. Unter Elementarinformatik verstehen wir die spielerische Vermittlung von grundlegenden Informatikkonzepten wie etwa digitale Repräsentation sowie einfache Algorithmen in Zusammenhang mit der Nutzung von Computermedien (Grabisch und Schmid 2010;

Schmid und Gärtig-Daug (2017). Dadurch sollen Kinder im Vor- und Grundschulalter ein Verständnis für die Funktionsweise von Computern, Tablets oder Smartphones erhalten. Gleichzeitig soll Handlungswissen so vermittelt werden, dass grundlegende Konzepte und Strategien der Mediennutzung erworben werden, die einen Transfer zwischen Systemen ermöglichen. Ziel ist, didaktische Konzepte zu entwickeln, die Kinder anregen, «Wie funktioniert das?»-Fragen zu stellen. Auf diese Weise sollen Kinder analog zum entdeckenden Lernen im Bereich der frühen naturwissenschaftlichen Bildung (Rohsen-Bullerdiek 2012) auch im ingenieurwissenschaftlichen Bereich zu einer forschenden Grundhaltung angeregt, zum Stellen von Fragen ermutigt und bei der Beantwortung der Fragen unterstützt werden.

Da die Wichtigkeit des Erwerbs von digitalen Kompetenzen bereits im Vor- und Grundschulbereich erkannt wurde (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2016), wird häufig die Einführung eines Schulfachs Informatik bereits im Primarbereich gefordert (Noller 2016; Wolfangel 2017; Joost 2015). Wir vertreten dagegen die Meinung, dass ein weiteres Schulfach die ohnehin vollen Lehrpläne der Grundschule nur überfrachten würde. Stattdessen sehen wir Elementarinformatik als Querschnittsdisziplin. Entsprechend sollten informatische Lerneinheiten so konzipiert werden, dass sie in verschiedenen, insbesondere auch nicht naturwissenschaftlichen Fächern sinnvoll integriert werden können. Zudem müssen die Themen und begleitenden Materialien so gestaltet sein, dass sie von pädagogischen Fachkräften und Grundschullehrkräften problemlos im Unterricht eingesetzt werden können. Dies erscheint erforderlich, da pädagogische Fach- und Lehrkräfte über kein hohes Mass an Informatikexpertise verfügen (werden), selbst wenn informatische Inhalte zukünftig in der Ausbildung berücksichtigt werden.

Unser Zugang zu elementarinformatischen Unterrichtseinheiten basiert also auf dem Gedanken, dass die Vermittlung von informatischen Konzepten mit der Medienpädagogik sowie der Schul- und Elementarpädagogik verzahnt werden sollte, um Kindern im vor- und primarschulischen Bereich einen altersadäquaten Zugang zu digitalen Medien und Informatikinhalten zu ermöglichen. Im Folgenden wird zunächst der Bezug der Elementarinformatik zum grundschulpädagogischen, sachunterrichts-didaktischen und elementarpädagogischen Diskurs aufgezeigt. Anschliessend werden Entwürfe für elementarinformatische Unterrichtseinheiten vorgestellt. Für zwei Module werden die Umsetzung und erste empirische Befunde berichtet. Dann wird die Einbindung der elementarinformatischen Unterrichtseinheiten in verschiedene Themenbereiche aus dem Lehrplan der Grundschule vorgestellt. Zudem wird aufgezeigt, wie modifizierte Module bereits in der Vorschule eingesetzt werden können. Unser Konzept einer begleitenden Handreichung für Fachkräfte im Elementar- und Primarbereich wird vorgestellt und erste Ergebnisse der Evaluation des Materials und der Handreichung berichtet.

## Bezug zum grundschulpädagogischen, sachunterrichtsdidaktischen und elementar-pädagogischen Diskurs

### *Digitale Medienbildung in der Grundschule*

Digitale Medien prägen und verändern unseren Alltag und nehmen auch die Lebenswelt von Kindern nicht aus (Irion 2016; Bergner et al. 2017). Diesem Umstand tragen die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz von 2012 Rechnung, durch die digitale Medienbildung in der Grundschule nicht mehr nur auf freiwilliger Basis erfolgen soll, sondern einen verpflichtenden Unterrichtsbestandteil bildet (Irion und Peschel 2016). Digitale Medienbildung zielt auf die Vermittlung von Kompetenzen in einer digital geprägten Kultur und wird als Grundlage für eine aktive Beteiligung am sozialen, kulturellen und später auch politischen Leben in der Informationsgesellschaft sowie für dessen Mitgestaltung in jeweils altersgerechter Form gesehen (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2010). Digitale Medien stellen einen neuen und eigenständigen Bildungsbereich dar, der den Kindern ein selbständiges und verantwortungsvolles Handeln in einem von digitalen Technologien geprägten Alltag ermöglichen soll (Irion 2016; Bergner et al. 2017).

Dabei bleibt das originäre Ziel der Medienbildung unverändert, nämlich die Vermittlung handlungsbezogener Wissensstrukturen, die zum zielgerichteten, sicheren, kritischen und auch kreativ-produktiven Umgang mit Medien befähigen sollen (Vollbrecht 2001; Baacke 1996; Irion 2016). Neu hinzu kommt die informatische Bildung, d.h. die Vermittlung grundlegender Funktionen und Wirkungsweisen digitaler Technologien, damit Medien nicht nur bedient und für unterschiedliche Zwecke genutzt werden können, sondern auch einer Gestaltung und Bewertung zugänglich sind (Bergner et al. 2017; Irion 2016). Medienpädagogische Ansätze haben dabei zu berücksichtigen, dass Medien unterschiedlich von Kindern rezipiert werden (Irion 2016): so können bei Kindern sowohl der Unterhaltungsaspekt, das Erkenntnisinteresse oder das Entwicklungsinteresse im Vordergrund stehen. Bei der Konzeption von Lehr- und Lerneinheiten zur digitalen Medienbildung ist deshalb den individuellen Zugangsweisen der Kinder, ihren jeweils altersgerechten Lernvoraussetzungen und Erfahrungen Rechnung zu tragen. Insbesondere erscheint es verfehlt, Konzepte aus weiterführenden Schulen ohne Berücksichtigung grundschulspezifischer Aspekte auf den Primarbereich zu übertragen (Irion 2016). Es ist zu berücksichtigen, dass das Entdecken und Ausprobieren – das Begreifen im wahrsten Sinne des Wortes – für kindliches Lernen essentiell ist (Bergner et al. 2017). Damit ist bereits ein zentraler Punkt angesprochen, nämlich die Frage, wie digitale Medienbildung auf sinnvolle Weise in den Grundschulunterricht integriert werden kann.

### *Digitale Medienbildung als Gegenstand (nicht nur) des Sachunterrichts*

Als Ausgangspunkt für das Einbeziehen digitaler Medien in den Grundschulunterricht bietet sich der Sachunterricht an, der Kinder unterstützen will, die Welt zu verstehen und in ihr zu handeln (Kahlert 2009; Gervé 2016; Peschel 2016). Aufgabe des Sachunterrichts ist es nach Peschel zum einen, über Medien zu informieren, diese zu reflektieren und mögliche Gefahren erkennbar zu machen. Zum anderen wird aufgezeigt, wie Medien eingesetzt werden können, um Phänomene der Umwelt zu erschliessen. Digitale Medienbildung in der Grundschule verfolgt damit eine doppelte Zielsetzung, nämlich das Lernen über und das Lernen mit Medien (Peschel 2016). Es sollen Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt werden, die in variablen Situationen anwendbar sind (Schultheis 2007; Gervé 2016).

Für das Lernen über Medien ist es entscheidend, Materialien zu entwickeln und auszuwählen, die Kinder zum Staunen anregen, Phänomene und komplizierte Abläufe auch haptisch begreifbar machen und zugleich handlungs- und problemorientiert sind, so dass Kinder zum forschenden, entdeckenden Lernen animiert werden (Peschel 2016; Gervé 2016; Schultheis 2007). Ein entsprechend erfahrungsorientierter Sachunterricht knüpft an das Vorwissen, die Vorerfahrungen und das individuelle Interesse der Kinder an und gestaltet die Lernumgebungen so, dass es Kindern möglich ist, über eine spielerisch-entdeckende Herangehensweise und Ausprobieren neue Erfahrungen zu machen und eigene Lernwege zu beschreiten (Schultheis 2007; Peschel 2016). Kognitive Lerntheorien legen nahe, dass komplexe Themen besonders gut erschlossen werden können, wenn Materialien zur Verfügung gestellt werden, die analoge Vergleiche und Lernen durch analoges Schliessen ermöglichen (Schultheis 2007; Gentner et al. 2016; Wiese, Schmid und Konerding 2008). Die Möglichkeit zu methodisch angeleitetem Experimentieren ermöglicht zudem eine Erweiterung der eingeschränkten individuellen Erfahrung sowie den Aufbau verallgemeinerbarer Wissensstrukturen (Schultheis 2007).

Im Sachunterricht wird bei der Behandlung naturwissenschaftlicher Themen, insbesondere aus dem Bereich Biologie und Physik, auf bereits erprobte und begründete didaktische Prinzipien zurückgegriffen, die das genaue Beobachten von Phänomenen und Ausprägungen der natürlichen Umwelt anregen und das Formulieren von Warum-Fragen fördern. Dagegen bestehen bislang noch kaum etablierte Prinzipien zur Erschliessung von Artefakten wie sie die Ingenieurwissenschaften und die Informatik entwickeln. Wie bei den natürlichen Phänomenen kann auch hier zunächst auf genaues Beobachten zurückgegriffen werden. So kann die Funktionsweise eines technischen Gerätes wie eines Druckers oder einer Software wie eines Webbrowsers durch genaues Beobachten der Systemreaktionen auf Nutzeraktionen erschlossen werden (Norman 1983). Im nächsten Schritt geht es dann aber nicht primär um das Stellen von «Warum»-Fragen, sondern um das Stellen von «Wie funktioniert

das?»-Fragen. Letztendlich liefern solche Fragen den Ausgangspunkt für «Wie kann ich das besser machen?»-Fragen, die die Triebfeder für jede ingenieurwissenschaftliche Innovation sind.

Um sinnvolle Einsatzmöglichkeiten von Medien zu vermitteln und das Potenzial digitaler Medien im Sinne eines Lernens mit Medien zu erschliessen, sollten digitale Medien nicht nur Gegenstand des Sachunterrichts sein, sondern in weitere Fächer einbezogen werden (Peschel 2016). Hierdurch eröffnen sich neue didaktische Möglichkeiten. Digitale Medien können auf sinnvolle Weise Schülerinnen und Schüler zur Eigenaktivität anregen und sie beim Konstruktions- und Verstehensprozess unterstützen. Hierzu zählt beispielsweise der Einsatz digitaler Medien zur eigenständigen Erschließung eines Themas durch Informationsrecherche, kritische Reflexion, Verarbeitung, Aufbereitung und Darstellung der gefundenen Informationen bzw. Lernergebnisse (Peschel 2016). Ebenso können Lernprozesse durch intelligente, computerbasierte Tutorsysteme gefördert werden (Zeller und Schmid 2016). Zudem können digitale Problemlösungsmodelle zur Veranschaulichung und zum besseren Verständnis von Sachverhalten von den Lehrkräften bereitgestellt oder zusammen mit den Schülerinnen und Schülern entwickelt werden. So kann die Lösungsfindung bei einer Sachaufgabe in Mathematik beispielsweise durch die Veranschaulichung des Sachverhalts mit Hilfe eines Computerprogramms unterstützt werden.

### ***Digitale Medienbildung im Elementarbereich***

Das Thema Medienbildung ist nicht nur für den Primarbereich, sondern auch für den Elementarbereich bedeutsam, da die Sozialisation mit Medien zumeist vor dem Eintritt in die Grundschule erfolgt (Peschel 2016; Kutscher 2013). Im frühkindlichen Bereich wird die Verantwortung für die Erziehung hin zu einem reflektierten Umgang mit Medien und einem sinnvollen Umfang der Mediennutzung zunächst in der Hand der Eltern gesehen. Die Mediensozialisation und das Mediennutzungsverhalten in der Kindheit hängen jedoch sehr stark von den ökonomischen und kulturellen Ressourcen der Eltern ab (Kutscher 2013). Hinzu kommt, dass viele Eltern gerade im Hinblick auf digitale Medien verunsichert sind und sich nicht als hinreichend medienkompetent empfinden (Kammerl et al. 2012). Medienbildung im Elementarbereich hat deshalb nicht nur Kinder zu adressieren, sondern ist (auch) als Eltern- und Familienbildung zu gestalten. Das Ziel der Medienbildung im frühkindlichen Bereich besteht nach Kutscher darin, Kinder und deren Eltern in einer mediatisierten Welt zu begleiten, familiäre Benachteiligungen zu kompensieren und allen Kindern die Bildungsteilhabe in einer digitalisierten Welt zu ermöglichen. Digitale Medienbildung im vorschulischen Kontext sollte die kreative Auseinandersetzung mit Medien, ein Kennenlernen und Verstehen der Funktionsweise – insbesondere neuer Medien – sowie die Verarbeitung von Medienerfahrungen ermöglichen, konkrete Anregungen zur

Gestaltung des familiären Alltags mit Medien geben und Kinder wie Eltern zu einem souveränen, kritisch-reflektiven Umgang mit digitalen Medien befähigen. Dabei ist die Anschlussfähigkeit der vorschulischen Bildungsinhalte an die Kompetenzerwartungen in der Grundschule zu beachten (Kutscher 2013).

### **Zwischenfazit**

Die Wichtigkeit, digitale Bildung bereits im Elementar- und Primarbereich einzubinden, wird auch in der Informatikdidaktik gesehen, die ihren Schwerpunkt bislang im Sekundarbereich hatte. So werden derzeit Bildungsstandards (Arbeitskreis «Bildungsstandards Primarbereich» der GI 2018) und Zieldimensionen für die frühe Informatik (Bergner et al. 2017) entwickelt und zur Diskussion gestellt. Während bislang im frühen Bildungsbereich ausschliesslich Medienpädagogik und im Sekundarbereich überwiegend Informatikdidaktik im Vordergrund stand, ändert sich dies im Rahmen der neuen Entwicklungen. Zunehmend wird erkannt, dass Mediennutzung ein grosser Motivator für die Vermittlung erster Informatikinhalte ist, aber auch, dass Mediennutzung durch informatisches Grundlagenwissen unterfüttert werden muss, um kompetent in der digitalisierten Welt zu agieren. Notwendig ist die Entwicklung konkreter Fallbeispiele, mit denen eine solche Verzahnung altersgerecht umgesetzt werden kann.

Erste Vorschläge, welche Themenbereiche im Elementar- und Primarbereich aufgegriffen werden können, wurden bereits von verschiedenen Gruppen formuliert (Schmid und Gärtig-Daug 2017; Bergner et al. 2017; Arbeitskreis «Bildungsstandards Primarbereich» GI 2018; Gervé 2016). Beispielsweise werden häufig Themen wie Verschlüsselung in Zusammenhang mit der Nutzung des Internets, digitale Daten im Zusammenhang mit der Erstellung und Verarbeitung digitaler Bilder oder Algorithmen in Zusammenhang mit der Programmierung von Robotern vorgeschlagen. Überwiegend wird bislang jedoch kaum versucht, eine explizite Verzahnung von Mediennutzung und Informatikkompetenz herzustellen. Insbesondere gibt es bislang noch kaum ausgearbeitete Konzepte und Lernmodule, bei denen ein altersgerechter Bezug informatischer Themen zur Lebenswelt von Kindern hergestellt wird. Neue, didaktische Konzepte müssen ein haptisches Begreifen der unsichtbaren algorithmischen Prozesse im Computer ermöglichen und zugleich zur Förderung aller Bereiche, die unter dem Stichwort Medienbildung adressiert werden, beitragen.

Im elementaren Bildungsbereich ist eine eher ganzheitliche Betrachtung von Bildungsgegenständen charakteristisch. Im Primarbereich beginnt hingegen eine erste Fächerdifferenzierung. Digitale Medien und digitales Lernen sind aber eine Querschnittstechnologie, die fächerunabhängig genutzt werden kann. Entsprechend können auch Informatikthemen in verschiedenen Fächern aufgegriffen werden. Neben dem Sachunterricht kann etwa das Thema digitale Bilder im Kunstunterricht

einbezogen werden, das Thema Sortieren im Deutschunterricht in Zusammenhang mit Wortlisten und das Thema Algorithmus etwa im Zusammenhang mit der schriftlichen Subtraktion im Mathematikunterricht. Ein so querschnittliches Adressieren von Themen kann auch helfen, dass Kindern die Allgegenwärtigkeit von Informatik im Alltag bewusst wird. Damit können Nachteile, die Kinder aus bildungsfernen Schichten bei der Erschließung digitaler Medien haben, im schulischen Kontext ausgeglichen werden. Insbesondere kann die Einbeziehung von Computermedien im Unterricht dazu beitragen, Kinder von reinen Konsumenten zu kreativen Nutzern zu machen. Lerneinheiten sollten zudem bereits in der frühen Bildung eine fähigkeits- und neigungsspezifische Differenzierung ermöglichen. Die Materialien sollten so gestaltet sein, dass etwa besonders begabte Kinder beim Thema digitale Daten durchaus bereits im Primarbereich an das Rechnen mit Binärzahlen herangeführt werden können, was typischerweise erst Thema im Informatikunterricht der Sekundarstufe ist. Wie bei allen Fächern des Vor- und Grundschulunterrichts ist auch für die Vermittlung informatischer Kompetenzen erforderlich, dass die Inhalte in verschiedenen Phasen der kognitiven Entwicklung im Sinne eines Spiralcurriculums wiederholt aufgegriffen und jeweils altersangemessen vertieft werden.

Dabei ist es wichtig, pädagogische Fach- und Lehrkräfte mitzunehmen (Gervé 2016; Kutscher 2013) und Vorbehalte gegenüber digitalen Medien sowie der Vermittlung von informatischen Lerninhalten, die nicht Bestandteil der eigenen Ausbildung waren, abzubauen. Hierzu sollten medienpädagogische und informatikbezogene Kompetenzen in allen Phasen der Aus- und Fortbildung von pädagogischen Fachkräften sowie der Lehrerbildung gefördert werden (Breiter und Averbek 2016; Kutscher 2013).

Für die Einbindung elementarinformatischer Lehr-Lerneinheiten in den Unterrichtsalltag sind bereits bei der Konzept- und Materialentwicklung potenzielle Transferhindernisse zu berücksichtigen. Aufschluss hierüber liefert die didaktische Entwicklungsforschung, die im Rahmen einer empirischen Begleitevaluation die Unterrichtseinheiten in verschiedenen Lernumgebungen erprobt und Aufschluss über das Wirkungs- sowie Aktivierungspotenzial gibt (Einsiedler 2011). Relevant sind in diesem Zusammenhang insbesondere die Aspekte Motivation (von pädagogischen Fach- und Lehrkräften, Kindern, Schülerinnen und Schülern), Konzepterwerb und Vermittlung von transferierbarem Handlungswissen.

### **Entwurf elementarinformatischer Unterrichtseinheiten**

Es gibt bereits einige Arbeiten, in denen Informatikthemen behandelt werden, die jüngeren Kindern angemessen vermittelt werden können (Schwill 2001; Bell et al. 2005; Weiß 2015). Themen wie digitale Repräsentation oder Such- und Sortieralgorithmen werden beispielsweise im Programm von *Computer Science unplugged* (Bell



et al. 2005) didaktisch angemessen umgesetzt. Diese von Computermedien losgelöste Vermittlung von Informatikkompetenzen im Sinne logisch-algorithmischer Denkprozesse verhindert unserer Meinung nach jedoch, dass Inhalte der Informatik mit den im Alltag genutzten Computermedien in Beziehung gebracht werden. Sie lässt Kinder Informatik als der Mathematik vergleichbares Fach erleben. Entsprechend schlagen wir elementarinformatische Lerneinheiten vor, die solche informatikdidaktischen Ansätze gezielt mit medien- und schulpädagogischen Aspekten verzahnen.

Zunächst führen wir grundlegende Prinzipien zur Gestaltung elementarinformatischer Lerneinheiten ein, indem wir pädagogische Ziele formulieren und Methoden zu deren Umsetzung vorschlagen. Zur Illustration stellen wir die Lerneinheiten Digitale Repräsentation und Algorithmen vor. Wir identifizieren wie mit den von uns vorgeschlagenen Gestaltungsprinzipien elementarinformatischer Lerneinheiten eine sinnvolle Verzahnung von Informatik, Medienpädagogik und Schulpädagogik realisiert werden kann. Schliesslich berichten wir ausgewählte empirische Ergebnisse, die die Angemessenheit unserer Materialien für Kinder der Vor- und Grundschule belegen.

**Grundlegende Prinzipien zur Gestaltung der Lerneinheiten**

Die elementarinformatischen Lerneinheiten basieren auf einer Kombination von pädagogischen und didaktischen Prinzipien. Die wesentlichen Prinzipien, nach denen die Lerneinheiten gestaltet werden, sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Ziel	Methode
Abholen der Kinder im Alltag, Anknüpfen an konkrete, kindliche Alltagserfahrungen	Problemorientierte Herangehensweise; Impuls durch Präsentation von Alltagsobjekten
Informatikkonzepte kindgerecht begreifen; Aufbau kindgerechter, mentaler Modelle	Haptische Materialien; erfahrungsorientierter Unterricht; entdeckendes Lernen
Grundlagen schaffen für Verständnis und Hinterfragen digitaler Medien	Verknüpfung von Informatikkonzepten mit Mediennutzung
Transferierbares Handlungswissen beim Umgang mit digitalen Medien aufbauen	Generalisierungslernen
Aufbau eines mentalen Modells des Berufsbilds Informatik	Hinweis auf Erschafferinnen und Erschaffer der Informatikkonzepte
Dekontextualisierung	Einbringen in unterschiedliche Fachgebiete
Anknüpfbarkeit des Wissens	Themen bereits im Vorschul-/ Grundschulalter in vereinfachter Form einführen, in verschiedenen Altersstufen wieder aufgreifen und vertiefen

**Tab. 1.:** Gestaltungsprinzipien elementarinformatischer Lerneinheiten.

Jede Lerneinheit beginnt mit einem kurzen Impuls und der Präsentation von themenbezogenen Objekten, mit denen an die alltägliche Erfahrungswelt der Kinder angeknüpft wird. Im Kern des pädagogischen Konzepts steht die Bereitstellung haptischer Materialien, die komplexe Phänomene aus der Lebenswelt der Kinder begreifbar machen und helfen, in konkreten Problemlösungszusammenhängen abstrakte Konzepte aufzubauen. Zusätzlich zu den konkreten, spielerischen Materialien zur Vermittlung grundlegender informatischer Konzepte werden gezielt digitale Medien eingesetzt. Es ist anzunehmen, dass erst durch die Kombination der rechner-unabhängigen Erfahrungen mit der Arbeit am Computer es den Kindern gelingen kann, die erworbenen Konzepte mit der Funktionsweise des Computers in Zusammenhang zu bringen. Die Beziehung zwischen den abstrakten Konzepten und der Nutzung von Anwenderprogrammen wird explizit hergestellt und bei der Nutzung von Software wird auf verallgemeinerbare Prinzipien hingewiesen.

Im Unterschied zur blossen Nutzung solcher Programme wird durch Kombination mit den konzeptorientierten Lerneinheiten nicht nur Medienkompetenz erworben, sondern es werden Wissensstrukturen aufgebaut, die ermöglichen, dass ein Transfer auf andere Anwendungsprogramme möglich wird. Reines Handlungswissen («das macht man halt so») wird durch systematisches Wissen auf der kognitiven Ebene unterfüttert. Man kann davon ausgehen, dass dadurch nachfolgende, unbetreute Computernutzung nicht mehr ausschliesslich konsumierend ist, sondern die Kinder nun eine Grundlage haben, weitere Fragen zu den Funktionsprinzipien des Computers selbständig zu generieren. Die erfahrungsbasierte Vermittlung von informatischen Konzepten und Prinzipien des Umgangs mit digitalen Medien wird so gestaltet, dass Generalisierungslernen möglich ist. Wesentlich hierfür ist die Nutzung des Prinzips des analogen Transfers: die Präsentation eines Konzepts – etwa der digitalen Repräsentation – in verschiedensten konkreten Erfahrungszusammenhängen – etwa Ausmalbilder oder das Zeigen verpixelter Bilder (vgl. Abschnitt «Lerneinheit Digitale Repräsentation») – erlaubt den Aufbau abstrakter Konzepte durch Identifikation der Gemeinsamkeiten in verschiedenen Anwendungskontexten.

Bei der Nutzung von Computerprogrammen werden gezielt Aufgaben gestellt, die ermöglichen, allgemeine Anwendungsprinzipien zu entdecken. Beispielsweise können Kinder lernen, dass verschiedenste Objekte mit den gleichen Befehlen manipuliert werden können (vgl. Abschnitt Lerneinheit Digitale Repräsentation; Novick und Holyoak 1991).

Die elementarinformatischen Materialien sind so gestaltet, dass sowohl individualisiertes als auch projektbezogenes Lernen möglich ist. Das pädagogische Fachpersonal nimmt hier eine beratende Rolle ein. Sowohl bei den anschaulichen Materialien als auch bei der Nutzung von Computermedien steht entdeckendes Lernen im Vordergrund. Die Arbeit sollte immer wieder durch Unterrichtsgespräche gegliedert werden, in der die Lehrkraft grundlegende Aspekte des Themas aufgreift und

die Kinder anregt, gerade erarbeitete Inhalte zu hinterfragen. Die Gespräche können auch genutzt werden, um darauf hinzuweisen, dass die Kinder gerade «Informatik machen» und dass die Konzepte, die sie kennenlernen, von Informatikerinnen und Informatikern erdacht und die Programme, die sie nutzen, von Informatikerinnen und Informatikern programmiert worden sind. Dadurch wird den Kindern die Möglichkeit gegeben, sich ein erstes mentales Modell über das Berufsbild Informatik aufzubauen. Empirische Befunde zeigen, dass Kinder zwar eine Vorstellung von Berufen wie Arzt/Ärztin und Polizist/Polizistin haben, aber das Berufsbild von Informatiker/Informatikerinnen nicht in ihrem Alltagswissen verankert ist (Wolking 2017; Gärtig-Daug et al. 2016). Gerade für Mädchen ist es entscheidend, dass das Berufsbild Informatik als Option ins Bewusstsein rückt, bevor in der Pubertät typische (konservative) Rollenmodelle aufgebaut werden (Kessels 2013).

Das Konzept der Elementarinformatik sieht Lerneinheiten vor, die in Blöcken von 45 Minuten umgesetzt werden können. Zu jedem Thema besteht die Möglichkeit, die Inhalte in weiteren Lerneinheiten zu vertiefen. Die Lerneinheiten weisen Bezüge zu verschiedenen, nicht notwendigerweise auf MINT bezogenen, Inhaltsbereichen auf und sind so konzipiert, dass sie problemlos in den fachbezogenen Unterricht der Grundschule integrierbar sind oder an Themen aus dem Bildungsplan für Kindertagesstätten anknüpfen. Zu bevorzugen sind frei verfügbare Programme, die die Kinder dann auch zuhause weiter nutzen können, um entdeckendes Lernen nicht nur auf den schulischen Bereich zu beschränken.

Die verschiedenen Themenbereiche sind so konzipiert, dass ausgewählte Aspekte bereits im vorschulischen Bereich vermittelt werden können. Jedes der behandelten Konzepte kann im Sinne eines Spiralcurriculums in verschiedenen Altersstufen behandelt werden. Hierdurch wird eine Wissensgrundlage geschaffen, an die über verschiedene Jahrgangsstufen und in unterschiedlichen Kontexten angeknüpft werden kann. Dadurch werden die Konzepte immer selbstverständlicher und schrittweise immer ausdifferenzierter. Uns erscheint es nicht sinnvoll, die bestehenden Bildungs- und Lehrpläne durch ein weiteres Fach Informatik zu überladen. Die Integration von Medien- und Informatikthemen über ein breites Spektrum von Fächern hinweg scheint uns zum einen sinnvoll, weil dadurch die universelle Einsetzbarkeit digitaler Medien und der darunterliegenden Konzepte sichtbar wird und für die Kinder anschaulich wird, dass bestimmte informatische Prinzipien themenunabhängig anwendbar sind.

### ***Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Digitale Repräsentation***

Das Thema Digitale Repräsentation (vgl. Informationsspeicherung im Rechner: Borowski et al. 2010) wird über die Erfahrungen der Kinder mit dem Fotografieren eingeführt. Als Impuls werden Alltagsobjekte wie eine Digitalkamera oder ein Smartphone

und eine Analogkamera präsentiert und die Kinder aufgefordert, hiermit Fotos anzufertigen. Von der Materialebene kann der Übergang zur kognitiven Ebene erfolgen, indem die Kinder ermuntert werden, das Innenleben der Kameras zu untersuchen und die Frage gestellt wird, wie ein Bild in einem Computermedium und wie bei einer Analogkamera gespeichert wird. Das Konzept der Repräsentation eines Bildes durch Pixel wird durch verschiedene spielerische Materialien veranschaulicht. Beispielsweise können in einem Kästchenbild, bei dem in jedem Kästchen eine 0 oder 1 steht, alle Felder, die eine 1 enthalten ausgemalt werden und die Kinder können entdecken wie daraus ein Bild entsteht (siehe Abbildung 1a). Der Unterschied von analoger zu digitaler Repräsentation kann erschlossen werden, indem Wasserfarbbilder und digitale Bilder in unterschiedlicher Auflösung mit einer Lupe untersucht werden. Bereits mit bloßem Auge können die Kinder bei Digitalbildern mit niedrigerer Auflösung erkennen, dass diese aus «farbigen Quadraten» (Pixel) aufgebaut sind. Bei der Untersuchung mit der Lupe werden beim Wasserfarbbild zwar gröbere Pinselstriche sichtbar, aber keine Pixel.



**Abb. 1.:** (a) Pixelbilder (links), (b) Vorübung zu Selection Sort (rechts). (Fotos aus eigener Workshopdurchführung).

Um einen Rückbezug des Konzepts der digitalen Repräsentation von Bildern auf digitale Medien anzuregen, können die Kinder Bilder auf dem Tablet betrachten und mit Zoom-Funktion so lange vergrößern bis die Pixel sichtbar werden.<sup>1</sup>

Um den Kindern zu ermöglichen, ein allgemeineres Konzept digitaler Repräsentation aufzubauen, können Geräte mit analogen sowie digitalen Anzeigen – etwa eine Analog- und eine Digitaluhr sowie ein Analog- und ein Digitalthermometer

<sup>1</sup> Die meisten Bildbetrachter, die für Tablets verschiedener Betriebssysteme zur Verfügung stehen, glätten die Anzeige automatisch, so dass Pixel nicht durch Vergrößerung sichtbar werden (Anti-Aliasing oder Kantenglättung genannt). Bei der Auswahl geeigneter Bildbetrachter sollte daher darauf geachtet werden, dass die Glättung nicht automatisch stattfindet bzw. man sie deaktivieren kann. Des Weiteren liegen die meisten Bilder heutzutage in sehr hohen Auflösungen vor. Die meisten Bildbetrachter haben aber nur eine begrenzte Vergrößerungsfähigkeit, so dass die einzelnen Pixel trotz Vergrößerung kaum zu erkennen sind. Hier empfiehlt es sich, die Bilder mithilfe eines Grafikprogrammes künstlich zu «verpixeln», also die Qualität zu reduzieren, um die Pixel für das menschliche Auge sichtbar zu machen. So können Bilder unterschiedlicher Auflösung vorbereitet und dann betrachtet werden.

– betrachtet werden. Allerdings ist es nicht einfach, ein korrektes Verständnis des Unterschiedes zwischen analoger und digitaler Repräsentation sowie analoger und digitaler Anzeige zu vermitteln. Wesentlich ist zu verdeutlichen, dass digitale Anzeigen digitalen Repräsentationen entsprechen. Dabei ist es unerheblich, ob die Messwerte selbst (Uhrzeit, Temperatur) analog oder digital repräsentiert sind.

Zur Verknüpfung der vermittelten Informatikkonzepte mit Mediennutzung bietet sich für den Vorschulbereich und die erste und zweite Klasse das Malprogramm *Tux Paint* an, das über eine auf Symbolen basierende Nutzeroberfläche verfügt und damit auch von Kindern, die noch nicht lesen können, genutzt werden kann. Das Programm bietet eine grosse Auswahl an vorgefertigten Hintergründen und Objekten sowie an möglichen Effekten. Kinder lernen hier auf einfache Weise die Grundprinzipien im Umgang mit graphischen Oberflächen. Nachdem die Kinder sich etwas mit dem Programm beschäftigt haben, kann das Konzept der digitalen Repräsentation am Beispiel der *Tux Paint* Bilder wiederholt werden und so der Zusammenhang zwischen den allgemeinen Konzepten und der konkreten Erfahrung am Computer hergestellt werden. Die Kinder können darauf hingewiesen werden, dass Informatikerinnen und Informatiker das Konzept des Pixels entwickelt haben, um digitales Fotografieren und das Malen am Computer möglich zu machen.

*Tux Paint* kann über Tablets durch Touchfunktionalität bedient werden oder am PC mit Maus oder Touchpad. Führt man mehrere Lerneinheiten mit *Tux Paint* durch, kann nach dem Prinzip der digitalen Speicherung als zweites Konzept das Thema Datei eingeführt werden. Während Kinder (und auch viele Erwachsene) beim Arbeiten mit dem Computer nur reines Handlungswissen abrufen, kann so ein grundlegendes Verständnis der Datenspeicherung und -organisation vermittelt werden. Am Beispiel analog/digital wird illustriert, wie man von Alltagsbeobachtungen zu Konzeptwissen bis zur Anwendung am Computer kommt. Nun kann man den umgekehrten Weg gehen: Im abschliessenden Gruppengespräch kann erfragt werden, warum man, bevor man das Programm verlässt auf «speichern» (in *Tux Paint* symbolisiert durch ein Buch) klickt, und wo das gemalte Bild hingehet, wenn es nicht mehr zu sehen ist. Die Kinder können geleitet durch die Dialogoberfläche von *Tux Paint* erfahren, dass man mit einer Datei verschiedenes tun kann: öffnen, ansehen, verändern, aber auch drucken. Das Konzept kann durch Alltagserfahrung angereichert werden, in dem man den Speicher als Ordner illustriert, in dem Dateien als Blätter abgelegt werden können.

Bereits beim einfachen Malprogramm *Tux Paint* kann ein grundlegendes Prinzip beim Umgang mit Computerprogrammen verdeutlicht werden: Methoden, die bei einem Objekt anwendbar sind, sind üblicherweise auch bei anderen Objekten desselben Typs anwendbar. Kann man beispielsweise die Grösse und Position der Form Quadrats bestimmen, so geht das auch mit allen anderen geometrischen Formen (etwa Kreis). Selbst für Objekte verschiedener Kategorien wie Formen, Linien und

Text gibt es gemeinsame Möglichkeiten der Manipulation, etwa die Auswahl der Farbe. Durch diese Art des analogen Schliessens wird es möglich, über Gemeinsames zu generalisieren. Dadurch werden allgemeinere Wissensstrukturen aufgebaut. Im konkreten Fall kann Wissen über den allgemeinen Umgang mit Objekten innerhalb eines Programms aufgebaut werden. Werden in höheren Klassenstufen weitere Programme wie ein Vektorgrafikprogramm oder ein Präsentationsprogramm (Schmid und Weitz 2017) eingeführt, kann an das bereits vermittelte Wissen angeknüpft werden (vgl. Abschnitt Einbindung in den Fachunterricht). So können etwa in einem Vektorgrafikprogramm Objekte gleichen Typs auf die gleiche Art manipuliert – etwa skaliert, rotiert oder verschoben – werden. In allen Programmen werden erstellte Inhalte mit einem Namen versehen als Datei gespeichert.

### ***Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Algorithmen***

Das Thema Algorithmen (siehe Abbildung 1b) wird anhand von konkreten Alltagsbeispielen wie Backrezepte, Tagesabläufe, Wegbeschreibungen oder Bauanleitungen eingeführt. Die Kinder erkennen, dass es sich hierbei jeweils um eine sinnvolle Abfolge von Handlungsschritten zur Erreichung eines bestimmten Ziels handelt. Als Beispiel für einfache Algorithmen wie sie im Computer umgesetzt werden, werden Suchen und Sortieren betrachtet (Schwill 2001; Bell et al. 2005). Suchen und Sortieren kann mit sprachfreiem Material bereits im Elementarbereich eingeführt werden (Weiß 2015). Beispielsweise können Karten mit Tieren nach Grösse oder auch Würfelaugen sortiert werden (Schmid, Weitz und Wolking 2016). Das Erkennen des grössten und kleinsten Elements ist bei wenigen Elementen (kleiner 10; Mandler und Shebo 1982) einfach möglich. Für alle anderen Elemente können die Kinder spielerisch erfahren, dass das Finden in einer sortierten Reihe von Karten viel einfacher ist als in einer unsortierten. Ab der 2. Klasse kann analog dazu erarbeitet werden, wie Kinder die Rechtschreibung eines Wortes nachschlagen. Die Kinder können ausprobieren, wie sie ein Wort schneller finden: in einem unsortierten oder einem sortierten Karteikasten mit (maximal 20) Worten. Mit diesen Beispielen kann motiviert werden, wie wichtig Sortieralgorithmen sind.

Als einfacher und natürlicher Sortieralgorithmus bietet sich *Selection Sort* (Sortieren durch Auswählen) an (Bell, Witten und Fellows 2005). Das Prinzip basiert darauf, dass jeweils das kleinste Element einer unsortierten Liste gesucht wird und ans Ende einer bereits sortierten Liste gepackt wird. Als Vorübung können 8 gleichartige Kästchen, die mit unterschiedlich vielen Drops gefüllt sind, präsentiert werden. Die Kinder erhalten die Aufgabe, mittels einer Balkenwaage das leichteste Kästchen zu identifizieren (siehe Abbildung 1b). Die Durchführung mit Kästchen bei denen Gewichtsunterschiede nicht von aussen sichtbar sind, ist deshalb besonders gut zur Einführung des Selektionsprinzips geeignet, weil dadurch nicht auf die typisch

menschliche Strategie zurückgegriffen werden kann, mehrere oder alle Elemente visuell zu vergleichen. Stattdessen wird es hier notwendig, systematisch Paare von Elementen bezüglich einer bestimmten Relation (hier «leichter als») zu vergleichen. Die Kinder erfahren hierdurch die typische Arbeitsweise eines Algorithmus:

*Die Kästchen liegen in einer zufälligen Anordnung in einer Reihe. Das leichteste/kleinste Element kann dann durch folgende Handlungsanweisung gefunden werden: Nimm das am weitesten links liegende Element und lege es auf die Balkenwaage, nimm das benachbarte Element und lege es auf die andere Seite der Balkenwaage. Behalte das leichtere der beiden Elemente und ersetze das andere Element durch das nächste noch nicht betrachtete.*

Die Vorgabe dieses Materials ermöglicht es, dass die Kinder systematisch dazu angeregt werden, die oben beschriebene Vorgehensweise durch Ausprobieren zu entdecken. Dabei sind natürlich Varianten möglich. Kinder könnten von rechts beginnen, die Elemente zu überprüfen, oder auch Elemente zufällig aus der Reihe auswählen. Damit den Kindern deutlich wird, dass ein Prinzip durch verschiedene konkrete Vorgehensweisen realisiert werden kann, bietet es sich an, verschiedene Kinder ihre Lösungen vorstellen zu lassen. Wichtig ist hier, dass das pädagogische Personal solche Abweichungen von der beschriebenen Vorgehensweise als ebenfalls zulässig erkennt und nicht sanktioniert.

Im Nachhinein kann dann der Begriff Algorithmus als eine systematische Handlungsanweisung zur Durchführung einer Folge von Aktionen zur Manipulation von Daten eingeführt werden (Gallenbacher 2007). Dieses grundlegende Prinzip kann noch einmal an *Selection Sort* illustriert werden. Danach kann mit den Kindern erarbeitet werden, inwiefern die eingangs besprochenen Alltagsalgorithmen ähnliche Eigenschaften haben wie der vom Computer genutzte Sortieralgorithmus. Unter Berücksichtigung des kognitiven Entwicklungsstandes der Kinder und deren Vorkenntnisse wird hier bewusst vom speziellen Beispiel ausgegangen und erst darauf aufbauend das allgemeine Konzept eingeführt (Klafki 1983; Hartinger und Lohrmann 2011).

Im nächsten Schritt kann das Konzept eines Algorithmus mit dem Thema Computerprogrammierung in Zusammenhang gebracht werden (siehe Abbildung 2). Hier bietet sich die visuelle Programmiersprache Scratch (Wohl et al. 2015) an. Für Kinder, die noch nicht lesen können (Vorschule, Klasse 1) kann das sprachfreie Scratch Jr verwendet werden. In beiden Programmierumgebungen können vorgefertigte oder selbstgemalte Objekte animiert werden. Alle Elemente der Sprache stehen in Menüs in Form von Puzzleteilen zur Verfügung. Auf diese Art sehen die Kinder schnell, dass beispielsweise hinter einer Wenn-Abfrage (bedingte Anweisung) eine Wahrheitsbedingung folgen muss (z.B.: Wenn die Katze fünf Schritte gegangen ist). Beim Programmieren in Scratch lernen Kinder wesentliche Programmierkonzepte wie Variablen und einfache Kontrollstrukturen (bedingte Anweisung) kennen. Im Fokus dieser Lerneinheit steht, dass die Kinder den logischen Aufbau eines Programms erfassen

und über die Ausführung ihrer Programme erfahren, dass ein Computer (in Scratch typischer Weise die animierte Katze) solche Anweisungen ganz strikt befolgt.

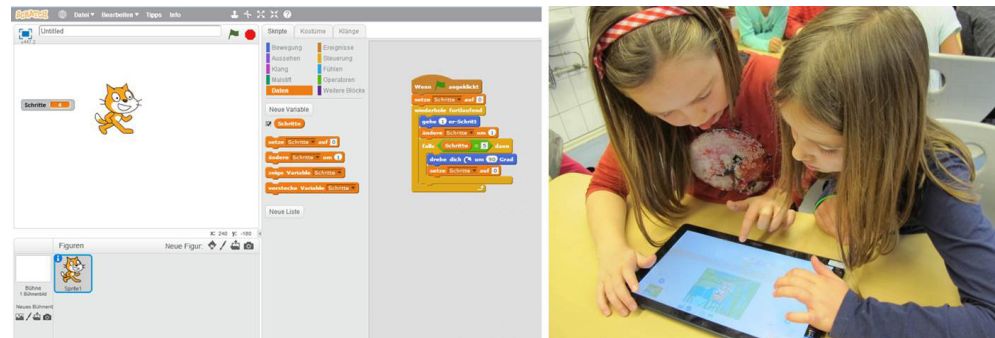


Abb. 2.: Programmieren mit Scratch/ScratchJr.

Als Vorübung kann man Kinder eine Handlungsanweisung generieren lassen, die ein anderes Kind von einem Startpunkt im Raum zu einem Zielpunkt steuern soll. Danach erhalten die Kinder die Aufgabe, analog die animierte Katze in Scratch zu steuern. Es sollte eine eindeutige Startposition, eine Zielposition sowie eine kleine Menge einfacher Anweisungen vorgegeben werden. Ziel ist es, die Handlungsanweisungen so zu kombinieren, dass das Kind oder die Scratch-Figur wirklich am Zielpunkt landet. Nach Vorgabe einer thematischen Anregung können Kinder anschliessend eigene Programme erstellen. Diese können gemäss den jeweils individuellen Lernvoraussetzungen unterschiedlich komplex ausfallen. Im einfachsten Fall läuft die Katze einen vorgegebenen Weg. Bei komplexeren Programmen könnte die Katze auf Eingaben unterschiedlich reagieren. Bei der Vorstellung der Programme kann von den pädagogischen Fachkräften gemeinsam mit den Kindern herausgearbeitet werden, dass den Programmen Algorithmen zugrunde liegen.

### **Empirische Befunde**

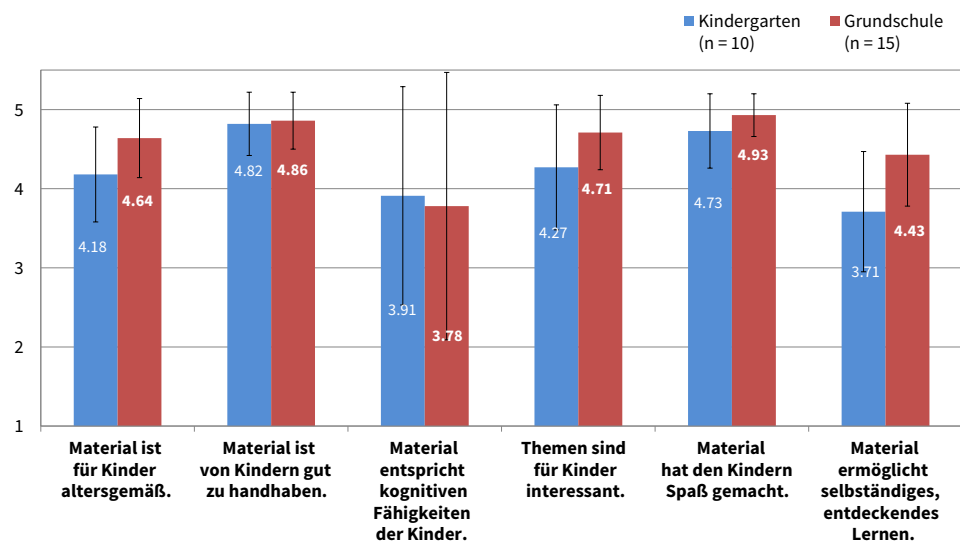
Zu den beschriebenen Lerneinheiten «Digitale Repräsentation» und «Algorithmen» führen wir seit 2008 Workshops und Projektstage für Vor- und Grundschulkindern durch, in deren Rahmen die Konzepte formativ erprobt und evaluiert wurden. Seit 2015 wird das Angebot durch eine Experimentierkiste Informatik ergänzt, die von Kindertageseinrichtungen und Grundschulen entliehen werden kann. Die Kiste enthält Lern- und Erfahrungsmaterialien, digitale Medien mit entsprechenden Anwendungsprogrammen sowie eine Handreichung für pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte (vgl. Abschnitt «Handreichung für pädagogische Fach- und Lehrkräfte»).

Die Erfahrung aus den Workshops und der teilnehmenden Beobachtung während des Einsatzes der Experimentierkiste Informatik zeigt, dass Kinder hochmotiviert an informatische Themen herangehen (Grabisch und Schmid 2010; Schmid und



Gärtig-Daugs 2017; Gärtig-Daugs et al. 2016) und in der Lage sind, erste Informatikkonzepte altersgerecht zu begreifen (Wolking 2017; Schmid und Gärtig-Daugs 2017). Die Auseinandersetzung mit informatischen Grundkonzepten führte bei den Kindern auch zu konkreteren Vorstellungen vom Berufsbild Informatik (Schmid und Gärtig-Daugs 2017; Wolking 2017). Allerdings führen elementarinformatische Lerneinheiten kurzfristig nicht zu veränderten Berufswünschen von Kindern (Wolking 2017).

Gemäss der Einschätzung der pädagogischen Fachkräfte (Gärtig-Daugs et al. 2016) und Lehrkräfte<sup>2</sup>, die die Experimentierkiste erprobten, ist das bereitgestellte Experimentiermaterial altersgerecht konzipiert, für Kinder gut handhabbar und interessant gestaltet (siehe Abbildung 3). Die beteiligten Fach- und Lehrpersonen bescheinigten, dass die Kinder bei der Auseinandersetzung mit informatischen Konzepten und bei deren Anwendung an digitalen Medien grossen Spass hatten. Die Materialien regten zum selbständigen, handelnden Lernen und Entdecken an, wobei Kindergartenkinder erwartungsgemäss mehr Hilfestellung benötigen als Grundschulkindern. Im Hinblick auf den kognitiven Entwicklungsstand zeigte sich, dass einige Konzepte in noch vereinfachter Form dargestellt werden sollten, damit sie für alle Kinder gut verständlich sind. Dies betrifft insbesondere die Einführung erster Sortieralgorithmen.



( 1: trifft gar nicht zu; 5: trifft voll zu )

**Abb. 3.:** Evaluation des Experimentiermaterials durch pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte.

<sup>2</sup> Einschätzung von 5 Lerneinheiten inklusive «Digitale Repräsentation» und «Algorithmen» durch 2 pädagogische Fachkräfte (1 Frau, 1 Mann), 3 Lehrpersonen (2 Frauen, 1 Mann) mit mindestens 10 Jahren Berufserfahrung erhoben am Ende einer elementarinformatischen Projektwoche mit 2 Vorschulgruppen an bayerischen Kindertageseinrichtungen (Frühjahr 2016) bzw. 3 Klassen (2. – 4. Klasse) an einer bayerischen Grundschule (Herbst 2016).

## Einbindung in den Fachunterricht

Die elementarinformatischen Lerneinheiten sind so konzipiert, dass sie als ergänzendes Material für frei verfügbare Unterrichtseinheiten in verschiedenen Fächern des Grundschulunterrichts eingesetzt werden können. Dabei kann jedes Thema auf verschiedenen Niveaustufen angeboten werden. Für fast alle Themen konnten wir sprachfreie Varianten entwickeln, die bereits für den Vorschulunterricht geeignet sind. Beispiele für die Verknüpfung mediendidaktischer Inhalte mit Informatikkonzepten in verschiedenen Fächern werden in Tabelle 2 gegeben. Beispiele für die Kombination der Vermittlung informatischer Inhalte mit Mediennutzung werden in Tabelle 3 gegeben.

Die Lerneinheit «Digitale Repräsentation» mit den Themen Pixelbilder sowie die Nutzung eines Mal- oder Grafikprogramms bietet eine natürliche Einbettung in den Kunstunterricht an. Neben den in Abschnitt «Lerneinheit Digitale Repräsentation» genannten Aspekten kann hier auch das Thema «Speichern in Dateien» eingebunden werden, indem gezeigt wird, dass erstellte Inhalte unabhängig vom genutzten Programm durch Vergabe eines Namens in einer Datei langfristig abgespeichert werden können und dann auf andere Speichermedien kopiert, gedruckt oder wieder geöffnet und weiterverarbeitet werden können.

Sieht man drei oder mehr Zeiteinheiten von 45 Minuten vor, kann ein Kunstprojekt «Postererstellung» realisiert werden. In diesem Zusammenhang kann die Lerneinheit Internetrecherche einbezogen werden, indem nicht nur eigene Digitalfotografien, sondern auch Bilder aus dem Internet für das Poster verwendet werden können. Dabei wird der Umgang mit einem Web-Browser geübt, aber auch auf die Achtung von Nutzungsrechten von Webinhalten hingewiesen. In einer Gruppendiskussion kann etwa besprochen werden, was Diebstahl im Internet bedeuten könnte. Die Funktionsweise des Internet kann über einen Film<sup>3</sup> erschlossen werden. Für dritte und vierte Klassen bietet sich eine Integration der Lerneinheit Internet in den Geographieunterricht (Heimat- und Sachkundeunterricht, HSU) an, wenn die Kinder die Möglichkeit haben, Informationen zu einem Land im Internet zu recherchieren.

---

3 Beispielsweise <http://www.wdrmaus.de/sachgeschichten/sachgeschichten/internet.php5>.

Elementar-informatische Lerneinheit	Fach	Klassen-stufe	Mediendidaktischer Inhalt	Informatikkonzepte
Digitale Repräsentation	Kunst (Poster-gestaltung)	Vorschule 1,2, 3, 4	Umgang mit Digitalkamera, Umgang mit Dateien, Arbeiten mit einem Mal-/Grafikprogramm (Tux Paint bzw. InkScape)	Digitale Datenspeicherung/ Binär-code, Pixel, Datei
Internet	Geographie/ HSU (Recherche zu einem Land)	3, 4	Umgang mit einem Web-Browser, Nutzungsrechte von Webinhalten	Funktionsweise des Internet

**Tab. 2.:** Verknüpfung mediendidaktischer Inhalte mit Informatikkonzepten am Beispiel Digitale Repräsentation und am Beispiel Internet.

Das Thema «Algorithmen» kann ebenfalls im Kontext verschiedener Unterrichtsfächer eingeführt werden (siehe Tabelle 3). Beispielsweise können Sortieralgorithmen im Mathematikunterricht beim Thema Vergleichen natürlicher Zahlen eingebracht werden. Im Fach Deutsch kann das Thema anhand von Suche nach Worten in Listen (bzw. Karteikasten, vgl. Abschnitt «Lerneinheit Algorithmus») motiviert werden. Das allgemeine Konzept eines Algorithmus als eine systematische Handlungsanweisung kann naheliegender Weise in den Mathematikunterricht eingebracht werden, beispielsweise kann man Kinder anderen Kindern erklären lassen, wie schriftliche Subtraktion funktioniert (Steinweg 2015). Werden im Deutschunterricht in der dritten oder vierten Klasse Vorgangsbeschreibungen unterrichtet, kann man die Kinder eine Handlungsanweisung zur Steuerung eines Roboters generieren lassen. Dies kann dann entweder durch ein anderes Kind ausgeführt werden oder in *Scratch* (bzw. *Scratch Jr*) realisiert werden. Eine Unterrichtseinheit zum Programmieren mit *Scratch* (bzw. *Scratch Jr*) kann dann illustrieren, welche Aufgaben Informatikerinnen und Informatiker in einem Teil ihrer Arbeitszeit erledigen.

Bezüge zur Mediennutzung lassen sich herstellen, indem diskutiert wird, wie Adressen in Smartphones oder Programmkanäle im Menü des Fernsehers sortiert sind. Beim Thema Subtraktion bietet sich ein Bezug zum Taschenrechner an, der Rechenoperationen algorithmisch umsetzt. Es kann darauf hingewiesen werden, dass alle Programme und Apps programmiert wurden, bevor sie von den Anwendern genutzt werden können.

Algorithmen	Fach	Klassenstufe	Mediendidaktische Anknüpfungspunkte
Suchen und Sortieren	Mathematik (Größenvergleiche am Beispiel von Objekten und mit Balkenwaage nach Gewicht)	Vorschule, 1	Sortierte Listen in Smartphones und bei Fernsehern
		2, 3	
	Deutsch (Wortlisten)	2, 3, 4	
Subtraktion	Mathematik	2, 3	Taschenrechner
Programmieren mit <i>Scratch Jr</i>	Mathematik (logisches Denken)	Vorschule, 1, 2	Programmieren als Grundlage aller Anwendungsprogramme
Programmieren mit <i>Scratch</i>	Deutsch (Thema Vorgangsbeschreibung)	3,4	

**Tab. 3.:** Einführung von Algorithmen in Bezug zu verschiedenen Fächern und unter Herstellung von Bezügen zur Mediennutzung.

Die vorgestellten Themen können im Sinne eines Spiralcurriculums als anknüpfbares Wissen für den Sekundarbereich ausgebaut und erweitert werden. Beispielsweise kann das Thema «Präsentationen erstellen» aufbauend auf den Umgang mit Mal- und Grafikprogrammen eingeführt werden (Schmid und Weitz 2017). Nach dem Sortieren von Listen können Bäume als weitere Datenstruktur eingeführt werden. Hier ergeben sich natürliche Einsatzmöglichkeiten in der Biologie, etwa bei Bestimmungsübungen von Pflanzen anhand von Entscheidungsbäumen (Groß 2014), sowie im Mathematikunterricht in Zusammenhang mit Baumdiagrammen. Das Konzept der hierarchischen Datenstruktur Baum kann zur Unterfütterung des Verständnisses von hierarchischen Ordnerstrukturen für die Medienpädagogik nutzbar gemacht werden.

### Handreichung für pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte

Solange informatische Aspekte noch nicht in der Ausbildung der pädagogischen Fachkräfte und Lehrkräfte der Grundschule berücksichtigt werden, ist anzunehmen, dass die Nutzung bereits entwickelter Angebote nur dann erfolgt, wenn diese durch eine den Vorkenntnissen angemessene Handreichung ergänzt werden. Anderenfalls können elementarinformatische Inhalte nur in Kooperation mit externen Anbietern etwa von Universitäten in die Vorschularbeit und den Unterricht integriert werden (wie beispielsweise bei Grabisch und Schmid 2010; Borowski 2013).

### ***Konzept einer materialbegleitenden Handreichung***

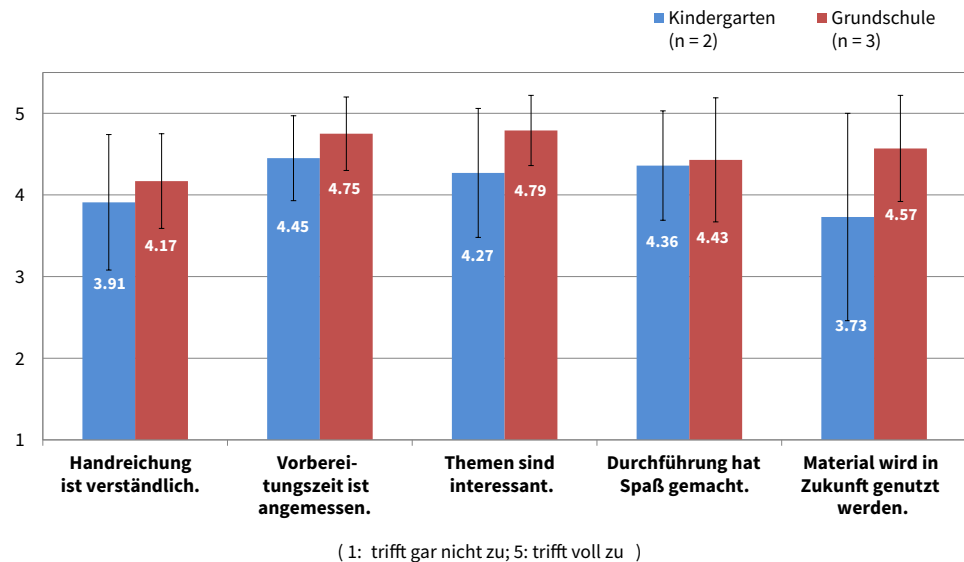
Voraussetzung für ein Gelingen der Einführung solcher Unterrichtseinheiten in Vor- und Grundschule ist, dass die Themen didaktisch so aufbereitet sind, dass pädagogische Fach- und Lehrkräfte diese auch ohne vertiefte Computer- und Informatikkenntnisse angstfrei und ohne grossen Einarbeitungsaufwand in den Unterricht integrieren können. Zudem muss bei der Darstellung der Themen vermieden werden, dass Lehrpersonen Fehlkonzeptionen aufbauen und an die Kinder weitergeben.

Unsere materialbegleitende Handreichung ist so konzipiert, dass die elementar-informatischen Konzepte, das hierzu konzipierte Spiel- und Experimentiermaterial sowie die Bedienung der eingesetzten Software leicht verständlich eingeführt werden. Sie weist aber auch auf typische Probleme und Fehlkonzeptionen hin, die bei der praktischen Erprobung sichtbar wurden. Beispielsweise wurde von einer Lehrkraft eine fehlerhafte Analogie zwischen Suchen im Raum (wie findest du dein Hausaufgabenheft) und Suchen in sortierten Listen hergestellt. Dieser Beobachtung haben wir dadurch Rechnung getragen, dass die nächste Version der Handreichung einen expliziten Hinweis auf die Unterschiede zwischen Suchen im Raum und Suchen in Listen beinhaltet.

Die Handreichung ergänzt die zu vermittelnden Inhalte mit geeignet aufbereitetem Hintergrundwissen für Personen, die über kein oder nur geringes informatisches Vorwissen verfügen. Eine Begleitung der Kinder beim forschenden-entdeckenden Lernen kann nämlich nur dann sinnvoll erfolgen, wenn die Lehrkraft das zugrundeliegende Konzept auf einer allgemeineren Ebene korrekt erfasst hat und somit kindgerecht didaktisch reduzieren kann. Wie für alle MINT-Fächer geht es in der Vor- und Grundschule nicht darum, alle Fragen beantworten zu können. Vielmehr sollen die Fachkräfte ermuntert werden, mit den Kindern zusammen Konzepte zu entdecken und weitergehende Fragen zu formulieren (Kraska und Teuscher 2013).

### ***Evaluationsergebnisse durch pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte***

Begleitend zur Evaluation des Experimentiermaterials (vgl. Abschnitt «Empirische Befunde») wurden die pädagogischen Fachkräfte und Lehrkräfte, die die Experimentierkiste im Unterricht einsetzten, zur Handreichung sowie zu ihrer Motivation und Bereitschaft zum erneuten Einsatz des Materials befragt (siehe Abbildung 4).



**Abb. 4.:** Evaluation der Handreichung und Einstellung von pädagogischen Fachkräften/Lehrkräften zu elementar-informatischen Lerneinheiten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Themen in der Handreichung überwiegend verständlich dargestellt sind. Die Vorbereitungszeit wurde als sehr angemessen eingestuft. Sie variierte je nach Thema und in Abhängigkeit vom Vertiefungsgrad in die bereitgestellten Zusatzinformationen zwischen 10 Minuten und 2 Stunden. Die pädagogischen Fachkräfte und Lehrkräfte empfanden die Themen nicht nur für Kinder, sondern auch selbst als spannend und hatten Spaß bei der Durchführung der elementar-informatischen Unterrichtseinheiten. Sie beabsichtigen, die meisten Materialien auch in Zukunft zu nutzen, wobei für den vorschulischen Bereich das Thema Digitale Repräsentation als besonders ansprechend bezeichnet wurde.

### Verzahnung von Informatikdidaktik mit Medienpädagogik und Schulpädagogik

Die dargestellten elementar-informatischen Lerneinheiten wurden so konzipiert, dass Medienpädagogik mit informatikdidaktischen Konzepten verzahnt ist. Über die Einbindung in den Fachunterricht und die entwickelte Handreichung werden die entwickelten Lerneinheiten sinnvoll in den institutionalisierten Elementar- und Primarbereich integrierbar. Insgesamt adressiert der von uns vorgeschlagene Ansatz der Elementar-informatik die genannten Disziplinen auf folgende Weise:

- Informatikdidaktische Perspektive: Vermittlung von ersten logischen und algorithmischen Konzepten der Informatik mit anschaulichen, begreifbaren Materialien; Vermittlung erster Erfahrungen in der Programmierung von einfachen Algorithmen.

- Medienpädagogische Perspektive: Vermittlung von Medienkompetenz durch Nutzung verschiedener Anwendungsprogramme; Aufzeigen von Möglichkeiten Medien kreativ zu gestalten, insbesondere Nutzung von Mal- und Grafikprogrammen sowie Programmierung von interaktiven Szenen und Spielen; Vermittlung eines kritischen Umgangs mit digitalen Medien durch Unterfütterung der Mediennutzung mit informatischen Konzepten, Anregung einer hinterfragenden Grundhaltung durch «Wie funktioniert das»-Fragen.
- Schulpädagogische Perspektive: Integration von Informatik als Querschnittsdisziplin in verschiedene, vor allem auch nicht mathematisch-naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer in der Vor- und Grundschule; Vermittlung von anknüpfbarem Wissen und systematische Vertiefung von Informatikkonzepten in Form eines Spiralcurriculums; Sensibilisierung und Befähigung von Lehrkräften im Elementar- und Primärbereich für pädagogisch sinnvolle Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien unter Einbeziehung der zugrunde liegenden Informatikkonzepte durch Bereitstellung einer Handreichung, die auf die Kompetenzen dieser Fachkräfte zugeschnitten ist.

### **Schlussfolgerungen und Ausblick**

In der vorliegenden Arbeit wurden elementarinformatische Unterrichtseinheiten vorgestellt, die folgenden Kriterien genügen sollen:

1. Mediennutzung und die dahinterliegenden informatischen Konzepte werden sinnvoll mit einander in Beziehung gesetzt und unterstützen dadurch den Aufbau übertragbarer Wissensstrukturen. Sie regen Kinder an, sich auch ausserhalb des Kindergarten- und Schulkontextes die Funktionsweise technischer Geräte durch «Warum?»- und «Wie funktioniert das?»-Fragen zu erschliessen.
2. Elementarinformatische Lerneinheiten ermöglichen einen aktiven und verstehenden Zugang zur Mediennutzung, indem eine Brücke zwischen Handlungen und Phänomenen aus der Erlebniswelt der Kinder (wie beispielsweise Fotografieren oder Suchen von Worten in einer Liste) und technischen sowie informatischen Konzepten (wie beispielsweise binäre Repräsentation oder Suchalgorithmen) geschlagen wird und spielerisches Material zur Verfügung gestellt wird (wie beispielsweise Pixelausmalbilder oder Balkenwaageaufgabe), das hilft, die komplexen informatischen Konzepte anschaulich und begreifbar zu machen;
3. Bezüge zu verschiedenen Fächern des Vor- und Grundschulunterrichts sind gegeben, so dass die Vermittlung elementarinformatischer Kompetenzen ohne Einführung eines zusätzlichen Fachs möglich wird und gleichzeitig die Kombinationsmöglichkeit informatischer Inhalte und Methoden mit zahlreichen Fächern wie Kunst, Deutsch, Geographie, Biologie und Mathematik aufgezeigt wird.

4. Eine Handreichung, die gezielt pädagogische Fachkräfte und Lehrkräfte mit nur wenig fachlichem Hintergrund in der Informatik adressiert, verringert die Barriere zur Integration von Informatikthemen in der Vor- und Grundschule, da vorgefertigte Unterrichtseinheiten den Einarbeitungsaufwand geringhalten und ausführliche Schritt für Schritt-Beschreibungen eine einfache und damit angstfreie Umsetzung ermöglichen. Zudem ist die Handreichung so aufgebaut, dass eine didaktische Reduktion der Konzepte möglich ist, ohne dass Fehlkonzeptionen an die Kinder weitergegeben werden.

Erste Evaluationen des Materials wie der Handreichung sind in Kindertagesstätten und Grundschulen erfolgt (Gärtig-Daug's et al. 2016; Schmid und Gärtig-Daug's 2017; Wolking 2017). Dabei zeigte sich, dass die Themen sowie die Materialien altersgerecht und motivierend sind. Zudem existieren erste Befunde dazu, dass Kinder, die eingeführten informatischen Konzepte begreifen. In weiteren empirischen Studien sollten einzelne Aspekte systematisch betrachtet werden. Insbesondere sollen Unterrichtseinheiten, in denen nur das anschauliche Material genutzt wird, mit solchen verglichen werden, in denen ergänzend digitale Medien eingesetzt werden. Auch aus schulpädagogischer Perspektive sollte überprüft werden, inwieweit sich der Einsatz digitaler Medien auf die Motivation der Kinder, auf den Erwerb der informatischen Konzepte sowie auf deren Medienkompetenz auswirkt. Die Ergebnisse aus den schulpraktischen Erprobungen münden in die zyklisch-interaktive Weiterentwicklung der Konzepte und Materialien.

Ebenso sind systematische Erhebungen zur Wirksamkeit der für Fach- und Lehrkräfte zur Verfügung gestellten Materialien etwa in Form von Handreichungen nötig. Diese können als Grundlage für die Einbindung von Informatik als Ergänzung zu medienpädagogischen Inhalten in die Aus- und Fortbildung von pädagogischem Personal und Grundschullehrkräften dienen. Zum Beleg der Wirksamkeit unserer Handreichung ist geplant, eine Fragebogenstudie durchzuführen, bei der pädagogische Fach- und Lehrkräfte, die unser Material im Unterricht eingesetzt haben, mit solchen verglichen werden, die bislang keinerlei Informatik- und Medienthemen im Unterricht berücksichtigt haben. Insbesondere interessiert uns, ob unser Material dazu führt, dass pädagogische Fachkräfte und Grundschullehrkräfte das Hinterfragen von Technik durch die Kinder zulassen oder gar dazu ermutigen.

Danksagung: Unser herzlicher Dank gilt Dipl.-Kulturpädagogin Sanne Grabisch für die Entwicklung erster Materialien und Konzepte zum Thema analog/digital sowie Veronika Schießler und dem Kinderhaus St. Stephan in Bamberg für den ersten Impuls zur Auseinandersetzung mit dem Thema Informatik in der Vorschule im Jahr 2008, der Teilnahme an den ersten Workshops sowie der Erstellung der Poster und der Camera Obscura. Ganz herzlich danken wir auch Katharina Weitz, M. Sc. Psychologie, staatlich



anerkannte Erzieherin, und Maike Wolking, M. A. Pädagogik, für die Ausarbeitung der Handreichung zur Experimentierkiste Informatik für Kindergarten und Grundschule. Schließlich bedanken wir uns bei unseren Drittmittelgebern der Gasversorgung Süddeutschland, der Hermann Gutmann Stiftung, der internen Forschungsförderung der Universität Bamberg (FNK) und der TechnologieAllianzOberfranken (TAO), ohne deren finanziellen Beitrag unsere Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

## Literatur

- Arbeitskreis «Bildungsstandards Primarbereich» der Gesellschaft für Informatik (GI) e. V. 2018. *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*. <https://metager.to/gi-bs-pb>.
- Breiter, Andreas, Stefan Aufenanger, Ines Aeverbeck, Stefan Welling, und Marc Wedjelek. 2013. *Medienintegration in Grundschulen: Untersuchung zur Förderung von Medienkompetenz und der unterrichtlichen Mediennutzung in Grundschulen sowie ihrer Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen*. Herausgegeben von Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen. Schriftenreihe Medienforschung der Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen 73. Berlin: Vistas. <https://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Forschung/LfM-Band-73.pdf>.
- Baacke, Dieter. 1996. «Medienkompetenz – Begrifflichkeit und sozialer Wandel». In *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff*, herausgegeben von Antje v. Rein, 112–24. Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Bell, Tim, Ian H. Witten, und Mike Fellows. 2005. «CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students». University of Canterbury. <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/247>.
- Bergner, Nadine, Hilde Köster, Johannes Magenheimer, Kathrin Müller, Ralf Romeike, Ulrik Schroeder, und Carsten Schulte. 2017. «Zieldimensionen für frühe informatische Bildung im Kindergarten und in der Grundschule». In *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule vom 13.-15. September 2017 in Oldenburg*, herausgegeben von Ira Diethelm, 53–62. GI-Edition. Proceedings Volume P-274. Bonn: Köllen. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/4346>.
- Borowski, Christian. 2013. «Kinder auf dem Weg zur Informatik: Roboter in der Grundschule». In *INFOS 2013: 15. GI-Fachtagung „Informatik und Schule“; Praxisband, 26.-28. September 2013 in Kiel*, herausgegeben von Norbert Breier, Peer Stechert und Thomas Wilke, 21–28. Kiel computer science series 2013,3. Kiel: Dept. of Computer Science, Kiel Univ.
- Borowski, Christian, Ira Diethelm, und Ana-Maria Mearoş. 2010. «Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule: Theoretische Überlegungen zur Begründung». *www.widerstreit-sachunterricht.de*, Nr. 15, Oktober 2010. <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebenel/superworte/infor/BorDieMe.pdf>.
- Breiter, Andreas, und Ines Aeverbeck. 2016. «Erfolgsfaktoren der Medienintegration in Grundschulen aus Perspektive der Organisationsentwicklung». In *Neue Medien in der Grundschule 2.0: Grundlagen – Konzepte – Perspektiven*, herausgegeben von Markus Peschel und Thomas Irion, 65–78. Beiträge zur Reform der Grundschule Band 141. Frankfurt am Main.

- Bundesministerium für Bildung und Forschung. 2010. «Kompetenzen in einer digital geprägten Kultur. Medienbildung für die Persönlichkeitsentwicklung, für die gesellschaftliche Teilhabe und für die Entwicklung von Ausbildungs- und Erwerbsfähigkeit: Medienbildung für die Persönlichkeitsentwicklung, für die gesellschaftliche Teilhabe und für die Entwicklung von Ausbildungs- und Erwerbsfähigkeit». [http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resource/a\\_dokumente/bildungsforschung/Medienbildung\\_Broschuere\\_2010.pdf](http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resource/a_dokumente/bildungsforschung/Medienbildung_Broschuere_2010.pdf).
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. 2016. «Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung». [https://www.bmbf.de/pub/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf).
- Einsiedler, Wolfgang. 2011. «Was ist Didaktische Entwicklungsforschung?». In *Unterrichtsentwicklung und Didaktische Entwicklungsforschung*, herausgegeben von Wolfgang Einsiedler, 41–70. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gallenbacher, Jens. 2007. *Abenteuer Informatik: IT zum Anfassen: von Routenplaner bis Online-Banking*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Gärtig-Daugs, Anja, Katharina Weitz, Maike Wolking, und Ute Schmid. 2016. «Computer Science Experimenter's Kit for Use in Preschool and Primary School». In *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, herausgegeben von Jan Vahrenhold und Erik Barendsen, 66–71. Münster, Germany - October 13 - 15: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2978249.2978258>.
- Gentner, Dedre, Susan C. Levine, Raedy Ping, Ashley Isaia, Sonica Dhillon, Claire Bradley, und Garrett Honke. 2016. «Rapid Learning in a Children's Museum via Analogical Comparison». *Cognitive Science* 40 (1): 224–40. <https://doi.org/10.1111/cogs.12248>.
- Gervé, Friedrich. 2016. «Digitale Medien als „Sache“ des Sachunterrichts». In *Neue Medien in der Grundschule 2.0*, herausgegeben von Markus Peschel, und Thomas Irion, 121–34. Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Grabisch, Sanne, und Ute Schmid. 2010. «I4Kids: Postergestalten am Computer.» <http://nachwuchs.wiai.uni-bamberg.de/i4kids/archiv/i4kids-informatikgrundkonzepte-am-beispiel-postergestaltung.html>. Erfahrungsbericht.
- Groß, Jorge. 2014. «Schülervorstellungen zur Artansprache als Basis für ein neues Bestimmungsinstrument». In *Digitale Medien in der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Potenziale und Grenzen*, herausgegeben von Ulrich Michel, Alexander Siegmund, Manfred Ehlers, Markus B. Jahn und Alexander, 68–76. München: Oekom.
- Harterter, Andreas, und Katrin Lohrmann. 2011. «Entdeckendes Lernen». In *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*, herausgegeben von Wolfgang Einsiedler, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzel, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs. 3., vollst. überarb. Aufl., 367–71. UTB 8444. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hauck, Mirjam. 2015. «Bis der Propeller knattert: Programmieren für Grundschüler». *Süddeutsche Zeitung*, 25. November. <http://www.sueddeutsche.de/digital/programmieren-fuer-grundschueler-bis-der-propeller-knattert-1.2742872>.

- Herzig, Bardo. 2016. «Medienbildung und Informatische Bildung – Interdisziplinäre Spurensuche». Herausgegeben von Klaus Rummler, Beat Döbeli Honegger, Heinz Moser, und Horst Niesyto. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 25 Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? (Oktober): 59–79. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.28.X>.
- Irion, Thomas. 2016. «Digitale Medienbildung in der Grundschule – Primarstufenspezifische und medienpädagogische Anforderungen.» In *Neue Medien in der Grundschule 2.0*, herausgegeben von Markus Peschel, und Thomas Irion, 16–32. Frankfurt am Main: Grundschulverband. [http://grundschulverband.de/fileadmin/bilder/Publikationen/Mitgliederbaende/GSV-Band141\\_Auszug\\_160715\\_Bestell-Link\\_unten\\_QR.pdf](http://grundschulverband.de/fileadmin/bilder/Publikationen/Mitgliederbaende/GSV-Band141_Auszug_160715_Bestell-Link_unten_QR.pdf).
- Irion, Thomas, und Markus Peschel. 2016. „Grundschule und neue Medien – Neue Entwicklungen.“ In *Neue Medien in der Grundschule 2.0*, herausgegeben von Markus Peschel, und Thomas Irion, 11–15. Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Joost, Gesche. 2015. «Grundschüler sollen programmieren lernen». *Zeit Online*, 2. Januar. <http://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2015-01/gesche-joost-programmieren-grundschule-internetbeauftragte>.
- Kahlert, Joachim. 2009. *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. 3., aktualisierte Aufl. utb-studie-book 3274: Schulpädagogik, Pädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kammerl, Rudolf, Lena Hirschhäuser, Moritz Rosenkranz, Christiane Schwinge, und Sandra Hein. 2012. «EXIF – Exzessive Internetnutzung in Familien: Zusammenhänge zwischen der exzessiven Computer- und Internetnutzung Jugendlicher und dem (medien-) erzieherischen Handeln in den Familien». <https://www.bmfsfj.de/blob/93708/efad06eec43f5da5df11fa113ff47ff9/exif-exzessive-internetnutzung-in-familien-data.pdf>.
- Kandler, Maya. 2002. *Lernsoftware aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern: Interesse- und lernmotivationsfördernde Aspekte*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Kessels, Ursula. 2013. «Why girls stay away from STEM: How the image of science clashes with teenagers' identity». In *Motivation – The Gender Perspective of Young People's Images of Science, Engineering and Technology (SET): Proceedings of the Final Conference*, herausgegeben von Felizitas Sagebiel, 47–60. Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Klafki, Wolfgang. 1983. «Exemplarisches Lehren und Lernen». *Unterrichten, erziehen* 2 (1): 6–13.
- Kraska, Lena, und Lucia Teuscher. 2013. *Naturwissenschaftliche Bildung in der Kita: Mit Online-Materialien*. Basiswissen Frühpädagogik. München [u.a.]: Reinhardt.
- KMK – Kultusministerkonferenz. 2016. «Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz». <https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>.
- Kutscher, Nadia. 2013. «Medienbildung in der Kindheit». *MedienPädagogik. Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, v. 22: 1–16. <https://doi.org/10.21240/mpaed/22/2013.10.08.X>.
- Mandler, George, und Billie J. Shebo. 1982. «Subitizing: An analysis of its component processes». *Journal of Experimental Psychology: General* 111 (1): 1–22. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.111.1.1>.

- Noller, Stephan. 2016. «Wir brauchen Digitalkunde ab der ersten Klasse». *Zeit Online*, 27. März. <http://www.zeit.de/digital/internet/2016-03/bildung-schulfach-digitalkunde-erste-klasse>.
- Norman, Don A. 1983. «Some observations on mental models». *Mental Models* 7 (112): 7–14.
- Novick, Laura R., und Keith J. Holyoak. 1991. «Mathematical problem solving by analogy». *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 17 (3): 398–415.
- Peschel, Markus. 2016. «Medienlernen im Sachunterricht – Lernen mit Medien und Lernen über Medien.» In *Neue Medien in der Grundschule 2.0*, herausgegeben von Markus Peschel, und Thomas Irion, 33–49. Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Reimann, Daniela. 2017. «Informatische Modellbildung als Dimension einer künstlerisch-technisch konzipierten Medienbildung». Herausgegeben von Klaus Rummler, Beat Döbeli Honegger, Horst Niesyto, und Heinz Moser. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 25 (0): 109–30. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2017.04.05.X>.
- Reimann, Daniela, Thomas Winkler, Michael Herczeg, und Ingrid Höpel. 2013. «Exploring the Computer as a Shapeable Medium by Designing Artefacts for Mixed Reality-Environments in Interdisciplinary Education Processes». In *EdMedia*, herausgegeben von David Lassner und Carmel McNaught, 915–22.
- Rohen-Bullerdiek, Corina. 2012. *Naturwissenschaftliche Grundbildung im Elementarbereich*. Handreichungen zum Berufseinstieg von Elementar- und KindheitspädagogInnen 6. <http://elib.suub.uni-bremen.de/pe/public/2012/685590321.pdf>.
- Schelhowe, Heidi. 2016. ««Through the Interface» – Medienbildung in der digitalisierten Kultur». Herausgegeben von Klaus Rummler, Beat Döbeli Honegger, Heinz Moser, und Horst Niesyto. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 25 Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? (Oktober): 41–58. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.27.X>.
- Schmid, Ute, und Anja Gärtig-Daug. 2017. «Zehn Jahre Elementarinformatik: Elementare Informatikkompetenzen als Basis für nicht-konsumierenden und reflektierten Umgang mit Computer-Medien in der Vor- und Grundschule, 2008-2017», Werkstattberichte zur Elementarinformatik 1. <https://opus4.kobv.de/opus4-bamberg/frontdoor/index/index/docId/49769>.
- Schmid, Ute, und Katharina Weitz. 2017. *Referate präsentieren mit PowerPoint für Dummies Junior*. 1. Auflage. ... für Dummies. Weinheim: Wiley-VCH.
- Schmid, Ute, Katharina Weitz und Maike Wolking. 2016. «Handreichung zur Experimentierkiste Informatik». Handreichung, Forschungsgruppe Elementarinformatik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg.
- Schultheis, Klaudia. 2007. «Erfahrungsorientierter Sachunterricht». In *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*, herausgegeben von Joachim Kahlert, 401–6. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schwill, Andreas. 2001. «Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern». In *Informatikunterricht und Medienbildung, INFOS 2001: 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule, Paderborn, Germany, 17-20.09.2001*, herausgegeben von Reinhard Keil-Slawik und Johannes Magenheimer, 13–30. Lecture notes in informatics. Proceedings 8. Bonn: Gesellschaft für Informatik.

- Six, Ulrike, und Roland Gimmler. 2007. *Die Förderung von Medienkompetenz im Kindergarten: Eine empirische Studie zu Bedingungen und Handlungsformen der Medienerziehung*. Schriftenreihe Medienforschung der Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen Bd. 57. Berlin: Vistas.
- Steinweg, Anna. 2015. «Schriftliche Rechenverfahren neu in den Blick genommen». *mathematik lehren* 32 (188): 12–15.
- Tulodziecki, Gerhard. 2016. «Konkurrenz oder Kooperation? Zur Entwicklung des Verhältnisses von Medienbildung und informatischer Bildung». Herausgegeben von Klaus Rummeler, Beat Döbeli Honegger, Heinz Moser, und Horst Niesyto. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 25 Medienbildung und informatische Bildung – quo vadis? (Oktober): 7–25. <https://doi.org/10.21240/mpaed/25/2016.10.25.X>.
- Vollbrecht, Ralf. 2001. *Einführung in die Medienpädagogik*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Weiß, Sabrina. 2015. «Förderung informatischer Kompetenzen von Kindergartenkindern am Beispiel des Sortierens». Masterthesis, Didaktik der Informatik, Bergische Universität Wuppertal. <http://ddi.uni-wuppertal.de/forschung/studentischearbeiten.html>.
- Wiese, Eva, Ute Schmid, und Uwe Konerding. 2008. «Mapping and inference in analogical problem solving – As much as needed or as much as possible?». In *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, herausgegeben von Bradley C. Love, Kateri McRae und Vladimir Sloutsky, 927–32. Washington: Lawrence Erlbaum. <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/proceedings/2008/pdfs/p927.pdf>.
- Wohl, Benjamin, Barry Porter, und Sarah Clinch. 2015. «Teaching Computer Science to 5-7 year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing». In *WiPSCE 2015: Proceedings of the 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, November 9-11, 2015, London, UK*, herausgegeben von Judith Gal-Ezer, Sue Sentance und Jan Vahrenhold, 55–60. ICPS. New York, New York: The Association for Computing Machinery.
- Wolfangel, Eva. 2017. «Streitgespräch: Sollen Kinder programmieren lernen? Gehört Code zum künftigen Bildungskanon?». *Technology Review* (4): 84–87. <https://www.heise.de/select/tr/2017/4/1490885760967772>.
- Wolking, Maike. 2017. «Empirische Evaluation der Experimentierkiste Informatik -- Mentale Modelle, Berufswünsche und der erste Erwerb von Informatikkonzepten im Elementarbereich». Lehrstuhl für Elementar- und Familienpädagogik; Forschungsgruppe Elementarinformatik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg.
- Zeller, Christina, und Ute Schmid. 2016. «Automatic generation of analogous problems to help resolving misconceptions in an intelligent tutor system for written subtraction». In *Proceedings of the 14th International Conference on Cognitive Modeling*, herausgegeben von R. Reitter und F. E. Ritter, 241–42. ICCM.