

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, Band 1

Ute Schmid und Anja Gärtig-Daug

Professur für Angewandte Informatik, insb. Kognitive Systeme
Fakultät Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik
Otto-Friedrich-Universität Bamberg
An der Weberei 5
95045 Bamberg
ute.schmid@uni-bamberg.de

Forschungsgruppe Elementarinformatik (FELI)
<https://www.uni-bamberg.de/kogsys/feli>



Zusammenfassung:

Ausgangspunkt unseres didaktischen Ansatzes ist die Forderung, dass im Vor- und Grundschulbereich Mediennutzung und Vermittlung von elementaren Informatikkonzepten wechselseitig aufeinander bezogen werden sollten. Bei einer Vermittlung von Informatikkonzepten ohne Bezug zum Computer, wird es Kindern nicht gelingen, die Beziehung selbständig herzustellen. Es ist aber davon auszugehen, dass erst das explizite Inbeziehungsetzen Kinder anregen kann, auch weiterführende „Wie funktioniert das?“ Fragen zu stellen und damit erste Schritte in Richtung eines konstruktiven Lernens von Informatikinhalten zu gehen. Umgekehrt sind Kinder hochmotiviert, Computermedien zu nutzen. Allerdings werden diese im Alltag häufig rein konsumierend eingesetzt. Computer werden als Unterhaltungsmedium, ähnlich dem Fernseher, wahrgenommen. Malprogramme und visuelle Programmiersprachen wie ScratchJr können genutzt werden, um Kindern den Computer als Medium nahezubringen, mit dem man kreativ gestalten kann. Für eine gelingende Integration elementarinformatischer Inhalte ist es notwendig, Unterrichtseinheiten anzubieten, die in verschiedenen Fachzusammenhängen – Deutsch, Kunst, Sachunterricht, Mathematik – eingebracht und die problemlos von nicht vorgebildetem Personal eingesetzt werden können. Im vorliegenden Werkstattbericht werden die grundlegenden Konzepte unseres Ansatzes motiviert, die Lehreinheiten vorgestellt, Integrationsmöglichkeiten in verschiedene Unterrichtsfächer aufgezeigt und ein Erfahrungsbericht aus den ersten durchgeführten Workshops gegeben.

Schlüsselwörter: Elementarinformatik, Medienkompetenz, Informatikkompetenz, Montessori-Pädagogik, Vorschule, Grundschule

Ten Years Elementary Computer Science – Basic computer sciences competencies as foundation for non-consuming and reflected use of computer media in elementary and primary school, 2008 - 2017

Abstract:

Starting point of our didactic approach is the proposition that the use of computer media and teaching of elementary computer sciences concepts should be mutually related in elementary and primary school. When teaching computer sciences concepts without a computer, children will not be able to establish the relationship by themselves. Furthermore, it can be expected that relating computer sciences concepts and computer media can stimulate deeper going "How does it work?"-questions, thus enabling first steps towards a constructive learning of computer science content. Conversely, children are highly motivated to use computer media. However, in every day contexts, these are frequently used as entertainment media only, similar to TV. Drawing software and visual programming languages such as ScratchJr can be used to enable children to perceive the computer as a medium for creative activities. For a successful integration of elementary computer sciences in curricula, it is necessary to design teaching units that can be used in various subject areas - German, art, sciences, and mathematics. It is also crucial that such teaching units can be used by personnel without a scientific background in computer sciences. In this report, the basic concepts of our approach are motivated, the teaching units presented, integration possibilities in various subjects introduced, and empirical findings from the first workshops are presented.

Keywords: Elementary computer sciences, media literacy, computer sciences literacy, Montessori pedagogy, elementary school, primary school

Vorwort

Der vorliegende Werkstattbericht der Forschungsgruppe Elementarinformatik (FELI) soll einen Rückblick auf die Anfänge unserer Aktivitäten zur Vermittlung von ersten Informatikkonzepten im Vor- und Grundschulbereich geben. Ausgangspunkt war die Anfrage einer Kindertagesstätte im Jahr 2008, ob zwei Gruppen von Vorschulkindern die Universität besuchen dürften und dort speziell etwas über das Thema Informatik erfahren könnten. Da reine Besichtigungstermine eher langweilig sind und wenig hilfreich, um konkrete Vorstellungen (über das Fach und Themenbereich der Informatik) aufzubauen, haben wir uns ein Thema überlegt, von dem wir uns vorstellen konnten, dass dieses für Kinder im Alter von 4 bis 6 Jahren motivierend und geeignet ist. Dabei kamen wir auf das Thema Digitale Repräsentation im Kontext der Gestaltung eines Posters am Computer. Vermutlich waren wir die erste universitäre Informatikeinrichtung, die sich Gedanken über die Vermittlung von Informatikkonzepten für Vorschulkinder gemacht hat und auch die erste Gruppe, die das Thema Postergestaltung für die Zielgruppe geeignet didaktisch aufbereitet und genutzt hat.

Zehn Jahre später hat sich aus dieser ersten Keimzelle eine Sammlung von verschiedenen Lernmaterialien entwickelt. Resultat aus vielen praktischen Erfahrungen mit der Durchführung von Informatik-Workshops für Kindertagesstätten und Grundschulen war, dass auch unsere wissenschaftliche Neugier geweckt wurde, welche Konzepte Kindern wie und warum bereits im Elementar- und Primärbereich vermittelt werden sollten. Inzwischen haben wir, ermöglicht durch verschiedene Drittmittelgeber, an einer theoretischen Fundierung unserer Konzepte und an einer systematischen empirischen Erforschung ausgewählter Fragestellungen gearbeitet. Schwerpunkt im vorliegenden Bericht ist eine allgemeine Motivation unserer Konzepte sowie die Dokumentation der Maßnahmen und Eindrücke aus den ersten durchgeführten Workshops.

Unser herzlicher Dank gilt Dipl.-Kulturpädagogin Sanne Grabisch für die Entwicklung erster Materialien und Konzepte zum Thema analog/digital und Veronika Schießler und dem Kinderhaus St. Stephan in Bamberg für den ersten Impuls zur Auseinandersetzung mit dem Thema Informatik in der Vorschule, der Teilnahme an den ersten Workshops sowie der Erstellung der Poster und der Camera Obscura. Ganz herzlich danken wir auch Katharina Weitz, B. Sc. Psychologie, staatlich anerkannte Erzieherin und Fachwirtin im Erziehungswesen, und Maike Wolking, M. A. Pädagogik, für die Ausarbeitung der Handreichung zur Experimentierkiste Informatik für Kindergarten und Grundschule, Silvia Förtsch, M. Sc. Empirische

Bildungsforschung, für Unterstützung beim Thema Experimentierkiste Informatik und Anke Steinhäuser, M. A. Multimedia Didaktik, für die Konzeptionierung und Umsetzung eines e-Learning-Kurses zur Experimentierkiste Informatik. Professor Dr. Frithjof Grell und Dipl. Pädagogen Daniel Knauf danken wir außerdem für die anregenden Diskussionen zum Entwicklungsmaterial für den Bereich der Elementarinformatik. Elke Heidel, Sophie Vollmar und Anika Brüning danken wir für die Unterstützung bei der Dateneingabe und Aufbereitung der Daten. Ganz besonderer Dank geht an unsere Kinder – Anna Konerding sowie Fabian und Jonas Gärtig –, die uns oft als erste Testpersonen ihre Zeit geschenkt haben.

Schließlich bedanken wir uns bei unseren Drittmittelgebern der Gasversorgung Süddeutschland, der Hermann Gutmann Stiftung, der internen Forschungsförderung der Universität Bamberg (FNK) und vor allem der TechnologieAllianzOberfranken (TAO), ohne deren finanziellen Beitrag unsere Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ute Schmid und Anja Gärtig-Daug

Bamberg im Juli 2017

Inhalt

Vorwort.....	4
Inhalt	6
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	8
1 Einführung.....	9
2 Hintergrund: Das Fach und das Berufsbild der Informatik	14
3 Beobachtungen zum Einsatz computergestützter Medien in Vor- und Grundschule	18
3.1 Umgang von Kindern mit Computern	18
3.2 Einsatz von Computern in Vor- und Grundschule	19
3.3 Konsequenzen für die Implementierung eines elementaren Bildungskonzeptes Informatik	21
4 Entwurf eines Curriculums Elementarinformatik.....	22
4.1 Pädagogisch-didaktisches Konzept.....	22
4.2 Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Digitale Repräsentation.....	23
4.3 Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Algorithmen.....	26
4.4 Einbindung in den Fachunterricht.....	29
4.5 Notwendige Kompetenzen der pädagogischen Fachkräfte.....	31
5 Praktische Erprobung und erste empirische Erkenntnisse.....	34
5.1 Wirkmechanismus von elementarinformatischen Materialien auf Fachkräfte, Unterricht und Kinder	34
5.2 Methodisches Vorgehen und Evaluationskriterien	36
5.3 Durchgeführte Workshops und Erfahrungen	38
5.4 Empirisch Befunde zur Lerneinheit Digitale Repräsentation	41
5.4.1 Teilnehmende Beobachtungen	41
5.4.2 Halbstrukturierte Interviews.....	43
5.4.3 Fragebogenerhebung.....	44
5.5 Diskussion und Fazit	56
6 Ausblick.....	59
Literatur	61

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Elementarinformatik als Brücke zwischen Medienkompetenz und Informatikkompetenz.	11
Abb. 2: Informationsbox Binäre Repräsentation (für erwachsene Laien)	15
Abb. 3: Informationsbox Algorithmus (für erwachsene Laien)	16
Abb. 4: Pixelbild	24
Abb. 5: Malen mit Tux Paint	25
Abb. 6: Vorübung zu Selection Sort mit Balkenwaage (Bell et al. 1998)	27
Abb. 7: Programmieren mit Scratch / ScratchJr	28
Abb. 8: Wirkstruktur von elementarinformatischen Materialien auf Fachkräfte, Unterricht und Kinder	34
Abb. 9: Beispielarbeiten für gestaltete Poster von Grundschulkindern	42
Abb. 10: Durchschnittliche Nutzungsdauer des Computers pro Woche in Stunden	45
Abb. 11: Mögliche Berufsbereiche der Kinder aus Sicht der Eltern unter Berücksichtigung von Begabungen und Neigungen des Kindes	46
Abb. 12: Kindliche Freizeitaktivitäten am Computer	47
Abb. 13: Beliebteste Medien aus Sicht der Kinder	48
Abb. 14: Einschätzung der Kinder zur Arbeit am Computer mit einem Grafikprogramm	49
Abb. 15: Geschlechterstereotype Interessens- und Begabungszuschreibungen	50
Abb. 16: Computerbezogenes Selbstkonzept der teilnehmenden Kinder	51
Abb. 17: Technikaffinität der teilnehmenden Kinder	51
Abb. 18: Interessante Berufsbereiche aus Sicht der Kinder vor der Teilnahme am Workshop	52
Abb. 19: Interessante Berufsbereiche aus Sicht der Kinder nach der Teilnahme am Workshop	53
Abb. 20: Image der Informatik aus Sicht der Kinder vor Teilnahme am Workshop	54
Abb. 21: Image der Informatik aus Sicht der Kinder nach Teilnahme am Workshop	54
Abb. 22: Computer- und informatikbezogenes Wissen der Kinder vor Teilnahme am Workshop (Selbsteinschätzung)	55
Abb. 23: Computer- und informatikbezogenes Wissen der Kinder nach Teilnahme am Workshop (Selbsteinschätzung)	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Verknüpfung mediendidaktischer Inhalte mit Informatikkonzepten am Beispiel Digitale Repräsentation und am Beispiel Internet.....	29
Tab. 2: Einführung von Algorithmen in Bezug zu verschiedenen Fächern und unter Herstellung von Bezügen zur Mediennutzung	30
Tab. 3: Durchgeführte Workshops zum Thema „Digitale Repräsentation“	39
Tab. 4: Demographische Daten der teilnehmenden Kinder	45

1 Einführung

Das Thema der frühen Bildung im Bereich Informatik wird im Spannungsfeld zwischen digitaler Offensive (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2015) und digitaler Demenz (Spitzer, 2014) kontrovers diskutiert und resultiert einerseits in einem unreflektierten Einsatz von Medien im Vorschul- und Elementarunterricht und andererseits in einer völligen Ausblendung des Themas aus dem Bildungsangebot. Basierend auf vorliegenden empirischen Erkenntnissen, nach denen es wichtig ist, früh das Interesse für MINT1-Fächer zu wecken, damit sich später mehr junge Menschen für ein Studium oder eine Ausbildung in diesen Bereichen entscheiden (acatech & Körber-Stiftung, 2014), ist es durchaus sinnvoll, das Thema Informatik bereits in den Elementarbereich zu integrieren. Eine frühe Möglichkeit, sich angeleitet den Umgang mit Computermedien zu erschließen, ist zudem eine notwendige Voraussetzung dafür, dass sich Kinder in der heutigen, zunehmenden digitalisierten Welt zurechtfinden können (Herper & Hinz, 2009). Im folgenden Beitrag wird für eine integrative Vermittlung von Medienkompetenzen und Informatikkompetenzen argumentiert: Medienkompetenz ohne Verknüpfung mit den zugrundeliegenden Informatikkonzepten verhindert das für MINT-Fächer angestrebte Hinterfragen und Entdecken von Funktionsprinzipien computergestützter Medien; die von Computermedien losgelöste Vermittlung von Informatikkompetenzen im Sinne logisch-algorithmischer Denkprozesse verhindert, dass Inhalte der Informatik mit den im Alltag genutzten Computermedien in Beziehung gebracht werden.

Erster Kontakt mit computergestützten Medien wird im Rahmen der bestehenden Bildungs- und Erziehungspläne für Kindertagesstätten (z.B. Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst & Staatsinstitut für Frühpädagogik, 2012) und der Lehrpläne für die Grundschule (z.B. Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, 2014 a) gefordert. Medienkompetenz (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2010) 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.

Unter Medienkompetenz werden handlungsbezogene Wissensstrukturen verstanden, die zum zielgerichteten, sicheren, kritischen und auch kreativ-produktiven Umgang mit einem Medium, wie beispielsweise einem Smartphone oder einem

¹ Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik

Computer, befähigen (Vollbrecht, 2001; Baacke, 1996; Dewe & Sander, 1996). Hierzu zählt beispielsweise das Wissen, wie Computer arbeiten und wie man Computer effektiv für seine Zwecke nutzen kann (Medienkunde). Hinzu kommt konkretes Handlungswissen über die Bedienung von Medien, wie die Einarbeitung in die und Kenntnis der Handhabung von Computersoftware, das Erstellen von Bild- und Videoaufnahmen sowie das Versenden und Beantworten von E-Mails (Mediennutzung; vgl. Baacke, 1996; Baacke, 1999). Dieses Handlungswissen wird allerdings üblicherweise nicht durch eine Vermittlung von den zugrunde liegenden informatischen Konzepten unterfüttert.

Erste Konzepte zur informatischen Bildung im Rahmen der Sachunterrichtsdidaktik existieren in Deutschland schon seit den 1990er Jahren: Klafki (1993) fordert, dass ein zukunftsorientiertes Bildungssystem bereits in der Grundschule Informations- und Kommunikationstechnologien thematisieren muss. Er argumentiert für ein Miteinbeziehen der Fachwissenschaft Informatik, damit ein über bloßes Handlungswissen hinausgehendes Verständnis für die Funktion dieser Technologien erworben werden kann. Borowski, Diethelm und Mesaroş (2010) präsentieren einen theoretischen Rahmen zur Erschließung eines intuitiven, aber fachlich korrekten Verständnisses der für Informatik zentralen Konzepte Information und Informationsverarbeitung. Der Schwerpunkt liegt hier auf der Vermittlung von Konzepten, die direkt auf die Hardware-Architektur von Computern bezogen sind. Eine Beziehung zu algorithmisch-logischen Grundlagen wird nur wenig hergestellt. Diese bilden allerdings den Kern des Fachs Informatik und liegen sowohl der Rechnertechnik als auch der Softwareentwicklung zugrunde.

Auf die Vermittlung von Informatikkompetenzen im Kontrast zu Medienkompetenz fokussierte Ansätze existieren für den Elementar- und Primärbereich vereinzelt: Eine praktische Umsetzung am Beispiel der Roboterprogrammierung mit Lego NXT ergab, dass es möglich ist, das Thema Informatik in den Sachunterricht der 3. und 4. Klassen so zu integrieren, dass alle Schülerinnen und Schüler davon profitieren (Borowski, 2013). Schwill (2001) berichtet erste empirische Ergebnisse, die zeigen, dass Kinder bereits im Vorschulbereich in der Lage sind, informatische Konzepte zu verstehen und umzusetzen. Dazu gehört das Verständnis von strukturiertem Zerlegen von Objekten, greedy-Strategien, Baumstrukturen und sogar von Rekursion, so dass Kinder diese Prinzipien sinnvoll auf Probleme anwenden können. In den Beispielen von Schwill (2001) sowie auch in dem Arbeitsbuch Computer Science Unplugged (Bell et al., 1998) wird die Vermittlung grundlegender Informatikkonzepte völlig von der Nutzung eines Computers getrennt. Dadurch erfolgt eine Konzentration auf die Vermittlung der logisch-algorithmischen Grundlagen der Informatik aber gleichzeitig eine Trennung dieser Konzepte von der

Nutzung digitaler Medien. Es ist nicht davon auszugehen, dass Kinder in der Lage sind, die Beziehung zwischen den vermittelten Konzepten und dem Computer selbständig herzustellen. Um zu erreichen, dass Kinder tatsächlich die in den Bildungsplänen geforderten Medienkompetenzen erwerben, scheint es uns hier notwendig, Beziehungen zwischen den vermittelten Konzepten und der Funktionsweise eines Computers explizit aufzuzeigen und die Kinder anzuregen, auch außerhalb des konkreten Lern-Kontextes die Funktionsweise digitaler Medien im Alltag zu hinterfragen.

Um Kindern bereits im Elementar- und Primarbereich zu ermöglichen, eine Brücke zwischen Mediennutzung und dem Erwerb von Informatikkompetenzen zu schlagen, wird im Folgenden der Bereich Elementarinformatik (siehe Abb. 1) eingeführt.

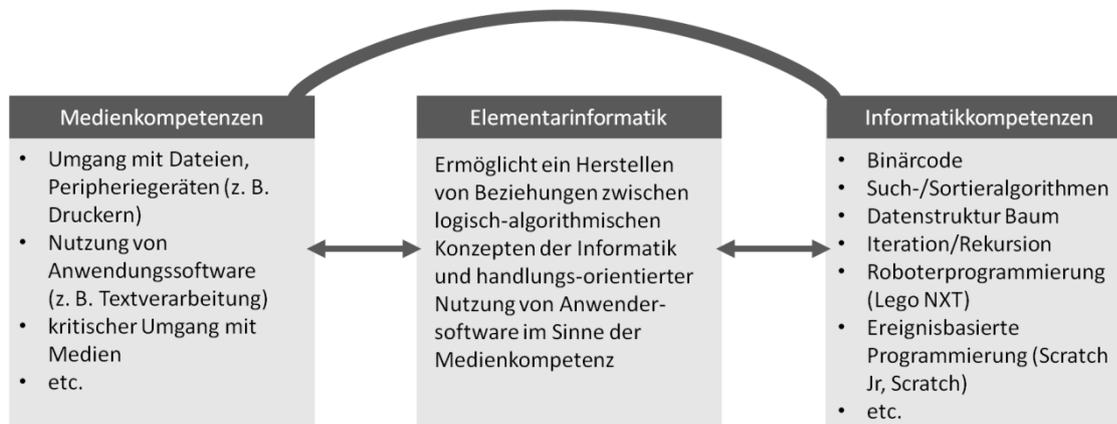


Abb. 1: Elementarinformatik als Brücke zwischen Medienkompetenz und Informatikkompetenz

Unter Elementarinformatik verstehen wir die spielerische Vermittlung von grundlegenden Informatikkonzepten wie etwa digitale Repräsentation, Such- und Sortierstrategien in Zusammenhang mit der Nutzung von Computermedien. Zielgruppe elementarinformatischer Bildungsangebote sind Kinder im Vor- und Grundschulalter. Durch diese Angebote sollen Kinder ein Verständnis für die Funktionsweise von Computern, Tablets, Smartphones oder Digitalkameras erhalten. Gleichzeitig soll das Handlungswissen so vermittelt werden, dass grundlegende Konzepte und Strategien der Nutzung von Anwendungssoftware erworben werden, die einen Transfer zwischen Systemen ermöglichen. Schließlich sollen die Kinder befähigt werden, Computermedien kreativ nutzen zu können. Ziel der Elementarinformatik ist, didaktische Konzepte zu entwickeln, die Kinder anregen, die für Ingenieurwissenschaften relevante Frage „Wie funktioniert das?“ zu stellen und die Funktionsweise von Computermedien zu hinterfragen. Auf diese Weise sollen Kinder analog zum entdeckenden Lernen im Bereich der frühen naturwissenschaftlichen Bildung (Rohen-Bullerdiel, 2012) auch im ingenieurwissen-

schaftlichen Bereich zu einer forschenden Grundhaltung angeregt, zum Stellen von Fragen ermutigt und bei der Beantwortung der Fragen unterstützt werden.

Durch die Verankerung informatischer Inhalte im Kindergarten und in der Grundschule kann geschlechtsspezifischen und sozialen Nachteilen entgegengewirkt werden und zu mehr Chancengleichheit beigetragen werden (Gesellschaft für Informatik, 2000). Gerade Mädchen können von frühen informatischen Bildungsangeboten profitieren, da damit den vielfach gegebenen gender-stereotypen Begabungszuschreibung seitens der Eltern (Buchmann & Kriesi, 2012; Dresel et al. 2007) und der bei vielen Mädchen zu konstatierenden geringen Einschätzung der eigenen Kompetenz im Umgang mit dem Computer (Luca, 2010) entgegen gewirkt werden kann. In ähnlicher Weise können informatische Bildungsangebote den reflektierten Einsatz von Computermedien bei Kindern mit niedrigem formalen Bildungshintergrund befördern (DIVSI, 2015): Kinder aus Familien mit niedrigerem sozialem Status besitzen häufiger Spielkonsolen, Computer und Smartphones und verwenden mehr Zeit für das Spielen mit digitalen Endgeräten als Kinder aus Familien mit höherem Status. Je geringer der Bildungsstand der Eltern ist, umso weniger schätzen sich die Eltern kompetent genug ein, um den Kindern die nötigen Kompetenzen zur Teilhabe an der digitalisierten Welt selbst zu vermitteln. Sie sehen hierfür eher den Staat oder die Schule in der Verantwortung (DIVSI, 2015).

Damit die entwickelten Konzepte für die Elementarinformatik nachhaltig Eingang in die institutionalisierte frühe Bildung finden, ist es entscheidend, dass dieses Thema Bestandteil der Ausbildung der pädagogischen Fachkräfte² berücksichtigt wird und dass das Thema „Informatik in Vor- und Grundschule“ bei diesem Personenkreis auf Akzeptanz trifft. Gerade bei älteren Fachkräften gilt es hier Ängste und Vorurteile abzubauen (Biermann, 2008; Eickelmann et al., 2014 a; Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2011). Solange die Elementarinformatik noch nicht in der Ausbildung der pädagogischen Fachkräfte berücksichtigt wird, ist anzunehmen, dass die Nutzung bereits entwickelter Angebote nur dann erfolgt, wenn diese durch eine Handreichung ergänzt werden, die die elementarinformatischen Konzepte, das hierzu konzipierte Spiel- und Experimentiermaterial sowie die Bedienung der eingesetzten Software leicht verständlich einführt – aber auch auf typische Probleme und Fehlkonzeptionen hinweist. Anderenfalls können elementarinformatische Inhalte nur in Kooperation mit externen Anbietern etwa von Universitäten in die Vorschularbeit und den Unterricht integriert werden wie etwa bei dem oben genannten Praxisprojekt von Borowski et al. (2013).

² Mit der Bezeichnung pädagogische Fachkräfte sind im Folgenden Erzieherinnen und Erzieher in Kindertagesstätten sowie Lehrkräfte an Grundschulen gemeint.

Im vorliegenden Beitrag wird ein Vorschlag für die Vermittlung elementarer Informatik-Konzepte präsentiert, der darauf basiert, im Kontext konkreter, fachbezogener Medienanwendungen Informatik-Konzepte einzuführen. Dabei werden Medienanwendungen für ein breites Spektrum an Bildungs- und Erziehungsbereichen in der Vor- und Grundschule betrachtet. Im Bereich der Grundschule werden Konzepte vorgestellt, die es erlauben, dass Elementarinformatik nicht auf den Sachkundeunterricht beschränkt bleibt (vgl. Borowski et al., 2010; Klafki, 1993). Neben Bezügen zu Themen der Sachkunde wird die Einbindung in Lerninhalte der Fächer Kunst, Deutsch und Mathematik vorgeschlagen. Bei der Vermittlung der Medienkompetenzen wird darauf geachtet, dass kein reines Handlungswissen, sondern generalisiertes, auf andere Anwendungen übertragbares Methodenwissen erworben wird. Bei allen entwickelten Konzepten ermöglicht deren konkrete Umsetzung individualisiertes Lernen. Zudem wird aufgezeigt, wie durch sorgfältig auf die Zielgruppe von pädagogischen Fachkräften im Elementarbereich abgestimmte Handreichungen, die Barriere zur Integration entsprechender Lehr-/Lerneinheiten in die Vor- und Grundschularbeit abgebaut werden kann.

Im Folgenden wird zunächst kurz das Fach und das Berufsbild der Informatik vorgestellt. Anschließend wird das von uns vorgeschlagene Konzept der integrierten Vermittlung von Medienkompetenz und Informatik anhand von empirischen Befunden und Alltagsbeobachtungen motiviert. Danach werden sieben Module für die Elementarinformatik und deren Einbindung in verschiedene Themenbereiche der Grundschule vorgestellt. Zudem werden für drei Inhaltsbereiche modifizierte Module dargestellt, die bereits in der Vorschule eingesetzt werden können. Abschließend werden exemplarische Erfahrungen aus der praktischen Anwendung sowie erste Evaluationsergebnisse berichtet.

2 Hintergrund: Das Fach und das Berufsbild der Informatik

Informatik leitet sich vom Begriff Information ab und bezeichnet die Wissenschaft von der Darstellung, Speicherung, Übertragung und Verarbeitung von Informationen (Gesellschaft für Informatik, 2006; Gumm & Sommer, 2013). Die Speicherung und Verarbeitung von Daten basiert auf binären Repräsentationen: ein Bit kann die Zustände 0 oder 1 annehmen. Mit 8 Bits, einem sogenannten Byte, können 256 verschiedene Informationen, zum Beispiel die natürlichen Zahlen von 0 bis 255 aber auch Buchstaben oder Farben, dargestellt werden. Hintergrundinformation zum Binärsystem ist in Abb. 2 gegeben³. Soll ein bestimmtes Problem, zum Beispiel das Sortieren von Adressen, mit Hilfe des Computers gelöst werden, muss zunächst eine Berechnungsvorschrift – ein sogenannter Algorithmus – definiert werden, der genau beschreibt, wie die Daten verarbeitet werden sollen (siehe Abb. 3). Dabei sind die Berechnungsvorschriften nicht – wie etwa beim Taschenrechner – auf Zahlen beschränkt, sondern auf beliebige Informationen wie Texte und Bilder anwendbar. Solche Algorithmen können im nächsten Schritt praktisch mit Hilfe von Programmiersprachen auf dem Computer umgesetzt werden (Gumm & Sommer, 2013). So entsteht neue Software.

³ Die Informationsboxen sind dafür gedacht, Hintergrundinformationen für im Text genannte informatische Konzepte zu liefern. Der Text ist auch ohne diese Informationen verständlich.

1 Bit: 0 oder 1 kann $2 = 2^1$ Zustände kodieren
(an/aus, Ziffern 0/1, schwarz/weiss, Vokal/Konsonant)

0	0	Pik
0	1	Kreuz
1	0	Herz
1	1	Karo

Mit 2 Bits können $4 = 2^2$ Zustände kodiert werden
(Ziffern 0/1/2/3, rot/gelb/grün/blau,
Pik/Kreuz/Herz/Karo)

Die Anzahl notwendiger Bits, um eine bestimmte Menge von Informationen zu repräsentieren, kann durch die Anzahl von ja/nein-Fragen veranschaulicht werden, die bis zum sicheren Wissen notwendig sind.

Im Jahr 1963 wurde der ASCII (American Standard Code for Information Interchange) eingeführt, der festlegt, wie mit 7 Bit ($2^7 = 128$) 33 nicht druckbare und 95 druckbaren Zeichen kodiert werden. Später wurde die Codierung auf 8 Bit (als Byte bezeichnet) erweitert. Mit 8 Bit kann man $2^8 = 256$ Zeichen kodieren. Die Binärkodierung eines Zeichens kann als Zahl im Dezimalsystem ausgedrückt werden, indem man die Wertigkeit aller auf 1 gesetzten Bits addiert: Die erste (rechtste) Position entspricht dem Wert $2^0 = 1$, die achte (linkeste) Position entspricht dem Wert $2^7 = 128$.

Dezimal	ASCII (8 Bit)	Umrechnung	Symbol
	Exponenten von 2 7654 3210		
32	0010 0000	$2^5 = 32$	Leerzeichen
...			...
48	0011 0000	$2^5 + 2^4 = 32 + 16 = 48$	0
49	0011 0001	$2^5 + 2^4 + 2^0 = 32 + 16 + 1 = 49$	1
...			...
65	0100 0001	$2^6 + 2^0 = 64 + 1$	A
66	0100 0010	$2^6 + 2^1 = 64 + 2$	B
...			...
97	0110 0001	$2^6 + 2^5 + 2^0 = 64 + 32 + 1 = 97$	a
98	0110 0010	$2^6 + 2^5 + 2^1 = 64 + 32 + 2 = 98$	b
...			...

Abb. 2: Informationsbox Binäre Repräsentation (für erwachsene Laien)

Das Fach Informatik hat seine Wurzeln in der Mathematik und in der Elektrotechnik, das heißt, Informatik basiert sowohl auf mathematisch-formalen als auch auf ingenieurwissenschaftlichen Methoden. Einerseits werden Konzepte und Strategien mathematisch und logisch präzise beschrieben. Andererseits werden diese Konzepte und Strategien in Hard- und Software umgesetzt. Entsprechend basiert

die Informatik auf einem breiten Spektrum an Methoden, die vom Entwurf logischer Schaltkreise bis zur Konzeption neuer Algorithmen reichen (Gumm & Sommer, 2013).

Ein **Algorithmus** ist die abstrakte Beschreibung einer Berechnungsvorschrift. Er bildet die Grundlage für die **Implementierung**, also die Formulierung der Berechnungsvorschrift in einer **Programmiersprache**. Das Programm kann dann in eine maschinenlesbare Form kompiliert (übersetzt) und dann ausgeführt werden. Alternativ kann ein spezielles Programm – ein Interpreter – Programmcode direkt ausführen. Die Beschreibung kann in natürlicher Sprache sein, oder halb-formal – in sogenanntem Pseudocode (also so ähnlich wie Programmcode).

Ein einfacher Algorithmus ist *Multiplikation durch Addition* von zwei natürlichen Zahlen n und m . Die Idee zur Umsetzung ist folgende: Wenn n der Multiplikator ist und m der Multiplikand, dann kann das Produkt von n und m berechnet werden, in dem m n -mal mit sich selbst addiert wird.

Diese Idee kann in eine Berechnungsvorschrift überführt werden, bei der jeder einzelne Rechenschritt eindeutig beschrieben ist.

MultDurchAdd(n, m):

WENN $n = 0$ DANN ist das Ergebnis 0.

WENN $n = 1$ DANN ist das Ergebnis m

SONST MultDurchAdd($n - 1, m + m$).

n und m sind **Variablen**, die beim Aufruf des Programms mit einem festen Wert belegt sein müssen. Für $n = 3$ und $m = 5$ sieht die Abarbeitung des Algorithmus folgendermaßen aus:

- $3 \neq 1$, also 2×10
- $2 \neq 1$, also 1×15
- Ergebnis ist 15, also 3×5 .

Der Algorithmus definiert die Multiplikation durch Addition für beliebige natürliche Zahlen. Er ist in Form einer sogenannten **Rekursion** definiert: Im *sonst*-Teil wird die Anweisung mit veränderten Werten neu aufgerufen. Der Algorithmus hält an und liefert ein Ergebnis, wenn n den Wert 1 erreicht hat. Der Sonderfall für $n = 0$ wird als erstes geprüft.

Der Algorithmus kann auch als **Iteration** definiert werden. Hier muss eine weitere Variable definiert werden, in der das Ergebnis gespeichert werden kann. Mit $:=$ wird ausgedrückt, dass die links stehende Variable den rechts stehenden Wert erhält.

$p := 0$

WIEDERHOLE

$p := p + m$

$n := n - 1$

SOLANGE BIS bis $n = 0$

GIB p AUS

Abb. 3: Informationsbox Algorithmus (für erwachsene Laien)

Folglich ist das Berufsbild der Informatik äußerst vielfältig. Entgegen der üblichen Meinung, dass Informatikerinnen und Informatiker den ganzen Tag allein vor einem Computer sitzen und programmieren, ist Informatik im wesentlichen Teamarbeit. Moderne Software kann nur in Zusammenarbeit mit den Anwendern sinnvoll entwickelt werden. Soll beispielsweise ein Museumsleitsystem entwickelt werden, ist es notwendig, dass die Software-Entwicklerinnen und -Entwickler klare Vorstellungen darüber haben, welche Informationen für welche Zielgruppen wie bereitgestellt werden sollten. Viele Informatikerinnen und Informatiker programmieren in ihrem Beruf kaum. Stattdessen analysieren und beschreiben sie die komplexen Anforderungen eines Anwendungsbereichs und empfehlen passende Software-Lösungen. Informatikerinnen und Informatiker arbeiten nicht nur in Firmen der IT-Branche, sondern fast in allen Bereichen, sei es die Automobilindustrie oder das Verlagswesen. Es gibt zahlreiche Studiengänge, in denen Informatik mit einem speziellen Anwendungsbereich kombiniert wird, etwa die Bioinformatik, die Medizininformatik, die Medieninformatik oder die Wirtschaftsinformatik.

Ein erster Versuch, das Berufsbild Informatik bereits für Kinder im Vor- und Grundschulalter erlebbar zu machen, existiert in Form eines Konzepts für ein Pixi-Buch (Tegeler, 2011). Allgemein ist davon auszugehen, dass Kinder erste Vorstellungen über diesen Beruf aufbauen können, wenn sie sowohl bei der Nutzung von Computermedien als auch bei der Vermittlung informatischer Inhalte explizit darauf hingewiesen werden, dass die entsprechenden Konzepte und Produkte von Informatikerinnen und Informatikern erdacht und umgesetzt wurden.

3 Beobachtungen zum Einsatz computergestützter Medien in Vor- und Grundschule

3.1 Umgang von Kindern mit Computern

Alltagsbeobachtungen von Kindern im Vor- und Grundschulalter zeigen, dass Kinder sich den Umgang mit einem neuen technischen Medium selbst-motiviert und schnell erschließen (Tapscott, 1998). Während ältere Menschen häufig Probleme haben, mit einem neuen technischen Medium umzugehen und etwa bei der Bedienung eines Fahrkartenautomaten scheitern, sind Kinder typischerweise ohne Unterstützung in der Lage, die Steuerung von technischen Geräten wie Fernseher, Smartphone oder Tablet zu meistern und recht komplexe Nutzerführungen in graphischen Oberflächen zu bedienen. Zudem nutzen Kinder Computer und computergestützte Geräte gerne (Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet, 2015).

Allerdings nehmen Kinder den Computer als Unterhaltungsmedium, ähnlich zum Fernseher, wahr. Sie nutzen Computer rein handlungsorientiert und hinterfragen ohne gezielte Anregung kaum die technischen oder algorithmischen Grundlagen. Während Kinder von Geburt an ihre Umwelt aktiv erforschen und teilweise selbstständig, in jedem Fall aber nach Anregung, naturwissenschaftliche Phänomene wie die Schwerkraft von Gegenständen hinterfragen (Pauen & Pahnke, 2009), nehmen sie das Funktionieren technischer Geräte wie Autos, Telefone oder Computer unhinterfragt als gegeben hin (Tapscott, 1998). Dies ist nach Niggler und Holl (2013) darauf zurückzuführen, dass Kindern Technik überwiegend in hochkomplexer Form begegnet, wodurch ein aktiver und verstehender Zugang erschwert wird.

Wie Müller (2007) ausführt, setzt das Verständnis für die Funktionsweise neuer Medien ein gewisses Abstraktionsvermögen voraus, da diese nicht im wahrsten Sinne des Wortes begriffen werden kann. Entgegen der gewohnten Auge-Hand-Koordination beim Malen oder Schreiben erfolgt die Steuerung technischer Geräte wie Computer oder Telefon indirekt über Tastatur oder Maus. Die Bedienung von Tablets oder Smartphones ist durch die Touch-Funktionalität deutlich intuitiver. Welche komplexen Abläufe und Konzepte sich aber hinter dem Anklicken eines Symbols auf dem Computerbildschirm verbergen, erschließt sich für Kinder nicht selbstverständlich (Müller, 2007). Die Konzepte und Abläufe bleiben eine Blackbox und werden nicht hinterfragt.

Kinder haben keine Vorstellung vom Fach und vom Berufsbild Informatik. Unter den von Kindern geäußerten Berufswünschen finden sich solche, von denen sie früh, aufgrund eigener Erfahrung eine Vorstellung haben. Dazu gehören praktische Berufe wie Fußballer/Fußballerin, Polizist/Polizistin, Tierpfleger/Tierpflegerin, Bauer/Bäuerin, akademische Berufe wie Lehrer/Lehrerin, Arzt/Ärztin, seltener auch Ingenieur/Ingenieurin (Baumgart, 2011) oder Wissenschaftler/Wissenschaftlerin – verstanden als Physiker oder Chemiker (de Meis et al., 1993), aber kaum Informatikerinnen und Informatiker.

3.2 Einsatz von Computern in Vor- und Grundschule

Betrachtet man den Einsatz computergestützter Medien in der Vor- und Grundschule, kann man Folgendes beobachten: Kindertagesstätten verfügen selten über eine ausreichend große Zahl an Computern, die von Kindern genutzt werden können (z. B. Endepohls-Ulpe et al., 2016), Grundschulen teilweise (z. B. Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, 2014 b). Mit der viel beachteten Initiative „One Laptop Per Child“ (Negroponte, 2005) wurde angestrebt und teilweise umgesetzt, jedem Grundschulkind, insbesondere auch in Nicht-Industrielländern, einen individuellen Zugang zu den vielfältigen computergestützten Bildungs- und Medienangeboten zu ermöglichen. In deutschen Grundschulen stehen Computermedien bislang meist bestenfalls als PC-Pools oder in Form eines Klassensatzes an Notebooks zur Verfügung. Häufig fehlt es an zeitlichen Ressourcen oder an Kompetenzen, um PC-Pools oder Notebooks an Grundschulen funktionsfähig zu halten. Es liegt an der Motivation einzelner Lehrkräfte, für den Fachunterricht geeignete Software zu identifizieren, den Kindern zugänglich zu machen und diese sinnvoll in den Unterricht zu integrieren (Six & Gimmler, 2007; Eickelmann et al., 2014 b; Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2011). Auch wenn funktionstüchtige Computer vorhanden sind, werden sie häufig nicht genutzt, weil die Lehrkräfte befürchten, dass technische Probleme auftreten, die sie nicht beheben können, oder dass Kinder Fragen zur Software stellen, die sie nicht beantworten können.

Wenn Computer im Elementar- und Primarbereich eingesetzt werden, liegt der Schwerpunkt meist auf dem technischen Einsatz von Medien zur Präsentation und Vermittlung von Lehr- und Lerninhalten sowie auf der Bedienfähigkeit digitaler Medien (Gesellschaft für Informatik, 2000; Kammerl & Ostermann, 2010). Mitunter werden Medien als attraktives Beschäftigungsangebot gesehen, das Raum zur Betreuung anderer Kinder schafft (Six & Gimmler, 2007). Andererseits kann die Begeisterung von Kindern für technische Geräte genutzt werden, um neue Lern-

formen im fachbezogenen Unterricht einzusetzen - etwa in Form von Lernspielen und Lernsoftware zu den Bereichen Rechnen oder Rechtschreibung (Kandler, 2002).

Während das Thema Umgang mit Medien (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2008; Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2010) in der Ausbildung von pädagogischem Personal für Kindertagesstätten und Grundschulen abgedeckt ist, fehlt das Thema Informatik in zahlreichen Bundesländern im Lehrplan für die Grundschule (z.B. Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst & Staatsinstitut für Frühpädagogik, 2012; Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, 2014 a). Allerdings gibt es in den letzten Jahren zunehmend Initiativen für eine Integration informatischer Inhalte im Primarbereich (Gesellschaft für Informatik e. V., 2016; Joost, 2015).

Häufig wird aber Medienkompetenz mit Informatik gleichgesetzt und der Einsatz von Computern im Unterricht als Vermittlung von Informatikkompetenz fehlinterpretiert. Die Verwechslung von Beherrschung der Nutzung eines Computers mit dem eigentlichen Inhalt des Fachs Informatik – der Entwicklung von Hard- und Software basierend auf algorithmisch-logischem Denken – wird an die Kinder weitergegeben.

Lehrkräfte im Primarbereich sowie pädagogisches Personal in Kindertagesstätten haben keine vertiefte Ausbildung in MINT-Fächern. Entsprechend fehlt ihnen häufig die Fachkompetenz, Fragen der Kinder in diesen Bereichen gleichzeitig anschaulich und fachlich korrekt zu beantworten. Die fehlende Kompetenz resultiert in Ängsten und Vorurteilen, die verhindern, dass MINT-Themen, die nicht im engeren Lehrplan abgedeckt sind – insbesondere die Informatik –, im Unterricht aufzugreifen (SINUS-Transfer Grundschule, 2004; Kraska & Teuscher, 2013; Richter, 2012)

3.3 Konsequenzen für die Implementierung eines elementaren Bildungskonzeptes Informatik

Zur Vermeidung einer unreflektierten, rein konsumierenden Nutzung von Computermedien in Vor- und Grundschule ist aus unserer Sicht ein elementarinformatisches Curriculum notwendig. Die dort vermittelten Lerninhalte sollen

- 1) Mediennutzung und die dahinter liegenden informatischen Konzepte sinnvoll mit einander in Beziehung setzen und dadurch helfen, übertragbare Wissensstrukturen aufzubauen, sowie Kinder anzuregen, sich auch außerhalb des Kindergarten- und Schulkontextes die Funktionsweise technischer Geräte durch „Warum?“- und „Wie-funktioniert das?“-Fragen zu erschließen;
- 2) einen aktiven und verstehenden Zugang zur Mediennutzung ermöglichen, indem eine Brücke zwischen Handlungen und Phänomenen aus der Erlebniswelt der Kinder (wie beispielsweise Fotografieren) und technischen sowie informatischen Konzepten (wie beispielsweise binäre Repräsentation) geschlagen wird und spielerisches Material zur Verfügung gestellt wird (wie beispielsweise Pixelausmalbilder), das hilft, die komplexen informatischen Konzepte anschaulich und begreifbar zu machen;
- 3) didaktisch so aufbereitet sein, dass pädagogische Fachkräfte diese auch ohne vertiefte Computer- und Informatikkenntnisse angstfrei und ohne großen Einarbeitungsaufwand in den Unterricht integrieren können und bei denen vermieden wird, dass Fehlkonzeptionen aufgebaut und an die Kinder weitergegeben werden;
- 4) Bezüge zu verschiedenen Fächern des Vor- und Grundschulunterrichts herstellen, 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;
- 5) den Kindern helfen, sich ein erstes, realistisches, genderneutrales Bild vom Fach Informatik aufzubauen.

4 Entwurf eines Curriculums Elementarinformatik

4.1 Pädagogisch-didaktisches Konzept

Das Konzept für ein Curriculum 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.

Grundlage für das pädagogische Konzept ist der Ansatz von Maria Montessori, bei dem immer auf die Alltagserfahrung der Kinder Bezug genommen wird und Materialien entwickelt werden, die helfen in konkreten Problemlösungszusammenhängen abstrakte Konzepte aufzubauen (Montessori, 2010). Neben konkreten, spielerischen Materialien zur Vermittlung grundlegender informatischer Konzepte werden Computermedien 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 eher konzeptorientierten Lerneinheiten nicht nur Medienkompetenz erworben, sondern es werden Wissensstrukturen aufgebaut, die ermöglichen, dass ein Transfer auf andere Anwendungsprogramme möglich wird. Bloßes Handlungswissen („das macht man halt so“) wird durch systematisches Wissen auf der kognitiven Ebene unterfüttert. Es ist zu hoffen, dass dadurch nachfolgende, unbelebte Computernutzung nicht mehr ausschließlich konsumierend ist, sondern die Kinder nun eine Grundlage haben, weitere Fragen zu den Funktionsprinzipien des Computers selbständig zu generieren. Zu bevorzugen sind frei verfügbare Programme, die die Kinder dann auch zuhause weiter nutzen können.

Die erfahrungsbasierte Vermittlung von informatischen Konzepten und Prinzipien des Umgangs mit Computermedien wird durch kognitive Lerntheorien unterfüttert. Wesentlich ist die Nutzung des Prinzips des analogen Transfers: die Präsentation eines Konzepts - etwa der digitalen Repräsentation - in verschiedensten kon-

kreten Erfahrungszusammenhängen - etwa Ausmalbilder oder das Zeigen verpixelter Bilder (siehe Abschnitt 4.2) – erlaubt den Aufbau abstrakter Konzepte durch Identifikation der Gemeinsamkeiten in verschiedenen Anwendungskontexten (Gentner et al., 2015; Schmid et al., 2003; Wiese et al., 2008).

Bei der Nutzung von Computerprogrammen können gezielt Aufgaben gestellt werden, die ermöglichen, allgemeine Anwendungsprinzipien zu entdecken: beispielsweise kann bei der Nutzung eines Grafikprogramms vermittelt werden, dass ein Dreieck verschoben oder in seiner Größe verändert werden kann und dann gezeigt werden, dass dies auch mit einem Viereck getan werden kann. Stellt man nun die Frage, was für Operationen mit einem anderen geometrischen Objekt (etwa Kreis) getan werden kann, sollten die Kinder erschließen können, dass Objekte gleichen Typs mit den gleichen Befehlen manipuliert werden können (vgl. Abschnitt 4.2; Novick & Holyoak, 1991).

Die Montessori-Materialien und die Nutzung von Anwenderprogrammen erlauben sowohl individualisiertes als auch projektbezogenes Lernen. Das pädagogische Fachpersonal nimmt hier eine beratende Rolle ein. Die Arbeit sollte immer wieder durch Gruppengespräche 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 immer wieder darauf hinzuweisen, dass die Kinder gerade „Informatik machen“ und dass die Konzepte, die sie kennenlernen von Informatikerinnen und Informatikern erdacht und dass die Programme, die sie nutzen, von Informatikerinnen und Informatikern programmiert worden sind.

4.2 Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Digitale Repräsentation

Jede Lerneinheit beginnt mit einem Gruppengespräch, in dem die alltägliche Erfahrungswelt der Kinder den Ausgangspunkt zur Erschließung des Themas bildet. Beim Thema Digitale Repräsentation (vgl. Abbildung 2) ist dies das Fotografieren mit einer Digitalkamera oder einem Smartphone. Hier kann die Frage gestellt werden, wie ein Bild in einem Computermedium gespeichert werden kann. 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 Abb. 4). Der Unterschied von digitaler zu analoger Repräsentation kann erschlossen werden, indem Wasserfarbbilder mit einer Lupe untersucht wer-

den und ein Bild auf dem Tablet solange vergrößert wird, bis die Pixel sichtbar werden.⁴

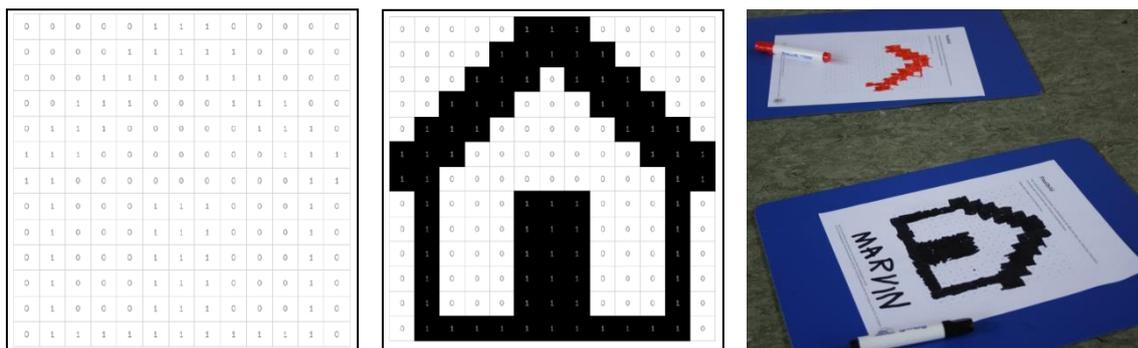


Abb. 4: Pixelbild

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 – 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.

Eine solche Lerneinheit, die etwa den Umfang von 45 Minuten hat, kann durch eine Lerneinheit am Computer ergänzt werden. Für den Vorschulbereich und die erste und zweite Klasse bietet sich das mehrfach ausgezeichnete Malprogramm Tux Paint⁵ an, das über eine einfache, auf Symbolen basierende Nutzeroberfläche verfügt und damit auch von Kindern, die noch nicht lesen können, genutzt werden kann. Das Malprogramm bietet eine große Auswahl an vorgefertigten Hintergründen und Objekten sowie eine Vielzahl an möglichen Effekten (siehe Abb. 5). 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 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. Für Kinder ab der 3. Klasse ist es durchaus sinnvoll,

⁴ z. B. mit der App Fast Image Viewer.

⁵ <http://www.tuxpaint.org/>

die sensu-motorischen Fähigkeiten zu erwerben, die zum Umgang mit einer Computermaus notwendig sind, da komplexere Programme typischerweise nicht voll über Touchfunktionalität nutzbar sind. Falls die Kinder noch keine Erfahrung im Umgang mit der Maus haben, empfiehlt es sich, zunächst eine spielerische Übung zur Mausbedienung voranzustellen, wie sie beispielsweise in der freien Lernsoftware Gcompris⁶ angeboten wird. Ergänzend kann das Funktionsprinzip einer Computermaus durch einen kurzen Film⁷ dargestellt werden.

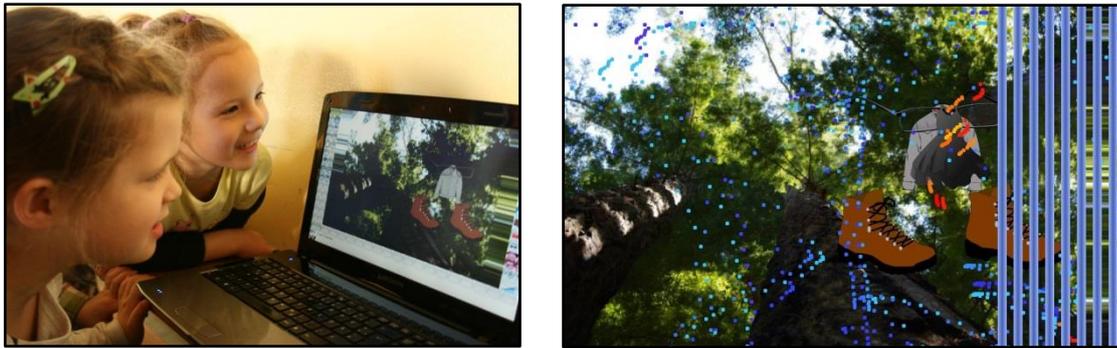


Abb. 5: Malen mit Tux Paint

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 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.

Für Kinder ab Jahrgangsstufe 3 kann durchaus auch schon ein professionelles Vektorgraphik-Programm wie Inkscape⁸ genutzt werden. Damit kann beispielsweise

⁶ <http://gcompris.net/index-de.html>

⁷ Beispielsweise mit der DVD Mausclick. Die schönsten Lach- und Sachgeschichten rund um Computer und Internet aus: Die Sendung mit der Maus. Euro Video Bildprogramm GmbH, WDR: WWF, Ismaning 2003 oder

<http://www.wdr.de/tv/kopfbal/sendungsbeitraege/2010/0328/computer-maus.jsp>.

⁸ <https://inkscape.org/de/>

ein Poster erstellt werden, in das auch digitale Bilder eingebunden werden können. Sowohl bei Tux Paint als auch bei Inkscape 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 ein Quadrat skalieren, rotieren und verschieben, so geht das auch mit einem Kreis. 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, aber auch Wissen über die Prinzipien zum Umgang mit Dateien in verschiedenen Programmen.

4.3 Beispiel zur Umsetzung: Lerneinheit Algorithmen

Das Thema Algorithmen (vgl. Abb. 3) wird zunächst konkret am Beispiel von Suchen und Sortieren eingeführt. Suchen und Sortieren kann mit sprachfreiem Material bereits im Elementarbereich eingeführt werden (Weiß, 2015). Beispielsweise können Karten mit Tieren nach Größe sortiert werden, aber auch schon Würfelaußen (Schmid et al., 2016). Während das Erkennen des größten und kleinsten Elements bei wenigen Elementen (kleiner 10; Mandler & Shebo, 1982) einfach möglich ist, können die Kinder spielerisch erfahren, dass das Finden des zweitgrößten oder drittkleinsten Elementes in einer sortierten Reihe von Karten viel einfacher ist als in einer unsortierten. Für Kinder ab der 2. Klasse kann analog dazu diskutiert werden, wie Kinder die Rechtschreibung eines Wortes, beispielsweise in einem Kinderduden, nachschlagen. Die Kinder können ausprobieren, wie sie ein Wort schneller finden: in einem unsortierten oder einer sortierten Karteikasten mit (maximal 20) Worten. Mit diesen Beispielen kann motiviert werden, wie wichtig Sortieralgorithmen sind.

Sortieren wird an einem konkreten Beispiel eingeführt. Als einfacher und natürlicher Sortieralgorithmus bietet sich Selection Sort (Sortieren durch Auswählen) an (Bell et al., 1998). Das allgemeine 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 Abb. 6). 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.

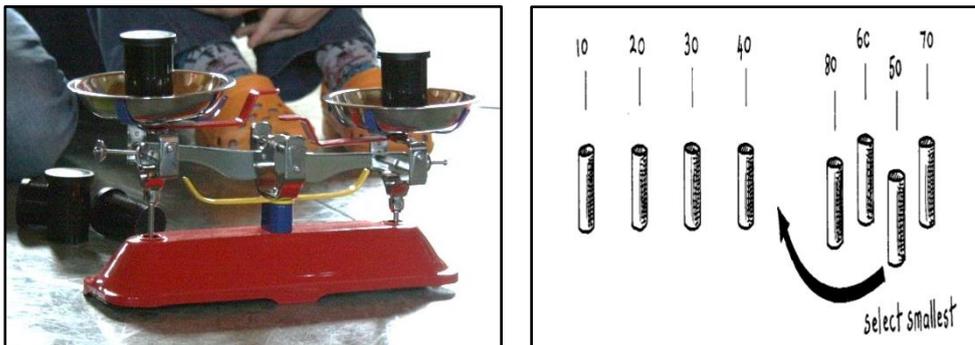


Abb. 6: Vorübung zu Selection Sort mit Balkenwaage (Bell et al. 1998)

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 eingeführt werden. Das grundlegende Prinzip eines Algorithmus als eine systematische Handlungsanweisung zur Durchführung einer Folge von Aktionen zur Manipulation von Daten kann zunächst an Selection Sort illustriert werden. Danach kann mit den Kindern erarbeitet werden, was für andere Algorithmen sie aus dem Alltag kennen. Dies sind zum Beispiel Kochrezepte, Wegbeschreibungen, Spielregeln oder Tagesabläufe. 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, 1991; Hartinger & Lohrmann, 2011).

Das Konzept eines Algorithmus kann in naheliegender Weise mit dem Thema Computerprogrammierung in Zusammenhang gebracht werden (siehe Abb. 7). Hier bietet sich die visuelle Programmiersprache Scratch⁹ (Wohl et al., 2015) an. Für Kinder, die noch nicht lesen können (Vorschule, Klasse 1) kann das sprachfreie ScratchJr¹⁰ verwendet werden. In beiden Programmierumgebungen können vorgefertigte oder selbstgemalte Objekte animiert werden. Alle Elemente der Sprache stehen in übersichtlichen 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. Unserer Meinung nach ist es in diesem Alter nicht notwendig, diese Fachbegriffe einzuführen. Wichtig ist stattdessen, 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. 7: 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. Bei der Vorstellung der Programme kann von den pädagogi-

⁹ <https://scratch.mit.edu/>

¹⁰ <https://www.scratchjr.org/>

schen Fachkräften gemeinsam mit den Kindern herausgearbeitet werden, dass den Programmen Algorithmen zugrunde liegen.

4.4 Einbindung in den Fachunterricht

In Tab. 1 wird eine beispielhafte Auswahl von Lerneinheiten wiedergegeben, die sich gut für den Grundschulunterricht, teilweise auch für den Vorschulunterricht, eignen. Die elementarinformatischen Lerneinheiten verbinden mediendidaktische Inhalte mit Informatikkonzepten und lassen sich mit verschiedenen Themen des Vorschul- und Fächern des Grundschulunterrichts kombinieren. Die Lerneinheit Digitale Repräsentation wurde bereits in Abschnitt 4.2 beschrieben. Die Pixelbilder sowie die Nutzung eines Mal- oder Graphikprogramms bietet eine natürliche Einbettung in den Kunstunterricht an. Sieht man für diese Lerneinheit 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 Digitalfotos, 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. Dies kann wieder in einem Gesprächskreis geschehen, indem diskutiert wird, was Diebstahl im Internet bedeuten könnte. Die Funktionsweise des Internet kann über einen Film⁹ 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.

Tab. 1: Verknüpfung mediendidaktischer Inhalte mit Informatikkonzepten am Beispiel Digitale Repräsentation und am Beispiel Internet

Elementarinformatische Lerneinheit	Fach	Klassenstufe	Mediendidaktischer Inhalt	Informatikkonzepte
Digitale Repräsentation	Kunst (Postergestaltung)	Vorschule, 1, 2, 3, 4	Umgang mit Digitalkamera, Umgang mit Dateien, Arbeiten mit einem Graphikprogramm (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

Das Thema Algorithmen (vgl. Abschnitt 4.3) kann im Kontext verschiedener Unterrichtsfächer eingeführt werden (siehe

Tab. 2). Beispielsweise können Sortieralgorithmen im Mathematikunterricht beim Thema Vergleichen natürlicher Zahlen eingebracht werden. Im Fach Deutsch kann das Thema anhand von Wortlisten motiviert werden. Das allgemeine Konzept eines Algorithmus als eine systematische Handlungsanweisung kann natürlich 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. ScratchJr) realisiert werden. Ebenso bietet sich die Unterrichtseinheit Berufe früher und heute im Fach HSU an, das Berufsbild der Informatikerin bzw. des Informatikers einzuführen. Eine Unterrichtseinheit zum Programmieren mit Scratch (bzw. ScratchJr) kann dann illustrieren, welche Aufgaben Informatikerinnen und Informatiker in einem Teil ihrer Arbeitszeit erledigen.

Bezüge zur Mediennutzung lassen sich beispielsweise dadurch herstellen, dass beim Thema Suchen und Sortieren 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. Generell kann darauf hingewiesen werden, dass alle Anwendungsprogramme und Apps programmiert wurden, bevor sie von den Anwendern genutzt werden können.

Tab. 2: Einführung von Algorithmen in Bezug zu verschiedenen Fächern und unter Herstellung von Bezügen zur Mediennutzung

Algorithmen	Fach	Klassenstufe	Mediendidaktische Anknüpfungspunkte
Suchen und Sortieren	Mathematik (Größenvergleiche am Beispiel von Objekten verschiedener Größe und mit Balkenwaage nach Gewicht)	Vorschule, 1	Sortierte Listen in Smartphones und bei Fernsehern
		2, 3	
Subtraktion	Mathematik	2, 3	Taschenrechner
Programmieren mit ScratchJr	Mathematik (logisches Denken)	Vorschule, 1, 2	
Programmieren mit Scratch	Deutsch (Thema Vorgangsbeschreibung)		Programmieren als Grundlage aller Anwendungsprogramme
	HSU (Berufe früher und heute – Berufsbild Informatiker und Informatikerin)		

4.5 *Notwendige Kompetenzen der pädagogischen Fachkräfte*

Für den Fachunterricht gilt generell, dass eine sinnvolle Vermittlung von Wissen voraussetzt, dass das pädagogische Personal über ein hinreichend tiefes Verständnis des jeweiligen Wissensbereiches und seiner Didaktik verfügt. Gerade bei MINT-Themen kann fehlendes Fachwissen der pädagogischen Fachkräfte schnell dazu führen, dass fehlerhafte Konzepte vermittelt werden. Zudem werden sie nicht erkennen können, wenn Kinder sinnvolle, aber von der Vorgabe abweichende Lösungsansätze entwickeln. Schließlich werden sie nicht in der Lage sein, sinnvolle Beispielprobleme zu generieren, die den Konzepterwerb der Kinder angemessen für den jeweiligen Kenntnisstand fördern (SINUS-Transfer Grundschule, 2004).

In der Ausbildung der pädagogischen Fachkräfte für Kindergarten und Grundschule liegt der Schwerpunkt auf pädagogischen und fachdidaktischen, nicht auf fachlichen Inhalten. Da die Lehrkräfte standardmäßig ein breites Spektrum von Fächern abdecken, ist die vertiefte Vermittlung fachlicher Inhalte in der Ausbildung auch nicht möglich. Damit ergibt sich bereits bei der Unterrichtung der wenigen und inhaltlich stark vereinfachten MINT-Themen, wie beispielsweise Zustandsformen des Wassers oder „Was schwimmt, was schwimmt nicht?“, das Problem, dass die Lehrkräfte oftmals selbst die Inhalte nur auf dem Niveau verstehen wie es in den Unterrichts- und Lehrmaterialien vorgegeben ist (SINUS-Transfer Grundschule, 2004; Kraska & Teuscher, 2013).

Für Themen der Informatik besteht das zusätzliche Problem, dass neben pädagogischen, didaktischem und inhaltlichem Wissen auch technisches Wissen notwendig ist, wenn Computermedien im Unterricht eingesetzt werden sollen. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an das pädagogische Fachpersonal (Baumert & Kunter, 2011; Schrackmann et al. 2008):

- **Pädagogisch Wissen:** Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen, Herstellen einer konstruktiv-unterstützenden Lernumgebung, Ermöglichung von Lernchancen für alle Kinder.
- **Technisches Wissen:** Instandhalten der computertechnischen Infrastruktur und Kenntnis verschiedener Anwendungsprogramme (Tux Paint, Scratch, Browser), Umgang mit technischen Problemen .
- **Informatisches Fachwissen:** Grundverständnis von informatischen Konzepten (Binärcode, Algorithmus, Selection Sort).
- **Informatik-didaktisches Wissen:** kindgerechte didaktische Reduktion der Inhalte und Generierung von lebensweltnahen Beispielen.

Wenn Kinder Computermedien im Unterricht nutzen, so kann eine unzureichende Berücksichtigung pädagogischer Aspekte bewirken, dass manche Kinder die Medien dauerhaft beanspruchen und andere Kinder aufgrund fehlender Vorkenntnisse oder infolge von mangelndem Durchsetzungsvermögen in die passive Zuschauerrolle gedrängt werden (Schrackmann et al., 2008). Fehlende technische Kompetenz kann dazu führen, dass das pädagogische Personal bestimmte Themen von vornherein vermeidet, um technischen Problemen aus dem Weg zu gehen. Mangelndes inhaltliches Wissen kann zu Fehlkonzeptionen führen, die an die Kinder weitergegeben werden. Beispielsweise könnte die fehlerhafte Analogie zwischen Suchen im Raum (wie findest du dein Hausaufgabenheft) und Suchen in sortierten Listen hergestellt werden. Aber auch grundsätzliche Missverständnisse wie „Der Computer sortiert den Algorithmus, also die Reihenfolge der Anweisungen.“ sind denkbar.¹¹ Eine kindgerechte didaktische Reduktion kann selbstständig nur von einer Lehrkraft durchgeführt werden, wenn sie das Konzept auf einer allgemeineren Ebene korrekt erfasst hat.

Entsprechend ist die Bereitstellung einer Handreichung zusammen mit einsatzbereiten Materialien für das pädagogische Personal eine notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Vermittlung elementarinformatischer Kompetenzen. Dabei müssen Handbuch und Materialien folgenden Kriterien genügen:

- Ansprechender und übersichtlicher Aufbau als Voraussetzung für die Auseinandersetzung mit den Inhalten.
- Ergänzung der zur vermittelnden Inhalte mit sinnvoll aufbereiteten Zusatzinformationen zum Verständnis der Konzepte durch das Fachpersonals
- Einfache Handhabung der Materialien sowie einfach installierbare Programme zum Abbau der technischen Barrieren.
- Explizite Darstellung von alternativen Lösungsmöglichkeiten und Fehlkonzeptionen zur Vermeidung der Weitergabe fehlerhafter Inhalte.

Die Zurverfügungstellung einer solchen Handreichung soll ermöglichen, dass möglichst viele Lehrkräfte in Kindergarten und Grundschule in die Lage versetzt werden, elementarinformatische Inhalte in den Unterricht einzubeziehen. Sie soll die pädagogischen Fachkräfte befähigen, Kinder beim forschenden Lernen zu unterstützen (Richter, 2012). Dabei geht es im Elementar- und Primarbereich nicht darum, alle Fragen rund um informatische Themen beantworten zu können. Vielmehr sollen die Lehrkräfte ermuntert werden, mit den Kindern zusammen informatische Konzepte zu entdecken und weitergehende Fragen zu formulieren

¹¹ Erfahrung bei der Exploration unseres Materials in einer Kindertagesstätte im März 2016.

(Diskowski, 2007; Kraska & Teuscher, 2013). Lehrkräfte, die sich ohnehin für informatische Themen interessieren und über breiteres Hintergrundwissen verfügen, können Handbuch und Materialien als Anregung nutzen, werden aber in der Lage sein, die Inhalte eigenständig zu ergänzen und weiterzuentwickeln.

5 Praktische Erprobung und erste empirische Erkenntnisse

Die Entwicklung der elementarinformatischer Lerneinheiten wird durch eine durchgängige Evaluation begleitet. Hierzu wurden die Lerneinheiten mehrfach praktisch erprobt und anhand qualitativer und quantitativer Methoden evaluiert. Die Evaluationskriterien basieren auf der Annahme, dass die konzipierten Lern- und Begleitmaterialien Wirkung auf die Fachkräfte, die Unterrichtsdurchführung und die Kinder entfalten.

5.1 Wirkmechanismus von elementarinformatischen Materialien auf Fachkräfte, Unterricht und Kinder

Die vermutete Wirkstruktur auf Fachkräfte, Unterricht und Kinder ist in Abb. 8 dargestellt.

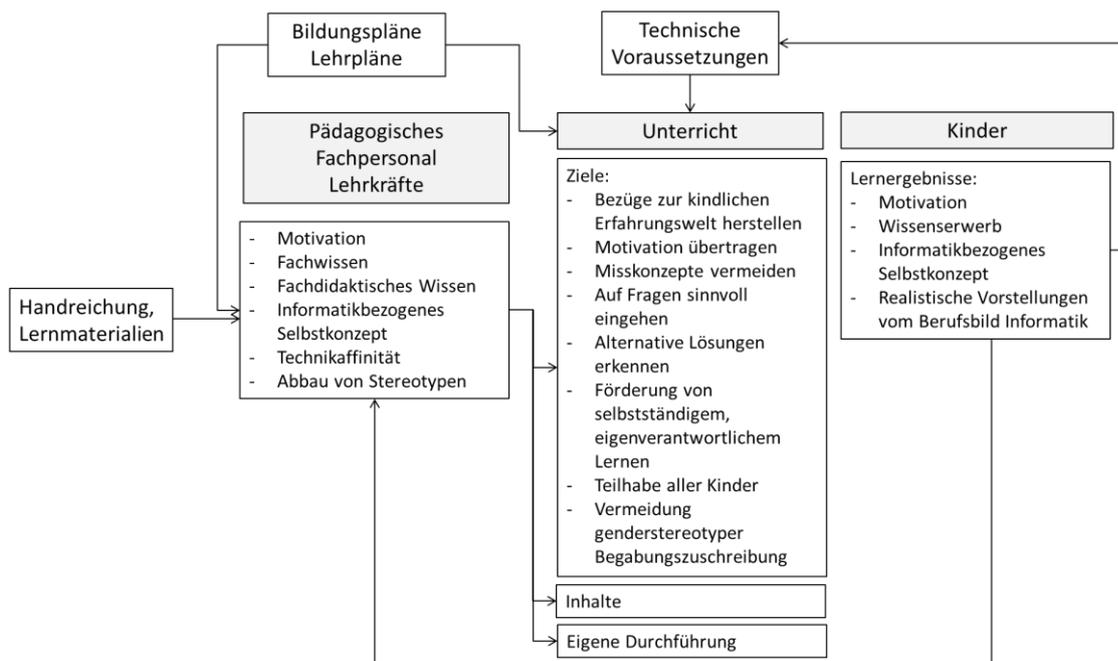


Abb. 8: Wirkstruktur von elementarinformatischen Materialien auf Fachkräfte, Unterricht und Kinder

Die entwickelten Lehr- und Lernkonzepte sind so gestaltet, dass bei der Gruppe der pädagogischen Fach- und Lehrkräfte die Voraussetzungen für die Einbeziehung elementarinformatischer Lerneinheiten in den Unterricht geschaffen werden können. Aufgrund der Tatsache, dass informatische Bildung bislang nicht Bestandteil der bestehenden Bildungs-/Erziehungs- und Lehrpläne ist, fehlen entsprechende Inhalte in der Ausbildung pädagogischer Fach- und Lehrkräfte. Damit es informatisch nicht vorgebildeten Lehrpersonen möglich wird, dennoch

elementarinformatische Inhalte in den Vor- und Grundschulunterricht einzubinden, werden Handreichungen zur Verfügung gestellt, die Ausbildungsdefizite im informatischen Bereich kompensieren wollen. Durch die Bereitstellung fertiger Unterrichtskonzepte, entsprechender Lernmaterialien und Computermedien soll die Motivation der Unterrichtenden gesteigert werden, elementarinformatische Lerneinheiten in den Elementar- und Primarunterricht zu integrieren. Durch die Auseinandersetzung mit den Inhalten der Handreichung und den praktischen Einsatz der Materialien sollen das informatikbezogene Selbstkonzept und die Technikaffinität der Unterrichtenden gesteigert und ein Abbau von Geschlechterstereotypen bewirkt werden, so dass die überwiegend weiblichen Fach- und Lehrkräfte sich zutrauen, Kindern in der Vor- und Grundschule informatische Themen zu vermitteln.

Die Lehr- und Lernmaterialien sind so konzipiert, dass im Unterricht Bezüge zur kindlichen Erfahrungswelt hergestellt werden und es Lehrenden wie Lernenden gemeinsam möglich wird, die zunehmend von digitalen Medien geprägte Umwelt zu erforschen und zu begreifen. Hierdurch soll bei allen Beteiligten die Motivation gesteigert werden, die Funktionsmechanismen der digitalisierten Welt zu hinterfragen und elementarinformatische Themen in den Unterricht zu integrieren. Um Fehlkonzepten entgegenzuwirken, weist die Handreichung explizit auf häufige Fehlvorstellungen hin und legt dar, welche alternativen Herangehensweisen und Vorstellungen durchaus richtige Lösungsansätze darstellen. Die Lernmaterialien wollen die Kinder zu selbstständigem, eigenverantwortlichen Lernen anregen; die Lehrperson nimmt die Rolle des Begleiters ein. Durch die Bereitstellung von hinreichend differenzierendem Material soll die Teilhabe aller Kinder ermöglicht werden. Durch die Einbindung informatischer Lerneinheiten in den Vor- und Grundschulunterricht soll Mädchen wie Jungen frühzeitig die Möglichkeit gegeben werden, ihre Neigung und Begabung für Informatik zu entdecken, und einer genderstereotypen Begabungszuschreibung entgegengewirkt werden.

Die Kinder sollen motiviert werden, sich in der Schule und auch außerhalb des schulischen Kontextes mit informatischen Themen zu befassen und die Funktionsweisen digitaler Medien zu hinterfragen. Die Lernmaterialien zielen auf den Erwerb ersten informatischen Wissens und den Aufbau zwar vereinfachter, aber adäquater kindlicher mentaler Modelle ab. Kinder sollen eine realistische Vorstellung vom Berufsbild der Informatik erhalten und durch den Erwerb von medienbezogenem Handlungswissen sowie von erstem informatischen Wissen in ihrem informatischen Selbstkonzept gestärkt werden.

Erleben pädagogische Fach- und Lehrkräfte, dass elementarinformatische Lerneinheiten erfolgreich in den Unterricht eingebunden werden können, so kann dies Rückwirkungen auf die weitere Unterrichtsplanung und einen multiplikativen Effekt bei Kolleginnen und Kollegen haben.

5.2 *Methodisches Vorgehen und Evaluationskriterien*

Die konzipierten elementarinformatischen Lerneinheiten wurden anhand von Workshops mehrfach formativ evaluiert. Dabei waren die frühen Workshops auf wenige Themen fokussiert (Pixel, Digitale Repräsentation). Die eingesetzten Materialien dienten als Prototyp für die Weiterentwicklung der Lehr- und Lernkonzepte. Entsprechend hatte die Evaluation explorativen Charakter. 2010 wurden erstmals standardisierte Fragebögen eingesetzt, mit denen Daten zu ausgewählten Aspekten erhoben wurden. Seit 2015 erfolgt eine umfassende, systematische Evaluation zu einer Vielzahl an Materialien, bei der insbesondere in den Blick genommen wird, inwieweit pädagogische Fach- und Lehrkräfte zur eigenständigen Durchführung elementarinformatischer Lerneinheiten motiviert werden können.

Bei den ersten Workshops stand die Frage im Vordergrund, wie die Konzeptidee und das Material hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit und Erfolgsorientierung verbessert werden können (Döring & Bortz, 2016). Auf diese Weise sollte Aufschluss gewonnen werden, welche Themen auf welche Art welcher Altersgruppe sinnvoll vermittelt werden können und welche Lernergebnisse bei den Kindern erzielt werden können. Hierzu wurden die Konzepte zunächst mittels Expertendurchführung erprobt, d. h. die Erklärung grundlegender informatischer Konzepte und die Einführung in die Materialien erfolgten durch eine Expertin bzw. einen Experten mit informatischem Hintergrund. Bei der Arbeit am Computer wurden die Kinder von Studierenden bzw. den begleitenden Lehrkräften oder Erzieherinnen unterstützt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Kinder soweit wie möglich eigenständig arbeiteten und nur bei Fragen Unterstützung seitens der Betreuungspersonen erhielten.

Die Evaluation erfolgte im ersten Schritt über eine qualitativ-beobachtende Herangehensweise. Die Kinder wurden während der Workshops durch die Workshopleitung und Studierende beobachtet. Nach Durchführung der Workshops wurden die Beobachtungen gesammelt und diskutiert. Zusätzlich wurden mit den Kindern und den begleitenden pädagogischen Fachkräften am Ende eines Workshops halbstrukturierte Interviews bzw. Gruppengespräche (Döring & Bortz, 2016) geführt. Im zweiten Schritt wurde ein standardisierter Fragebogen entwickelt (Döring & Bortz, 2016), den die teilnehmenden Kinder je nach Alter alleine oder zusammen

mit den Eltern ausfüllten. Auf diese Weise konnten gegenüber dem Gruppengespräch detailliertere Ergebnisse gewonnen werden.

Grundlage für die teilnehmende Beobachtung und die abschließenden Gespräche bildeten bei der Evaluation der elementarinformatischen Lerneinheiten folgende Kriterien:

- Abholen der Kinder im Alltag
- Aufforderungscharakter des Materials
- Beschäftigungsdauer und -art mit dem Material
- Grad der selbstständigen und eigenverantwortlichen Nutzung des Materials
- Grad der erforderlichen Hilfestellung durch Lehrpersonen
- Ansprechen und Teilhabe aller Kinder (unabhängig von Geschlecht, kognitivem Entwicklungsstand und Vorkenntnissen)

Zur Evaluation der kindlichen Lernergebnisse wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Motivation und Interesse der Kinder
- Erwerb von vereinfachtem, altersangemessenem Informatikwissen
- Veränderungen im informatikbezogenen Selbstkonzept
- Veränderungen hinsichtlich der Vorstellung vom Berufsbild des Informatikers/der Informatikerin

Die so gewonnenen Erkenntnisse fanden im Sinne einer spiralförmigen formativen Evaluation Eingang in die Überarbeitung der bestehenden elementarinformatischen Lerneinheiten sowie die Erweiterung um neue Inhalte.

Nachdem die Konzepte und Materialien eingehend evaluiert wurden, wurde eine Handreichung für pädagogische Fachkräfte erstellt und die Materialien zu einer Experimentierkiste Informatik zusammengefasst. Die Handreichung enthält konkrete Vorschläge für den Aufbau von elementarinformatischen Lerneinheiten, beginnend von der Einführung in grundlegende informatische Konzepte, über illustrierende Beispiele hin zu Anregungen für die Einführung des Experimentiermaterials. Die Experimentierkiste kann zusammen mit der Handreichung an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg entliehen werden. Ergänzend steht ein e-Learning-Kurs zur Verfügung, der durch den Aufbau der Experimentierkiste leitet und den

Einstieg in die informatischen Themen erleichtern will. Die begleitende Evaluation zum Einsatz der Experimentierkiste erfolgt mittels teilnehmender Beobachtung und standardisierter Fragebögen.

Auf Seiten der pädagogischen Fachkräfte und Lehrkräfte richtet sich der Fokus der Evaluation dabei auf folgende Aspekte:

- Motivation und Interesse der Unterrichtenden
- Vermittlung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen durch die Handreichungen
- eigenständige Durchführung von informatischen Lerneinheiten (vs. Expertendurchführung)
- Veränderungen im informatikbezogenen Selbstkonzept
- Technikaffinität
- Vorhandensein und Veränderung von informatikbezogenen Stereotypen

Die Ergebnisse münden analog zur Konzept- und Materialevaluation wiederum in eine Überarbeitung der Handreichung und weiterer Begleitmaterialien.

5.3 Durchgeführte Workshops und Erfahrungen

Die konzipierten Lerneinheiten zum Thema „Digitale Repräsentation“ wurden zwischen 2008 und 2012 achtmal in Form von Workshops für Vor- und Grundschulkindern erprobt (siehe Tab. 3).

Der zeitliche Umfang der Workshops sowie die Untergliederung in einzelne Blöcke richteten sich nach den zeitlichen Ressourcen der teilnehmenden Institution und dem Alter der Kinder. So variierte die Länge eines Blockes zwischen zwei und drei Stunden, wobei sich ein Workshop aus insgesamt einem bis zu vier Blöcken zusammensetzte. Sowohl die Kurzform „Digitales Poster“ als auch die Langform „Informatikgrundkonzepte am Beispiel Postergestaltung“ beinhalteten eine Einführung des informatischen Konzepts und eine praktische Einheit, bei denen jüngere Kinder mit dem Programm Tux Paint arbeiteten und ältere Kinder mit Hilfe des professionellen Vektorgraphik-Programms Inkscape ein Poster zu ihren Lieblingsorten in Kindergarten oder Schule erstellten. Hierzu waren die Kinder aufgefordert worden, mit einer Digitalkamera Fotos von den Lieblingsplätzen in der jeweiligen pädagogischen Einrichtung anzufertigen, die dann in das Poster integriert wurden. Bei der Langform des Workshops wurden das Thema Datei sowie die Lerneinheit zum Thema „Internet“ einbezogen und die Kinder für das Thema Ur-

heberrecht von Bildern sensibilisiert. Anschließend konnten sie im Internet nach weiteren frei verfügbaren Bildern für ihr Poster suchen.

Tab. 3: Durchgeführte Workshops zum Thema „Digitale Repräsentation“

Bildungseinrichtung	Jahr	Durchführungsort	Workshopformat	zeitlicher Umfang
Kindergarten, Vorschulgruppe	2008	PC-Labor, Uni	Kurzform	zwei Nachmittage, jeweils 120 Minuten
Kindergarten, Vorschulgruppe	2009	PC-Labor, Uni	Kurzform	zwei Nachmittage, jeweils 120 Minuten
Kindergarten, Vorschulgruppe	2010	PC-Labor, Uni	Kurzform	zwei Nachmittage, jeweils 120 Minuten
Grundschule, 1. und 2. Klasse	2010	PC-Labor, Uni	Kurzform	ein Vormittag, 180 Minuten
Grundschule, Nachmittagsbetreuung, 2. und 3. Klasse	2010	Computerraum, Grundschule	Langform	vier Nachmittage, jeweils 120 Minuten
Grundschule, Nachmittagsbetreuung, 2. und 3. Klasse	2010	Computerraum, Grundschule	Langform	vier Nachmittage, jeweils 120 Minuten
Kindergarten, Vorschulgruppe	2011	PC-Labor, Uni	Kurzform	ein Vormittag
Grundschule, Nachmittagsbetreuung, 3. und 4. Klasse	2012	Computerraum, Grundschule	Langform	vier Nachmittage, jeweils 120 Minuten

Die Workshops wurden entweder im PC-Labor der Universität oder im Computerraum der teilnehmenden Bildungseinrichtung durchgeführt. Grundschullehrkräfte waren nur bei den Kurzworkshops anwesend, die mehrwöchigen Workshops wurden ohne Beteiligung von Lehrkräften im Rahmen des Nachmittagsprogramms einer Grundschule durchgeführt. Die Workshops für Kindertagesstätten wurden immer unter Einbeziehung der Erzieherinnen und Erzieher der Einrichtung durchgeführt. Zur empirischen Evaluation wurden qualitative Informationen aus teilnehmenden Beobachtungen, Gruppengesprächen und halbstrukturierten Interviews mit den Kindern genutzt. Zudem wurden eingangs und am Ende des Workshops Fragebogendaten erhoben (siehe die folgenden Abschnitte).

Die Lerneinheit zum Thema „Algorithmen als Handlungsanweisungen“ wird seit 2006 praktisch erprobt. Zunächst wurde der Themenbereich Suchen und Sortieren unter Nutzung der Materialien von Computer Science Unplugged (Bell et al., 1998) in dreistündigen Workshops für Mädchen der Klassenstufen 5 bis 8 jährlich – im

Rahmen der Mädchen und Technik (MUT) Workshops¹² – behandelt. Die Rückmeldungen zeigten hier, dass die Mädchen es motivierender gefunden hätten, wenn bei der Vermittlung von Informatikkonzepten auch am Computer programmiert würde. Entsprechend wurde das Workshop-Konzept seit 2012 auf das Programmieren mit Scratch umgestellt. Der Workshop wird seitdem weiterhin bei MUT angeboten, aber auch bei gemischtgeschlechtlichen Workshops für die Sekundarstufe 1 im Rahmen des Bamberger Informatiktags¹³ (BIT).

Im Jahr 2014 wurde ein Scratch-Workshop mit Schülern der dritten und vierten Klasse der Grundschule durchgeführt. Nach einer ersten Erprobung zeigte sich, dass die Nutzung von Scratch sehr motivierend ist und gut geeignet ist, grundlegende Konzepte des logisch-algorithmischen Denkens zu fördern. Allerdings zeigte sich auch, dass die Umsetzung eines Sortieralgorithmus im Kontext der ereignisbasierten Sprache für Grundschülerinnen und -schüler zu abstrakt und auch für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 nur sehr schwer nachvollziehbar ist. Entsprechend wurde der Fokus dann auf grundlegende Konstrukte wie bedingte Anweisung, Variable und Schleife gelegt. Das Unterrichtskonzept wurde schrittweise immer mehr von einer angeleiteten Durchführung zum explorativen Arbeiten überführt, da sich zeigte, dass Kinder die Möglichkeiten von Scratch sehr selbständig explorieren und einfache Programme schnell umsetzen können. Die Lehrenden werden nun insbesondere als Coaches eingesetzt, die bei Nachfragen der Kinder bei konkreten Problemen helfen. Einigen Kindern gelingt es durchaus komplexe Programme umzusetzen, bei denen verschachtelte Schleifen oder Zählvariablen genutzt werden.

Nachdem Mitte 2014 mit ScratchJr ein Programm verfügbar wurde, das auch jüngeren Kindern den Einstieg in die Welt der Algorithmen und des Programmierens ermöglicht, wurde 2016 erstmals ein Workshop für Vorschulkinder bis hin zu Kindern der 4. Grundschulklasse angeboten. Nach einer kindgerechten Einführung in Algorithmen anhand eines Rezeptes und dem morgendlichen Ablauf vom Aufstehen bis zur Ankunft im Kindergarten bzw. in der Schule, konnten die Kinder am Tablet eigene Algorithmen entwerfen und Tiere oder Autos steuern und interagieren lassen. Die Kinder waren mit großer Begeisterung bei der Sache und erlernten auf spielerische Weise erste Programmierkonzepte wie Schleifen oder Wenn-Dann-Anweisungen. Am Ende des Kurses hatte jedes Kind eine eigene kleine Geschichte mit zum Teil mehreren Szenen und animierten Charakteren erstellt. Die Rückmeldung der Eltern ergab, dass ein Großteil der Kinder auch zu Hause ScratchJr weinternutzte.

¹² <http://nachwuchs.wiai.uni-bamberg.de/mut.html>

¹³ <http://nachwuchs.wiai.uni-bamberg.de/bit.html>

Die Evaluation der Handreichung und Experimentierkiste Informatik für Vor- und Grundschulkindern ist Bestandteil laufender Forschungsprojekte. Die Experimentierkiste Informatik wurde bislang in zwei Kindertageseinrichtungen (Gärtig-Daug's et al., 2016; Wolking, 2017), vier Grundschulen (1. bis 4. Klasse) und zwei Förderschulen erprobt (3. und 4. Klasse)¹⁴.

5.4 Empirisch Befunde zur Lerneinheit Digitale Repräsentation

Im Folgenden werden empirischen Ergebnisse und Erfahrungen aus den ersten Workshops zum Thema Digitale Repräsentation im Detail berichtet, die zwischen 2008 und 2012 mit Vor- und Grundschulkindern durchgeführt wurden.

5.4.1 Teilnehmende Beobachtungen

Die Workshops wurden bewusst als koedukatives Angebot gestaltet, um sowohl bei den Kindern, als auch bei den pädagogischen Fachkräften einer genderstereotypen Begabungszuschreibung entgegenzuwirken und Informatik als interessantes Betätigungsfeld für alle Personen, unabhängig vom Geschlecht, aufzuzeigen. Aus der teilnehmenden Beobachtung wurde ersichtlich, dass Kinder beiderlei Geschlechts unvoreingenommen und neugierig an das Spielmaterial und die Arbeit am Computer herangehen. Gemischt-geschlechtliche Angebote führten nicht dazu, dass Mädchen sich nicht beteiligen. Allerdings war festzustellen, dass Mädchen im Rahmen schulischer Projektwochen, bei denen thematisch mehrere Parallelveranstaltungen angeboten werden, keine Informatik-Angebote wählen.

Ferner war zu beobachten, dass sich die Kinder bei Paar-Aufgaben am Computer eher in eingeschlechtlichen Teams zusammen fanden. Bei der Motivation und Zielerreichung zeigten sich keine Geschlechtsunterschiede. Ebenso waren bei der Herangehensweise an die Aufgabenstellung im Kindergartenbereich lediglich typabhängige Unterschiede festzustellen. Einige Kinder machten sich an die Bearbeitung der Aufgabenstellung, andere Kinder waren eher ängstlich im Umgang mit dem Computer und brauchten verstärkt eine positive Bestätigung. Im Grundschulbereich war hingegen zu beobachten, dass Jungen eher explorativ und angstfrei an die Arbeit am Computer herangingen und eher angeregt werden mussten, die Exploration zeitlich zu begrenzen und sich zur Lösung der Aufgabe einen Plan zu erstellen. Hingegen gingen Mädchen eher vorsichtig, planvoll und zielgerichtet vor. Sie mussten im Gegensatz zu den Jungen eher ermuntert werden, die Funktionen des Programms auszuprobieren. Ängste bei Mädchen konnten abgebaut

¹⁴ Publikationen in Vorbereitung.

werden, indem auf die „Rückgängig machen“-Funktion hingewiesen wurde und zu häufigem Zwischenspeichern angeregt wurde.

Es zeigte sich, dass der Einsatz des Programms Inkscape im Kindergarten verfrüht ist, da die grafische Nutzeroberfläche zwar Icon-basiert, aber zugleich sehr komplex ist und gute Lesekompetenzen erfordert.

Die Erfahrung zeigt, dass für eine gewinnbringende Arbeit am Computer pro vier Kinder eine Betreuungsperson empfehlenswert ist, um bei Fragen oder Problemen zu helfen. Wichtig ist jedoch, dass die Handlungen am Computer ausschließlich von den Kindern durchgeführt werden. Zudem sollte von außen vorgegeben werden, dass die Kinder sich bei der Computerarbeit abwechseln sollen. Instruierte und kreative Auseinandersetzung mit den Materialien und Programmen wechselten sich ab. So konnten die Kinder z. B. nach einer kurzen Instruktion wie sie Fotos importieren und das Grafikprogramm kreativ zur Postergestaltung nutzen können, das Programm eigenständig nutzen.

Insgesamt konnten bei den Durchführungen der acht Workshops mit Vorschulkindern und Grundschulkindern folgende Beobachtungen gemacht werden: Das Thema der Postergestaltung am Computer ist unabhängig von Altersgruppe (Kindergarten, alle Klassenstufen der Grundschule), Geschlecht und Herkunft (es nahmen Kinder mit Migrationshintergrund teil) äußerst motivierend. Unser Konzept ermöglicht eine Integration von Kindern mit verschiedenen Voraussetzungen. Die Nutzung der Kamera und das Gestalten des Posters am Computer machten allen Kindern sehr viel Spaß. Die meisten Kinder beschäftigten sich konzentriert und lange mit der Umsetzung am Computer. Einige Arbeiten, die im Rahmen eines Workshops mit Grundschulkindern angefertigt wurden, sind beispielhaft in Abb. 9 dargestellt.



Abb. 9: Beispielarbeiten für gestaltete Poster von Grundschulkindern

Zusätzlich gelang es in kurzen (maximal 10 Minuten) Blöcken, grundlegende Konzepte der digitalen Repräsentation so zu vermitteln, dass diese bei späteren Terminen noch präsent waren. Besonders beeindruckend war, dass Kinder, die in zwei aufeinander folgenden Schuljahren am Workshop teilgenommen haben, die vor einem Jahr vermittelten Konzept noch erklären konnten. Diese Beobachtungen haben uns gezeigt, dass die Themen für Kinder der entsprechenden Altersstufen kognitiv adäquat vermittelbar sind.

5.4.2 Halbstrukturierte Interviews

Jeder Workshop begann mit einem Gesprächskreis, in dem die Kinder befragt wurden, wozu sie den Computer oder mobile Endgeräte nutzen. Dabei zeigte sich, dass in den Jahren 2008 bis 2012 im Kindergarten etwa die Hälfte der Kinder bereits Erfahrung im Umgang mit dem Computer hat. Genutzt wird er hier vor allem für Spiele. Kinder im Grundschulalter nutzen den Computer aber auch für Internetrecherchen – die ja ab der dritten Klasse auch im Kontext des Unterrichts vorgesehen sind. Der Gesprächskreis hat uns geholfen, ein klareres Bild von der Erfahrungswelt der Kinder bezogen auf digitale Medien zu gewinnen, das in die Weiterentwicklung unserer Lehrkonzepte Eingang gefunden hat. Ergänzt wurden die Eindrücke durch Angaben der Kinder beziehungsweise deren Eltern bei den durchgeführten Fragebogenerhebungen.

Bei allen mit Kindergärten durchgeführten Workshops waren Erzieherinnen anwesend. Einige von ihnen haben uns bei der Durchführung unterstützt. Das heißt, sie haben sich selbst mit den Materialien zur digitalen Repräsentation auseinandergesetzt und auf die Nutzung des Computerprogramms eingelassen und haben Kinder bei Fragen und Problemen entsprechend unterstützt. Andere waren dagegen ängstlich oder skeptisch und haben sich die Workshop-Durchführung nur beobachtet. Diese Erfahrungen haben uns gezeigt, dass es unverzichtbar ist, das pädagogische Fachpersonal bei der Entwicklung der Materialien und Konzepte mit einzubeziehen, um Barrieren bei der Einführung elementarinformatischer Konzepte abzubauen beziehungsweise nicht entstehen zu lassen.

Gezielte Nachfragen an die Erzieherinnen nach Durchführung des Workshops ergaben jedoch durchwegs, dass sie den Workshop für sehr geeignet für die Vorschulkinder halten und dass das Thema und die Art der Vermittlung altersangemessen und motivierend sind.

Die Nachfragen ergaben hier eine durchweg positive Resonanz auf die Materialien und das Thema Postergestaltung als Zugang zur kreativen Nutzung des Computers.

5.4.3 Fragebogenerhebung

Ausgehend von den Erfahrungen in den ersten Workshops wurde ein halbstandardisierter Fragebogen entwickelt. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse basieren auf der Evaluation zweier Workshops, die 2010 und 2012 für Grundschul Kinder zum Thema Informatikgrundkonzepte am Beispiel der Postergestaltung am Computer angeboten wurden. Die Workshops waren als freiwilliges Nachmittagsangebot konzipiert. 2010 nahmen 11 Kinder (4 Mädchen, 7 Jungen) der 2. und 3. Klasse und 2012 15 Kinder (6 Mädchen, 9 Jungen) der 3. und 4. Klasse teil. Zum Workshop im Jahr 2010 liegen 8 ausgefüllte Fragebögen vor; zum Workshop im Jahr 2012 liegen für alle 15 Kinder ausgefüllte Fragebögen vor.

Bei der Befragung im Jahr 2010 wurden die Eltern und die teilnehmenden Kinder nach Abschluss des Workshops befragt. Der Elternfragebogen umfasste Items zum Alter, der besuchten Klassenstufe und dem Geschlecht des teilnehmenden Kindes, dem höchsten Schulabschluss und dem Beruf der Eltern, Computernutzung zu Hause sowie der Wichtigkeit außerschulischer Ergänzungsangebote. Der Befragung lag die Vermutung zugrunde, dass die Teilnahmeentscheidung maßgeblich durch die Eltern beeinflusst wurde. Ferner wurde vermutet, dass eher Eltern, die über einen höheren Schulabschluss verfügen, selbst im informatisch-technischen Bereich tätig sind, und in deren Familien der Computer bereits regelmäßig genutzt wird, außerschulische Ergänzungsangebote zur Informatik für wichtig erachteten und ihre Kinder für den Workshop angemeldet hatten. Zusätzlich wurde erhoben, in welchem beruflichen Bereich die Eltern ihr Kind später am wahrscheinlichsten sehen.

Die Kinder wurden gebeten, anhand von Smileys einzuschätzen, wie ihnen der Kurs gefallen hatte, und detailliert Feedback zu geben, was am Kurs gut und was nicht gefallen hatte. Zudem wurde erhoben, ob die Kinder in der Lage sind, alleine den Computer einzuschalten, ob, wie häufig und wofür sie den Computer nutzen, ob sie alleine oder in Begleitung am Computer arbeiten, was die Eltern sagen, wenn die Kinder an den Computer wollen und welche Medien sie am liebsten nutzen.

Tab. 4 fasst das Alter der teilnehmenden Kinder nach Klasse und Geschlecht zusammen.

Tab. 4: Demographische Daten der teilnehmenden Kinder

Workshop 2010	2. Klasse		3. Klasse	
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen
7 Jahre	2	3	1	0
8 Jahre	0	0	0	1
9 Jahre	0	0	0	1
Workshop 2012	3. Klasse		4. Klasse	
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen
8 Jahre	1	3	0	0
9 Jahre	3	1	2	3
10 Jahre	0	0	0	2

Die Entscheidung zur Teilnahme ging in einem Fall von der Mutter, die im ingenieurwissenschaftlichen Bereich tätig ist, und in zwei Fällen vom Kind selbst aus, wobei ein Vater ebenfalls einen Ingenieursberuf ausübte. In vier Fällen trafen Mutter bzw. Vater und Kind die Entscheidung gemeinsam, davon übte eine Mutter einen informatischen und ein Vater einen naturwissenschaftlichen Beruf aus. Damit stammte die Hälfte der teilnehmenden Kinder aus Familien mit MINT-Erfahrungshintergrund. In allen Familien verfügte zumindest ein Elternteil über einen mittleren Schulabschluss, wobei deutlich Eltern mit (Fach-)Hochschulabschluss überwiegen.

Fast alle Familien (7 von 8) verfügten zu Hause über einen Computer und machten den Computer auch ihren Kindern zugänglich. Der Blick auf die durchschnittliche Nutzungszeit des Computers pro Woche zu Hause und am Arbeitsplatz deutet auf eine relativ hohe Computeraffinität der Eltern hin. Die teilnehmenden Kinder nutzten im Vergleich zu ihren älteren Geschwistern den Computer bislang eher in geringem Umfang (vgl. Abb. 10).

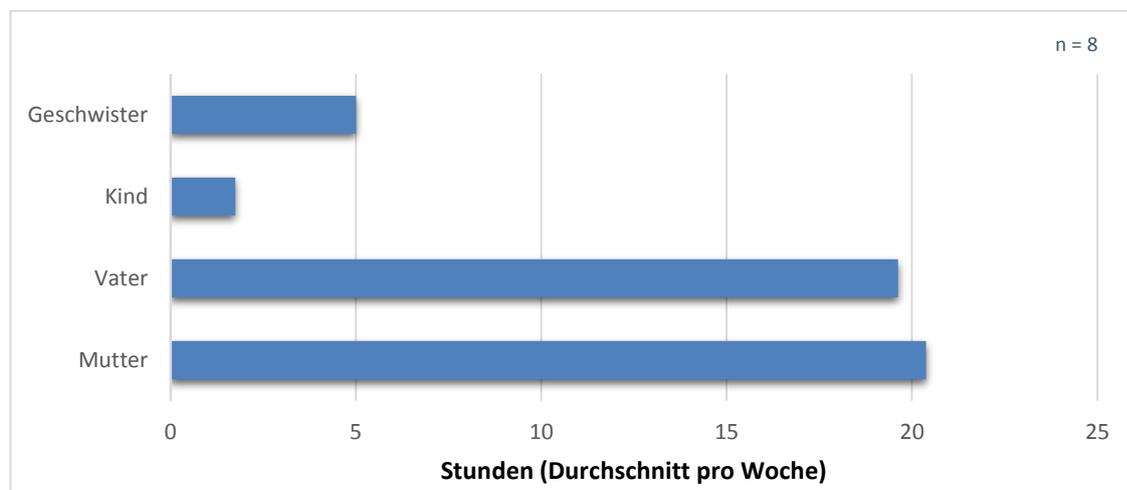


Abb. 10: Durchschnittliche Nutzungsdauer des Computers pro Woche in Stunden

Außerschulische Ergänzungsangebote erachteten alle der befragten Eltern als wichtig, insbesondere im sportlichen und musischen Bereich. Informatische Angebote wurden als wichtiger eingestuft als außerschulischer Fremdsprachenerwerb oder künstlerische Angebote. Alle Eltern würden weitere Informatikworkshops im Rahmen des Nachmittagsangebots begrüßen und ihre Kinder erneut daran teilnehmen lassen.

Bei der Einschätzung auf einer 5-stufigen Likert-Skala (2: sehr wahrscheinlich; -2: sehr unwahrscheinlich), in welchem beruflichen Bereich die Eltern ihre Kinder später einmal sehen, wenn sie die derzeitigen Begabungen und Neigungen des Kindes betrachten, ergab sich für Mädchen und Jungen ein leicht unterschiedliches Bild (vgl. Abb. 11).

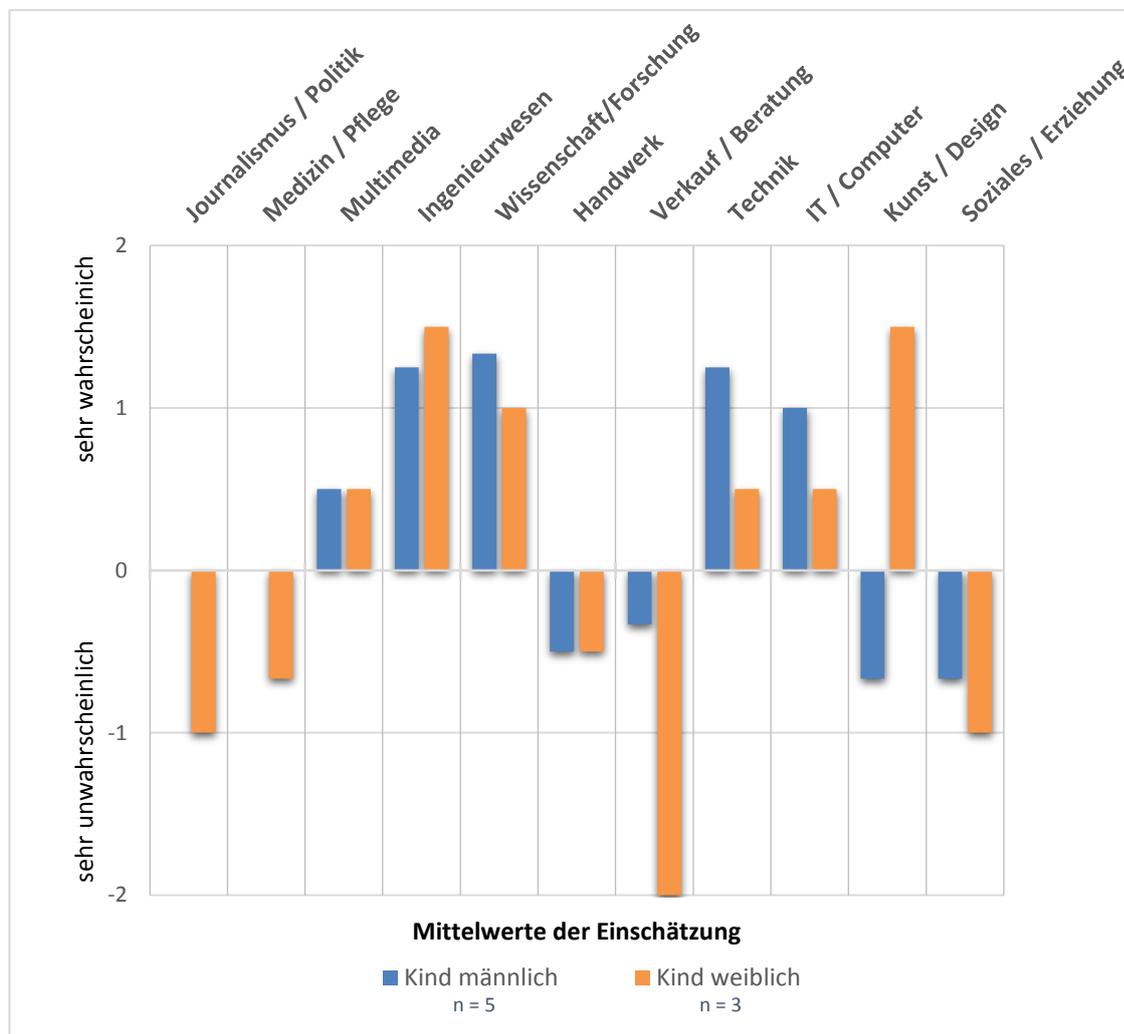


Abb. 11: Mögliche Berufsbereiche der Kinder aus Sicht der Eltern unter Berücksichtigung von Begabungen und Neigungen des Kindes

Mädchen wurden am ehesten im künstlerischen-designerischen, im ingenieurwissenschaftlichen Bereich oder in Wissenschaft und Forschung gesehen, Jungen in Wissenschaft und Forschung bzw. im technischen, ingenieurwissenschaftlichen oder informatischen Bereich.

Fast allen Kindern hatte der Kurs sehr gut gefallen. So bewerteten 7 von 8 Kindern den Kurs insgesamt mit einem lachenden Smiley, ein Kind mit einem neutralen. Bei der Frage nach den Gründen für die Bewertung äußerte das Kind, das den Kurs neutral bewertet hatte, dass das Erstellen des Posters großen Spaß gemacht habe, aber die Jungs immer so laut gewesen seien.

Wie bereits aus der Elternbefragung ersichtlich wurde, durften die Kinder zu Hause den Computer nutzen. 7 von 8 Kindern gaben an, dass ihre Eltern ihnen eine zeitlich begrenzte Nutzung des Computers erlauben, wenn sie danach fragen. Ein Kind äußerte sogar, dass sich die Eltern freuen, wenn es an den Computer will. Bei keinem Kind reagierten die Eltern verärgert oder schimpften, wenn das Kind den PC nutzen wollte. 75% der Kinder gaben an, in der Lage zu sein, den Computer alleine einzuschalten. Die Hälfte der Kinder nutzte den Computer 1-2 Mal pro Woche, die andere lediglich 1-2 Mal im Monat. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Frage, ob die Kinder die Zeit am Computer alleine oder zusammen mit Eltern oder Geschwistern verbringen. 50% der Kinder saß alleine vor dem Computer, 50% zusammen mit den Eltern (oder einem Geschwisterkind). Am häufigsten nutzten die Kinder den PC, um Spiele zu spielen oder ins Internet zu gehen (siehe Abb. 12).

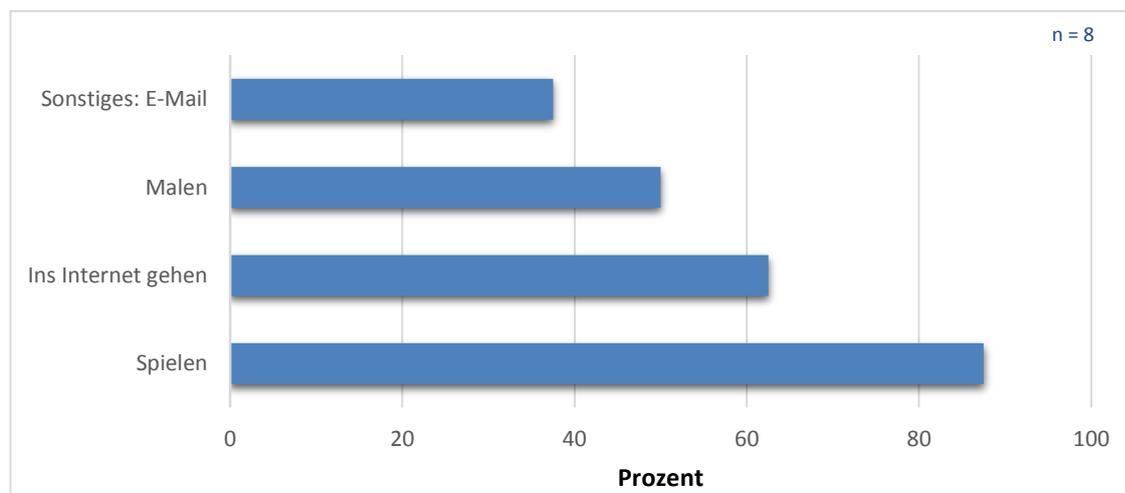


Abb. 12: Kindliche Freizeitaktivitäten am Computer

Bei den beliebtesten Medien der Kinder rangiert der Computer hinter CDs/Cassetten zusammen mit Büchern und dem Fernseher auf Platz 2 (siehe Abb. 13).

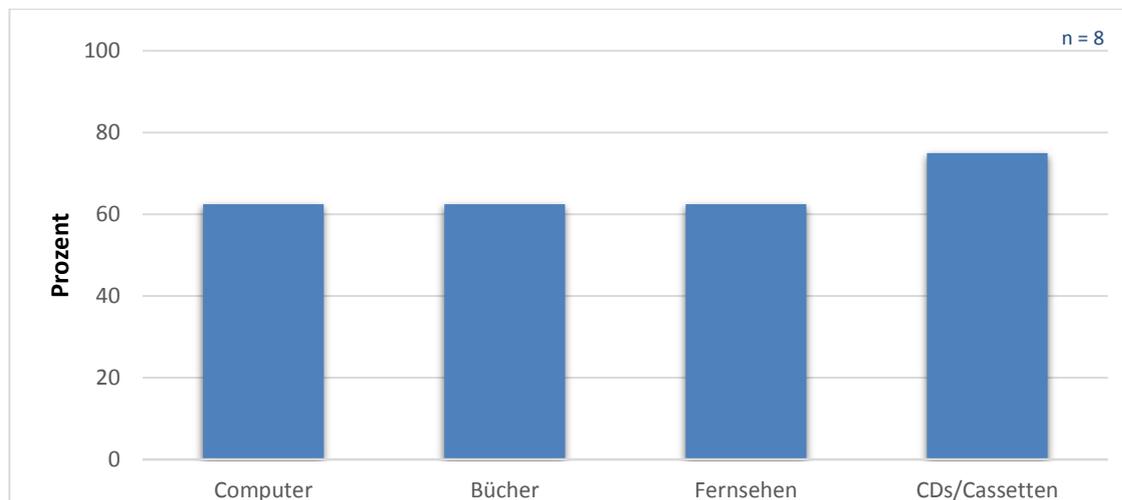


Abb. 13: Beliebteste Medien aus Sicht der Kinder

Bei der Befragung im Jahr 2012 richtete sich das Erkenntnisinteresse neben der allgemeinen Kursevaluation auf das informatikbezogene Selbstkonzept und die Technikaffinität der teilnehmenden Kinder. Zusätzlich wurde basierend auf einer Vorher-Nachher-Befragung untersucht, inwieweit der Workshop Einfluss auf die beruflichen Interessen der Kinder nahm und inwieweit die Kinder durch den Workshop kurzfristig Wissen zu zentralen Informatikkonzepten erwerben sowie realistische Vorstellungen vom Berufsfeld der Informatik erhalten konnten. Zur Weiterentwicklung der elementarinformatischen Angebote wurde zudem erfragt, welche weiteren computerbezogenen Kompetenzen die Kinder erwerben möchten.

Zur Evaluation des Workshops wurden die Kinder wiederum gebeten, über das Ankreuzen eines lachenden, neutralen oder traurigen Smiley eine Gesamtbewertung des Kurses abzugeben. Alle Kinder kreuzten den lachenden Smiley an und gaben damit zum Ausdruck, dass ihnen der Workshop und die Auseinandersetzung mit informatischen Grundkonzepten sehr gut gefallen hatten. Bei der Frage, was den Kindern besonders am Kurs gefallen habe, wurden das Arbeiten/Zeichnen am Computer und die gemeinsame Erstellung eines Schulposters hervorgehoben.

Zusätzlich zur Gesamtbewertung des Workshops wurden die Kinder aufgefordert, auf einer dreistufigen Skala anzugeben, ob ihnen die Arbeit am Computer mit einem Grafikprogramm Spaß machte und ob sie die Arbeit am Computer als anstrengend und kompliziert empfanden (vgl. Abb. 14). Fast alle Kinder stimmten der Aussage zu, dass die Arbeit mit einem Grafikprogramm am Computer Spaß macht. Die Mehrheit der Kinder äußerte zudem, dass die Arbeit am Computer gar nicht oder nur ein bisschen anstrengend und kompliziert sei.

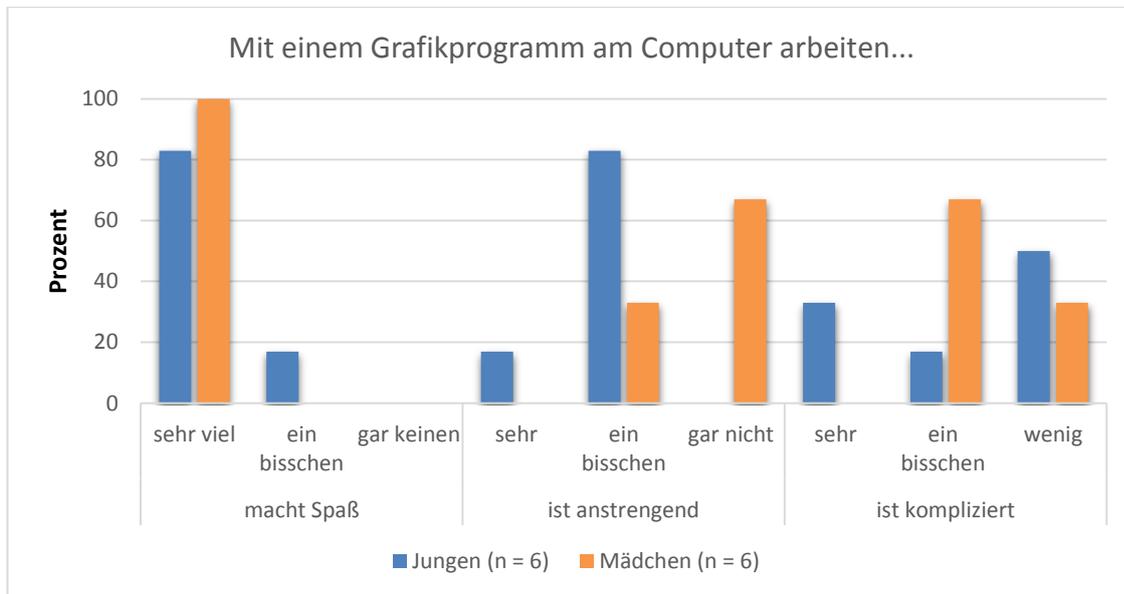


Abb. 14: Einschätzung der Kinder zur Arbeit am Computer mit einem Grafikprogramm

Um Aufschluss zu erhalten, inwieweit genderstereotype Interessens- und Begabungszuschreibungen bereits im Grundschulalter anzutreffen sind, wurden die Kinder vor der Durchführung des Workshops gefragt, wer ihrer Meinung nach mehr Spaß am Computer hat und wer besser mit dem Computer umgehen kann (vgl. Abb. 15). Geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Interessenszuschreibung waren nicht zu beobachten: Alle Kinder waren der Meinung, dass sowohl Jungen als auch Mädchen der Umgang mit dem Computer Spaß macht. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der Frage, wer besser mit dem Computer umgehen könne: die meisten Kinder waren der Meinung, dass Jungen und Mädchen gleich gut mit dem Computer umgehen können. Ein Drittel der befragten Jungen äußerte jedoch, dass Jungen computeraffiner seien als Mädchen. Somit zeigt sich bei Jungen bereits im Grundschulalter ansatzweise eine genderstereotype Begabungszuschreibung in dem Sinne, dass technische Kompetenz eher Jungen zugeschrieben wird.

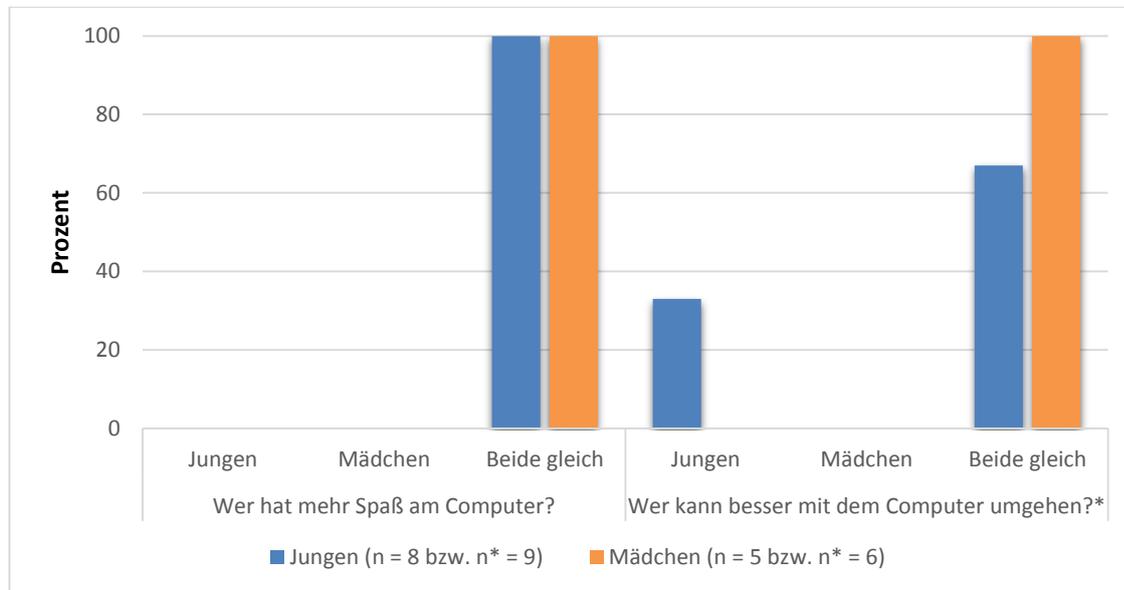


Abb. 15: Geschlechterstereotype Interessens- und Begabungszuschreibungen

Zur Erhebung des computerbezogenen Selbstkonzepts wurde zwischen einer emotionalen und einer kognitiven Komponente unterschieden. So wurden die Kinder gefragt, ob sie selbst Spaß daran haben, am Computer etwas zu machen, und wie gut sie ihrer Einschätzung nach mit dem Computer umgehen können (vgl. Abb. 16). Sowohl Jungen als auch Mädchen äußerten, dass sie sehr viel bzw. viel Spaß daran haben, etwas am Computer zu machen. Bei der Selbsteinschätzung ihrer Computerkompetenzen gaben rund 78% der Jungen an, (sehr) gut mit dem Computer umgehen zu können. Bei der Gruppe der Mädchen schrieb sich keine Teilnehmerin sehr gute Kompetenzen im Umgang mit dem Computer zu. Auch der Anteil der Mädchen, die meinten, gut mit dem Computer umgehen zu können, war mit etwa 67% deutlich geringer als bei Jungen. Ein Mädchen gab sogar an, eher nicht mit dem Computer umgehen zu können, obwohl zu Hause in allen Familien ein Computer verfügbar war und die Kinder diesen zuvor auch schon genutzt hatten.

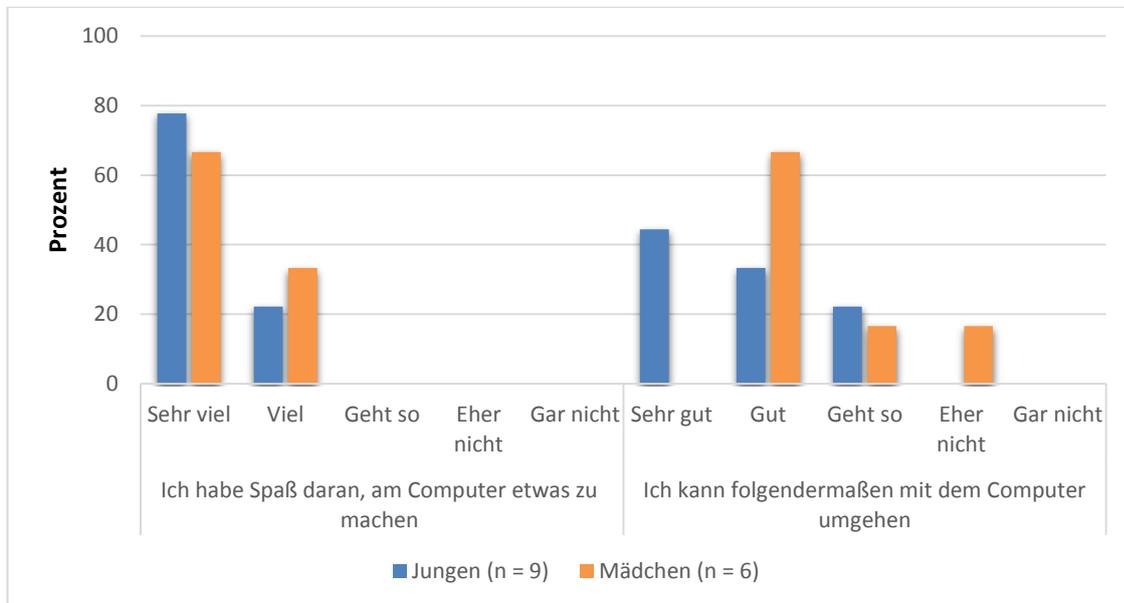


Abb. 16: Computerbezogenes Selbstkonzept der teilnehmenden Kinder

Ähnlich wie beim computerbezogenen Selbstkonzept zeigten die teilnehmenden Jungen eine etwas höhere Technikaffinität als die Mädchen (vgl. Abb. 17): Jungen und Mädchen gehen mit technischen Geräten gleichermaßen vorsichtig um. Jungen interessieren sich jedoch mehr für die Funktionsweise und Hinterfragen diese. Sie wählen zudem eine explorative Herangehensweise, um die Funktionsweise des Gerätes kennen zu lernen, während sich Mädchen vor der ersten Nutzung die Funktionsweise erklären lassen.

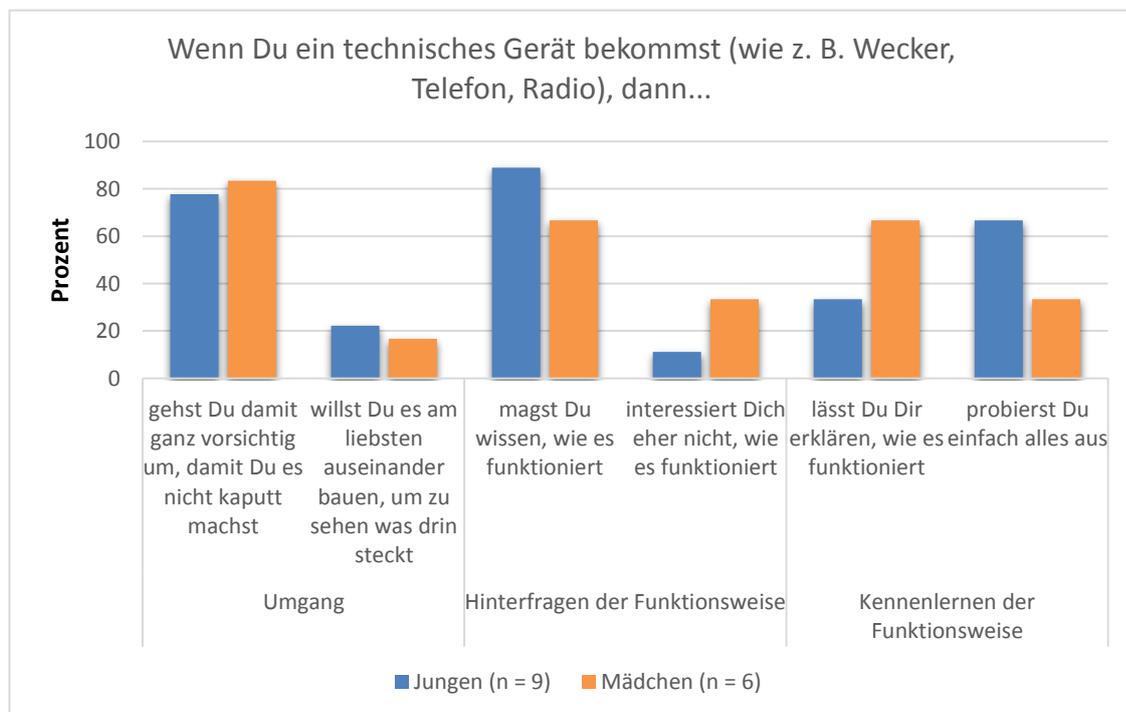


Abb. 17: Technikaffinität der teilnehmenden Kinder

Vor der Teilnahme am Workshop (vgl. Abb. 18; Mehrfachnennungen möglich) stellten für Jungen am ehesten handwerkliche/technische Berufe, die Arbeit mit Computern, Tieren oder eine Tätigkeit im künstlerischen/sportlerischen Bereich interessante Berufsfelder dar. Mädchen interessierten sich am meisten für Berufe im künstlerischen/sportlichen Bereich oder für Tätigkeitsbereiche, bei denen sie mit Tieren oder Kindern arbeiten.

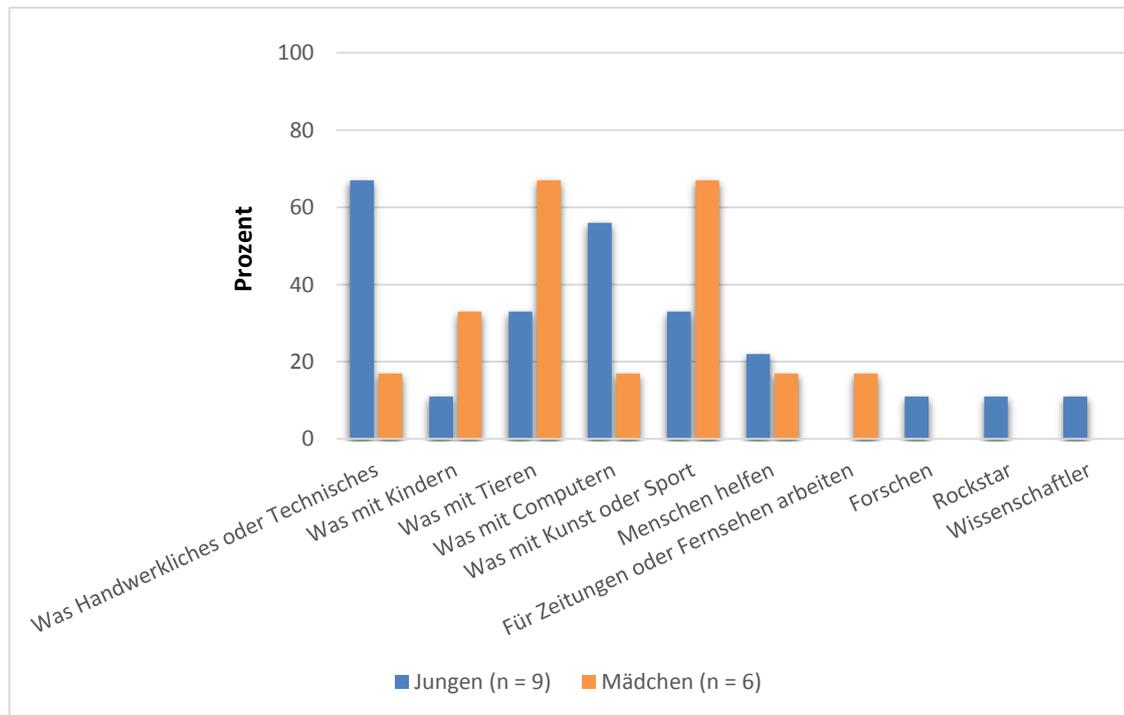


Abb. 18: Interessante Berufsbereiche aus Sicht der Kinder vor der Teilnahme am Workshop

Nach der Workshopteilnahme (vgl. Abb. 19; Mehrfachnennungen möglich) lag der Interessensschwerpunkt der Jungen auf einer Tätigkeit im handwerklichen/technischen Bereich. Andere Bereiche traten demgegenüber deutlich zurück. Dies deutet dafür, dass bei Jungen das Interesse für die informatisch-technischen Grundlagen von Computeranwendungen bzw. allgemein für technische Zusammenhänge geweckt wurde. Bei Mädchen blieben die Berufsbereiche, die sie ansprechend empfanden, von der Rangfolge relativ stabil. Allerdings konnte ein Anstieg des Anteils der Mädchen beobachtet werden, die sich nach dem Workshop für eine Tätigkeit mit handwerklicher/technischer Ausrichtung bzw. mit Computer-Bezug interessierten.

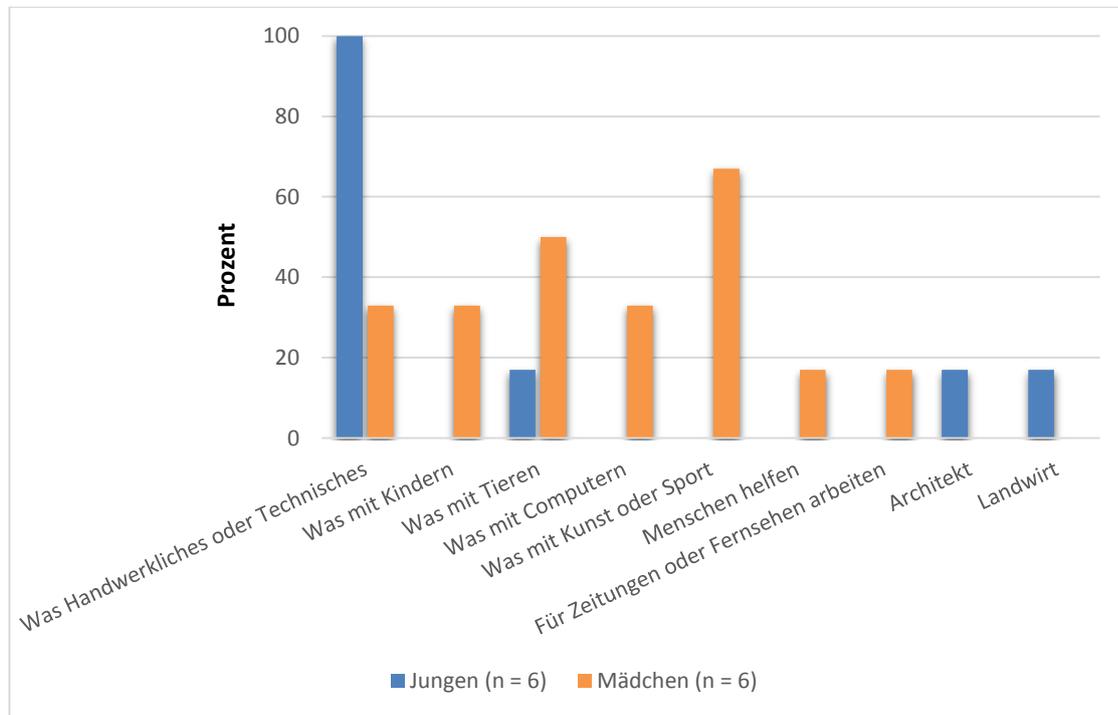


Abb. 19: Interessante Berufsbereiche aus Sicht der Kinder nach der Teilnahme am Workshop

Ebenso wie die Berufspräferenzen der Kinder wurde in einem Vorher-nachher-Befragungsdesign das Image der Informatik aus Sicht der Kinder erhoben. Das Berufsbild der Informatik ist in der gesellschaftlichen Wahrnehmung häufig männlich konnotiert. Positiv besetzte und insbesondere weibliche Rollenbilder fehlen vielfach. So wird mit dem Berufsbild der Informatik häufig das wenig ansprechende Bild des Computer-Nerds assoziiert, der einsam vor dem Computer sitzt und an seinem Programm tüftelt (vgl. Quaiser-Pohl, 2012; Cheryan et al. 2013). Zugleich werden dem Informatikbereich gute Verdienstmöglichkeiten und Karrierechancen zugesprochen (vgl. Kleinn et al., 2013). Um zu ermitteln, inwieweit Klischeevorstellungen zur Informatik auch bei Grundschulkindern präsent sind, wurden die Kinder gebeten, diejenigen Aussagen zum Image der Informatik anzukreuzen, die aus ihrer Sicht zutreffen. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass vor der Durchführung des Workshops die Vorstellung, dass hauptsächlich Männer und kaum Frauen im Informatikbereich arbeiten bei Mädchen stärker ausgeprägt ist als bei Jungen (vgl. Abb. 20). Zugleich stimmten Mädchen noch häufiger als Jungen der Aussage zu, dass Informatiker/Informatikerinnen spannende Programme für den Computer entwickeln. Hingegen waren Vorstellungen zu den Verdienstmöglichkeiten und zur Frage, ob Informatiker und Informatikerinnen eher im Team oder alleine arbeiten, schwächer ausgeprägt.

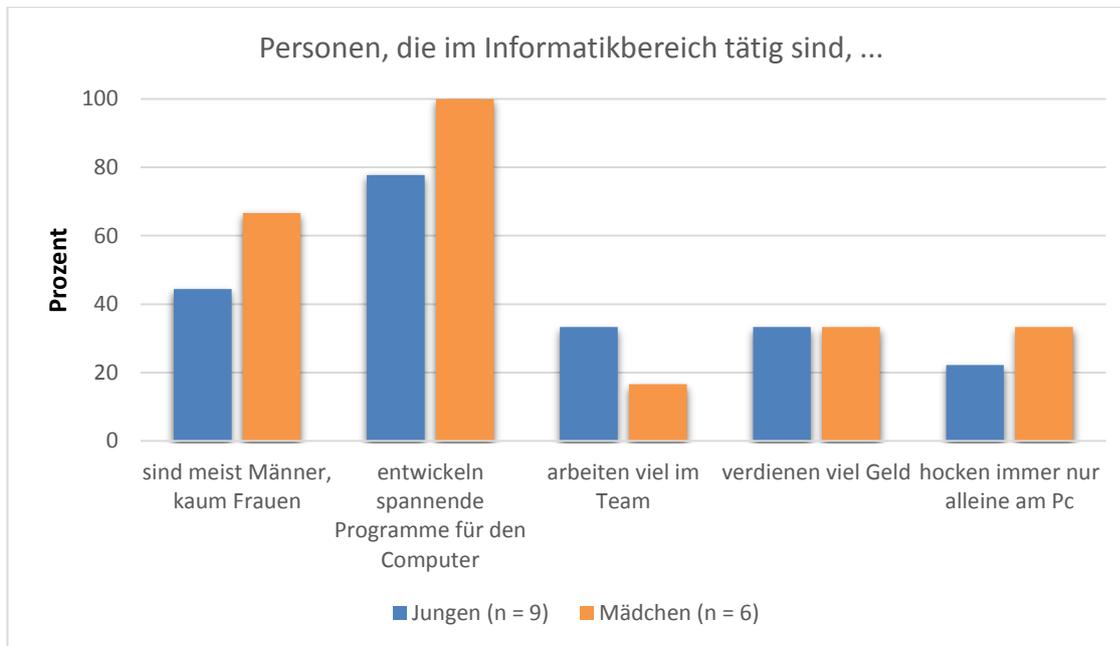


Abb. 20: Image der Informatik aus Sicht der Kinder vor Teilnahme am Workshop

In der Nachbefragung zeigt sich, dass weitaus weniger Mädchen der Meinung waren, dass im Informatikbereich nur Männer tätig sind (vgl. Abb. 21). Dies deutet darauf hin, dass die ausschließlich weiblichen Workshopleiterinnen als weibliches Rollenmodell fungierten. Die Zustimmungen zu den übrigen Aussagen veränderten sich nur geringfügig.

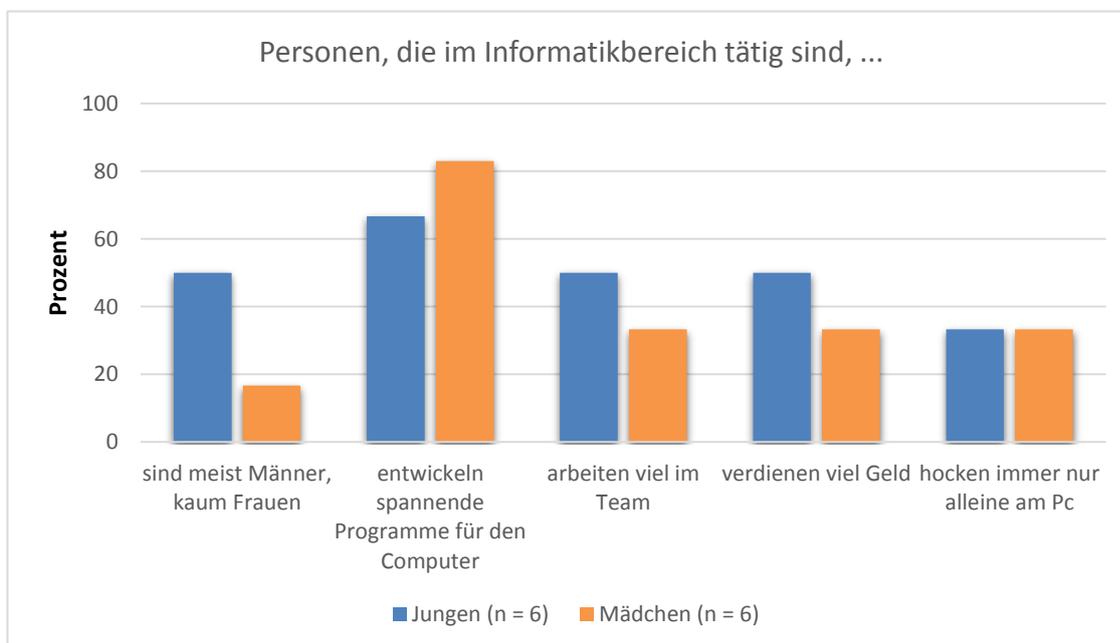


Abb. 21: Image der Informatik aus Sicht der Kinder nach Teilnahme am Workshop

Zusätzlich sollte die Befragung Aufschluss geben, inwieweit der Workshop dazu beitrug, den Kindern erstes computer- und informatikbezogenes Wissen zu vermitteln. Hierzu wurde eingangs erhoben, welche Begriffe aus der Computerwelt den Kindern bekannt sind und ob sie diese erklären können (vgl. Abb. 22). Den

meisten Jungen waren vor dem Workshop die Begriffe Bit, Digital, Datei, Programm, und Maus bekannt. Die Begriffe Cursor und Pixel hatten jeweils 5 von 9 Jungen vor dem Workshop schon einmal gehört. Betrachtet man hierzu in der Relation, welche Begriffe sie glauben erklären zu können, zeigten sich Jungen vor allem bei den Begriffen Maus, Programm und Pixel selbstsicher. Den Mädchen waren hauptsächlich die Begriffe Digital, Datei, Programm und Maus bekannt. Die übrigen Begriffe waren nur vereinzelt bekannt. Zu erklären vermochten Mädchen ihrer eigenen Einschätzung nach am ehesten die Begriffe Maus und Pixel. Bei den übrigen bekannten Begriffen zeigten sie sich eher unsicher in der Erklärung. Allerdings kannte eine Teilnehmerin bereits den Begriff Cursor und traute sich auch zu, diesen zu erklären.

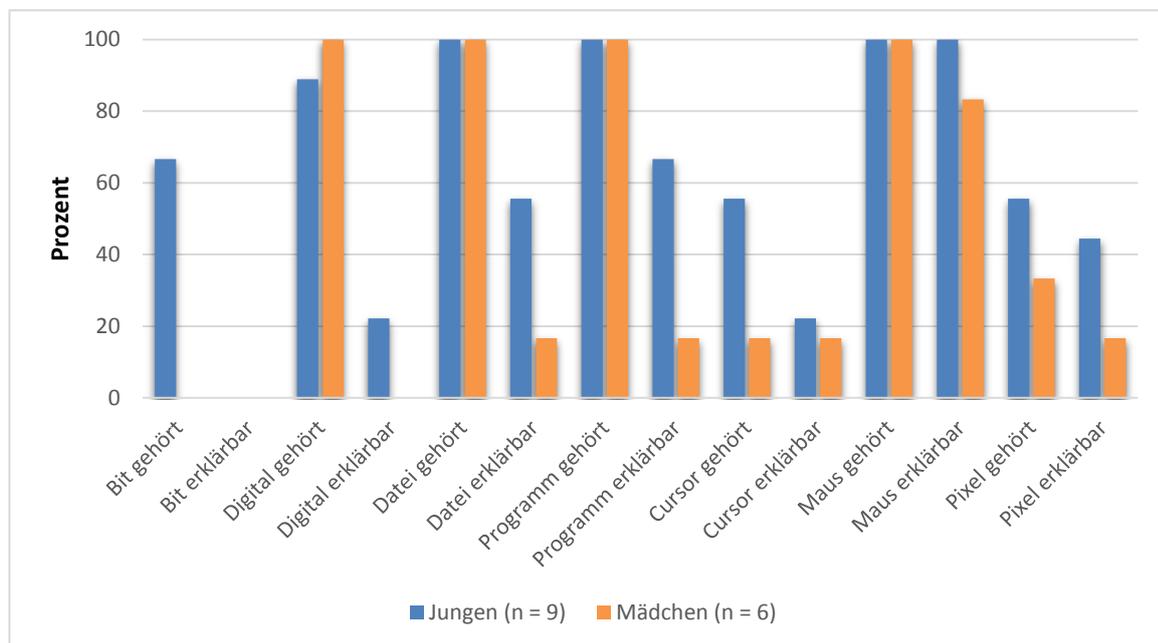


Abb. 22: Computer- und informatikbezogenes Wissen der Kinder vor Teilnahme am Workshop (Selbsteinschätzung)

Alle Begriffe wurden im Workshop verwendet und erklärt. In der Nachbefragung wurde erneut erhoben, welche Begriffe die Kinder kennen und erklären können (vgl. Abb. 23). Nach der Teilnahme am Workshop waren allen Kindern die Begriffe Digital, Datei, Maus und Pixel bekannt. Insgesamt zeigt sich gegenüber der Eingangsbefragung, dass ein wesentlich größerer Teil der Kinder Begriffe aus der Computerwelt kannte. Ein deutlicher Zuwachs war auch beim Anteil der Kinder zu verzeichnen, der sich zutraute, die entsprechenden Begriffe zu erklären. Am sichersten zeigten sich die Kinder bei der Erklärung der Begriffe Maus, Pixel, Digital und Datei und Jungen zusätzlich beim Begriff Programm.

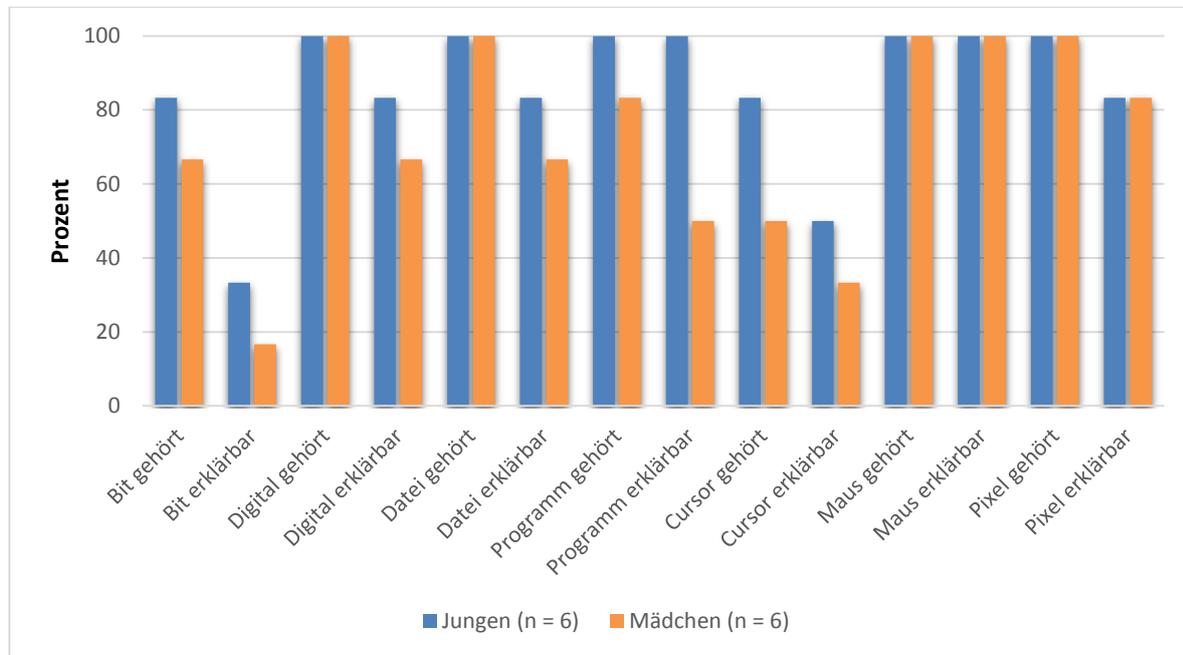


Abb. 23: Computer- und informatikbezogenes Wissen der Kinder nach Teilnahme am Workshop (Selbsteinschätzung)

Zur Weiterentwicklung der Workshopangebote im Bereich der Elementarinformatik wurden die Kinder befragt, wofür sie den Computer benutzen und welches computerbezogenes Handlungswissen bzw. welche Informatikkompetenzen sie gerne erwerben möchten. Die Kinder nutzten den Computer bislang hauptsächlich zur Suche von Informationen im Internet, zum Schreiben von Texten, Erstellen von Grafiken, Anschauen von Fotos, Musikhören oder Spielen. Großes Interesse bestand beim Erwerb von handlungsbezogenem Wissen im Bereich Brennen von CDs, Installieren von Programmen sowie Übertragen von Bilderdateien vom Handy auf den PC. Im Bereich der informatikbezogenen Kompetenzen waren die Kinder am Erstellen von Webseiten und Programmieren sehr interessiert. Die erstgenannten Themen wurden als optionale Inhalte bei der Lerneinheit Digitale Repräsentation integriert. Das Thema Webprogrammierung wurde im Rahmen der Nachwuchsprojekte für ältere Kinder in zwei Varianten angeboten, einmal mittels einer einfachen grafischen Benutzeroberfläche, einmal mittels HTML-Programmierung. Zur weiteren Förderung informatischer Kompetenzen wurden zudem die oben beschriebenen Workshops mit Scratch bzw. ScratchJr konzipiert.

5.5 Diskussion und Fazit

Die empirischen Befunde zeigen, dass die gewählten Themen für Kinder unabhängig vom Alter und Geschlecht motivierend sind. Durch das Anknüpfen an die Interessen und die Erfahrungswelt der Kinder sowie die gemeinsame Bearbeitung einer alltagsrelevanten Aufgabe konnten sich die Kinder erfolgreich computerbezogenes Handlungswissen aneignen und dieses mit den zugrundeliegenden In-

formatikkonzepten verknüpfen. Gegenüber einem vom Computermedium losgelösten Informatikunterricht wirkt die explizite Anwendung der erlernten informatischen Konzepte am Computer motivationsverstärkend und sichert den Lernerfolg. Durch die elementarinformatischen Workshops konnten computerbezogene Fachbegriffe und -konzepte erfolgreich vermittelt werden. Die Workshops hatten nicht nur Einfluss auf den kurzfristigen Wissenserwerb. Kinder, die in aufeinanderfolgenden Jahren wiederholt an den Workshops teilgenommen hatten, konnten auch längerfristig Fachbegriffe erinnern und die dahinter liegenden informatischen Konzepte – auf kindlich angemessene, vereinfachte Weise – erklären.

Es zeigte sich, dass die teilnehmenden Jungen eine etwas höhere Technikaffinität mitbrachten als Mädchen. Geschlechtsspezifische Interessens- und Begabungszuschreibungen bezogen auf Computer und Informatik waren bei Kindern im Grundschulalter jedoch noch relativ schwach ausgeprägt. Dies spricht dafür, mit der Hinführung an informatische Themen bereits im Kindergarten- und Grundschulalter zu beginnen, um Mädchen frühzeitig zu ermöglichen, ihre Neigung und Begabung für Informatik zu entdecken. Die Erfahrung aus den durchgeführten Workshops zeigt, dass hierdurch – zumindest auf kurze Sicht – das Interesse der Mädchen für technisch-informatische Berufsbereiche geweckt werden kann. Verstärkend hierbei wirkte, wenn die Workshopleitung von einer Informatikerin übernommen wurde, die als weibliches Rollenmodell fungierte.

Jungen und Mädchen unterscheiden sich in ihrer Herangehensweise an technische Geräte und in der Bearbeitung von Aufgabenstellungen am Computer. Während Jungen eher explorativ vorgehen und die Funktionen eines Geräts oder Programms ausprobieren, bevorzugen Mädchen eine vorherige Erläuterung der unterschiedlichen Funktionen und bearbeiten lieber konkrete Aufgabenstellungen. Bei der Durchführung elementarinformatischer Lerneinheiten durch pädagogische Fach- und Lehrkräfte sollte diesen unterschiedlichen Bedürfnissen und Lernwegen Rechnung getragen werden, indem Materialien sowie Aufgaben für beide Nutzergruppen bereitgestellt werden.

Die Erfahrung aus den Workshops zeigte eine große Schwankungsbreite in der Herangehensweise von Lehrkräften und Erzieherinnen sowie Erziehern an das Thema Informatik und Computer. Manche zeigten eine große Motivation, arbeiten sich selbst in die Themengebiete ein und unterstützten die Workshopleitung bei der Durchführung der Lerneinheiten. Andere zeigten im Umgang mit informatischen Themen und bei der Nutzung des Mediums Computer eher Unsicherheit und nahmen eine beobachtende Rolle ein. Damit möglichst alle Kinder die Chance haben, frühzeitig ihre Neigung und Begabung für Informatik zu entdecken und

Wissen zu erwerben, das ihnen ein aktives Verstehen der digitalisierten Welt ermöglicht, ist es entscheidend möglichst viele pädagogische Fach- und Lehrkräfte für informatische Themen zu begeistern. Nur so kann erreicht werden, dass Informatikinhalte auf breiter Basis in den Vor- und Grundschulunterricht eingebunden werden. Dies erscheint notwendig, da die Erfahrung zeigt, dass informatische Zusatzangeboten am Nachmittag oder Informatik als Wahlunterricht von Mädchen eher nicht wahrgenommen werden oder nur dann gewählt werden, wenn das Interesse bereits durch das Elternhaus geweckt wurde.

6 Ausblick

In den letzten Jahren wurde die Relevanz früher informatischer Bildung ab dem Kindergartenalter von mehreren weiteren Initiativen in Deutschland¹⁵ erkannt und es befinden sich Empfehlungen für Bildungsstandards Informatik im Primarbereich¹⁶ in der Entwicklung. Die in der Diskussion befindlichen Inhalte und Kompetenzen für einen Informatikunterricht in Vor- und Grundschule zeigen erfreulicherweise eine starke Überschneidung mit den von uns gewählten Themenbereichen. Aus unserer Sicht sollte der Fokus jedoch nicht ausschließlich auf der Anknüpfbarkeit der Themen an die Lehrplaninhalte im Fach Informatik in der Sekundarstufe I liegen. Um Kinder erfolgreich für informatische Themen zu begeistern, ist unserer Erfahrung nach die Berücksichtigung der Interessen und der Erfahrungswelt der Kinder ausschlaggebend.

Die nächsten Schritte unserer Forschungsgruppe sehen die Erschließung und altersgerechte Differenzierung weiterer Themen vor, damit diese im Sinne eines Spiralcurriculums in unterschiedlichen Jahrgangsstufen und Unterrichtskontexten zum Einsatz kommen können. Die Identifikation relevanter Themen orientiert sich dabei an der gewandelten Mediennutzung von Kindern und Jugendlichen und den damit verbundenen Anforderungen an eine altersangemessene Verknüpfung von Medienbildung mit informatischer Bildung. Als erste Erweiterung der Module ist deshalb eine Lerneinheit zum Thema Kryptographie und IT-Sicherheit geplant. Aber auch klassische Informatikthemen wie Datenstrukturen können kindgerecht motiviert werden. So kann die Datenstruktur Binärbaum etwa im Kontext von Ratespielen¹⁷ eingeführt werden.

Ein weiterer Aspekt unserer künftigen Forschung bildet die Frage, wie die Integration informatischer Inhalte in den Unterricht begünstigt werden kann und informatische Themen für Lehrpersonen erschlossen werden können, bei denen Informatik kein Ausbildungsbestandteil war. Hierzu wurde ein e-Learning-Kurs konzipiert, der pädagogischen Fach- und Lehrkräften einen niederschweligen Einstieg in die Themen der Experimentierkiste Informatik ermöglicht (vgl. Steinhäuser, 2017).

¹⁵ Siehe z. B. Arbeitsgruppe Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“; <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/wissenschaftliche-begleitung/arbeitsgruppen/agzieldimensionen-informatischerbildungimelementar-undprimarbereich/>

¹⁶ <https://www.uni-muenster.de/Grundschulformatik/bildungsstandards.html>

¹⁷ Siehe z. B. das Ratespiel „Wer ist es?“ (https://de.wikipedia.org/wiki/Wer_ist_es%3F)

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass bei pädagogischen Fach- und Lehrkräften vielfach eine hohe Unsicherheit und mangelndes Vertrauen in die eigene Selbstwirksamkeit zu beobachten sind, wenn es um die Einbeziehung von digitalen Medien und informatischer Themen in den Unterricht geht. Aufgrund dessen planen wir die Einrichtung eines digitalen Lernlabors an der Otto-Friedrich-Universität. Im digitalen Lernlabor werden alle Lernmaterialien sowie die nötige Hard- und Software bereitgestellt, die für die Durchführung elementarinformatischer Lerneinheiten benötigt werden. Diese werden regelmäßig auf Vollständigkeit kontrolliert bzw. gewartet und auf dem aktuellen Stand gehalten. Das Lernlabor kann von allen Bildungseinrichtungen der Region genutzt werden. Pädagogischen Fach- und Lehrkräfte, die noch unsicher im Umgang mit digitalen Medien und der Vermittlung informatischer Inhalte sind, erfahren Unterstützung und werden in ihrem medien- und informatikbezogenen Selbstkonzept gestärkt, um sodann selbst als Multiplikatoren in ihrer Kindertageseinrichtung bzw. Schule wirken zu können. Zugleich ist es unser Anliegen, die konzipierten Lehr- und Lernmaterialien in die Lehramtsausbildung sowie die Ausbildung von Erzieherinnen und Erziehern einzubringen. Hierfür ist ein Beobachtungsraum geplant, der sich neben dem Lernlabor befindet und von diesem mit einer Glasscheibe getrennt ist. Lehramtsstudierende und Auszubildende erhalten damit die Möglichkeit, der Durchführung elementarinformatischer Unterrichtseinheiten durch erfahrene Fachkräfte beizuwohnen, und erhalten auf diese Weise Anregungen für die eigene Unterrichtsplanung.

Literatur

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften & Körber-Stiftung (2014). MINT-Nachwuchsbarometer 2014, München/Hamburg.

Baacke, D. (1977). Kommunikation und Kompetenz, Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien, München: Juventa-Verlag.

Baacke, D. (1996). Medienkompetenz – Begrifflichkeit und sozialer Wandel. In A. von Rein (Hrsg.): Medienkompetenz als Schlüsselbegriff, Reihe Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung (S. 112 - 124), Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Baacke, D. (1999). „Medienkompetenz“ - Theoretisch erschließend und praktisch folgenreich. In: medien + erziehung, Nr.1/1999, S. 7 - 12.

Baumert, J. & Kunert, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, M. Neubrand (Hrsg.), Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV (S. 29 - 53). Münster: Waxmann.

Baumgart, I. (2011). Fußballstar, Schauspielerin oder Großkatzenforscherin? Berufliche Orientierungen in der Grundschule. In: D. Kucharz, T. Irion & B. Reinhofer (Hrsg.), Grundlegende Bildung ohne Brüche, Jahrbuch Grundschulforschung, Band 15 (S. 162 - 166). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2008). Ordnung der Ersten Prüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen (Lehramtsprüfungsordnung I – LPO I), München.

Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2010). Lehrplan für das Sozialpädagogische Seminar, Ausbildungsrahmenplan. Herausgegeben vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, München.

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst & Staatsinstitut für Frühpädagogik (2012). Der Bayerische Bildungs- und Erziehungsplan für Kinder in Tageseinrichtungen bis zur Einschulung, 5., erweiterte Auflage, München.

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2012). Medienbildung. Medienerziehung und informationstechnische Bildung in

der Schule, Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 24. Oktober 2012, Az.: III.4-5 S 1356-3.18 725.

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2014 a). Lehrplan Plus Grundschule, Lehrplan für die bayerische Grundschule, München.

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2014 b). Schule und Bildung in Bayern 2014. Zahlen und Fakten. Schriften des Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, Reihe A, Bildungsstatistik, Heft 59, München.

Bell, T., Witten, I. & Fellows, M. (1998). Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages. Computer Science Unplugged.

Biermann, R. (2008). Der mediale Habitus von Lehramtsstudierenden. Eine quantitative Studie zum Medienhandeln angehender Lehrpersonen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (2011). Schule 2.0 – Eine repräsentative Untersuchung zum Einsatz elektronischer Medien an Schulen aus Lehrersicht. Berlin. Zugriff am 15.06.2016. URL: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Studie-Schule-20.html>.

Borowski, C., Diethelm, I. & Mesaroş A.-M.: Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. In: www.widerstreit-sachunterricht.de, Nr. 15, Oktober 2010.

Borowski, C. (2013). Kinder auf dem Weg zur Informatik: Roboter in der Grundschule. In: N. Breier, P. Stechert & T. Wilke (Hrsg.), INFOS 2013, 15. GI-Fachtagung „Informatik und Schule“, Praxisband, Kiel 2013.

Buchmann, M. & Kriesi, I. (2012). Geschlechtstypische Berufswahl: Begabungszuschreibungen, Aspirationen und Institutionen. In: R. Becker & H. Solga (Hrsg.), Soziologische Bildungsforschung, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Sonderheft 52 (S. 256 - 280). Wiesbaden: Springer.

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, Berlin. Zugriff am 17.11.2015. Verfügbar unter

http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resources/a_dokumente/bildungsforschung/Medienbildung_Broschuere_2010.pdf.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015). Digitale Bildung, Berlin. Zugriff am 28.07.2015. URL: <http://www.hightech-strategie.de/de/Digitale-Bildung-993.php>.

Cheryan, S., Plaut, V., Handron, C. & Hudson, L. (2013). The Stereotypical Computer Scientist: Gendered Media Representations as Barrier to Inclusion for Women. *Sex Roles* 69 (1-2), S. 58 - 71.

de Meis, L., de Cássia Machado, R., Lustosa, P., Soarest, V., Caldeira, M. T. & Fonseca, L. (1993). The Stereotyped Image of the Scientists Among Students of Different Countries: Evoking the Alchemist? *Biochemical Education*, 2, S. 75 - 81.

Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (2015). DIVSI U9-Studie. Kinder in der digitalen Welt. Eine Grundlagenstudie des SINUS-Instituts Heidelberg im Auftrag des Deutschen Instituts für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI), Hamburg. Zugriff am 15.06.2016. URL: <https://www.divsi.de/publikationen/studien/divsi-u9-studie-kinder-der-digitalen-welt/>

Dewe, B. & Sander, U. (1996). Medienkompetenz und Erwachsenenbildung. In A. von Rein (Hrsg.): *Medienkompetenz als Schlüsselbegriff, Reihe Theorie und Praxis der Erwachsenenbildung* (S. 125 - 142), Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Diskowski D. (2007). Einige Gedanken zur naturwissenschaftlichen Bildung in der Kindertagesstätte: Nicht die Antworten, die Fragen sind das Wichtigste. In E. Hammes-Di Bernardo (Hrsg.): *Kompetente Erziehung. Zwischen Anleitung und Selbstbildung. Das Netz. Weimar /Berlin*.

DIVSI (2015). DIVSI U9-Studie. Kinder in der digitalen Welt. Eine Grundlagenstudie des SINUS-Instituts Heidelberg im Auftrag des Deutschen Instituts für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI), Hamburg.

Döring, N. & Bortz, J. unter Mitarbeit von Pöschl, S. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5., vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer.

Dresel, M., Schober B. & Ziegler, A. (2007). Golem und Pygmalion: Scheitert die Chancengleichheit von Mädchen im mathematisch-naturwissenschaftlich-

technischen Bereich am geschlechterstereotypen Denken der Eltern? In: P. H. Ludwig & H. Ludwig (Hrsg.), *Erwartungen in himmelblau und rosarot. Effekte, Determinanten und Konsequenzen von Geschlechterdifferenzen in der Schule* (S. 61 - 81). Weinheim: Juventa.

Eickelmann, B., Gerick, J. & Bos, W. (2014 a). Die Studie ICILS 2013 im Überblick – Zentrale Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven. In: W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 9 - 32). Münster: Waxmann Verlag.

Eickelmann, B., Schaumburg H., Drossel, K. & Lorenz, R. (2014 b). Schulische Nutzung von neuen Technologien in Deutschland im internationalen Vergleich. In: W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 197 - 229). Münster: Waxmann Verlag.

Endepohls-Ulpe, M., Quaiser-Pohl, C. & Deckers, C. (2016). Availability and use of personal computers in german kindergartens – preconditions and influences. In: S. Garvis & N. Lemon (Hrsg.): *Understanding digital technologies and young children. An international perspective.* (S. 112 - 121). London u. a.: Routledge.

Gärtig-Daug, A., Weitz, K., Wolking, M. & Schmid, U. (2016). Computer science experimenter's kit for use in preschool and primary school. In: Vahrenhold, J., Barndsen, E. (Eds.): *WiPSCE '16: Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (S. 66 - 71). Münster: ACM.

Gentner, D., Levine, S., Ping, R., Isaia, A., Dhillon, S., Bradley, C. & Honke, G. (2015). Rapid Learning in a Children`s Museum via Analogical Comparison. *Cognitive Science*, 40, S. 224 - 240.

Gesellschaft für Informatik e. V. (2000). Empfehlungen für ein Gesamtkonzept zur informatischen Bildung an allgemein bildenden Schulen. Zugriff am 20.11.2015. URL: https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/gesamtkonzept_26_9_2000.pdf.

Gesellschaft für Informatik e. V. (2006). Was ist Informatik. Positionspapier der Gesellschaft für Informatik - Langfassung. Zugriff am 26.01.2016. URL: <https://www.gi.de/index.php?id=327>.

Gesellschaft für Informatik e. V. (2008). Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule, Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I, Beilage zu LOG IN, 28. Jg. (2008), Heft Nr. 150/151. URL: <http://www.informatikstandards.de/>

Gesellschaft für Informatik e. V. (2016). Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt. Zugriff am 15.06.2016. URL: <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>.

Gumm, H.-P. & Sommer, M. (2013): Einführung in die Informatik. 10. Auflage. München: Oldenbourg.

Hartinger, A. & Lohrmann, K. (2011). Entdeckendes Lernen. In: W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzl, J. Kahlert, U. Sandfuchs (Hrsg.), Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik (S. 367-371), 3., vollst. überarb. Aufl., Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Herper, H. & Hinz, H. (2009): Informatische Bildung im Primarbereich. In: Koerber, B. (Hrsg.): Zukunft braucht Herkunft. GI Proceedings Band 156, 25 Jahre „INFOS – Informatik und Schule“ (S. 74 - 85), Bonn: Köllen.

Joost, G. (2015). Grundschüler sollen programmieren lernen. Zeit Online vom 02.01.2015. Zugriff am 15.06.2016. URL: <http://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2015-01/gesche-joost-programmieren-grundschule-internetbeauftragte>.

Kammerl, R. & Ostermann, S. (2010). Medienbildung - (k)ein Unterrichtsfach? Eine Expertise zum Stellenwert der Medienkompetenzförderung in Schulen. Studie im Auftrag der Medienanstalt Hamburg/Schleswig-Holstein, durchgeführt von der Universität Hamburg, Erziehungswissenschaft mit Schwerpunkt Medienpädagogik, Hamburg. Zugriff am 20.11.2015. URL: http://www.ma-hsh.de/cms/upload/downloads/Medienkompetenz/ma_hsh_studie_medienbildung_web.pdf.

Kandler, M. (2002). Lernsoftware aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern. Interesse- und lernmotivationsfördernde Aspekte. Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Klafki, W. (1991). Exemplarisches Lehren und Lernen. In: Klafki, W., Neuen Studien zur Bildungstheorie und Didaktik – Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik, 2. erw. Aufl. (S. 141 - 161), Weinheim: Beltz.

Klafki, W. (1993). Zum Bildungsauftrag des Sachunterrichts in der Grundschule. In: Grundschulunterricht (1993), Nr. 1, S. 3 - 6.

Kleinn, K., Götsch, M., Heine, Y. & Schinzel, B. (2013). Das DFG-Projekt „Weltbilder der Informatik“. Informatik Spektrum, 36 (3), S. 251 - 256.

Kraska, L. & Teuscher, L. (2013). Naturwissenschaftliche Bildung in der Kita. München: Ernst Reinhardt Verlag.

Luca, R. (2010). Gender. In: R. Vollbrecht & C. Wegener (Hrsg.): Handbuch Mediensozialisation (S. 357 - 363), Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Mandler, G. & Shebo, B. (1982). Subitizing: an analysis of its component processes. Journal of Experimental Psychology: General, 111(1), 1.

Montessori, M. (2010). Praxishandbuch der Montessori-Methode. Hrsg., eingel. und textkritisch bearb. von Harald Ludwig. Freiburg i. Breisgau: Herder.

Müller, S. (2007). Chancen und Potenziale Neuer Medien. Mit Medien unsere Kinder fordern und fördern. Frühes Deutsch, 12, S. 9 - 12.

Negroponte, N. (2005). One Laptop Per Child (OLPC). one.laptop.org.

Niggler, A. & Holl, P. (2013). Perspektiven naturwissenschaftlicher Bildung in Kindergarten und Grundschule. Plus Lucis, 1-2, S. 31-33.

Novick, L. & Holyoak, K. (1991). Mathematical problem solving by analogy. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 17 (3), S. 398 - 415.

Pauen, S. & Pahnke, J. (2009). Entwicklung des naturwissenschaftlichen Denkens. In S. Pauen & V. Herber (Hrsg.), Vom Kleinsein zum Einstein (S. 96 - 122). Berlin: Cornelsen.

Quaiser-Pohl, C. (2012). Mädchen und Frauen in MINT: Ein Überblick. In H. Stöger, A. Ziegler & M. Heilemann (Hrsg.), Mädchen und Frauen in MINT. Bedingungen von Geschlechtsunterschieden und Interventionsmöglichkeiten (S. 13 - 39). Münster: Lit.

Richter, K. (2012). Naturwissenschaftliche Förderkompetenz von Elementarpädagogen - eine quantitative und qualitative Untersuchung der Kompetenzentwicklung von Elementarpädagogen im Rahmen einer Fortbildungsmaßnahme zur Förderung der naturwissenschaftlichen Bildung in Kindertagesstätten. Göttingen: Optimus Verlag.

Rohen-Bullerdiek, C. (2012). Naturwissenschaftliche Grundbildung im Elementarbereich. Handreichungen zum Berufseinstieg von Elementar- und KindheitspädagogInnen, Bd. 6, Bremen. Zugriff am 20.11.2015. URL: <http://www.fruehpaedagogik.uni-bremen.de/handreichungen/B06Naturwissenschaft%28CRB%29.pdf>.

Schwill, A. (2001). Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? - Eine Studie über informatische Fähigkeiten von Kindern, INFOS2001-9. GI-Fachtagung Informatik und Schule, 17.-20.9.2001 an der Universität Paderborn. In: R. Keil-Slawik & J. Magenheimer (Hrsg.): Informatikunterricht und Medienbildung, GI-Edition (2001), S. 13-30.

SINUS-Transfer Grundschule. Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen. Gutachten des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) Kiel. Bonn (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung; 112).

Schmid, U., Wirth, J. & Polkehn, K. (2003). A Closer Look at Structural Similarity in Analogical Transfer. In: Cognitive Science Quarterly, 3 (1), S. 57-89.

Schmid, U., Weitz, K. & Wolking M. (2016). Handreichung Experimentierkiste Informatik, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, unveröffentlicht, erhältlich via E-Mail von ute.schmid@uni-bamberg.de.

Schrackmann, I., Knüsel, D., Moser, T., Mitzlaff, H. & Petko, D. (2008). Computer und Internet in der Primarschule. Theorie und Praxis von ICT im Unterricht mit 20 Videobeispielen auf zwei DVDs. Oberentfelden: Sauerländer Verlage.

Six, U. & Gimmler, R. (2007). Die Förderung von Medienkompetenz im Kindergarten. Eine empirische Studie zu Bedingungen und Handlungsformen der Medien-erziehung. Schriftenreihe Medienforschung der Landesanstalt für Medien Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Bd. 57, Berlin: Vistas Verlag.

Spitzer, M. (2014). Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. München: Droemer.

Steinhäuser, A. (2017). Gezieltes eLearning-Angebot für pädagogische Fachkräfte zur Reduktion von Barrieren bei der Vermittlung von Elementarinformatik im Vor- und Grundschulbereich. In: I. Diethelm (Hrsg.): INFOS 2017 - Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn.

Steinweg, A. (2015). Schriftliche Rechenverfahren neu in den Blick genommen. *mathematik lehren*, 32 (188): S. 12 - 15.

Tapscott, T. (1998). *Net Kids. Die digitale Generation erobert Wirtschaft und Gesellschaft*. Wiesbaden: Gabler.

Tegeler, T. (2011). Entwurf für ein Pixi-Buch zur Informatik. Bachelor-Arbeit, Universität Münster, Arbeitsbereich Didaktik der Informatik. Zugriff am 15.06.2016. URL: http://ddi.uni-muenster.de/ab/pu/dok/Bachelorarbeit_Tegeler_2011.pdf

Vollbrecht, R. (2001). *Einführung in die Medienpädagogik*, Weinheim & Basel: Beltz Verlag.

Weiß, S. (2015). Förderung informatischer Kompetenzen von Kindergartenkindern am Beispiel des Sortierens. Masterarbeit, Universität Wuppertal, Arbeitsbereich Didaktik der Informatik. Zugriff am 15.06.2016. URL: <http://ddi.uni-wuppertal.de/forschung/studentischearbeiten.html>.

Wiese, E., Konerding, U. & Schmid, U. (2008). Mapping and inference in analogical problem solving -- As much as needed or as much as possible? In: B. C. Love, K. McRae & V. M. Sloutsky (Hrsg.): *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Washington, D.C., July 23 - 26, 2008). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2008, S. 927 - 932.

Wohl, B., Porter, B. & Clinch, S. (2015). Teaching Computer Science to 5-7 year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing. 10th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE), November 09 -11, London.

Wolking, M. (2017). Empirische Evaluation der Experimentierkiste Informatik -- Mentale Modelle, Berufswünsche und der erste Erwerb von Informatikkonzepten im Elementarbereich. Masterarbeit im Studiengang Erziehungs- und Bildungswissenschaften (mit Schwerpunkt Elementar- und Familienpädagogik), Otto-Friedrich-Universität Bamberg.