

Zum Interesse von Grundschulkindern an informatischen Lernmaterialien

Hilde Köster, Philipp Straube, Martin Brämer,
Tobias Mehrrens, Volkhard Nordmeier, Julia Voigt

Freie Universität Berlin, Habelschwerdter Allee 45, 14195 Berlin
braemer@zedat.fu-berlin.de

Kurzfassung

Im Beitrag werden die theoretische Rahmung, das Forschungsdesign und erste Ergebnisse einer Studie vorgestellt und diskutiert, die im Rahmen des durch das BMBF geförderten Projekts LemaS (Leistung macht Schule) an der Freien Universität Berlin im Teilprojekt DiaMINT-Sachunterricht durchgeführt wird. Untersucht wurde, wie Grundschulkindern auf unterschiedliche informatikbezogene Spiel- und Lerngegenstände (bspw. Lego WeDo, Beebot, Lego EV3, Thymio, Neurons, Lego NXT, Calliope) reagieren. Zentral für diese Untersuchung war hierbei die Frage nach der *Interessantheit* (Krapp 1992; Krapp & Prenzel 2011) der Spiel- und Lerngegenstände für die Kinder. Darüber hinaus wurde untersucht, inwiefern sich Unterschiede hinsichtlich der Klassenstufe oder Gendereffekte feststellen lassen. Die Lernumgebung (konzipiert nach dem didaktischen Konzept ‚Freies Explorieren und Experimentieren‘ (FEE; Köster 2006; 2018) wurde videographiert und die Videodaten zunächst quantitativ ausgewertet. Die Ergebnisse dieser ersten explorativ angelegten Studie zeigen, dass – aus Sicht der Kinder – die Interessantheit der Spiel- und Lernmaterialien unterschiedlich wahrgenommen wird und dass sich diese Bewertung je nach Geschlecht und Alter der Kinder z. T. deutlich unterscheidet. Eine umfassendere auf diese und weitere Vorstudien gründende Untersuchung soll in einem weiteren Schritt dazu dienen, ein Diagnosesetting für die Identifikation von besonderen Interessen und Leistungspotenzialen bei Grundschulkindern sowie entsprechende Förderinstrumente zu entwickeln.

1. Einleitung

DiaMINT zielt als Teilprojekt des durch das BMBF geförderten Verbundprojekts ‚Leistung macht Schule‘ (LemaS) am Standort Freie Universität Berlin auf die Entwicklung und Evaluation adaptiver Konzepte für eine diagnosebasierte individuelle Förderung (potenziell) leistungsstarker Schüler*innen in den Fächern Sachunterricht (TP 9), Naturwissenschaften und Physik (TP 11) sowie auf den Übergang von der Kita in die Grundschule (TP 3).

Im Teilprojekt DiaMINT-Sachunterricht (TP 9) werden gemeinsam mit den am Projekt beteiligten Grundschulen domänenspezifische Diagnosetools und Fördermöglichkeiten auf Basis von naturwissenschafts- und informatikbezogenen didaktischen Spezifika, der Rahmenbedingungen und Bedarfe der beteiligten Schulen sowie individueller Potenziale und Lernbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler entwickelt, erprobt und evaluiert.

Dieser Artikel fokussiert auf eine Vorstudie zum Bereich informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule (s. o.), an der bisher zwei Grundschulen teilgenommen haben.

2. Ausgangs- und Forschungslage

Nicht überraschend zeigt die KIM-Studie (Feierabend, Plankenhorn & Rathgeb 2017), dass sich viele Kinder für Handys und Smartphones, das In-

ternet, für Computer sowie für Computerspiele interessieren, diese bereits nutzen bzw. nutzen möchten. Gervé (2015) weist darauf hin, dass „Digitale Medien [...] zuweilen [ein fester,] aber wohl eher unbewusster und unhinterfragter Bestandteil der Lebenswelt der Grundschulkindern“ (ebd., 497) sind. Dabei stehen die oft schon früh angelegten Mediennutzungskompetenzen einem gleichzeitigen mangelnden Verständnis hinsichtlich der technischen Funktionen und gesellschaftlichen Implikationen gegenüber (vgl. Döbeli Honegger 2010).

Da es die zentrale Aufgabe des Sachunterrichts ist, „[...] Kinder beim Erschließen ihrer Umwelt zu unterstützen“ (Kahlert 2016, 11) und sich die Umwelt von Kindern durch die Entwicklung digitaler Medien gerade stark verändert (Stalder 2016; GI 2016, 3; Döbeli Honegger 2017; Knaus 2017) herrscht weitgehende Einigkeit darüber, dass im Sachunterricht Möglichkeiten geschaffen werden müssen, entsprechende Kompetenzen bei den Kindern anzulegen (Straube, Brämer, Köster & Romeike 2018; Bergner, Köster, Magenheimer, Müller, Romeike, Schroeder & Schulte 2018; Gervé 2015; Borowski Diethelm & Mesaroş 2010, 1; Schäffer & Mammes 2015; Goecke, Stiller & Pech 2018).

Dass Kinder kognitiv dazu in der Lage sind, mit informatischen Inhalten umzugehen, belegen bereits

einige frühere Untersuchungen (vgl. bspw. Goecke et al. 2018; Gibson 2012; Serafini 2011). Schwill (2001) untersuchte bereits früh „die Fähigkeiten von Kindern der Altersgruppe Primar- und früher Sekundarbereich, fundamentale Ideen der Informatik zu erfassen, zu verstehen und sachgerecht mit ihnen umzugehen.“ (ebd., 14). Er berichtet über verschiedene Studien, die zeigen, dass es Grundschulkindern gelingt, „fundamentale“ (ebd., 15) Ideen wie z. B. ‚Rekursion‘, die ‚Greedy-Methode‘, ‚Strukturiertes Zerlegen‘ und die ‚Nachbildung hierarchischer Strukturen‘ zu verstehen sowie anzuwenden. Dabei ist ein Ergebnis für die Einschätzung von (diesbezüglichen) Fähigkeiten der Kinder in Hinblick auf die Wahl von Untersuchungsmethoden von besonderer Bedeutung: Dass offenbar „die Fähigkeit, komplizierte rekursive Sachverhalte zu beschreiben, weit hinter der Fähigkeit zurückbleibt, diese Sachverhalte tatsächlich kognitiv zu erfassen“ (ebd., 5). Das Verbalisieren dessen, was sie bereits wissen und nutzen können, fällt den Kindern also schwer. (Diese Erkenntnis führte im Rahmen der hier vorgestellten Studie auch zu Entscheidungen bzgl. des Forschungsdesigns: Anstelle Interviews durchzuführen, wurden die Kinder beobachtet bzw. videographiert und die Daten dann aufgrund der Beobachtung der Handlungsmuster interpretiert; s. Abschnitt 3.)

Auch Hoffmann, Wendtland und Wendtland (2017) kommen sowohl durch ihren Forschungsüberblick, als auch aufgrund eigener Untersuchungen zu dem Schluss, dass wesentliche Konzepte der Algorithmisierung auch für Grundschulkindern verstehbar sind, und dies ohne vorherige Thematisierung dieser Inhalte im Unterricht. Einfache Aufgaben mit Sequenzierungen konnten bereits in Klasse 2 gelöst werden. Aufgaben mit Iterationen wurden erst in Klasse 3 gelöst (ebd., 81f). Weigend (2009) kommt zu dem Ergebnis, dass Kinder „ab der dritten Klasse [...] keine grundsätzlichen Schwierigkeiten zu haben [scheinen], die wesentlichen Ausdrucksmittel einer Programmiersprache zur Steuerung von Aktivitätsflüssen und zur Benennung von Entitäten zu begreifen und anzuwenden“ (ebd., 107). Gestützt werden diese Befunde durch die Ergebnisse einer Studie von Goecke et al. (2018, 105), in der Ansätze von Hypothesengenerierung und -prüfung, der Anwendung der Greedy-Methode und des Nutzens von Variablen bei Grundschulkindern beobachtet werden konnten. Petrut, Bergner und Schroeder (2017) befassten sich unter anderem mit den Assoziationen und Interessen von Kindern zum Themengebiet Informatik im Alter von 8-11 Jahren. Sie stellten fest, dass die meisten der befragten Kinder keine konkrete Vorstellung vom Begriff ‚Informatik‘ hatten und lediglich ein Drittel diesen mit dem Begriff ‚Computer‘ assoziierten (ebd., 68). Das Interesse an informatischen Inhalten schien trotz fehlender Assoziationen aber relativ hoch zu sein.

Im Rahmen dieser Studie wurden auch Unterschiede zwischen den Geschlechtern untersucht: Lediglich

bei zwei Aspekten konnten diese festgestellt werden: Mehr Mädchen gaben häufiger an, am „Lösen kniffliger Probleme“ (ebd., 68) interessiert zu sein. Dafür ist das Interesse an technischen Geräten bei Jungen etwas höher ausgeprägt (ebd., 69). Auch andere Studien zeigen Gendereffekte wie bspw. eine geringere Leistung, geringere Selbstwirksamkeitserwartungen oder geringeres Interesse bei Mädchen im Umgang mit Technik und Informatik (vgl. Acatech 2011; Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2017, 684 ff; Petersen, Theidig, Börding, Leimbach, Flintrop 2007) Funke, Geldreich & Hubwieser (2016) liefern jedoch Hinweise darauf, dass hinderliche Einstellungen und fehlende Rollenbilder in der Informatik durch einen frühen Einsatz in der Grundschule vermieden werden könnten.

Obwohl die Lehrkräfte in Bezug auf die Umsetzung informatischer Inhalte in der Grundschule eine zentrale Rolle spielen, existieren über deren Vorstellungen zu den Möglichkeiten der Vermittlung informatischer Inhalte bisher kaum gesicherte Erkenntnisse (vgl. Funke et al. 2016; Best 2017; Best & Marggraf, 2015). Erste Zwischenergebnisse der Untersuchung von Best et al. (2015) zeigen, dass es sowohl Lehrkräfte mit konkreten Vorstellungen über informatische Konzepte und deren Einsatz im Unterricht gibt, als auch Lehrkräfte, die informatische Inhalte weniger durchdringen und diese lieber in ein weiteres Fach oder eine Arbeitsgemeinschaft auslagern möchten (Best 2017; Best et al. 2015).

Funke et al. (2016) konnten im Rahmen ihrer Befragung von Grundschullehrkräften feststellen, dass diese einen kreativen, selbstbestimmten und kritischen Umgang mit informatischen Inhalten bevorzugen. Die Kinder sollten nach Einschätzung der Lehrkräfte möglichst kooperativ subjektiv bedeutsame Dinge kreieren und dadurch eigene Erfahrungen mit der Technologie sammeln. Die Lehrkräfte waren außerdem der Meinung, dass die Kinder dadurch ihr logisches und räumliches Denkvermögen sowie ihre Kreativität erweitern könnten. Weiterbildungen zum Themenfeld erschienen vielen Lehrkräften sinnvoll (ebd., 4).

3. Theoretische Annahmen/ Rahmenbedingungen für die Untersuchung

Das Konzept ‚Freies Explorieren und Experimentieren‘ (FEE, Köster 2006; 2018) basiert auf Selbstbestimmung und intrinsischer Motivation bei den Kindern, entspricht im Gesamtsetting den Wünschen der Lehrkräfte nach einem kreativen, selbstbestimmten und kritischen Umgang mit Inhalten (s. o.) und ermöglicht es Kindern, kooperativ subjektiv bedeutsame Lernerfahrungen sammeln zu können. Da es sich um bisher im Unterricht noch nicht thematisierte Inhalte handelt, geht es in unserer Studie um die Anfangsphase der Interessensentstehung bei den (meisten) Kindern. Interesse äußert sich Krapp (1992, 749) zufolge (beobachtbar) unter anderem in der Tendenz sich „wiederholt, freudvoll und ohne

äußere Veranlassung mit einem realen oder symbolisch vermittelten Interessengegenstand auseinanderzusetzen. Insbesondere in „der Anfangsphase der Interessenentstehung spielt die Anregungsqualität der Lernumgebung eine wichtige Rolle. Sie veranlasst das Individuum, sich dem Interessensgegenstand zuzuwenden, neue Aspekte zu entdecken, sich über längere Zeit mit ihm zu beschäftigen“ (ebd., 750) und ihm Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Person-Gegenstands-Beziehung, welche Interesse als „[...] die Beziehung einer Person zu und die Auseinandersetzung mit erfahrbaren Ausschnitten ihrer Umwelt“ (Krapp, 1999, 396) versteht, besagt, dass das Interesse immer auf einen Gegenstand gerichtet ist: „An interest is always directed towards an object, activity, field of knowledge, or goal: ‘One cannot simply have an interest: one must be interested in something.’“ (Gardner 1996, 6 zit. n. Krapp & Prenzel 2011, 30; vgl. Krapp 1999, 397).

Im Rahmen dieses theoretischen Diskurses werden zwei „Hauptlinien der Forschung“ (Krapp 1992, 748) unterschieden. Einerseits wird das Interesse als persönlichkeitspezifisches Merkmal des Lerners beschrieben und andererseits als einmaliger, situationsspezifischer, motivationaler „Zustand, der aus den besonderen Anreizbedingungen einer Lernsituation (Interessantheit) resultiert.“ (ebd., 748) *Interessantheit* wird dabei auch als Eigenschaft der Lerngegenstände beschrieben (ebd., 750). Für unsere Fragestellungen (s. u.) ist damit die zweite Forschungslinie relevant.

Das sich aufgrund von Interessantheit eines Gegenstands zeigende Interesse wird als situationales Interesse bezeichnet (Krapp & Prenzel 2011, 32). Situationales Interesse an Lerngegenständen (vgl. Krapp 1999, 397) kann trotz seiner Vorläufigkeit als Basis und Voraussetzung für die Entwicklung längerfristigen Interesses von großer Bedeutung für die weitere Entwicklung auch domänenspezifischer Leistungsperformanz sein (Krapp & Prenzel 2011, 32).

Diesem Theorierahmen folgend werden in der hier vorgestellten Studie insbesondere beobachtbares situationales Interesse von Kindern an spezifisch informatikbezogenen ‚Lerngegenständen‘, wie (Spiel-)Robotern und Programmierumgebungen untersucht, die insbesondere für Kinder entwickelt worden sind.

Wir gehen dabei davon aus, dass Kindern in der Grundschule möglichst Zugänge zu den Medien und Materialien eröffnet werden sollten, mit denen sie sich besonders gern (affektive bzw. emotionale Komponente) und interessiert (bezogen auf den Gegenstand) beschäftigen, sodass die Beschreibung von Krapp & Prenzel (2011) bzgl. der Aufgabe von Schule auch für die informatische Bildung im Sachunterricht zutreffend wird: „School helps students to discover which areas and topics they are enthusiastic about, which they would like to work on themselves, and in which they would like to get more involved –

both in education and future professional life.“ (ebd., 44)

4. Untersuchungsdesign

Die den Kindern angebotene Lernumgebung im Klassenraum besteht aus elf Stationen mit informatischen Spiel- und Lerngegenständen, die teilweise hardwarebasiert (Lego WeDo, Beebot, Lego EV3, Thymio, Neurons, Makey Makey, Lego NXT, Calliope) und teilweise softwarebasiert (Hour of Code, Scratch, ScratchJr) sind. Die Kinder können im Rahmen dieses Settings im Sinne des FEE frei wählen, mit welchen Gegenständen sie sich ca. vier Zeitstunden lang jeweils wie lange und wie intensiv, allein oder gemeinsam mit anderen Kindern beschäftigen wollen, sodass gesichert ist, dass sie sich gemäß der Definition von Krapp (1992, 749, s.o.)

- wiederholt,
- freudvoll und
- (im Rahmen des recht vielfältigen Angebots) ohne äußere Veranlassung
- über einen längeren Zeitraum mit den Gegenständen beschäftigen können.

Häufigkeit und Verweildauer werden daher als Indikatoren für das situationale Interesse der Kinder an den angebotenen Gegenständen angenommen.

Die Stationen der Lernumgebung wurden videografiert und die Videodaten zunächst quantitativ ausgewertet. Dabei wurde die Häufigkeit der Besuche der Kinder und ihre maximale Verweildauer an den einzelnen Stationen erfasst. Für die Fragestellungen zwei und drei wurden diese Daten nach Geschlecht bzw. Klassenstufe aufgetrennt. Unterschiede wurden exemplarisch aufgrund fehlender Normalverteilung mit dem Man-Whitney-U-Test (Bauer 1972; Hollander & Wolfe 1973, 27ff) geprüft.

Alle Analysen wurden in der Statistiksoftware R 3.6.0 (R Core Team, 2019) mit dem Paket „stats“ (v. 3.4.0, R Core Team 2019) berechnet. Alle Grafiken wurden mithilfe von R und dem Paket „ggplot2“ (v. 2.2.1, Wickham 2018) erstellt.

5. Stichprobe

Die Stichprobe umfasst 28 Kinder einer Berliner jahrgangsübergreifenden Grundschulklasse (Klasse 1-3) mit 14 Jungen und 14 Mädchen (1. Klasse: 8 Schüler*innen: 3 m, 5 w; 2. Klasse: 10 Schüler*innen, 7 m, 3 w; 3. Klasse: 10 Schüler*innen: 4 m, 6 w).

6. Forschungsfragen und Ergebnisse

Folgende Forschungsfragen waren für die Vorstudie handlungsleitend:

1. Für welche informatischen Spiel- und Lerngegenstände zeigen die Schüler*innen ein größeres situationales Interesse?
2. Inwiefern zeigen sich Unterschiede im Interesse bei Mädchen und Jungen?

3. Inwiefern zeigen sich Unterschiede im Interesse bezüglich der Klassenstufe?

Ergebnisse im Einzelnen:

Dargestellt sind jeweils die maximalen Verweildauern an den Stationen in Minuten. Den Boxplots überlagert ist ein Dot-Plot der Verteilung der einzelnen beobachteten Verweildauern der Kinder.

F.1: Für welche informatischen Spiel- und Lerngegenstände zeigen die Schüler*innen größeres situationales Interesse?

Es zeigen sich deutliche Unterschiede in Hinblick auf die maximale Verweildauer (der Zeitspanne, die die Kinder am längsten ohne Unterbrechung an der Station verbracht haben) (Abb. 1): Während der Durchschnitt der maximalen Verweildauer bei ‚Lego WeDo‘ bei ca. elf Minuten liegt, ist die durchschnittliche Verweildauer bei ‚Calliope Mini‘ mit ca. einer Minute deutlich geringer. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied mit starkem Effekt ($U=229$, $p=0.000^{***}$, $d=0.98$). Der Unterschied zwischen den beiden Extrempunkten verdeutlicht einen Unterschied in der Interessanztheit der Objekte im Hinblick auf die gesamte Kohorte. Ein Signifikanztest für jeden einzelnen Unterschied scheint hier jedoch aufgrund der Alphafehler-Kumulierung (Holm 1979) nicht sinnvoll.

Auch bei der Betrachtung der Anzahl der Stationsbesuche ergibt sich ein ähnliches Bild ($M=2.54$ WeDo; $M=0.86$ Calliope; $U=165$, $p=0.02^*$, $d=0.70$).

F.2: Inwiefern zeigen sich Unterschiede im Interesse bei Mädchen und Jungen?

Die Ergebnisse zeigen für einige Lernmaterialien signifikante Unterschiede (Abb. 2). Die Station ‚Scratch Junior‘ wurde signifikant länger von den Mädchen als von den Jungen besucht ($U=102$, $p=0.000^{***}$, $d=1.01$). Gemessen an der maximalen Verweildauer an der Station präferieren die Jungen ‚Lego EV3‘: Sie ist signifikant länger als bei den Mädchen: ($U=7$, $p=0.041^*$, $d=0.65$).

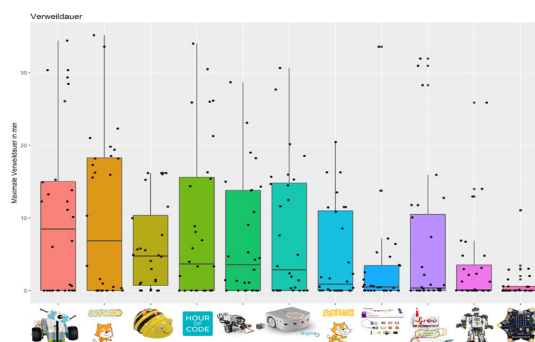


Abb. 1: Verweildauer an den Stationen

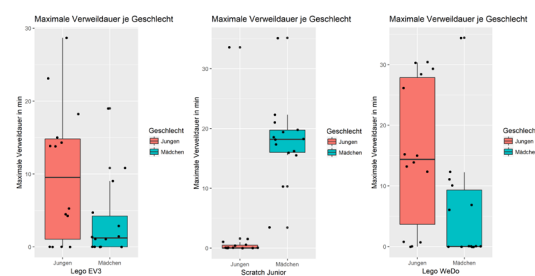


Abb. 2: Verweildauer der getesteten Stationen

Ähnlich verhält es sich auch bei ‚Lego® WeDo‘: Die Differenz in der Verweildauer zu Gunsten der Jungen an dieser Station verfehlt die Signifikanz nur knapp: ($U=17$, $p=0.050$, $d=0.63$). Aufgrund des relativ geringen p-Wertes kann sich dieses Ergebnis in einer größeren Gruppe durchaus als signifikanter Effekt herausstellen. Alle anderen Stationen zeigen zunächst keine signifikanten Unterschiede (Abb. 3).

F.3: Inwiefern zeigen sich Unterschiede im Interesse bezüglich der Klassenstufe?

In Bezug auf diese Fragestellung zeigt sich, dass die Station ‚Scratch‘ von Drittklässler*innen deutlich länger als von den Erst- und Zweitklässler*innen besucht wurde (Abb. 4; Vergleich 1. und 2. Klasse: $M=1:40$ Min. zu 3. Klasse: $M=10:12$ Min.: $U=10$, $p=0.001^{***}$, $d=0.97$).

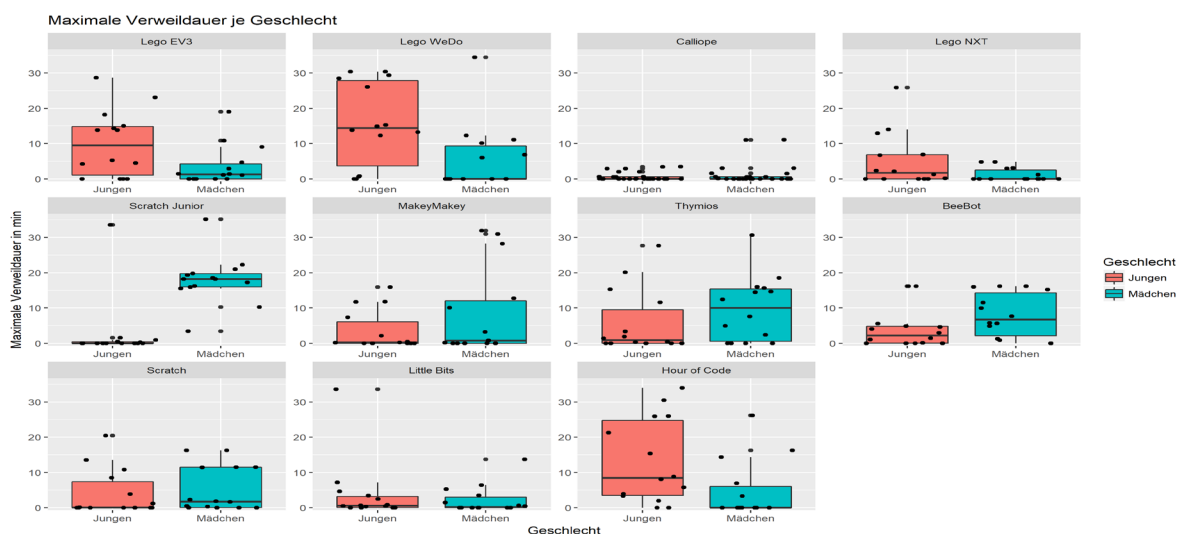


Abb. 3: Maximale Verweildauer nach Geschlecht

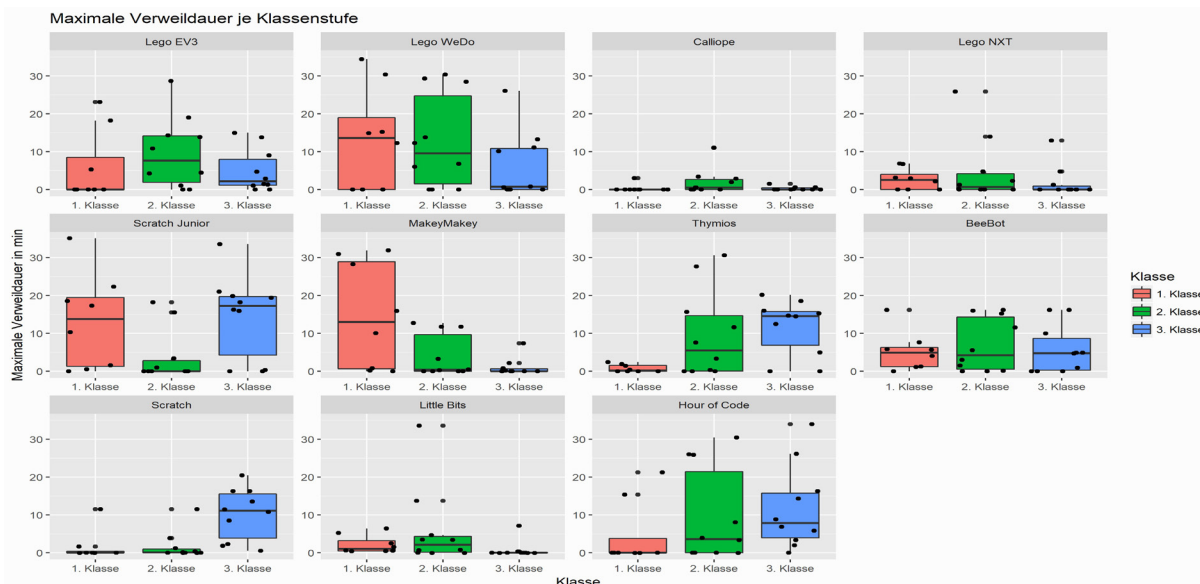


Abb. 4: Maximale Verweildauer nach Klassenstufe

Eine Besonderheit stellt die Station ‚Scratch Junior‘ dar, da hier die Kinder der 2. Klassenstufe im Vergleich zu den anderen kaum an der Station bleiben. Dieser Effekt lässt sich womöglich über den oben beschriebenen Gendereffekt, wonach sich mehr Mädchen für diese Station interessieren, erklären. Denn in der 2. Klassenstufe befinden sich nur 3 Mädchen in Relation zu 7 Jungen.

Aufgrund der Alphafehler-Kumulierung (Holm 1979) sowie der geringen Gruppengröße werden weitere Unterschiede zwischen den Klassenstufen lediglich deskriptiv beschrieben. Man erkennt jedoch auch hierbei klare Differenzen zwischen den Mittelwerten (Abb. 4).

Nachfolgende Untersuchungen müssen zeigen, inwiefern die festgestellten Präferenz-Trends weitere Evidenz finden. Aufgrund der noch ausstehenden Auswertung der Daten mit qualitativen Methoden erhoffen wir uns jedoch bereits Hinweise darauf, welche Gründe für diese Präferenzen vorliegen.

7. Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse dieser ersten explorativ angelegten Studie zeigen, dass – aus Sicht der Kinder – die Interessantheit der Lernmaterialien unterschiedlich wahrgenommen wird und dass sich diese Bewertung je nach Geschlecht und Alter der Kinder z. T. unterscheidet: Mädchen interessieren sich z. T. für andere Medien als Jungen und jüngere Kinder interessieren sich für andere Medien als ältere Kinder. Aufgrund der recht deutlich ausfallenden statistischen Kennwerte gehen wir davon aus, dass das gewählte Setting prinzipiell Antworten auf unsere Fragen liefern kann. Qualitative Untersuchungen des Datenmaterials sind aber nötig, um über die Verweildauer an den Stationen und die Häufigkeit der Stationsbesuche hinaus mehr über die gegenstandsbezogenen Aktivitäten und die Art der inhaltlichen Auseinandersetzungen der Kinder mit den jeweiligen Angeboten sowie über die Art und Tiefe des Interesses Aussagen treffen zu können. Eine theoretische Grundlage

dafür liefert z. B. das Modell von Häussler & Hofmann (2000, 694), das (zit. n. Krapp & Prenzel 2011, 10) (im Bereich der Physik) drei Interessendimensionen unterscheidet: „(1) interest in a particular topic of physics; (2) interest in a particular context in which a physical topic is presented; and (3) interest in the particular activity a student is allowed to engage in, in conjunction with that topic.“

Die Ergebnisse sowie auch die Erfahrungen während dieser (und einiger weiterer gleich gelagert durchgeführter) Studie(n) stimmen jedoch bereits jetzt sehr positiv, was die Chancen für eine erfolgreiche Implementation informatischer Bildung über den Zugang zu für die Kinder attraktiven Medien im Sachunterricht betrifft, da die untersuchten Kinder jeweils über einen Zeitraum von mindestens vier Stunden stets hochmotiviert und mit viel Freude bei der Sache bleiben, dabei vieles über die Funktionen der Medien bzw. ‚Geräte‘ lernen und insgesamt eine hohe Engagiertheit zeigen. Darüber hinaus geben erste Auswertungen dessen, was die Kinder während der Beschäftigung mit den technisch gut unterscheidbaren Spiel- und Lerngegenständen tun, wie sie sich äußern und was sie lernen, Anlass dazu, erwarten zu dürfen, dass im Rahmen dieses Settings besondere Leistungspotenziale von Kindern diagnostiziert sowie Ideen für die Entwicklung adaptiver weiterer Lernangebote entwickelt werden können.

8. Literatur

Acatech (Hrsg.) (2011): *Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech)* (Acatech berichtet und empfiehlt, Bd. 5). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15921-3>

Bauer, D. F. (1972): Constructing confidence sets using rank statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 67, S. 687–690.

- Bergner, N.; Köster, H.; Magenheimer, J.; Müller, K.; Romeike, R.; Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): *Zieldimensionen informatischer Bildung im Elementar- und Primarbereich*. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): *Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich*. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“.
- Best, A. & Marggraf, S. (2015): Das Bild der Informatik von Sachunterrichtslehrern. Erste Ergebnisse einer Umfrage an Grundschulen im Regierungsbezirk Münster. In: Jens Gallenbacher (Hg.): *Informatik 2015. Informatik allgemeinbildend begreifen*; 16. GI-Fachtagung Informatik und Schule. (S. 53-62) Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI-Edition Lecture Notes in Informatics Proceedings, 249).
- Best, A. (2017): Bild der Informatik von Grundschullehrpersonen. Erste Zwischenergebnisse aus qualitativen Einzelfallstudien. In: I. Diethelm (Hrsg.), *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt* (GI-Edition. Proceedings, Bd. 274, S. 83–86). Bonn: Köllen.
- Borowski, C., Diethelm, I. & Mesaroş, A.-M. (2010): Informatische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Theoretische Überlegungen zur Begründung. *Widerstreit Sachunterricht*, (15), 1–8. Zugriff am 05.09.2019. Verfügbar unter <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebeneI/superworte/infor/BorDieMe.pdf>
- Döbeli Honegger, B. (2010): ICT im Hosensack – Informatik im Kopf. In: G. Brandhofer, G. Futschek, P. Micheuz, A. Reiter & K. Schoder (Hrsg.), *25 Jahre Schulinformatik in Österreich – Zukunft mit Herkunft*. (S. 35-43) Wien: Österreichische Computer Gesellschaft.
- Döbeli Honegger, B. (2017): *Mehr als 0 und 1. Schule in einer digitalisierten Welt* (2.). Bern: Hep Verlag.
- Feierabend, S., Plankenhorn, T. & Rathgeb, T. (2017): *Kindheit, Internet, Medien. Basisstudie zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland, Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest*. Zugriff am 14.05.2018. Verfügbar unter https://www.mpf.de/fileadmin/files/Studien/KIM/2016/KIM_2016_Web-PDF.pdf
- Funke, A., Geldreich, K. & Hubwieser, P. (2016): Primary school teachers' opinions about early computer science education. In J. Sheard & C. S. Montero (Hg.), *Proceedings of the 16th Koli Calling International Conference on Computing Education Research - Koli Calling '16* (S. 135–139). New York: ACM Press.
- Gardner, P. L. (1996): *Students' interests in science and technology: Gender, age and other factors*. Paper written for the International Conference on Interest and Gender: Issues of Development and Change in Learning, Seon, Germany, 9th-13th June 1996.
- Gervé, F. (2015): Digitale Medien. In: J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Müller & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (UTB Schulpädagogik, Bd. 8621, 2. Aufl., S. 496–500). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Gesellschaft für Informatik. (2016): *Dagstuhl-Erklärung*. Zugriff am 25.04.2018. Verfügbar unter https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf
- Gibson, J. P. (2012): Teaching Graph Algorithms To Children Of All Ages. In: Tami Lapidot (Hg.): *Proceedings of the 17th ACM annual conference on Innovation and technology in computer science education*. ACM Special Interest Group on Computer Science Education. (S. 34–39) New York: ACM.
- Goecke, L., Stiller, J. & Pech, D. (2018): Algorithmische Verständnisweisen von Drittklässler/innen beim Explorieren von programmierbarem Material. In: U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinthoffer (Hg.), *Handeln im Sachunterricht* (Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, Band 28, S. 101–108). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Häussler, P. & Hofmann, L. (2000): A Curricular Frame for Physics Education: Development, Comparison with Students' Interests, and Impact on Students' Achievement and Self-Concept. *Science education*, 84 (6), S. 689-705.
- Hoffmann, S., Wendtland, K. & Wendtland, M. (2017): Algorithmisieren im Grundschulalter In I. Diethelm (Hrsg.), *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt* (GI-Edition. Proceedings, Bd. 274, S. 73–82). Bonn: Köllen.
- Hollander, M.; Wolfe, D. A. (1973): *Nonparametric Statistical Methods*. New York: John Wiley & Sons. S. 27–33.
- Holm, S. (1979): A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics*. 6, S. 65–70.
- Kahlert, J. (2016): *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. 4. aktualisierte Auflage. (UTB Schulpädagogik, Pädagogik, 3274). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Knaus, T. (2017): Verstehen – Vernetzen – Verantworten. Warum Medienbildung und informatische Bildung uns alle gehen und wir sie

- gemeinsam weiterentwickeln sollten. In: I. Diethelm (Hrsg.), *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt* (GI-Edition. Proceedings, Bd. 274, S. 31–48). Bonn: Köllen.
- Köster, H. (2006): *Freies Explorieren und Experimentieren. Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht* (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 55). Berlin: Logos-Verlag.
- Krapp, A. & Prenzel, M. (2011): Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), S. 27–50.
- Krapp, A. (1992): Interesse, Lernen und Leistung - Neue Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie. *Zeitschrift für Pädagogik* 38 (5), S. 747-770.
- Krapp, A. (1999): Intrinsische Lernmotivation und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45(3), S. 387–406.
- Petersen, U.; Theidig, G.; Börding, J.; Leimbach T.; Flintrop, B. (2007): *Roberta Abschlussbericht - Laufzeit 01.11.2002 - 28.2.2007*. Zugriff am 05.09.2019 <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb08/557939003.pdf>.
- Petrut, S.-J., Bergner, N. & Schroeder, U. (2017): Was Grundschulkindern über Informatik wissen und was sie wissen wollen. In: I. Diethelm (Hrsg.), *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt* (GI-Edition. Proceedings, Bd. 274, S. 63–72). Bonn: Köllen.
- R Core Team (2019): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Wien: R Foundation for Statistical Computing.
- Román-González, M., Pérez-González, J.-C. & Jiménez-Fernández, C. (2017): Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, S. 678–691.
- Schäffer, K. & Mammes, I. (2015): Zur Bedeutung informatischer Bildung in der Grundschule – Das Konstrukt des informatischen Verständnisses von Grundschulkindern. In: D. Blömer, M. Lichtblau, A.-K. Jüttner, K. Koch, M. Krüger & R. Werning (Hrsg.), *Perspektiven auf inklusive Bildung* (S. 174–180). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-06955-1_26
- Schwill, A. (2001): Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen? In: R. Keil-Slawik & J. Magenheimer (Hrsg.): *INFOS 2001 – 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule*, (S. 13–30).
- Serafini, G. (2011): Teaching Programming at Primary Schools: Visions, Experiences, and Long-Term Research Prospects. In: I. Kalaš & R. T. Mittermeir (Hrsg.), *Informatics in schools. Contributing to 21st century education; 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*, ISSEP 2011, Bratislava, Slovakia, October 26 - 29, 2011; proceedings (Lecture Notes in Computer Science, vol. 7013, vol. 7013, S. 143–154). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24722-4_13
- Stalder, F. (2016): *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp Verlag.
- Straube, P., Brämer, M., Köster, H. & Romeike, R. (2018): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht? Fachdidaktische Überlegungen und Implikationen. *Widerstreit Sachunterricht*, (24). Zugriff am 06.03.2019. Verfügbar unter <http://www.widerstreit-sachunterricht.de/ebene1/superworte/zumsach/straubeetal.pdf>
- Straube, P., Madany Mamlouk, N., Köster, H., Nordmeier, V., Müller-Birn, C. & Schulte, C. (2013): DoInG – Informatisches Denken und Handeln in der Grundschule. *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Zugriff am 20.11.2018. Verfügbar unter <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/download/422/566>.
- Weigend, M. (2009): Algorithmik in der Grundschule. In: B. Koerber (Hrsg.), *Zukunft braucht Herkunft - 25 Jahre "INFOS - Informatik und Schule"* (GI-Edition / Proceedings, vol. 156, S. 97–108). Bonn: Ges. für Informatik.
- Wickham, H. (2018): *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer. URL: <http://moderngraphics1.pbworks.com/f/ggplot2-Book09hWickham.pdf>.