

---

## Situationales Interesse von Grundschulkindern am naturwissenschaftlichen Sachunterricht in Abhängigkeit von Unterrichtszeit und Tableteinsatz

Verena Köhn<sup>1</sup> , Maria Todorova<sup>1</sup> und Anna Windt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Münster

### Zusammenfassung

Studien deuten darauf hin, dass der Einsatz von Tablets das Interesse von Lernenden am Unterricht wecken kann. Offen bleibt darin die Frage, ob die international unterschiedlichen curricularen Vorgaben zur Förderung von Medienkompetenz durch digitale Medien (im Rahmen der regulären Unterrichtszeit vs. im Rahmen zusätzlicher Unterrichtszeit durch ein zusätzliches Unterrichtsfach) das Interesse am Unterricht beeinflussen. Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Gruppe mit Tableteinsatz im Rahmen der regulären Unterrichtszeit ( $n=20$ ) und eine Gruppe mit Tableteinsatz einschliesslich zusätzlicher Unterrichtszeit, um den Umgang mit dem Tablet zu erlernen ( $n=27$ ), einer ohne Tablets unterrichteten Kontrollgruppe von Viertklässler:innen ( $n=31$ ) gegenübergestellt. Die Ergebnisse deuten auf Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich des Interesses am durchgeführten Unterricht hin, wobei die Gruppe mit zusätzlicher Unterrichtszeit der anderen Tablet-Gruppe überlegen ist. Dies deutet darauf hin, dass beim Einsatz von Tablets im Fachunterricht zusätzliche Unterrichtszeit förderlich für das situationale Interesse ist. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der Selbstbestimmungstheorie diskutiert und Limitationen der Untersuchung aufgezeigt.

### Situational Interest of Children in Primary Science Education Depending on Lesson Time and Tablet Use

#### Abstract

Existing studies indicate that the use of tablets is suitable for stimulating learners' interest in the classroom. Up to now, it remains an open question as to whether the internationally differing curricular requirements for promoting media competence through digital media (within regular lesson time vs. with additional lesson time in terms of a particular subject) influence the pupils' interest in the lesson. To answer this question, a group that used tablets in primary science during regular lesson time ( $n=20$ ) and a group that used tablets in primary science and additional lesson time to learn how to use the tablets ( $n=27$ ) were compared with a control group of fourth graders ( $n=31$ ) taught without tablets. The

*results indicate differences between the groups in interest depending on the instruction provided, with the group with additional lesson time being superior to the other tablet group. This suggests that additional lesson time may be conducive to situational interest when using tablets in subject lessons at primary level. Finally, we discuss the results against the background of the self-determination theory and point out the limitations of the study.*

## 1. Einleitung

Das Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten gilt sowohl national (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013) als auch international (NRC 2012; OECD 2013) als Bestandteil der naturwissenschaftlichen Grundbildung. Um den Aufbau eines langfristigen individuellen Interesses (Krapp 2005; Lewalter und Willems 2009) an Naturwissenschaften zu ermöglichen, sollte das situationale Interesse der Schüler:innen im Unterricht gefördert werden (Hidi und Renninger 2006; Tröbst et al. 2016), welches auch als die empfundene Interessantheit von Unterricht definiert wird (Hartinger, 1997). Dem Fach Sachunterricht kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, insbesondere vor dem Hintergrund des Rückgangs des Interesses an naturwissenschaftlichen Inhalten in der Sekundarstufe (z. B. OECD 2016). Einige Studien liefern Hinweise dafür, dass der Einsatz digitaler Medien das (situationale) Interesse bzw. andere unterrichtsrelevante motivationale Orientierungen begünstigen kann (Aufenanger 2015; Bastian 2018; Fokides et al. 2020; Ge et al. 2021; Gerick und Eickelmann 2017; Jenö et al. 2019; Karsenti und Fievez 2013; Li und Pow 2011; Martí und Mon, 2018; Martín et al. 2019; Tillmann 2018; Yeh et al. 2019). Jedoch sind diese Ergebnisse nur eingeschränkt aussagekräftig, besonders vor dem Hintergrund der international unterschiedlichen curricularen Verankerung des Einsatzes digitaler Medien zur Förderung von Medienkompetenz.<sup>1</sup> So sind bspw. in Australien, Griechenland und Kanada Unterrichtsfächer etabliert, die im Rahmen von zusätzlicher Unterrichtszeit dem Erwerb von Medienkompetenz dienen. Dagegen soll Medienkompetenz in China, Deutschland und Spanien ausschliesslich im Rahmen der regulären Unterrichtszeit, als «integrativer Teil der Fachcurricula aller Fächer» (KMK 2016, 12) vermittelt werden. Daraus ergibt sich international ein Unterschied in der aktiven Lernzeit (Anderson 1981), bspw. in einer Naturwissenschaft: Wird Medienkompetenz ausschliesslich im Rahmen der regulären Unterrichtszeit eines

---

<sup>1</sup> Da die Medienkompetenz von Schüler:innen nicht im Fokus des vorliegenden Beitrags liegt, wird auf eine umfassende Definition verzichtet. Die Autorinnen definieren Medienkompetenz in Anlehnung an ICILS als diejenigen individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten, Computer und digitale Technologien zu nutzen, um zu recherchieren, zu gestalten und zu kommunizieren, um an der Gesellschaft erfolgreich teilzuhaben (Fraillon et al. 2014). Dabei sind sowohl Fähigkeiten zur Bedienung als auch der kritischen Reflexion des Einsatzes digitaler Medien (in Anlehnung an Stalder 2016) einbezogen. Für eine ausführlichere sachunterrichtsdidaktische Auseinandersetzung mit dem Begriff der Medienkompetenz siehe bspw. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2021, Irion 2021 sowie Peschel et al. 2022.

naturwissenschaftlichen Fachs gefördert, ist die aktive Lernzeit für den Erwerb von fachlichen naturwissenschaftlichen Kompetenzen verkürzt, da im Rahmen dieser Zeit zusätzlich die notwendigen Kompetenzen im Umgang mit dem digitalen Gerät erworben werden müssen (Fernández-López et al. 2013; Fokides et al. 2020). Besonders bei der Bearbeitung von komplexen Lerninhalten, wie sie häufig im naturwissenschaftlichen Unterricht vorliegen, könnte dies unter den Lernenden zu einer kognitiven Überlastung (Irion 2010) und Motivationsproblemen (in Anlehnung an die Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci und Ryan 1993) führen. Um den Effekt der verschiedenen curricularen Konzeptionen zur Förderung von Medienkompetenz (mit zusätzlicher Unterrichtszeit vs. im Rahmen der regulären Unterrichtszeit) auf das situationale Interesse von Kindern am naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu untersuchen,<sup>2</sup> wurden in der vorliegenden Studie im quasiexperimentellen Design zum anspruchsvollen Thema *Verdunstung und Kondensation* drei Gruppen von Viertklässler:innen verglichen: In IG 1 erfolgte der Tableteinsatz ausschließlich in der regulären Unterrichtszeit (gemäss KMK); in IG 2 erfolgte der Tableteinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht mit zusätzlicher Unterrichtszeit für die Erarbeitung von Grundlagen im Bereich der Medienkompetenz (ähnlich der Curricula in Australien, Griechenland und Kanada); in der Kontrollgruppe (KG) fand der Unterricht in der regulären Unterrichtszeit ohne Tablets statt.

## 2. Theoretischer Hintergrund

### 2.1 *Interesse als motivationales Zielkriterium im Lehr-Lernprozess*

Das Interesse gilt als bedeutsame motivationale Komponente von Unterricht und lässt sich durch eine dynamische Beziehung zwischen einer Person und einem Gegenstand kennzeichnen (Krapp und Prenzel 2011). Aktuelle Konzeptionen unterscheiden dabei zwischen dem *situationalen Interesse*, das als motivationaler Zustand in einer bestimmten Umgebung bzw. als empfundene Interessantheit von Unterricht (Hartinger 1997) beschrieben werden kann, sowie dem *individuellen Interesse*, das als stabiles Persönlichkeitsmerkmal angesehen wird und sich durch eine wiederholte, langfristige und selbstbestimmte Auseinandersetzung mit dem Gegenstand charakterisieren lässt (Krapp 2005; Lewalter und Willems 2009). Die dieser Studie zugrundeliegende Pädagogische Interessentheorie (Schiefele, Hausser, und Schneider 1979) formuliert drei Aspekte von individuellem und situationalem Interesse, um dieses als mehrdimensionales Konstrukt zu definieren: (1) emotionale Aspekte, (2) Wert- und Steuerungsaspekte sowie (3) kognitive Aspekte (Krapp 2005; Lohrmann und Hartinger 2014). Voraussetzung für das Entstehen von Interesse ist demnach

---

2 Für den Einfluss auf das Fachwissen sowie die Medienkompetenz siehe Köhn et al. (in Vorbereitung).

zunächst, dass bei der Auseinandersetzung mit einem Gegenstand, bspw. mit einem bestimmten Unterrichtsthema, in der Summe positive Emotionen entstehen (Krapp und Prenzel 2011). Diese wiederum werden durch die drei grundlegenden psychologischen Bedürfnisse (*basic needs*) *Selbstbestimmung*, *Kompetenzerleben* und *Soziale Eingebundenheit* (Deci und Ryan 1993) mediiert (Hartinger 2005; Krapp 1998). Das Bedürfnis nach Selbstbestimmung lässt sich durch die Neigung des Menschen beschreiben, sein Handeln selbst bestimmen zu wollen und sich als autonom zu erleben (Deci und Ryan 1993). Das mit dem Gefühl einer Selbstwirksamkeit verbundene Bedürfnis nach Kompetenzerleben ist erfüllt, wenn sich eine Person als handlungsfähig erlebt und sie Herausforderungen selbstständig bewältigen kann. Das Gefühl der sozialen Eingebundenheit entsteht durch befriedigende soziale Kontakte (Deci und Ryan 1993). Wenn nicht alle dieser drei Bedürfnisse für eine Person erfüllt sind, wird das Entstehen positiver Emotionen verhindert, wodurch auch der Erhalt bzw. Aufbau von Interesse beeinträchtigt sein könnte (Hartinger 2005; Krapp 1998).

Wird ein Gegenstand von einer Person als wertvoll und bedeutsam eingeschätzt, wirken Wert- und Steuerungsaspekte als weitere Voraussetzung für das Entstehen bzw. Erhalten von Interesse. Eine Auseinandersetzung mit einem Interessengegenstand erfolgt überwiegend selbstbestimmt und freiwillig ohne externe Handlungsveranlassung (Krapp 2002). Die kognitiven Aspekte von Interesse beinhalten ein differenziertes, integriertes und metakognitives Wissen über den Interessengegenstand sowie das stetige Bestreben nach neuen Erkenntnissen (Hartinger 1997; Krapp und Prenzel 2011), wodurch sich das Interesse von der intrinsischen Motivation unterscheidet (Prenzel 1994).<sup>3</sup>

Schulische naturwissenschaftliche Lehr-Lernprozesse sollten die Entwicklung von Interesse an naturwissenschaftlichen Lerngegenständen im Sinne einer multikriterialen Zielerreichung ermöglichen (Bos et al. 2004; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013; NRC 2012), da Interesse den Erwerb von Fachwissen beeinflussen kann (Schiefele, Krapp, und Schreyer 1993) und als Voraussetzung für die Teilhabe an der Gesellschaft und für eine lebenslange Auseinandersetzung mit der naturwissenschaftlich-technisch geprägten Welt gilt (Bos et al. 2004). Allerdings lässt sich durch Unterricht eher das situationale als das individuelle Interesse von Schüler:innen beeinflussen (Hidi 2000). Ein (fort)bestehendes situationales Interesse kann sich dann jedoch zu einem zeitlich stabilen, individuellen Interesse entwickeln (Hidi und Renninger 2006). Das individuelle Interesse von Lernenden im naturwissenschaftlichen Unterricht wird folglich durch das situationale Interesse mediiert (Tröbst et al. 2016). Aus diesem Grund liegt der Fokus der vorliegenden Untersuchung auf dem situationalen Interesse.

---

3 Für eine ausführlichere Darstellung des Interessenbegriffs sowie die Abgrenzung zur Motivation siehe bspw. Hartinger und Fölling-Albers (2002).

### **2.2 *Situationales Interesse am naturwissenschaftlichen Sachunterricht fördern***

Für die Gestaltung eines Unterrichts, der das situationale Interesse fördert und aufrechterhält, ist es nach Hartinger (2005) in Anlehnung an die Selbstbestimmungstheorie (Deci und Ryan 1993) notwendig, dass sich die Lernenden im Unterricht als selbstbestimmt, kompetent und sozial eingebunden erleben (emotionale Aspekte). Darüber hinaus soll die Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand von den Lernenden als bedeutsam und relevant eingestuft werden (Wert- und Steuerungsaspekte). Das lässt sich bspw. erreichen, indem die Lernenden im Unterricht ein Produkt herstellen, das für sie von Bedeutung ist (z. B. Tillmann 2018). Zudem wird empfohlen, dass der Erwerb von Wissen und Fähigkeiten ermöglicht wird (kognitive Aspekte), damit Interesse entstehen kann (Schiefele et al. 1979).

Von Hartinger (2005) wurden verschiedene Massnahmen formuliert, die zur Erfüllung der drei psychologischen Bedürfnisse im naturwissenschaftlichen Sachunterricht beitragen und somit die Förderung von situationalem Interesse ermöglichen können: Für das Autonomieerleben eignet sich bspw. eine Öffnung des Unterrichts durch Freiarbeitsphasen, in denen die Lernenden selbstständig entscheiden und arbeiten können. Als besonders interessenförderlich hat sich für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht herausgestellt, wenn Kinder ihren eigenen Vermutungen nachgehen, Experimente zu deren Überprüfung entwickeln und durchführen (Hartinger 2005; Prenzel 1994; Tröbst et al. 2016).<sup>4</sup> Damit jeder Lernende sich als kompetent erleben kann, sollen differenzierte und individualisierte Aufgaben eingesetzt werden, die verschiedene Bearbeitungsniveaus zulassen. Die Unterrichtsinhalte sollten zudem stets in Kontexte eingebettet werden, die den Lernenden aus dem Alltag bekannt sind (Rossberger und Hartinger 2000), damit sie den Sinn des Lerninhalts begreifen und die Auseinandersetzung damit als bedeutsam empfinden können. Die soziale Eingebundenheit ist über positive Verhältnisse zwischen der Lehrperson und den Lernenden sowie zwischen den Lernenden zu erreichen, bspw. in Gruppenarbeit für die gemeinsame Durchführung eines Experiments, die als besonders positiv erlebt wird (Hartinger 2005; Prenzel 1994; Tröbst et al. 2016).

### **2.3 *Effekte von digitalen Geräten auf motivationale Variablen im Unterricht***

Aktuell liefern einige Studien Hinweise dafür, dass die empfundene Interessantheit des Unterrichts bzw. das situationale Interesse der Lernenden nicht nur durch die oben beschriebenen Massnahmen, sondern möglicherweise auch durch den Einsatz digitaler Geräte, speziell von Tablets, unterstützt werden könnte (Aufenanger 2015; Bastian 2018; Fokides et al. 2020; Ge et al. 2021; Gerick und Eickelmann 2017; Jenö

---

<sup>4</sup> Weitere Massnahmen beziehen sich bspw. auf die Bewertung von Leistungen und das Anbieten von Hilfestellungen (Hartinger 2005). An dieser Stelle werden jedoch nur diejenigen Massnahmen aufgeführt, die für die Intervention der vorliegenden Untersuchung relevant sind.

et al. 2019; Karsenti und Fievez 2013; Li und Pow 2011; Martí und Mon 2018; Martín et al. 2019; Tillmann 2018; Yeh et al. 2019). Der Einsatz von Tablets hat insbesondere das Potenzial, die Entwicklung positiver Emotionen der Lernenden zu begünstigen (Tillmann 2018): So könnten digital verfügbare Hilfestellungen, bspw. über verlinkte gestufte Hilfen (Maak et al. 2019) für eine hohe *Selbstbestimmung* sorgen und ein *Kompetenzerleben* ermöglichen. Auch verschiedene Formen der Dokumentation mit einem Tablet (mithilfe eines Videos oder der Diktierfunktion, durch Fotos, getippten Text etc.), die individuell durch die Lernenden ausgewählt werden können, begünstigen eine Öffnung von Lernaufgaben und somit *Selbstbestimmung* und *Kompetenzerleben*. Darüber hinaus kann die *soziale Eingebundenheit* durch das kooperative Arbeiten mit digitalen Geräten gefördert werden, da sich die Lernenden in Partner- oder Kleingruppenarbeit gegenseitig bei der Bedienung des Gerätes unterstützen können (Hillmayr et al. 2017). Der Neuigkeitscharakter der Beschäftigung mit digitalen Medien könnte ebenfalls zu einer Steigerung von Interesse führen (Fokides et al. 2020; Hillmayr et al. 2017; Jenö et al. 2019; Kerres 2000; Tamim et al. 2015). Allerdings wird angenommen, dass dieser Neuigkeitseffekt zeitlich nur begrenzt wirkt (Fokides et al. 2020). Weiterhin könnten durch die Einbindung digitaler Medien in den Unterricht andere, möglicherweise interessantere Unterrichtsinhalte thematisiert oder Methoden umgesetzt werden, die dann zu einer Steigerung des Interesses der Lernenden am Unterricht führen könnten (Tillmann 2018).

Die folgenden internationalen Befragungsstudien stützen die oben formulierte Annahme: Bei acht- bis zwölfjährigen spanischen Schüler:innen fanden Martí und Mon (2018), dass sowohl vor als auch nach der Einbettung von Tablets in den Unterricht ein Grossteil der Lernenden (93%–92%) der Ansicht war, dass diese den Unterricht interessanter machen. Allerdings wurde nur eine einzige, dichotome Frage zur Erfassung der Interessantheit des Unterrichts verwendet und das Ausmass der Tabletnutzung im Unterricht nicht kontrolliert.

Karsenti und Fievez (2013) zeigten für kanadische Schüler:innen der 6.–10. Klasse und ihre Lehrpersonen, dass diese am häufigsten das Potenzial von Tablets im Unterricht darin sehen, die Motivation für den Unterricht zu erhöhen. Weitere Untersuchungen von Karsenti (2015) zeigen allerdings, dass der alleinige Einsatz von Tablets zu keiner Motivationssteigerung führt, sondern die Art der Nutzung des Tablets durch Lehrpersonen und Lernende ausschlaggebend ist.

Auch Lehrpersonen in Deutschland sprechen Tablets bzw. digitalen Geräten allgemein ein grosses Potenzial zur Förderung des (situationalen) Interesses von Schüler:innen zu (Gerick und Eickelmann 2017). Allerdings lassen sich aus den Ergebnissen dieser Befragungsstudien keine Rückschlüsse auf die Wirkung von digitalen Geräten bzw. von Tablets auf das tatsächliche situationale Interesse der Lernenden ziehen.

Einige (quasi)experimentelle Studien liefern ebenfalls Hinweise auf die förderliche Wirkung von Tablets auf motivationale Variablen. Li und Pow (2011) verglichen in China zwei Tabletklassen mit 1-zu-1-Ausstattung mit zwei Nicht-Tabletklassen (4. und 5. Klasse) bezüglich der Lernmotivation. Die Kinder wurden dabei insgesamt fünf Wochen lang unterrichtet und dreimal wöchentlich zu ihrer Lernmotivation befragt. In den Tabletklassen zeigte sich insgesamt eine signifikant höhere Lernmotivation. Da die Autoren jedoch keine Erläuterungen zu dem gemessenen Konstrukt anbieten, können die Ergebnisse nicht direkt auf das situationale Interesse der Lernenden bezogen werden.

Die Auswertung von Tagebucheinträgen einer Studie zum Tableteinsatz im Deutsch, Mathematik- und Sachunterricht in Deutschland mit Kindern des dritten Jahrgangs zeigte, dass die intrinsische Motivation der Lernenden zu allen acht Messzeitpunkten hoch ist, wobei vor allem die Gestaltung eigener Medienprodukte wie E-Books oder Erklärvideos als motivierend erlebt wurde (Tillmann 2018). Auch wenn diese Befunde die Bedeutung der Art des Tableteinsatzes im Unterricht unterstreichen, fehlt in dieser Studie eine passende Kontrollgruppe, sodass sich keine zuverlässige Aussage über den Einfluss von Tablets treffen lässt.

Fokides et al. (2020) verglichen den Effekt von verschiedenen Interventionen mit und ohne digitale Geräte (Tablets und Laptop) u. a. hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Motivation von Elf- bis Zwölfjährigen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Interventionen mit digitalen Geräten als signifikant motivierender bewertet wurden als diejenigen mit analogen Materialien, allerdings erhielten die Gruppen mit digitalen Geräten vor der Intervention im Rahmen zusätzlicher Unterrichtszeit ein intensives Training zum Umgang mit diesen.

Insgesamt weisen die Studien auf möglicherweise existierende Potenziale digitaler Medien zur Förderung von (situationalem) Interesse hin. Allerdings liegen aufgrund der Unzulänglichkeit der Konstruktdefinition oder des Untersuchungsdesigns nur begrenzt aussagekräftige Evidenzen für den Einfluss von Tablets auf das situationale Interesse von Grundschulkindern vor. Darüber hinaus ist die Förderung von Medienkompetenz im Grundschulalter in den Ländern der o. g. Studien unterschiedlich curricular verankert (s. Kapitel 2.4). Aus diesem Grund ist die Vergleichbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt. Inwiefern die curriculare Einbindung von Tablets zur Förderung von Medienkompetenz einen Effekt auf das situationale Interesse der Lernenden hat, wurde bisher nicht systematisch untersucht.

#### **2.4 Curriculare Vorgaben zur Förderung von Medienkompetenz im Unterricht**

Für den Einsatz von Tablets im Unterricht zum Zweck der Förderung von Medienkompetenz im Grundschulalter finden sich international zwei unterschiedliche curriculare Vorgaben: Die Medienkompetenzförderung und der Einsatz entsprechender

digitaler Tools soll in einigen Ländern (1) ausschliesslich als integrativer Teil der Fachcurricula, in anderen Ländern (2) mit darüber hinaus zusätzlich vorgesehener Unterrichtszeit im Rahmen eines zusätzlichen Unterrichtsfaches erfolgen.

So soll die Medienkompetenz bspw. in Spanien ebenso wie in Deutschland im Rahmen des Fachunterrichts (KMK 2016; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2014) als ausschliesslich integrativer Teil der Fachcurricula, also im Rahmen der regulären Unterrichtszeit stattfinden. In China wird Medienkompetenz im Grundschulalter im Rahmen des Faches *General Studies* angebahnt, in dem auch *Science Education* sowie *Personal, Social and Humanities Education* thematisiert werden (Curriculum Development Council Committee on Technology Education 2017). Eine solche in den Fachunterricht integrierte Förderung von Medienkompetenz erscheint sinnvoll, da die geforderten Teilkompetenzen mehrheitlich nicht ohne konkrete Inhalte (bspw. das Erstellen einer digitalen Präsentation) erarbeitet werden können. Allerdings könnte die ausschliesslich in der regulären Unterrichtszeit stattfindende Förderung von Medienkompetenz auch zu Problemen führen: Bei dieser Form der Einbindung müssen Lernende in der regulären Lernzeit zusätzlich Kompetenzen für den Umgang mit digitalen Medien erwerben. Auch wenn Kinder mittlerweile als *digital natives* (Prezsky 2001) gelten, kann nicht vorausgesetzt werden, dass sie allein durch die ausserschulische Nutzung der Geräte bereits über die erforderlichen Kompetenzen verfügen (Fernández-López et al. 2013; Fokides et al. 2020). Daher ist für den Wissens- bzw. Kompetenzerwerb im Umgang mit dem digitalen Gerät Lernzeit aufzuwenden, woraus eine Reduzierung der Lernzeit zum Erwerb von fachspezifischen Kompetenzen resultiert. Gemäss der Evidenzen zum Einfluss echter Lernzeit auf den Lernerfolg (z. B. Anderson 1981) könnte der Lernerfolg hinsichtlich des Fachwissens dann beeinträchtigt sein. Insbesondere in der Grundschule könnte beim Einsatz digitaler Medien im Unterricht während der regulären Unterrichtszeit durch die gleichzeitige Erarbeitung von Medienkompetenz und fachlichen Kompetenzen die kognitive Belastung der Lernenden erhöht sein, wodurch der Kompetenzerwerb erschwert wäre (Irion 2010).

So benötigen die Lernenden bei Fokides et al. (2020) hinreichend Medienkompetenz für die Dokumentation von Versuchsbeobachtungen und Diskussionsergebnissen in einer App über das Wachstum und die Fotosynthese von Pflanzen, um gleichzeitig die fachspezifischen Kompetenzen zu erwerben. Darüber hinaus müssen entsprechende Bedienkompetenzen vorhanden sein, um das Tablet für das Lernen nutzen zu können. Diese hohe Anforderung an die Lernenden könnte zu einem geringen Kompetenzerleben führen, welches seinerseits das situationale Interesse der Lernenden negativ beeinflussen kann (Deci und Ryan 1993; Hartinger 2005; Schiefele et al. 1979).



Die Förderung von Medienkompetenz mit zusätzlicher Unterrichtszeit als zweite Variante der curricularen Einbindung in der Grundschule wird bspw. in Australien, Griechenland und Kanada in Form eines zusätzlichen Faches umgesetzt (Europäische Kommission 2020; International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) 2015). Auf diese Weise werden Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geräten ausserhalb vom naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert. Der spätere Einsatz digitaler Geräte im naturwissenschaftlichen Fachunterricht könnte durch diese Form der curricularen Einbindung die Aufrechterhaltung bzw. das Entstehen von situationalem Interesse am Unterricht begünstigen. Da die Lernenden bereits über die nötige Medienkompetenz (insbesondere Bedienkompetenzen) verfügen, könnte sich dies positiv auf das Kompetenzerleben auswirken (Deci und Ryan 2002) und damit der Einsatz digitaler Medien sein Potenzial zur Förderung des Interesses besser entfalten (Fokides et al. 2020).

Inwiefern diese zwei curricularen Vorgaben zur Einbindung digitaler Medien in den Fachunterricht, die mit Unterschieden in der Lernzeit für die fachlichen Unterrichtsinhalte einhergehen, das situationale Interesse der Lernenden beeinflussen, wurde bislang nicht untersucht. Diesem Desiderat soll die vorliegende Studie nachgehen.

### 3. Fragestellung

Vor dem präsentierten theoretischen Hintergrund und Desiderat wurde für die Studie folgende Fragestellung abgeleitet:

Unterscheidet sich das situationale Interesse am naturwissenschaftlichen Sachunterricht zum Thema *Verdunstung und Kondensation* zwischen einer Gruppe mit Tableteinsatz in der regulären Unterrichtszeit, einer Gruppe mit Tableteinsatz mit zusätzlicher Unterrichtszeit sowie einer ohne Tablets unterrichteten Gruppe?

Da über den Einfluss der unterschiedlichen curricularen Einbindung von Tablets auf das situationale Interesse der Lernenden im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule bislang keine Erkenntnisse vorliegen, wird der o. g. Fragestellung im Rahmen einer explorativen Untersuchung nachgegangen.

## 4. Methode

### 4.1 Stichprobe

An der Untersuchung nahmen jeweils drei vierte Klassen einer Schule aus dem städtischen Raum und einer Schule aus dem ländlichen Raum Nordrhein-Westfalens mit insgesamt 104 Kindern teil. Pro Schule wurde jede der drei teilnehmenden Klassen zufällig einer der drei Untersuchungsbedingungen (Tableteinsatz in der regulären Unterrichtszeit, Tableteinsatz mit zusätzlicher Unterrichtszeit, ohne Tablet) zugeteilt. Aufgrund fehlender Einverständniserklärungen sowie fehlender Daten, insbesondere zum Beruf der Eltern, zur Ermittlung des sozioökonomischen Status, entstand ein hoher Dropout, sodass von 78 Kindern (51.3 % davon Mädchen) vollständige Datensätze für die Analysen genutzt werden konnten. Das durchschnittliche Alter betrug  $M=10.27$  Jahre ( $SD=0.33$ ). Der mittlere sozioökonomische Status, operationalisiert über den HISEI (Ganzeboom und Treiman 2003), lag bei 50.17 ( $SD=15.6$ ,  $Min=22$ ;  $Max=86$ ). Nach Geschlecht ( $p=.70$ ), HISEI ( $p=.09$ ) und Alter ( $p=.71$ ) lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen vor. Zu Beginn der Untersuchung hatte kein Kind schulische Erfahrung im Umgang mit Tablets. Die häuslichen Vorerfahrungen der Lernenden beschränken sich überwiegend auf das Spielen mit dem Tablet. Lediglich sechs Kinder ( $n_{IG1}=2$ ;  $n_{IG2}=3$ ;  $n_{KG}=1$ ), hatten zuvor mit einem Textverarbeitungsprogramm auf einem Tablet gearbeitet.

### 4.2 Untersuchungsdesign

Die vorliegende Studie ist eine Teilstudie eines Projekts, dessen vorrangiges Ziel die Entwicklung, Implementation und Evaluation eines tablet-basierten Unterrichtskonzepts zur Förderung von naturwissenschaftlichem Fachwissen von Grundschulkindern zu Thema Verdunstung und Kondensation und ihrer Medienkompetenz in den Bereichen Bedienen, Anwenden, Produzieren und Präsentieren (Medienberatung NRW 2018) war. Das Thema Verdunstung und Kondensation wurde gewählt, weil es Bestandteil des Lehrplans NRW (2008) ist und für Kinder im Grundschulalter als besonders herausfordernd gilt: Die Kinder sollen ein Verständnis für unsichtbare Phänomene und unsichtbare Stoffe ausbilden (Strunk 1999). Besonders die Erkenntnis, dass Gase dauerhafte Substanzen sind, die eine Masse besitzen und Raum einnehmen, ist eine Schwierigkeit, die für das Verständnis der Aggregatzustandswechsel überwunden werden muss (ebd.). Die hohen Anforderungen durch dieses Thema könnten im Unterricht zu einem geringen Kompetenzerleben der Lernenden führen und das Interesse am Thema möglicherweise negativ beeinflussen. Mithilfe von digitalen Technologien wie Tablets können jedoch bspw. verschiedene Darstellungsweisen und -wechsel, ermöglicht werden, wodurch eventuelle

Verständnisschwierigkeiten gelöst und das situationale Interesse positiv beeinflusst werden könnte. Beispielsweise können Videos von Versuchen mehrfach wiederholt und pausiert und mithilfe von Zeitlupe- und Zeitrafferfunktion nicht wahrnehmbare Prozesse veranschaulicht werden.

Um mögliche Effekte auf das Interesse am Unterricht zu identifizieren, wurde das situationale Interesse der Schüler:innen im Rahmen der Evaluation als abhängige Variable nach der Intervention erhoben (siehe Abb. 1). Die unabhängige Variable war die in den drei Gruppen eingesetzte Intervention, wodurch die international verschieden curricular verankerten Möglichkeiten zur Förderung von Medienkompetenz (mit zusätzlicher Unterrichtszeit vs. im Rahmen der regulären Unterrichtszeit – s. Kapitel 2.4) abgebildet werden sollten.

Es wurde zwischen drei Gruppen unterschieden, siehe Tabelle 1.

Dauer/Gruppe	5 min	90 min	5 x 90 min		5 min
IG 1 Tableteinsatz in regulärer Un- terrichtszeit n=20	Messzeitpunkt 1 Situationales Interesse am bisherigen Sachunterricht		Techn. Einführung	Verdunstung und Kon- densation – digitales Forscherheft	Messzeitpunkt 2 Situationales Interesse am durchge- führten Unterricht
IG 2 Tableteinsatz mit zusätzlicher Unterrichtszeit n=27		Techn. Einführung	Verdunstung und Kondensa- tion – digitales Forscherheft		
KG ohne Tablet n=31			Verdunstung und Kondensa- tion – analoges Forscherheft		

**Tab. 1:** Untersuchungsdesign.

Die Gruppe mit Tableteinsatz in der regulären Unterrichtszeit (IG 1) erhielt zunächst eine technische Einführung in die Bedienung des Tablets im Umfang von 90 Minuten (s. Tab. 1). Im Rahmen dieser Einführung erlangten die Kinder durch das eigenständige Bearbeiten verschiedener Übungen in Partnerarbeit basale Kompetenzen wie bspw. das Bedienen der Kamerafunktionen und die Arbeit mit einem Textverarbeitungsprogramm. Anschliessend wurde die Unterrichtsreihe zum Thema *Verdunstung und Kondensation* im Rahmen von vier 90-minütigen Sequenzen durchgeführt.<sup>5</sup> In der Unterrichtsreihe gestalteten die Kinder jeweils zu zweit an

<sup>5</sup> Ein idealer Unterricht mit facheingebundenem Tableteinsatz würde nach dem Verständnis der Autorinnen vorsehen, dass die technische Einführung in das Tablet nicht vorgelagert wird, sondern fortlaufend in den Fachunterricht einfließt. Nach umfangreichen Pilotierungen wurde allerdings festgestellt, dass eine solche Einbindung digitaler Geräte wegen etwaiger Neuigkeitseffekte für die Grundschule im Rahmen einer solchen vergleichsweise kurzen Intervention nicht umsetzbar ist. Weiterhin könnte durch ein vorheriges Training sichergestellt werden, dass die Lernenden hinreichend kompetent und sicher in der Nutzung der digitalen Geräte sind, um diese für das fachliche Lernen zu nutzen (Fernandes-López et al. 2013; Fokides et al. 2020).

einem Tablet ein *digitales Forscherheft*, das unterschiedliche im Unterricht durchgeführte Versuche dokumentiert. Auf diese Weise sollten die in der technischen Einführung erworbenen Bedienkompetenzen vertieft und erweitert werden. Zusätzlich wurde in Plenumsphasen auf Grundlage der von den Kindern erstellten Versuchsprotokolle im Forscherheft über Gestaltungskriterien für digitale Versuchsprotokolle diskutiert, um deren Wirkung und Qualität zu reflektieren und *Regeln für ein gutes Forscherheft* aufzustellen. Da der Tableteinsatz facheingebunden in der regulären Unterrichtszeit umgesetzt wurde, entspricht diese Gruppe einer Umsetzung nach KMK-Forderung (2016) sowie der Umsetzung in China und Spanien.

In der Gruppe mit Tableteinsatz und zusätzlicher Unterrichtszeit (IG 2), wurde die technische Einführung identisch zu IG 1 gestaltet, allerdings in einer zusätzlichen Doppelstunde erteilt (vgl. Tab. 1). Nach der technischen Einführung standen daher für IG 2 insgesamt fünf (statt wie bei IG 1 vier) 90-minütige Sequenzen für die Unterrichtsreihe zur Verfügung, die inhaltsidentisch zur Intervention der IG 1 durchgeführt wurde (s. Tab. 1). Die Dauer von fünf 90-minütigen Sequenzen haben befragte Lehrpersonen als reguläre Unterrichtszeit für die Inhalte angegeben. Die Doppelstunde zur technischen Einführung stellt in dieser Gruppe demnach zusätzliche Unterrichtszeit dar, die international (bspw. in Australien, Griechenland und Kanada) in zusätzlichen Unterrichtsfächern erteilt wird (s. Kapitel 2.4).

In der Kontrollgruppe (KG) wurde der Unterricht inhaltsidentisch zu IG 1 und IG 2 auf analoge Weise im Rahmen von fünf 90-minütigen Sequenzen durchgeführt (s. Tab. 1). Diese Gruppe erstellte während des Unterrichts ein papierbasiertes Forscherheft. Auch in dieser Gruppe wurde über Gestaltungskriterien für ein gutes Forscherheft diskutiert, bspw. das saubere Anfertigen einer Zeichnung betreffend.

In den digitalen bzw. analogen Forscherheften wurden Versuchsprotokolle zu vier verschiedenen Versuchen zu dem Thema Verdunstung und Kondensation erstellt. Dazu sollten jeweils die Fragestellung, das benötigte Material für die Untersuchung der Fragestellung, eine Vermutung zum Ausgang des Versuchs, die Durchführung und Beobachtungen sowie ein Ergebnis notiert werden. Dabei durften die Kinder eigenständig auswählen, ob sie Text, Fotos oder Videos (im digitalen Forscherheft) bzw. Text oder Zeichnungen (im analogen Forscherheft) nutzen. Alle Kinder waren vor der Untersuchung gewohnt, analoge Versuchsprotokolle zu erstellen.

Für das Erstellen des digitalen Forscherhefts waren darüber hinaus zum einen Bedienkompetenzen notwendig (Schreiben mithilfe der Tastatur, Einfügen von Fotos oder Videos, Erstellen von Fotos und Videos, Vornehmen einfacher Formatierungen, z. B. die Schriftfarbe ändern). Zum anderen mussten reflexive Fähigkeiten (Medienberatung NRW 2018) hinsichtlich der Gestaltung des Forscherhefts angewandt werden (z. B. die Auswahl einer dunklen Schriftfarbe auf hellem Hintergrund, um einen hohen Kontrast und damit eine gute Lesbarkeit zu erzielen).

Um Effekte zu kontrollieren, die auf die unterrichtende Lehrperson zurückgeführt werden könnten, wurden alle drei Interventionen in beiden Schulen von jeweils einer Lehrperson durchgeführt. Diese Lehrerin war üblicherweise nicht als Lehrerin in der Klasse tätig.

Im Rahmen des Unterrichts wurden in allen drei Gruppen gleichermaßen allgemeine Merkmale eines interessenfördernden Unterrichts erfüllt. So wurde von den Lernenden mit dem (digitalen) Forscherheft in jeder Gruppe ein Handlungsprodukt erstellt, das von diesen als bedeutsam eingestuft werden kann (Tillmann 2018). Zusätzlich konnten die Schüler:innen selbst auswählen, welche Vermutungen sie in Versuchen prüfen und dokumentieren wollten und auch die Wahl der Arbeitspartner:innen wurde den Lernenden selbst überlassen (Hartinger 2005; Prenzel 1994). Durch überwiegend offen gestaltete Aufgaben wurde eine natürliche Differenzierung und Individualisierung angestrebt, wodurch das Kompetenzerleben insgesamt unterstützt werden sollte. Auch die Einbettung in Alltagskontexte wurde im Unterricht realisiert, indem einzelne Phänomene stets in alltägliche Situationen eingeordnet wurden (Rossberger und Hartinger 2000).

Da davon ausgegangen wurde, dass sich das Interesse am bisherigen Sachunterricht auf das situationale Interesse am durchgeführten Unterricht auswirken kann, wurde dieses vor der Intervention als Kontrollvariable erhoben (vgl. Tab. 1). Als weitere Kontrollvariablen wurden das Geschlecht, der sozioökonomische Status sowie der Migrationshintergrund erhoben, da angenommen wird, dass diese das situationale Interesse am Unterricht ebenfalls beeinflussen können (u. a. OECD 2016). Zusätzlich wurde die außerschulische Nutzung von Tablets erfragt, da bspw. durch die häusliche Nutzung von digitalen Geräten bzw. Tablets der Neuigkeitseffekt reduziert sein könnte (Fokides et al. 2020) und dadurch das situationale Interesse beeinflusst würde.

### 4.3 Instrumente

Um das Interesse der Lernenden am bisherigen Sachunterricht bzw. das situationale Interesse am durchgeführten Sachunterricht zu erheben, wurde jeweils ein Fragebogen mit sechs Items mit einer vierstufigen Likert-Skala eingesetzt (0 – *stimmt gar nicht* bis 3 – *stimmt genau*). Der Fragebogen wurde in Anlehnung an die Skala zum situationalen Interesse aus dem Projekt PLUS (Kauertz et al. 2014) erstellt. Die Lernenden wurden vor der Intervention instruiert, bei der Beantwortung der Aussagen an den bisherigen Sachunterricht zu denken. Nach der Intervention sollten die Aussagen hingegen hinsichtlich des *durchgeführten* Unterrichts beantwortet werden. Die Aussagen sowie die Instruktion wurden entsprechend angepasst. Die Bearbeitungszeit betrug jeweils etwa fünf Minuten. Die Item- und Skalenanalysen ergaben akzeptable Trennschärfen für die einzelnen Items sowie eine gute interne

Konsistenz sowohl für die Skala zum Interesse am bisherigen Sachunterricht (Cronbachs  $\alpha = .81$ ) als auch für die Skala zum situationalen Interesse am durchgeführten Unterricht (Cronbachs  $\alpha = .85$ ).

Als mögliche Kontrollvariablen wurden in einem weiteren Fragebogen das Geschlecht (0 = Mädchen, 1 = Junge), der sozioökonomische Status ( Ganzeboom und Treiman 2003) sowie der Migrationshintergrund, operationalisiert über die in der Familie gesprochene Sprache (0 = nicht (nur) Deutsch, 1 = nur Deutsch (Hussmann et al. 2017) erhoben. Darüber hinaus wurden die Lernenden hinsichtlich ihrer außerschulischen Vorerfahrungen mit Tablets befragt (*Häufigkeit der Nutzung*: 0 = nie – 3 = täglich; *Gerätetyp*: 0 = kein Tablet – 2 = iPad; *Dauer der Nutzung*: 0 = gar nicht – 4 = drei Stunden oder mehr am Tag). Die Vorerfahrungen mit Tablets wurden über die Summe der o. g. drei z-standardisierten Variablen operationalisiert, die Reliabilität der Skala lag im akzeptablen Bereich (Cronbachs  $\alpha = .66$ ).

#### **4.4 Statistische Auswertung**

Zuerst wurden deskriptive Statistiken berechnet (s. Tabelle 1). Um die Relevanz der o. g. möglichen Kovariaten für das situationale Interesse zu ermitteln, wurden ergänzend Korrelationen berechnet. Diese zeigen, dass von den Kontrollvariablen neben dem Interesse am bisherigen Sachunterricht ( $r = .620, p < .001$ ) nur der sozioökonomische Status ( $r = -.230, p = .043$ ) mit dem situationalen Interesse am durchgeführten Unterricht zum Thema *Verdunstung und Kondensation* signifikant korreliert. Somit scheinen diese zwei Variablen als Kovariaten relevant zu sein.

Um zu prüfen, ob die Gruppen hinsichtlich ihrer Medienkompetenz und ihres Fachwissens vergleichbar sind, wurde ein Fachwissentest zu dem Thema *Verdunstung und Kondensation* (in Anlehnung an Pollmeier 2015) sowie ein für das Projekt entwickelter Test zur Messung der Medienkompetenz (Köhn et al., 2020) eingesetzt. Die Gruppen zeigten keine signifikanten Unterschiede (Köhn et al., in Vorbereitung).

Um zu überprüfen, ob sich die Interventionsgruppen bereits vor dem Unterricht in den Kovariaten unterscheiden haben, wurde zusätzlich jeweils eine ANOVA mit den abhängigen Variablen *Interesse am bisherigen Sachunterricht* bzw. *sozioökonomischer Status* und der unabhängigen Variable *Gruppe* berechnet. Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen bzgl. der Kontrollvariablen (Interesse am bisherigen Sachunterricht:  $p = .225$ ; sozioökonomischer Status:  $p = .143$ ), sodass eine Konfundierung von Intervention und Kovariaten ausgeschlossen werden kann (Field 2013). Um die Fragestellung der Studie zu beantworten, wurde daher eine univariate ANCOVA mit *Interesse am bisherigen Sachunterricht* und *sozioökonomischer Status* als Kovariaten berechnet. Als

abhängige Variable fungierte dabei *das Interesse am durchgeführten Unterricht* zum Thema *Verdunstung und Kondensation*. Die dreistufige Variable *Gruppe* (IG 1 vs. IG 2 vs. KG) wurde als unabhängige Variable herangezogen.

Die Überprüfung der Voraussetzungen bzgl. der Varianzhomogenität ergab einen signifikanten Unterschied der Varianzen zwischen den drei Gruppen (Levene-Test:  $p = .042$ ), der nicht zu vernachlässigen war (Field 2013). Daher wurde zur Stabilisierung der Varianzen beim Vorliegen von Varianzheterogenität die abhängige Variable einer Box-Cox-Transformation (Box und Cox 1964; Osborne 2010) in R (Paket *forecast*) unterzogen. Die Varianzhomogenität sowie die weiteren Voraussetzungen der ANCOVA (Homoskedastizität, Normalverteilung der Residuen sowie Homogenität der Regressionssteigungen) waren nach der erfolgten Transformation erfüllt. Die Ergebnisse der Kovarianzanalyse beziehen sich somit auf die transformierten Werte des situationalen Interesses, mit Ausnahme der Box-Cox-Transformation wurden alle Analysen mit SPSS 27 durchgeführt.

Zur Prüfung der Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen wurden im Anschluss an die ANCOVA post-hoc Analysen mit den um die Kovariaten korrigierten Werten des situationalen Interesses durchgeführt. Um einer Alphafehlerkumulierung entgegenzuwirken (Field 2013), wurde die Bonferroni-Korrektur verwendet. Als Mass für die Effektstärken wurde bei der ANCOVA das partielle  $\eta^2$  ( $\eta p^2$ ) und bei den post-hoc Analysen Cohens  $d$  berechnet (Cohen 1988).

## 5. Ergebnisse

Die deskriptiven Statistiken für die abhängige Variable und beide Kovariaten sind getrennt für die drei Gruppen in Tabelle 2 dargestellt. Diese zeigen, dass das durchschnittliche situationale Interesse am durchgeführten Sachunterricht in IG 2 am höchsten, in IG 1 am geringsten ist.

Variablen	IG 1 n=20		IG 2 n=27		KG n=31	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Situationales Interesse am durchgeführten Sachunterricht (AV)	1.36	0.93	2.20	0.45	1.97	0.70
Interesse am bisherigen Sachunterricht (KV)	1.84	0.94	2.13	0.51	2.01	0.62
Sozioökonomischer Status (KV)	52.90	20.05	41.63	21.56	42.42	21.06

**Tab. 2:** Mittelwerte und Standardabweichungen der drei Gruppen (IG 1=Gruppe mit Tableteinsatz in der regulären Unterrichtszeit, IG 2=Gruppe mit Tableteinsatz und zusätzlicher Unterrichtszeit, KG=Kontrollgruppe ohne Tableteinsatz) für das situationale Interesse am durchgeführten Sachunterricht als abhängige Variable (AV) sowie für das Interesse am bisherigen Sachunterricht und sozioökonomischer Status als Kontrollvariablen (KV).

Die Ergebnisse der ANCOVA zeigen, dass das *Interesse am bisherigen Sachunterricht* signifikant mit dem situationalen Interesse am durchgeführten Sachunterricht zusammenhängt,  $F(1,77) = 47.69$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .40$ . Der sozioökonomische Status hängt ebenfalls signifikant mit dem Interesse am durchgeführten Unterricht zusammen,  $F(1,77) = 4.93$ ,  $p = .03$ ,  $\eta^2 = .06$ .

Unter Kontrolle des Effekts der beiden Kovariaten zeigt sich insgesamt ein signifikanter Effekt der Intervention auf das situationale Interesse am durchgeführten Sachunterricht,  $F(2,77) = 4.78$ ,  $p = .01$ ,  $\eta^2 = .12$ .

Die Bonferroni-korrigierte post-hoc-Analyse mit den um die Effekte der Kontrollvariablen bereinigten Werten des situationalen Interesses ergibt einen signifikanten Unterschied mit mittlerem Effekt zwischen IG 1 und IG 2 ( $p = .01$ ,  $d = .76$ ). Somit fällt das situationale Interesse am durchgeführten Unterricht in IG 2 signifikant höher aus als das situationale Interesse in IG 1 (s. auch Tabelle 1). Der Vergleich von IG 1 und KG ergibt einen tendenziell signifikanten Unterschied mit mittlerem Effekt ( $p = .071$ ,  $d = 0.62$ ). Das situationale Interesse am durchgeführten Unterricht in der KG ist also tendenziell signifikant höher als in IG 1 (s. auch Tab. 2). Der Unterschied zwischen IG 2 und KG ist hingegen nicht signifikant ( $p = 1.0$ ,  $d = 0.23$ ).

## 6. Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie sich die unterschiedliche curriculare Einbindung der Förderung von Medienkompetenz – ausschliesslich im Rahmen der regulären Unterrichtszeit wie bspw. in China, Deutschland und Spanien oder mit zusätzlicher Unterrichtszeit wie bspw. in Australien, Griechenland und Kanada – auf das situationale Interesse der Lernenden am naturwissenschaftlichen Sachunterricht auswirkt. Zu diesem Zweck wurde das situationale Interesse von Kindern des vierten Jahrgangs nach einer Sachunterrichtsreihe zum Thema *Verdunstung und Kondensation* zwischen drei Gruppen verglichen: einer Gruppe mit Einsatz von Tablets ausschliesslich in der regulären Unterrichtszeit (IG 1), einer Gruppe mit Tableteinsatz mit zusätzlicher Unterrichtszeit (IG 2) und einer Gruppe ohne Tableteinsatz (KG).

Unter Kontrolle des Interesses am bisherigen Sachunterricht sowie des sozioökonomischen Status fiel das situationale Interesse der in regulärer Unterrichtszeit unterrichteten Gruppe (IG 1) mit einem mittleren Effekt signifikant geringer aus als das situationale Interesse der Gruppe mit zusätzlicher Zeit (IG 2). Wie sich auch bei Karsenti (2015) gezeigt hat, scheint die Art des Einsatzes digitaler Medien einen Einfluss auf das situationale Interesse der Lernenden zu haben. In IG 1 scheint die verkürzte Zeit für die Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten aufgrund der Verknüpfung mit einem weiteren komplexen Inhalt, nämlich dem Umgang mit dem Tablet, einen negativen Effekt auf das situationale Interesse zu haben. Die



Herausforderung, ohne zusätzliche Lernzeit Kompetenzen in beiden Bereichen zu entwickeln, könnte zu einer Reduzierung des Kompetenzerlebens geführt (Deci und Ryan 1993) und so das situationale Interesse am naturwissenschaftlichen Sachunterricht (Hartinger 2005; Krapp 1998) beeinträchtigt haben. Hinweise, die diese Erklärung stützen können, ergeben sich aus einer Studie von Köhn et al. (in Vorbereitung), die gezeigt hat, dass IG 1 im Rahmen der Intervention weniger Fachwissen erwirbt als IG 2. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Tableteinsatz in der regulären Lernzeit der Grundschule nachteilig für das situationale Interesse im naturwissenschaftlichen Sachunterricht sein kann und nicht durch das ihm zugesprochene interessenfördernde Potenzial (Aufenanger 2015; Gerick und Eickelmann 2017) ausgeglichen werden kann.

Im Vergleich zwischen IG 1 und KG unterscheiden sich die zwei Gruppen hinsichtlich zweier Variablen: Tableteinsatz und Lernzeit. Aufgrund einer möglichen Konfundierung geben die Ergebnisse daher nur erste Hinweise: Der Vergleich von IG 1 und KG deutet darauf hin, dass das situationale Interesse bei verkürzter Lernzeit durch den Einsatz von Tablets sogar im Vergleich zu einem Unterricht ohne Tableteinsatz geringer ausfallen und somit beeinträchtigt sein könnte. Dies unterstreicht die Bedeutsamkeit der Art des Tableteinsatzes. Auch wenn das Tablet ein grosses Potenzial zur Förderung motivationaler Aspekte besitzt, kann dieses nur entfaltet werden, wenn der Einsatz für Lehrpersonen und Lernende sinnvoll erfolgt. Neben der Oberflächenstruktur muss dabei insbesondere die Tiefenstruktur, also die spezifische Nutzung des Tablets berücksichtigt werden (vgl. u. a. Karsenti 2015). Zukünftige Studien sollten daher verstärkt verschiedene Möglichkeiten des Tableteinsatzes im Unterricht fokussieren.

Der Vergleich von IG 2 und KG ist hingegen nicht signifikant. Der Einsatz des Tablets hat bei gleicher Lernzeit demnach nicht zu einem höheren situationalen Interesse geführt. Dieser Befund widerspricht den Ergebnissen früherer Untersuchungen, die digitalen Medien ein interessenförderndes Potenzial für den Unterricht zusprechen (Aufenanger 2015; Bastian 2018; Fokides et al. 2020; Ge et al. 2021; Gerick und Eickelmann 2017; Jenö et al. 2019; Karsenti und Fievez 2013; Li und Pow 2011; Martín und Mon 2018; Martín et al. 2019; Tillmann 2018; Yeh et al. 2019). Mögliche methodische Erklärungen hierfür liegen in der kleineren Stichprobe und der damit einhergehenden Power der Analysen sowie der Art der Tabletanwendung im Unterricht (Erstellung eines digitalen vs. analogen Forscherhefts), welche das interessenfördernde Potenzial digitaler Medien in der vorliegenden Studie möglicherweise nicht ausreichend erschöpft. So könnte bspw. der Einsatz von Augmented Reality (in Anlehnung an Lauer und Peschel 2022) das Interesse der Lernenden besser unterstützen. Weitere Gründe, die die Vergleichbarkeit unserer Ergebnisse mit früheren Studien einschränken, könnten in der Art der Untersuchung (Befragungen vs. Quasiexperiment mit KG), in der Auswahl und Operationalisierung der abhängigen Variablen

(situationales Interesse vs. andere motivationale Variablen) oder in der untersuchten Stichprobe liegen (Sekundarstufenschüler:innen vs. Grundschulkindern). Um den Einfluss digitaler Technologien auf das Interesse im naturwissenschaftlichen Unterricht und zum Thema *Verdunstung und Kondensation* speziell zu untersuchen, bedarf es weiterer experimentell angelegter Untersuchungen, die eine breitere Spanne von curricularen Realisierungen von digitalen Geräten und Apps im Unterricht miteinander vergleichen.

Limitierend für die vorliegende Studie muss weiter angemerkt werden, dass keine qualitativen Daten zur Erklärung der Ergebnisse vorliegen. Zusätzliche Interviews mit Lehrpersonen sowie den Lernenden der drei Gruppen hätten zur Erklärung der Befunde beitragen können. Ausserdem sollte beachtet werden, dass in der vorliegenden Studie die Stichprobe relativ klein und durch den hohen Dropout möglicherweise nicht ausreichend repräsentativ ist. Ausserdem wurden ausschliesslich Grundschulkindern des vierten Jahrgangs betrachtet und die Untersuchung ist auf ein Unterrichtsthema beschränkt, sodass allgemeingültige Aussagen erschwert sind. Zukünftige Untersuchungen sollten die o. g. Fragestellung daher für eine grössere und repräsentative Stichprobe sowie für weitere Unterrichtsthemen öffnen. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass nur wenige Kinder Vorerfahrungen im Umgang mit dem im Projekt verwendeten Textverarbeitungsprogramm hatten. Auch wenn die häusliche Nutzung von Tablets für Kinder im Grundschulalter geläufiger wird (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2021), kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Lernenden diese auch für bildungsbezogene Tätigkeiten nutzen können (Constantine und Jung 2019). Für Kinder mit schulischer Vorerfahrung im Umgang mit Tablets könnten sich die Ergebnisse anders darstellen. Überdies umfasst der Sachunterricht neben der naturwissenschaftlichen noch vier weitere Perspektiven (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts 2013), weshalb die Kovariate *Interesse am bisherigen Sachunterricht* in zukünftigen Studien weiter geschärft werden sollte.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie geben einen Hinweis darauf, dass sich zusätzliche Unterrichtszeit beim Einsatz von Tablets im naturwissenschaftlichen Sachunterricht möglicherweise förderlich auf das situationale Interesse auswirkt.

Auch wenn das Tablet gemäss der Vielzahl internationaler Studien ein grosses Potenzial zur Förderung motivationaler Aspekte besitzt (s. Kapitel 2.3), kann dieses nur entfaltet werden, wenn ausreichend Lernzeit zur Verfügung steht. Alternativ könnte für den Einsatz von Tablets ohne zusätzliche Zeit bspw. eine stärker sequenzierte, schrittweise Einführung der einzelnen Funktionen über mehrere Unterrichtsreihen und Schuljahre hinweg vorgesehen und das Tablet zunächst zu kognitiv weniger anspruchsvollen Themen verwendet werden. Allerdings ist eine solche schrittweise Einführung wegen des hohen Aufforderungscharakters des Tablets in der Grundschule schwierig umsetzbar und verlangt eine hohe Klassenführungs-kompetenz

der Lehrperson. Weitere Studien sollten daher prüfen, wie eine schrittweise Einführung des Tablets im Rahmen der regulären Unterrichtszeit (nach Forderung der KMK 2016) effektiv erfolgen kann, um den Forderungen nach dem gleichzeitigen Erwerb von Medienkompetenz und fachlichen Kompetenzen gerecht zu werden, ohne das situationale Interesse für naturwissenschaftliche Inhalte zu gefährden. Dies ist insbesondere mit Blick auf den Rückgang des Interesses an naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe (OECD 2016) sowie der Relevanz von Kompetenzen für ein Leben in der digitalen Welt (KMK 2016) von Bedeutung.

### Literatur

- Anderson, Lorin W. 1981. «Instruction and Time-on – Task: a Review». *Journal of Curriculum Studies* 13 (4): 289–303. <https://doi.org/10.1080/0022027810130402>.
- Aufenanger, Stefan. 2015. «Tablets an Schulen. Ein empirischer Einblick aus der Perspektive von Schülerinnen und Schülern». In *Smart und mobil. Digitale Kommunikation als Herausforderung für Bildung, Pädagogik und Politik. Schriften zur Medienpädagogik*, herausgegeben von Katja Friedrich, Friederike Siller, und Albert Treber, 63-77. München: kopaed.
- Bastian, Jasmin. 2018. «Tablets zur Neubestimmung des Lernens? Befragung und Unterrichtsbeobachtung der Integration von Tablets in den Unterricht». In *Tablets in Schule und Unterricht. Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien*, herausgegeben von Jasmin Bastian, und Stefan Aufenanger, 139-173. Wiesbaden: Springer.
- Bos, Wilfried. 2004. *IGLU. Einige Länder der Bundesrepublik Deutschland im nationalen und internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Box, George E. P., und David R. Cox. 1964. «An Analysis of Transformations». *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)* 26 (2): 211–52.
- Cohen, Jacob. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2. Aufl. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>.
- Constantine, Angelina, und Karl G. Jung. 2019. «Using digital science notebooks to support elementary student learning: Lessons and perspectives from a 5th grade science classroom». *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. <https://www.citejournal.org/volume-19/issue-3-19/science/using-digital-science-notebooks-to-support-elementary-student-learning-lessons-and-perspectives-from-a-fifth-grade-science-classroom/>.
- Curriculum Development Council Committee on Technology Education. 2017. «Technology Education – Key Learning Area Curriculum Guide (Primary 1 – Secondary 6)». *The Curriculum Development Council*, herausgegeben von The Education Bureau HKSARG. [https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/TE/TE\\_KLACG\\_P1-S6\\_Eng\\_2017.pdf](https://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/TE/TE_KLACG_P1-S6_Eng_2017.pdf).

- Deci, Edward L., und Richard M. Ryan. 1993. «Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik». *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (2): 223–38. <https://doi.org/10.25656/01:11173>.
- Deci, Edward L., und Richard M. Ryan. 2002. *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester, NY: University of Rochester Press.
- Europäische Kommission. 2017. «Teaching and Learning in Primary Education». Eurydice – European Commission. 9. Oktober 2017. [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/teaching-and-learning-primary-education-20\\_en](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/teaching-and-learning-primary-education-20_en).
- Fernández-López, Álvaro, Mariá. J. Rodríguez-Fórtiz, Mariá. L. Rodríguez-Almendros, und Mariá J. Martínez-Segura. 2013. «Mobile Learning Technology Based on IOS Devices to Support Students with Special Education Needs». *Computers and Education* 61 (Februar): 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.014>.
- Field, Andy. 2013. *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*. 4th Ed. Sage.
- Fokides, Emmanuel, Penelope Atsikpasi, und Dorothea Karageorgou. 2020. «Tablets, Plants, and Primary School Students: A Study». *Technology, Knowledge and Learning* 25 (3): 621–49. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09445-7>.
- Fraillon, Julian, John Ainley, Wolfram Schulz, Tim Friedmann, und Eveline Gebhardt. 2014. *Preparing for life in a digital age: the IEA international computer and information literacy study international report*. Cham: Springer.
- Ganzeboom, Harry B. G., und Donald J. Treiman. 2003. «Three Internationally Standardised Measures for Comparative Research on Occupational Status». *Advances in Cross-National Comparison*, 159. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9186-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9186-7_9).
- Ge, Jenny, Rachel E. Smyth, Michelle Searle, Lori Kirkpatrick, Rebecca Evans, Alexa Elder, und Heather Brown. 2021. «Perspectives from Students: How to Tame the Chaos and Harness the Power of Technology for Learning». *Brock Education Journal* 30 (1): 74. <https://doi.org/10.26522/brocked.v30i1.850>.
- Gerick, Julia, und Birgit Eickelmann. 2017. «Abschlussbericht im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Evaluation des Projekts ›Lernen Mit Digitalen Medien‹ in Schleswig-Holstein». Zugriff 13.04.2017 [https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/gerick/\\_files/abschlussbericht-evaluation-modellschulen-gerick-eickelmann-feb2017.pdf](https://www.ew.uni-hamburg.de/ueber-die-fakultaet/personen/gerick/_files/abschlussbericht-evaluation-modellschulen-gerick-eickelmann-feb2017.pdf).
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. 2013. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. 2021. «Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung». Erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung. <https://new.gdsudev.de>.
- Harteringer, Andreas. 1997. *Interessenförderung. Eine Studie zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

- Hartinger, Andreas. 2005. *Interessen (von Mädchen und Jungen) aufgreifen und weiterentwickeln*, herausgegeben von Manfred Prenzel, Reinhard Demuth, Karen Rieck, und Tanja Achenbach. Modulbeschreibungen des Programms SINUS-Transfer Grundschule. Naturwissenschaften. G7. Kiel: IPN Leibniz-Institut f. d. Pädagogik d. Naturwissenschaften an d. Universität Kiel.
- Hartinger, Andreas, und Maria Fölling-Albers. 2002. *Schüler motivieren und interessieren. Ergebnisse aus der Forschung. Anregungen für die Praxis*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hidi, Suzanne. 2000. «Chapter 11 – An Interest Researcher’s Perspective: The Effects of Extrinsic and Intrinsic Factors on Motivation». In *Intrinsic and Extrinsic Motivation*, herausgegeben von Carol Sansone und Judith M. Harackiewicz, 309–39. San Diego: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012619070-0/50033-7>.
- Hidi, Suzanne, und K. Ann Renninger. 2006. «The Four-Phase Model of Interest Development». *Educational Psychologist* 41 (2): 111–27. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4).
- Hillmayr, Delia, Frank Reinhold, Lisa Ziernwald, und Kristina Reiss. 2017. *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe*. Münster: Waxmann.
- Hussmann, Anke, Heike Wendt, Wilfried Bos, Albert Bremerich-Vos, Daniel Kasper, Eva-Maria Lankes, Nele McElvany, Tobias C. Stubbe, und Renate Valtin, Hrsg. 2017. *IGLU 2016: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster New York: Waxmann.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). 2015. *ICILS 2013 International database (IDB)*. Zugriff 10.12.2021. <https://www.iea.nl/data-tools/repository/icils>.
- Irion, Thomas. 2010. «Medienbildung im Sachunterricht – Aufgaben für den Sachunterricht zur Förderung von Kompetenzen für das Sachlernen mit Medien». In *Neue Medien im Sachunterricht. Gestern – heute – morgen*, herausgegeben von Markus Peschel, 55–69. Baltmannsweiler: Schneider.
- Irion, Thomas. 2021. «Digitale Grundbildung – zukunftsorientiert und grundschulgerecht». Researchgate.net. [https://www.researchgate.net/publication/352569171\\_Digitale\\_Grundbildung\\_zukunftsorientiert\\_und\\_grundschulgerecht](https://www.researchgate.net/publication/352569171_Digitale_Grundbildung_zukunftsorientiert_und_grundschulgerecht).
- Jeno, Lucas, Vigdis Vandvik, Sigrunn Eliassen, und John-Arvid Grytnes. 2019. «Testing the novelty effect of an m-learning tool on internalization and achievement: A Self-Determination Theory approach». *Comput. Educ.* <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.008>.
- Karsenti, Thierry. 2015. «Uses, Benefits, and Challenges of 1-1 iPad Classes: A Survey of 9855 Canadian Students». In *Proceedings of SITE 2015- Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, herausgegeben von Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2406–2413. <https://www.learntechlib.org/primary/p/150610/>.
- Karsenti, Thierry, und Aurélien Fievez. 2013. «Uses, Benefits, and Challenges of 1-1 iPad Classes: A Survey of 9855 Canadian Students». *Paper Presented at the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2015*. <http://tgpd.com.au/wp-content/uploads/2014/03/iPad-report.pdf>.

- Kauertz, Alexander, Thilo Kleickmann, Anne Ewerhardy, Katharina Fricke, Kim Lange, Annika Ohle, Katharina Pollmeier, et al. 2014. «Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS». Report. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:464-20140730-114110-9>.
- Kerres, Michael. 2000. «Mediendidaktische Analyse digitaler Medien im Unterricht». *Computer + Unterricht: Lernen und Lehren mit digitalen Medien* 10 (1): 26–28.
- Köhn, Verena, Katharina Fricke, Maria Todorova, und Anna Windt. 2020. «Disparitäten bei Grundschulkindern bezüglich computer- und informationsbezogener Kompetenzen im Bereich Produzieren und Präsentieren». *Zeitschrift für Grundschulforschung* 13: 47–64. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00067-2>.
- Köhn, Verena, Maria Todorova, und Anna Windt (in Vorbereitung).
- Krapp, Andreas. 1998. «Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht». *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 45 (Januar): 186–203.
- Krapp, Andreas. 2002. «Structural and Dynamic Aspects of Interest Development: Theoretical Considerations from an Ontogenetic Perspective». *Learning and Instruction, Interest in Learning, Learning to be Interested* 12 (4): 383–409. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00011-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00011-1).
- Krapp, Andreas. 2005. «Die Bedeutung von Interesse für den Grundschulunterricht». *Grundschulunterricht* 52 (10): 4–8.
- Krapp, Andreas, und Manfred Prenzel. 2011. «Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings». *International Journal of Science Education* 33 (1): 27–50. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645>.
- Lauer, Luisa, und Markus Peschel. 2022. «Inwiefern eignen sich Augmented Reality-Technologien für den Einsatz im Sachunterricht der Primarstufe?». *GDSU-Journal* 13: 94–96.
- Lewalter, Doris, und Ariane S. Willems. 2009. «Die Bedeutung des motivationsrelevant\*en Erlebens und des individuellen Fachinteresses für das situationale Interesse im Mathematikunterricht». *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 56 (4): 243–57.
- Li, Sandy, und Jacky W. C. Pow. 2011. «Affordance of Deep Infusion of One-to-One Tablet-PCs Into and Beyond Classroom». *International Journal of Instructional Media* 38 (4): 319–26.
- Lohrmann, Karin, und Andreas Hartinger. 2014. «Lernemotionen, Lernmotivation und Interesse». In *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*, herausgegeben von Einsiedler, Wolfgang, Margarete Götz, Andreas Hartinger, Friederike Heinzl, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs, 275–78. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Maak, Anna-Lena, Kris-Stephen Besa, Darius Haunhorst, und Matthias Wilde. 2019. «Gestufte Lernhilfen als Mittel der Binnendifferenzierung im fächerübergreifenden Unterricht». In *Individuelle Förderung im Unterricht und in der Schule*, herausgegeben von Knauder, Hannelore und Christa-Monika Reisinger, 178–200. Münster: Waxmann.
- Martí, Mar C., und Francesc M. E. Mon. 2018. «The use of tablets and their impact on learning. A national research in Primary Education schools». In *Revista de Educació* 379: 160–80.

- Martín, Estefanía, David Roldán-Alvarez, Pablo A. Haya, Cristina Fernández-Gaullés, Cristian Guzmán, und Hermelinda Quintanar. 2019. «Impact of Using Interactive Devices in Spanish Early Childhood Education Public Schools». *Journal of Computer Assisted Learning* 35 (1): 1-12.
- Medienberatung NRW. 2020. *Medienkompetenzrahmen NRW*. Zugriff 17.02.2021. <https://medienkompetenzrahmen.nrw/medienkompetenzrahmen-nrw/#>.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (MPFS). «KIM-Studie 2021. Kindheit, Internet, Medien: Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-jähriger». Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. 2014. «Real Decreto 126/2013, de 28 de febrero, pr el que se establexe el currículo básico de la Educación Primaria». *Boletín Oficial del Estado* 52(1): 10349. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/02/28/126/dof/spa/pdf>.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. 2008. *Richtlinien und Lehrpläne*. Düsseldorf: Ritterbach.
- National Research Council (NRC). 2012 *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. <https://doi.org/10.17226/13165>.
- OECD. 2013. «PISA 2015 Draft Science Framework». Zugriff 12.10.2021. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>.
- OECD. 2016. *PISA 2015. Ergebnisse (Band I): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung*. Bielefeld: Bertelsmann. <https://doi.org/10.1787/9789264267879-de>.
- Osborne, Jason. 2010 «Improving your data transformations: Applying the Box-Cox transformation». *Practical Assessment, Research, and Evaluation* 15 (1). <https://doi.org/10.7275/qbpc-gk17>.
- Peschel, Markus., Inga Gryl, Philipp Straube, Sarah Bach, Martin Brämer, und Carmen Kunkel. 2022. «Sachunterrichtliche Bildung in der digitalen Welt. Die digitale Transformation im Fokus der Didaktik des Sachunterrichts». In Volker Frederking und Ralf Romeike (herausgegeben von), *Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken* (Bd. 3, Allgemeine Fachdidaktik, S. 359-87). Münster: Waxmann.
- Pollmeier, Judith. 2015. *Kontextmerkmale und die Bearbeitung von Aufgaben in einem Test naturwissenschaftlicher Kompetenz in der Grundschule*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:6-38209706140>.
- Prensky, Mark. 2001. «Digital Natives, Digital Immigrants». *On the Horizon* 9 (5): 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.
- Prenzel, Manfred. 1994. «Mit Interesse in das dritte Jahrtausend! Paedagogische Ueberlegungen». herausgegeben von Norbert Seibert und Helmut J. Serve. *Bildung und Erziehung an der Schwelle zum dritten Jahrtausend*. München: Pims.
- Rossberger, Eva, und Andreas Hartinger. 2000. «Interesse an Technik: Geschlechtsunterschiede in der Grundschule». *Grundschule* 32 (6): 15-17.

- Schiefele, Hans, Karl Hausser, und Gerd Schneider. 1979. «Interesse als Ziel und Weg der Erziehung. Überlegungen zu einem vernachlässigten pädagogischen Konzept». *Zeitschrift für Pädagogik* 25: 1-20.
- Schiefele, Ulrich, Andreas Krapp, und Inge Schreyer. 1993. «Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung». *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 25 (Januar): 120–48.
- Stalder, Felix. 2016. *Kultur der Digitalität*. Berlin: Edition Suhrkamp.
- Strunk, Ulrich. 1999. Die Behandlung von Phänomenen aus der unbelebten Natur im Sachunterricht: Die Perspektive der Förderung des Erwerbs von kognitiven und konzeptuellen Fähigkeiten. Dissertation. Bad Iburg: Der Andere Verlag.
- Tamim, Rana M., Eugene Borokhovski, David Pickup, Robert M. Bernard, und Lina El Saadi. 2015. «Tablets for Teaching and Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis». *Report. Commonwealth of Learning (COL)*. <http://oasis.col.org/handle/11599/1012>.
- Tillmann, Alexander. 2018. «Begleituntersuchung zum Projekt MOLE – Mobiles Lernen in Hessen». In *Tablet-Klassen. Begleituntersuchung, Unterrichtskonzepte und Erfahrungen aus dem Pilotprojekt «Mobiles Lernen in Hessen – MOLE»*, herausgegeben von Tillmann, Alexander und Ingo Antony, 13–40. Münster: Waxmann.
- Tröbst, Steffen, Thilo Kleickmann, Kim Lange-Schubert, Anne Rothkopf, und Kornelia Möller. 2016. «Instruction and Students' Declining Interest in Science: An Analysis of German Fourth- and Sixth-Grade Classrooms». *American Educational Research Journal* 53 (1): 162–93. <https://doi.org/10.3102/0002831215618662>.
- Yeh, Charles Y. C., Hercy N. H. Cheng, Zhi -Hong Chen, Calvin. C. Y. Liao, und Tak-Wai Chan. 2019. «Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island». *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 14 (1): 5. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0100-9>.