

Holzapfel, Marisa; Dittert, Nadine

Kreativität und informative Bildung im Sachunterricht

Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 65-74



Quellenangabe/ Reference:

Holzapfel, Marisa; Dittert, Nadine: Kreativität und informative Bildung im Sachunterricht - In: Grey, Jan [Hrsg.]; Schmitz, Denise [Hrsg.]; Gryl, Inga [Hrsg.]; Best, Alexander [Hrsg.]; Kuckuck, Miriam [Hrsg.]; Humbert, Ludger [Hrsg.]: *Informatische Bildung in der Grundschule. Befunde, Diskussionen, Erfahrungen*. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 65-74 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347922 - DOI: 10.25656/01:34792; 10.35468/6203-05

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347922>

<https://doi.org/10.25656/01:34792>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und das Werk bzw. diesen Inhalt nicht bearbeiten, abwandeln oder in anderer Weise verändern.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.en> You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to alter or transform this work or its contents at all.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der



Marisa Holzapfel und Nadine Dittert

Kreativität und informatische Bildung im Sachunterricht

Abstract

Im folgenden Beitrag wird der Frage nachgegangen, wie Kreativität und informatische Bildung im Sachunterricht vereint werden können. In der Kreativitätsforschung herrscht Konsens darüber, dass Kreativität eine der wichtigsten Persönlichkeitseigenschaften für das Lösen von Problemen ist. Das Schaffende und gleichzeitig Problemlösende ist ebenso zentral in der Informatik: Die Entwicklung neuer Informatiksysteme hat oft zum Ziel, ein weltliches Problem zu lösen – sei es einen Weg zu finden oder mehr über bisher verborgene Lebenswelten von Tieren und Pflanzen zu erfahren. Schließlich versteht es der Sachunterricht als seine Aufgabe, Zugänge zur Lebenswelt der Schüler:innen und dem, was zu dem sie umgebenden Alltag gehört, zu eröffnen.

Die Kombination dieser Bereiche scheint vielversprechend: Informatiksysteme gehören bereits zum Alltag von Grundschulkindern und damit auch in den Sachunterricht. Hier besteht zudem die Möglichkeit, informatische Bildung mit natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Themen zu verknüpfen, wodurch vielperspektivisches Lernen ermöglicht wird. Themen wie Mobilitätsbildung oder Lebensräume von Tieren können beispielsweise mit Robotern thematisiert werden. Dabei können die Schüler:innen kreativ gestaltend tätig werden, indem sie eigene Welten erschaffen, die durch eigene Wegpunkte, Ziele oder Hindernisse gekennzeichnet sind. Das hier beschriebene Konzept zeigt auf, wie Lernroboter im Sachunterricht eingesetzt werden können und welche Rolle Kreativität und informatische Bildung dabei einnehmen.

1 Einleitung

Kreativität gilt als eine der Schlüsselqualifikationen des 21. Jahrhunderts, die mit Blick auf die besonderen Herausforderungen dieser Zeit immer wichtiger erscheint. Für das Lösen von Problemen und Schwierigkeiten, auch und insbesondere technischer Natur, ist Kreativität laut Runco (2004) eine der wichtigsten Persönlichkeitseigenschaften, was in der Kreativitätsforschung schon lange Konsens scheint. Obwohl Kreativität derzeit auch im Bildungsdiskurs viel diskutiert wird und die Bedeutung für viele verschiedene Lernbereiche und Fähigkeiten, wie z.B. informatische oder naturwissenschaftliche Bildung oder soziale Kompetenz, hervorgehoben wird, hat sich in der pädagogischen

Praxis die Betrachtung von Kreativität und deren Nutzen noch nicht durchgesetzt (Barbot & Heuser 2017; Beghetto 2010; Spencer & Lucas 2018).

In der Informatik nimmt Kreativität als schöpferische Tätigkeit eine zentrale Rolle ein: Modellierungstätigkeiten erfordern und fördern gleichzeitig die Anwendung von Kreativität (Schubert & Schwill 2011). Aus eigenen Ideen werden durch informatische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen lauffähige Programme, Spiele oder ganze interaktive Systeme, die eine wahrnehmbare Form erhalten. Die Förderung von Kreativität im Informatikunterricht sei entsprechend eines der wichtigsten Ziele (Hubwieser 2013).

Um Forderungen nach informatischer Bildung in allen Bildungsbereichen, wie der der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK 2022) zu folgen, möchten wir folgend einen Ansatz beschreiben, der dem Ziel folgt, Kreativität in und durch informatische Bildung in der Grundschule zu fördern.

2 Grundbegriffe der Kreativitätsforschung

Kreativität ist ein in der Forschung viel diskutierter und höchst unterschiedlich definierter Begriff. Dieser Diskurs wird in aller Kürze aufgegriffen. Zum einen ist die Diskussion, ob Kreativität ein latentes und damit schwer bis gar nicht änderbares Persönlichkeitsmerkmal ist oder, ob es sich bei Kreativität um eine erlernbare Fähigkeit handelt, wesentlich für den Bildungskontext. Erstes würde bedeuten, dass die Kreativität einer Person Einfluss auf das Lernen haben könnte, letzteres würde auch umgekehrt zulassen, dass entsprechend gestalteter Unterricht die Kreativität von Schüler:innen beeinflussen könnte. Die Forschung ist bei dieser Frage uneins. Ebenso gehen auch die Sichtweisen zur Frage, ob Kreativität generisch oder domänen spezifisch ist, auseinander (Baer 2010; Barbot u.a. 2016; Silvia u.a. 2009). Neben diesen spezifischen Fragen ist auch die allgemeine Definition von Kreativität nicht eindeutig und einheitlich möglich. Als sinnvolle Definition von Kreativität im (naturwissenschaftlichen) Bildungskontext hat sich die Definition von Bliersbach und Reiners (2017) erwiesen. Hier werden alle vier Komponenten von Kreativität aufgegriffen: die kreative Person, das kreative Produkt, das kreative Umfeld und der kreative Prozess. Dabei diskutieren die Autoren, dass alle vier Aspekte im Unterricht eine Rolle spielen könnten, wie folgt:

„Kreativität beschreibt das in jedem Menschen innewohnende Potential, mit Hilfe von verschiedenen metakognitiven Strategien, die vor allem auf dem Ausbrechen aus bekannten Strukturen und der Rekombination von Wissen beruhen, etwas für dessen jeweiliges Umfeld gleichsam Neues und Relevantes zu schaffen. (Bliersbach & Reiners 2017, 324)“

Zur Definition von Kreativität ist auch die Auseinandersetzung mit den Begriffen divergentes und kreatives Denken wesentliche Grundlage. Divergentes Denken lässt sich mit zahlreichen bestehenden Instrumenten relativ einfach messen, die Messung von Kreativität ist dagegen sehr viel schwieriger. Daher wird beides in vielen Studien häufig gleichgesetzt (z.B. Brophy 2006; Cropley 2006; Garaigordobil 2006). Divergentes Denken ist jedoch nur ein unverzichtbarer Teil des kreativen Denkens. So stellt zum Beispiel Runco (2006, 249) in der Einleitung zu einem Sammelband zum Thema *Kreativität* fest: „Eine Gemeinsamkeit der verschiedenen Artikel ist der Gedanke, dass divergentes Denken nicht gleichbedeutend mit Kreativität ist. Vielmehr ist es ein Prädiktor für Kreativität“. Divergent Denken bedeutet im Kern *anders denken*. Dieses *anders denken* ist zwar ein wesentlicher Teil von kreativem Denken, dieses geht jedoch darüber hinaus. Zum kreativen Denken gehört, dass eine Idee oder ein Gedanke nicht nur anders, sondern auch zielführend ist.

Neben all den begrifflichen Unklarheiten, scheint jedoch sicher zu sein, dass Kreativität und auch die Möglichkeit zur kreativen Entfaltung im Bildungskontext, insbesondere im Sachunterricht, eine Rolle spielen sollte (Holzapfel u.a. 2022).

3 Kreativität in der informatischen Bildung

In der informatischen Bildung spielt Kreativität ebenso eine maßgebliche Rolle. In den Bildungsstandards der Primarstufe wird informatisches Modellieren (und Problemlösen) als kreativer Prozess beschrieben, der Theorie, Abstraktion und Design miteinander verknüpft (Humbert u.a. 2019). Der Prozess der Modellierung wird als zentrale Aktivität der Informatik beschrieben, die auf den drei Masterideen *strukturierte Zerlegung*, *Sprache* und *Algorithmisierung* fußt (Schubert & Schwill 2011; Schwill 1993). Demnach wird ein System analysiert und es werden modellrelevante Eigenschaften abgeleitet, bevor es mittels einer Beschreibungssprache präzisiert und schließlich durch Algorithmisierung simuliert wird (ebd.). Diese Modellierung beschreibt Romeike schließlich als kreativen Prozess, der die Anwendung von Kreativität notwendig macht und fördert (Romeike 2011). Kreativität in ihrer Form als schaffender, konstruktiver Prozess ist somit als zentraler Baustein der Informatik als modellbildende Wissenschaft zu begreifen.

Seymour Paperts konstruktionistische Sichtweise beschreibt dieses Vorgehen auf ähnliche Weise: aus Ideen und mentalen Vorstellungen werden Modelle entwickelt und umgesetzt, die am Ende eines Prozesses eine wahrnehmbare Form erhalten und zu einem realen Produkt werden (Papert 1980). Durch die Entwicklung von Programmiersprachen und Robotern für Kinder wurden Zugänge zu Lernthemen eröffnet, die zuvor eher fortgeschrittenen Lernenden

vorbehalten waren (Resnick u.a. 1998). Aufbauend auf den schöpferischen Tätigkeiten, die bereits Friedrich Fröbel im 19. Jahrhundert als Grundbaustein spielerischen Lernens im Kindergarten betrachtete, beschreibt Mitchel Resnick diese kreativen Tätigkeiten als *Kindergartenlernen*, was er ebenso für schulisches Lernen im Zusammenhang mit Programmierung vorschlägt. Entsprechend dieser spielerischen Herangehensweise wird ein kreativer Lernprozess beschrieben, der bei der Vorstellung der Kinder beginnt und an dem das Kreieren an zweiter Stelle folgt (Resnick 2007). Auf die anschließenden Phasen des Spielens, Teilen und Reflektierens folgt die nächste Iteration des spiralförmigen Prozesses, die erneut von den Vorstellungen der Lernenden ausgeht. Ziel dessen ist es, junge Menschen zu kreativen Denker:innen werden zu lassen (ebd.).

Dieser konstruktionistische Zugang zur Informatik wurde und wird bereits vielfältig umgesetzt, insbesondere durch den Einsatz von Mikrocontrollern als sogenanntes *physical computing* (Dittert u.a. 2016; Przybylla & Romeike 2012). Die Existenz und die weitere Entwicklung vielfältiger Materialien, insbesondere auch für den Einsatz in Grundschulen, eröffnet neue Räume zur Entfaltung kreativer Möglichkeiten im Unterricht. Den ursprünglichen Ideen Fröbels und seiner Gaben zum kreativ-spielerischen Lernen folgend, bezeichneten Zuckerman u.a. (2005) entsprechend *physical computing toolkits* als *digitale Fröbelgaben*, da es sich hierbei um nicht-vordefiniertes Material zum Designen und Modellieren diverser realer Welten handelt. Diese ermöglichen den konstruktiv-kreativen Zugang zu informatischen sowie zu interdisziplinären Inhalten, was im Zentrum des hier beschriebenen Ansatzes steht.

Ausgangspunkt des vorliegenden Konzepts bilden digitale Fröbelgaben, die zuvor für ein Projekt in europäischen Kindergärten entwickelt wurden und die eine Hilfestellung zur Entfaltung kreativer Prozesse bieten sollen (Dittert u.a. 2021). Während ursprünglich die Begleitung auf dem Weg zum sehr freien Forschen im Zentrum stand, möchten wir nun gezielt die hier kreativen Prozesse *Welten gestalten, Geschichten erzählen und Algorithmisieren* in den Mittelpunkt stellen.

Einen ähnlichen Ansatz wählten Tengler u.a. (2022), die Geschichten erzählen mit Robotern in der Primarstufe umsetzen, ebenso mit der Absicht informatische Bildung in die Grundschule zu bringen. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Kombination von Geschichten und Robotik einen geeigneten Zugang zu Informatik in der Grundschule bieten. Tzagkaraki u.a. (2021) stellten ebenso in ihrem Literaturreview heraus, dass sich Lernroboter positiv im Lernprozess auswirken und auch Einfluss auf informatische Kompetenzen sowie auf die Kreativität haben. Der Einsatz von Lernrobotern, die Kinder selbst programmieren können, hat sich in der Grundschule also bereits als positiv herausgestellt und bietet möglicherweise kreative Zugänge zu weiteren Lernthemen, die bisher nicht im Fokus der Forschung standen.

4 Informatik in der Grundschule

Die Notwendigkeit der Einbindung informatischer Inhalte in alle Schulfächer und -stufen ist mittlerweile unumstritten. Verschiedene Ansätze widmen sich diesem Thema (Bergner u.a. 2018; Schmid u.a. 2018), wobei im deutschen Diskurs die klare Zuordnung zu einem konkreten Fach in der Grundschule noch aussteht. Da die Abbildung der Lebenswelt im Sachunterricht angesiedelt ist, scheint es zunächst naheliegend, dort informatische Bildung in der Grundschule zu verankern. Inhalte, die in der Grundschule thematisiert werden sollen, sind in den „Bildungsstandards der Gesellschaft für Informatik e.V.“ (GI) zu finden (Humbert u.a. 2019). Sie umfassen unter anderem den Prozessbereich *Modellieren und Implementieren*, der dort ebenso als kreativer Prozess beschrieben wird. Diese Kompetenzen finden sich in der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive des Sachunterrichts ebenfalls wieder (GDSU 2013). Beispielhaft beschreiben Humbert u.a. (2020) das Erstellen von Abläufen zur Steuerung von Robotern als konkrete Aktivität, die auf die Kompetenzen der Bereiche *Modellieren und Implementieren* sowie *Information und Daten* abzielt.

5 Kreatives Programmieren des BlueBots

Der hier umgesetzte Ansatz rückt die Erstellung von Abläufen zur Steuerung eines Roboters in den Mittelpunkt. Dazu wurde eine Intervention entwickelt, die es Grundschulkindern ermöglicht, einen ersten, spielerischen Zugang zur Programmierung zu erhalten und sich dabei in mehreren Bereichen gleichzeitig kreativ auszudrücken. Kinder erstellen und programmieren nicht nur den Weg für einen Roboter, sie erfinden gleichzeitig eine Geschichte in einer nicht vorgefertigten Welt. Dabei ermöglicht der Einsatz des BlueBots die Wegprogrammierung, die jedoch nicht auf einer der zahlreichen, vorgefertigten Matten, die als Ergänzung für den BlueBot bereits käuflich sind, stattfindet, sondern sich dadurch auszeichnet, dass die Kinder auch das Feld, auf dem der BlueBot agiert, inklusive seiner Form und Wege selbst gestalten können. Ein System aus Holzpuzzleteilen, deren Größe einem Schritt des Roboters entspricht und die teilweise bemalt werden können, lädt zur Gestaltung einer Umgebung, in der die Geschichte stattfindet, ein (siehe Abb. 1).

Nach einer kurzen Einführung in die Bedienung des Lernroboters BlueBot erhalten die Kinder die Aufgabe, sich eine Geschichte zu einem Thema Ihrer Wahl auszudenken und dazu ein Feld aus Holzpuzzleteilen für den BlueBot zu legen. Der Kontext der Geschichte kann dabei durch die Kinder selbst gewählt werden. Denkbar sind alle möglichen Kontexte, wie beispielsweise der Lebensraum eines Tieres oder der Weg zur Schule. Zur Erstellung des Feldes

haben die Kinder eine Start- und eine Zielkachel, 13 Blankokacheln, die der BlueBot überfahren darf und fünf weitere Kacheln, die mit Tafellack lackiert wurden und entsprechend der Geschichte, die sich die Kinder überlegen, mit Hindernissen gestaltet werden sollen, die der BlueBot nicht überfahren darf (siehe Abb. 1 links). Ziel ist es, den BlueBot entsprechend der Geschichte und der passend gestalteten Kacheln so zu programmieren, dass er vom Start zum Ziel gelangt (siehe Abb. 1 rechts). Während der Roboter den Weg zurücklegt, erzählen die Kinder die dazu passende Geschichte.

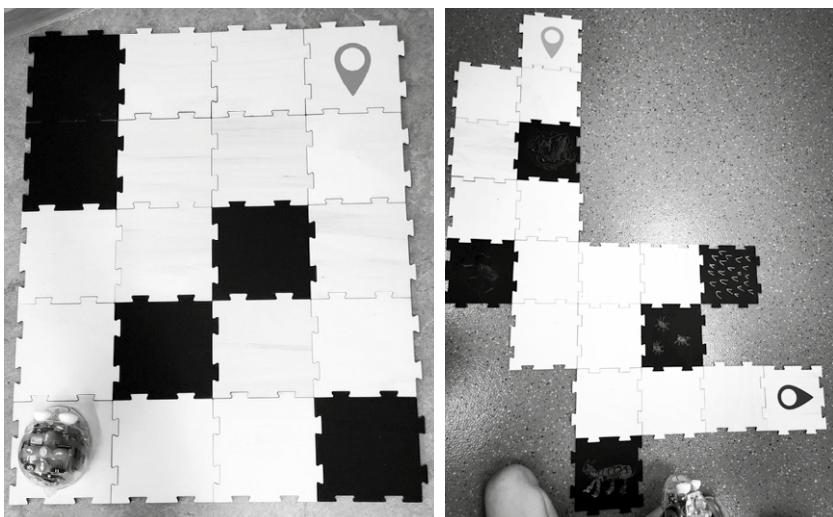


Abb. 1: Das Feld vor (links) und nach (rechts) der Entwicklung einer Geschichte durch Grundschulkinder (eigene Darstellung)

Zur kreativen Entfaltung ist die Öffnung von Unterrichtszenarien notwendig. Diese Öffnung kann zum Beispiel zeitlich, thematisch oder örtlich sein (Klippert & Clemens 2007). In dem hier vorgestellten Szenario ist die freie Wahl des thematischen Inhalts und die individuelle Gestaltung der Fläche aus Puzzlekacheln sowie eine Bemalung von einigen Kacheln möglich. Eine weitere Öffnung, wie sie im Vorgängerprojekt explizit erwünscht war, ist aufgrund der Struktur hier nicht vorgesehen.

Die konkrete Aufgabe erfordert nicht nur für die Lösung der Programmieraufgabe Kreativität, sondern auch die (eigene) Gestaltung der Lernumgebung ermöglicht die kreative Entfaltung. Im Sinne der Kreativitätsforschung liegt der Schwerpunkt also auf dem kreativen Prozess – der Gestaltung des Weges

und der Entwicklung der Geschichte – und einem kreativen Produkt – die wahrnehmbare Umsetzung der Geschichte. Gleichzeitig bedarf es aber auch einer kreativen Person, da die Schüler:innen selbst schöpferisch tätig werden, indem sie die Kacheln bemalen und sich eine Geschichte ausdenken. Die drei Aspekte, kreatives Produkt, kreativer Prozess und der kreative Ausdruck der Person, können höchst unterschiedlich sein, was spannende Ansätze für die Forschung bietet. Ebenso soll das kreative Umfeld, das hier entsteht, in den Fokus der Forschung rücken.

Betrachten wir hier wieder die Modellbildung nach Schwill (1993), so lassen sich die drei Elemente Welten gestalten, Geschichten erzählen und Roboter programmieren auf seine drei Masterideen übertragen. Das Gestalten einer Welt spiegelt die Ideen wider, die für das Kind hier modellrelevant sind. Dies kann in Märchen ein Pfefferkuchenhaus sein oder in der eigenen Geschichte der Supermarkt an der Ecke, der auf eine der Tafelkacheln gemalt wird. Die sprachliche Beschreibung ist die erzählte oder geschriebene Geschichte selbst, die mit der gesamten Umgebung und im Zusammenspiel mit dem Roboter erzählt wird. Die Simulation wird durch den, mit dem BlueBot ausgeführten, (einfachen) Algorithmus umgesetzt. Damit setzt der hier dargestellte Prozess die Phasen der Modellbildung um, die Schwill als fundamental für die Informatik herausstellt.

Mit dem Lernangebot sollen die Kinder erste Informatikgrundlagen mittels Programmierung des BlueBots im Kontext des Geschichtenerzählens erlernen. Im Rahmen des Forschungsprojekts *KreaSach Pro* wird diese Intervention mit einem auf Tsarava und Roman-Gonzalez (2020) basierenden Testinstrument, welches Pre-Post erhoben wird und aus acht Items besteht, evaluiert. Zusätzlich werden Testinstrumente zur Kreativität (Landmann u.a. 2014; Torrance 1966) zum Pre-Testzeitpunkt sowie zu Kontrollvariablen, wie Interesse basierend auf PISA (Ramm u.a. 2006) und Freizeitaktivitäten, eingesetzt. Post wird ergänzend die Lernfreude (adaptiert nach Schmitt 2022) untersucht.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Eine Vielzahl an Tools bietet diverse Möglichkeiten, informatische Bildung in der Grundschule mit kreativen und spielerischen Settings zu verbinden. Der hier vorgestellte Ansatz zeigt eine Möglichkeit, mit der der Einstieg in die Informatik über den Prozess der Modellierung durch das Gestalten von Welten, das Erzählen von Geschichten und das Algorithmisieren gelingen kann. Kreativität wird hierbei als Prozess des anders und gleichzeitig zielführenden Denkens einbezogen. In diesem Setting sollen zunächst die kreativen Produkte, die kreativen Prozesse und die kreative Person betrachtet werden, sowie schließlich auch das gesamte kreative Umfeld, das hier erschaffen wird.

Gleichzeitig werden erste Programmierkompetenzen der Kinder in den Blick genommen. Von besonderem Interesse sind mögliche Wechselwirkungen und Zusammenhänge zwischen den beschriebenen Kreativitätsdomänen und den Programmierkompetenzen.

Literatur

Baer, J. (2010): Is Creativity Domain Specific? In: J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge: University Press, 321–341.

Barbot, B. & Heuser, B. (2017): Creativity and Identity Formation in Adolescence: A Developmental Perspective. In: M. Karwowski & J. C. Kaufman (Hrsg.): *The Creative Self, Explorations in Creativity Research*. San Diego: Academic Press, 87–98.

Barbot, B., Besançon, M. & Lubart, T. (2016): The generality-specificity of creativity: Exploring the structure of creative potential with EPoC. In: *Learning and Individual Differences*, 52, 178–187.

Beghetto, R. A. (2010): Creativity in the Classroom. In: J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Creativity*. Cambridge: University Press, 447–464.

Bergner, N., Köster, H., Magenheim, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U. & Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen: Verlag Barbara Budrich.

Bliersbach, M. & Reiners, C.S. (2017): Kreativität und Chemie? In: *Chem. Unserer Zeit*, 51, 324–331.

Brophy, D. R. (2006): A Comparison of Individual and Group Efforts to Creatively Solve Contrasting Types of Problems. In: *Creativity Research Journal*, 18, 293–315.

Cropley, A. (2006): In Praise of Convergent Thinking. In: *Creativity Research Journal*, 18, 391–404.

Dittert, N., Thestrup, K. & Robinson, S. (2021): The SEEDS pedagogy: Designing a new pedagogy for preschools using a technology-based toolkit. In: *Int. J. Child-Comp. Interact*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100210>

Dittert, N., Wajda, K. & Schelhowe, H. (2016): Kreative Zugänge zur Informatik: Praxis und Evaluation von Technologie-Workshops für junge Menschen. Bremen: inform.attraktiv.

Garaigordobil, M. (2006): Intervention in Creativity With Children Aged 10 and 11 Years: Impact of a Play Program on Verbal and Graphic-Figural Creativity. In: *Creativity Research Journal*, 18, 329–345.

GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Holzapfel, M. A., Jaggy, A.-K. & Brückmann, M. (2022): Creativity in German Science Education in Elementary Schools: Preservice Teachers' Perspective on Whether It Is Essential, Possible or Completely Unnecessary. In: *Creativity in German Science Education in Elementary Schools*, 13, 1421–1438. <https://doi.org/10.4236/ce.2022.134087>

Hubwieser, P. (2013): Didaktik der Informatik: Grundlagen, Konzepte, Beispiele, Springer-Lehrbuch. Berlin Heidelberg: Springer.

Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellwig, L. (2020): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: *Informatik Spektrum*, 43, 85–93.

Humbert, L., Herper, H., Best, A., Borowski, C., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Hinz, V., Müller, D., Schwill, A. & Thomas, M. (2019): Empfehlungen der GI – Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Informatik für alle. Bonn: GI. <https://doi.org/10.18420/infos2019-c9>

Klippert, H. & Clemens, E. (2007): Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen: Bausteine für den Fachunterricht. Weinheim: Beltz.

Landmann, N., Kuhn, M., Piosczyk, H., Feige, B., Riemann, D. & Nissen, C. (2014): Entwicklung von 130 deutschsprachigen Compound Remote Associate (CRA)-Worträtseln zur Untersuchung kreativer Prozesse im deutschen Sprachraum. In: *Psychologische Rundschau*, 65, 200–211.

Papert, S. (1980): *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.

Przybylla, M. & Romeike, R. (2012): My Interactive Garden – A Constructionist Approach to Creative Learning with Interactive Installations in Computing Education. *Constructionism: Theory, Practice and Impact*. In: C. Kynigos, J. E. Clayton & N. Yiannoutsou (Hrsg.): *Constructionism: Theory, Practice and Impact: Constructionism*; 21. bis 25. August 2012 Athen. Athen: Vivlyosynergatiki S.A., 395–404.

Ramm, G., Adamsen, C., Neubrand, M., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R. & Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2006): *PISA 2003: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Münster u.a.: Waxmann.

Resnick, M. (2007): All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In: B. Schneiderman (Hrsg.): *Creativity and Cognition 2007. Seeding Creativity: Tools, Media and Environment: Creativity and Cognition*; 13. bis 15. Juni 2007 Washington DC. Washington: ACM, 1–6.

Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K. & Silverman, B. (1998): Digital manipulatives: new toys to think with. In: C. M. Karat, A. Lund, J. Coutaz & J. Karat (Hrsg.): *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York: Addison-Wesley Publishing Co., 281–287. <https://doi.org/10.1145/274644.274684>

Romeike, R. (2011): Kreativität im Informatikunterricht. In: S. Schubert & A. Schwill (Hrsg.): *Didaktik der Informatik*. Wiesbaden: Springer, 355–376

Runco, M.A. (2004): Creativity. In: *Annu. Rev. Psychol.*, 55, 657–687. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.55.090902.141502>

Runco, M.A. (2006): Introduction to the Special Issue: Divergent Thinking. In: *Creativity Research Journal*, 18, 249–250. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_1

Schmid, U., Weitz, K. & Gärtig-Daugs, A. (2018): Informatik in der Grundschule. In: *Informatik Spektrum* 41, 200–207. <https://doi.org/10.1007/s00287-018-1103-4>

Schmitt, M.-T. (2022): Entwicklung und Evaluation einer digitalen Lerneinheit zur Einführung des differenzierten Atommodells. Ergebnisse einer explorativen quasi-experimentellen Studie in der Sekundarstufe I. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Oldenburg.

Schubert, S. & Schwill, A. (2011): *Didaktik der Informatik*. Wiesbaden: Springer.

Schwill, A. (1993): Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik. Fundamentale Ideen. Online unter: <http://www.informatikdidaktik.de/forschung/schriften/zdm.pdf> (Abrufdatum: 05.01.2024).

Silvia, P.J., Kaufman, J.C. & Pretz, J.E. (2009): Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. In: *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3, 139–148. <https://doi.org/10.1037/a0014940>

Spencer, E. & Lucas, B. (2018): Understanding the role of creative self-efficacy in youth social action: A Literature Review. University of Winchester. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22150.27205>

SWK (Ständige Wissenschaftliche Kommission der Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2022): Digitalisierung im Bildungssystem: Handlungsempfehlungen von der Kita bis zur Hochschule. Gutachten der Ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz (SWK). <https://doi.org/10.25656/01:25273>

Tengler, K., Kastner-Hauler, O., Sabitzer, B. & Lavicza, Z. (2022): The Effect of Robotics-Based Storytelling Activities on Primary School Students' Computational Thinking. In: *Education Sciences*, 12, 10. <https://doi.org/10.3390/educsci12010010>

Torrance, E.P. (1966): *Torrance tests of creative thinking: norms-technical manual: verbal tests, forms A and B; figural tests, forms A and B*. Princeton: Personnel Pres. Inc.

Tsarava, K. & Roman-Gonzalez, M. (2020): Computational Thinking: Cognition, Assessment, and Curriculum Design. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/4TP9C>

Tzagkarakis, E., Papadakis, S. & Kalogiannakis, M. (2021): Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula. In: M. Malvezzi, D. Alimisis & M. Moro (Hrsg.): Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills, Studies in Computational Intelligence. Basel: Springer International Publishing, 216–229. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19

Zuckerman, O., Arida, S. & Resnick, M. (2005): Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-inspired Manipulatives. In: W. Kellogg & S. Zhai (Hrsg.): CHI 2005. Technology, Safety, Community: Conference on Human Factors in Computing Systems; 2.bis 7. April 2005 Portland, Oregon. New York: ACM, 859–868. <https://doi.org/10.1145/1054972.1055093>

Autorinnen

Holzapfel, Marisa Alena, Jun. Prof. Dr.

Universität Greifswald

Ernst-Lohmeyer Platz 3, 17487 Greifswald

marisa.holzapfel@uni-greifswald.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik,

Kreativität im Sachunterricht, Humor im Sachunterricht,

Augmented und Virtual Reality im Sachunterricht,

Übergang vom Primar- in den Sekundarbereich

Dittert, Nadine, Prof. Dr.

Universität Koblenz

Universitätsstraße 1, 56070 Koblenz

dittert@uni-koblenz.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Didaktik der Informatik,

Digital Fabrication und Making in der Informatik,

Zugänge zur Informatik, Bild der Informatik,

Kreativität und Problemlösen