

Greifenstein, Luisa; Heuer, Ute; Fraser, Gordon

Mehrperspektivische Unterstützung von Grundschulkindern beim Erwerb informatischer Kompetenzen am Beispiel der Programmierung von Stickmustern

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. 193-212



Quellenangabe/ Reference:

Greifenstein, Luisa; Heuer, Ute; Fraser, Gordon: Mehrperspektivische Unterstützung von Grundschulkindern beim Erwerb informatischer Kompetenzen am Beispiel der Programmierung von Stickmustern - 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. 193-212 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-348013 - DOI: 10.25656/01:34801; 10.35468/6203-14

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-348013>

<https://doi.org/10.25656/01.34801>

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, anwenden 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

Luisa Greifenstein, Ute Heuer und Gordon Fraser

Mehrperspektivische Unterstützung von Grundschulkindern beim Erwerb informatischer Kompetenzen am Beispiel der Programmierung von Stickmustern

Abstract

Informatische Bildung wird vermehrt bereits im Primarbereich umgesetzt und ist curricular häufig im Sachunterricht verankert. Durch diese relativ aktuelle Entwicklung fühlen sich jedoch viele Lehrkräfte mit der Unterstützung der Schüler:innen überfordert, u.a. aufgrund von mangelnder Vorerfahrung und Zeit während des Unterrichts. Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, ist die Arbeit mit empirisch überprüften Materialien für Lehrkräfte zur Unterstützung der Schüler:innen. Um (1) typische Schwierigkeiten der Schüler:innen und (2) passende Hilfestellungen zu identifizieren wird in diesem Beitrag der Aufbau und die Umsetzung eines 90-minütigen Workshops mit zwei Klassen der vierten Jahrgangsstufe vorgestellt und unter Einbezug theoretischer Hintergründe und verwandter Studien diskutiert. Am Beispiel der Programmierung von Stickmustern zeigt der Workshop Ideen auf, wie der Inhaltsbereich *Algorithmen* der Empfehlungen der GI gewinnbringend mit Ideen des „Perspektivrahmens Sachunterricht“ verknüpft werden kann. Im Workshop wird (1) ausgehend von den Vorerfahrungen der Kinder das manuelle Sticken als künstlerische, aber zeitaufwändige Tätigkeit thematisiert, (2) das Programmieren von Stickmustern als mögliche Alternative handlungsorientiert und problemlösend umgesetzt und (3) die programmierbare Stickmaschine als System zur Arbeits erleichterung diskutiert. Aus den durch die qualitative Auswertung identifizierten Schwierigkeiten beim Programmieren und den Präferenzen der Kinder hinsichtlich der Art der Hilfestellung wurden kognitiv aktivierende Hinweise entwickelt, die für einen Transfer in die Schule im Rahmen der Lehrkräftebildung erläutert, erprobt und reflektiert werden können.

1 Einführung

Informatische Bildung wird vermehrt bereits im Primarbereich umgesetzt und ist curricular häufig im Sachunterricht verankert (Heintz u.a. 2016; Nenner & Bergner 2022). Auch aufgrund dieser relativ aktuellen Entwicklung fühlen sich jedoch viele Lehrkräfte mit der Unterstützung der Lernenden überfordert.

Eine Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, ist die Arbeit mit empirisch überprüften Materialien für Lehrkräfte zur Unterstützung der Lernenden. In diesem Beitrag werden daher zwei aufeinander aufbauende erste Studien vorgestellt, die Feedback aus der Perspektive der Lernenden und der Lehrenden evaluieren. Dafür wird als Beispiel die Programmierung von Stickmustern herangezogen, denn um „zugrunde liegende Funktionszusammenhänge [sowie den] produktiven Charakter der Technik“ (GDSU 2013, 63) deutlich zu machen, bieten sich Ansätze an, die zu einem haptischen Output führen (z. B. Wolz u.a. 2019a; Spieler, Krnjic u.a. 2020).

Im Rahmen der Studie I wurde ein Kurs mit zwei vierten Klassen durchgeführt. Der Kurs zeigt Ideen auf, wie der Inhaltsbereich *Algorithmen* der Empfehlungen der GI zu „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ (Best u.a. 2019) gewinnbringend und mehrperspektivisch mit Ideen des „Perspektivrahmens Sachunterricht“ verknüpft werden kann. Innerhalb des Kurses wurden Hinweise (im Gegensatz zu direkten Vorgaben) als von Kindern präferierter Feedbacktyp identifiziert sowie typische Schwierigkeiten der Kinder herausgefunden. So konnten kognitiv aktivierende Hinweiskärtchen zur Programmierung von Stickmustern entwickelt werden.

Um einen Transfer in die Schule zu initiieren, wurden die resultierenden Hinweiskärtchen in Studie II von einzelnen (angehenden) Lehrkräften verwendet und reflektiert. Diese Evaluation zeigt, dass die Hinweiskärtchen prinzipiell als unterstützend für das Geben von Feedback und für Lernprozesse wahrgenommen werden. Der Beitrag diskutiert abschließend Empfehlungen und Ideen zum Einsatz der Hinweiskärtchen.

2 Verwandte Arbeiten

2.1 Feedback

Korrigierendes Feedback ist besonders wichtig, um kognitive Lernziele zu erreichen (Wisniewski u.a. 2020), weswegen fortgeschrittene Lernende es vermehrt suchen (Fishbach u.a. 2010). Es kann jedoch auch gerade bei beginnenden Lernprozessen innerhalb eines neuen Themenbereichs die wahrgenommene Autonomie und das Kompetenzerleben reduzieren, was wiederum die intrinsische Motivation negativ beeinflussen kann (Ryan & Deci 2000; Wisniewski u.a. 2020). Dabei scheint es eine Rolle zu spielen, um welchen Typ korrigierenden Feedbacks es sich handelt. Narciss (2013) unterscheidet einfaches (z. B. Noten oder prozentuale Angaben) und elaboriertes Feedback (z. B. Fehlerursachen oder Problemlösestrategien). Elaboriertes Feedback ist zu bevorzugen, da einfaches Feedback extrinsisch motiviert und gleichzeitig das individuelle Interesse reduziert (Montessori 1959; Wisniewski u.a. 2020).

2.2 Programmierfeedback

Insbesondere – wenn auch nicht ausschließlich – bei ersten Programmiererfahrungen in der Grundschule sollte darauf geachtet werden, affektive Aspekte wie Interesse und Motivation zu fördern (Geldreich u.a. 2018; Greifenstein u.a. 2021). Dies kann beispielsweise durch positives Feedback wie zu sogenannten *Code Perfumes* (Muster, die als guter Code gelten, Obermüller u.a. 2021) oder durch problemlöseorientierte Hinweise (Greifenstein u.a. 2022) erreicht werden. Damit Hilfestellungen auch mit einem Lerneffekt einhergehen, sollten sie beispielsweise mit einer Aufforderung zur Wiedergabe in eigenen Worten verbunden sein (Marwan u.a. 2019) oder zeitlich versetzt geben werden, sodass sich Lernende nicht dauerhaft darauf verlassen (Chevalier u.a. 2022).

2.3 Herausforderung des Gebens von Feedback

Lehrkräfte sehen es jedoch häufig als Herausforderung, die Lernenden beim Programmieren zu unterstützen, zum Beispiel wegen des hohen Betreuungsschlüssels und damit einhergehenden zeitlichen Problemen und der Vielfalt an benötigten Hilfen bei offenen Programmieraufgaben (Yadav u.a. 2016; Sentance & Csizmadia 2017; Michaeli & Romeike 2019a). Im Grundschulbereich wird dies verstärkt durch vergleichsweise häufig auftretende lernhinderliche Vorstellungen (Dengel & Heuer 2017; Döbeli Honegger & Hielscher 2017), teilweise geringes Interesse (Brämer u.a. 2020) und tendenziell geringe Programmierkenntnisse (Sentance & Csizmadia 2017; Brämer u.a. 2020; Greifenstein u.a. 2021). Strategien, die Informatik- bzw. Grundschullehrkräfte erfolgreich dabei unterstützen, sind beispielsweise ein systematischer Debugging-Prozess (Michaeli & Romeike 2019b) oder die Unterstützung durch automatisierte Codeanalyse-Werkzeuge (Greifenstein u.a. 2021). Um Grundschullehrkräfte beim Geben von Feedback zu Programmierschwierigkeiten zu unterstützen, sollten mehrere Sichtweisen betrachtet werden, was in diesem Beitrag anhand des Beispiels der Programmierung von Stickmustern geschieht: Zuerst werden typische Schwierigkeiten aus Sicht der Lernenden gesammelt. Dann werden diese in Form von Hinweiskärtchen aufbereitet und aus Sicht der Lehrenden ausprobiert und evaluiert, um den Transfer in die Schulen anzustoßen.

3 Verortung der Programmierung von Stickmustern

Neben der Verortung in verbindlichen Lehrplänen können informatische Inhalte auch in Dokumenten wie dem Perspektivrahmen (GDSU 2013) oder den Empfehlungen der GI (Best u.a. 2019), die u.a. einen konzeptionellen Orientierungsrahmen zur Entwicklung von Lehrplänen liefern, verortet werden.

3.1 Verbindung der technischen Perspektive des Sachunterrichts mit informatischer Bildung

Das Programmieren von Stickmustern verbindet informative Bildung und den Sachunterricht auf vielfältige Weise, indem es (1) die Stickmaschine und (2) Algorithmen miteinander verknüpft, die beide Anknüpfungspunkte zur informatischen Bildung und zum Sachunterricht aufweisen. Die Stickmaschine kann aufgrund ihrer Vernetzung von Hard- und Software als Informatiksystem betrachtet werden, welches einen der fünf Inhaltsbereiche der „Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich“ darstellt (Best u.a. 2019). Im Sinne der technischen Perspektive des Sachunterrichts sollen Kinder „einfache technische Funktions- und Handlungszusammenhänge [...] verstehen“ (GDSU 2013, 64) und im Sinne der technologisch-medialen Perspektive des Frankfurt-Dreiecks „Hinterfragen und Reflektieren“ (Brinda u.a. 2020), was im Kontext von Informatiksystemen möglich sein kann. Allerdings werden Informatiksysteme von Kindern nicht immer als solche wahrgenommen (Best u.a. 2019), was die Forderung der GDSU (2013, 64), „in eigenen Versuchen des Herstellens und Konstruierens den produktiv-schöpferischen Charakter der Technik [...] sowie Mittel-Zweck-Bindung im technischen Handeln zu erfahren“, zunächst zu erschweren scheint. Eine Möglichkeit, diese Kompetenz am Beispiel der Stickmaschine zu fördern, ist die produktiv-schöpferische Entwicklung von Programmen zur Steuerung der Stickmaschine. Auch *Algorithmen* stellen einen weiteren Inhaltsbereich der Empfehlungen der GI dar (Best u.a. 2019). In einzelnen deutschen Bundesländern sind Algorithmen bereits im Sachunterricht des jeweiligen Grundschullehrplans verankert, wie beispielsweise das *Ausführen und Formulieren von Algorithmen* in Mecklenburg-Vorpommern oder das *Programmieren einer Sequenz* in Nordrhein-Westfalen (Nenner & Bergner 2022).

3.2 Verbindung weiterer Perspektiven des Sachunterrichts mit informatischer Bildung

Die Programmierung von Stickmustern kann aber nicht nur aus der technischen Perspektive des Sachunterrichts betrachtet werden, sondern auch über den perspektivenvernetzenden Themenbereich *Medien* (GDSU 2013) sowie die Interaktionsperspektive des Frankfurt-Dreiecks (Brinda u.a. 2020). Zusätzlich schlagen Brämer u.a. (2021) vor, über eine digitale Perspektive nachzudenken. Dabei wird argumentiert, dass bisher „vor allem das Lernen mit Medien fokussiert“ wird (Brämer u.a. 2021, 9). So wird das Thema *Medien* zwar als perspektivenvernetzender Themenbereich des Sachunterrichts gesehen (GDSU 2013), allerdings bisher eher in Bezug auf anwendungsbezogene Kompetenzen (Brämer u.a. 2021). Hier kommt dem Zusammenspiel aus Sachunterricht und Informatikdidaktik eine entscheidende Rolle zu: So be-

schreiben Haider u.a. (2022, 56) den „Sachunterricht als zentrales Fach für das Lernen mit und über Medien“ und „zum Lernen über Medien liefert die Informatikdidaktik entscheidende Beiträge“ (Haider u.a. 2022, 66).

Das Informatiksystem Stickmaschine kann folglich perspektivenvernetzend im Sachunterricht eingesetzt werden. So kann die Stickmaschine aus historischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive (GDSU 2013) beleuchtet werden, indem der historische Wandel des Stickens hinsichtlich seiner Automatisierung und die Stickmaschine als Werkzeug zur Arbeitserleichterung thematisiert werden, was wiederum gewinnbringende Anknüpfungspunkte zum Inhaltsbereich *Informatik, Mensch und Gesellschaft* der Empfehlungen der GI (Best u.a. 2019) schaffen kann.

4 Grundschulkurs

Um typische Schwierigkeiten beim Programmieren von Stickmustern zu untersuchen, wurde ein Kurs auf der Grundlage von Beiträgen zu bereits durchgeführten Kursen entwickelt. So geben Wolz u.a. Anregungen zur konzeptionellen Gestaltung und praktischen Umsetzung mit der Programmierumgebung *TurtleStitch* (<https://www.turtlestitch.org/run>; Wolz u.a. 2019a; Wolz u.a. 2019b) und Spieler u.a. insbesondere zur genderbewussten Pädagogik und Mädchenförderung (Spieler, Grandl u.a. 2020; Spieler, Krnjic 2020; Gursch u.a. 2021).

4.1 Einstieg über Vorerfahrungen der Kinder

Zu Beginn werden den Kindern als stummer Impuls mehrere Fotos von bestickten Materialien gezeigt. Die meisten Kinder kennen neben dem Endprodukt eigener bestickter Textilien das Sticken per Hand bereits als Arbeitstechnik aus dem Werkunterricht. Indem die Kinder ihre Erfahrungen schildern und bei Bedarf genauer nachgefragt wird, stellt sich das Sticken als künstlerische aber zeitaufwändige Tätigkeit heraus. Während einzelne Kinder durch Angehörige bereits Näh- oder Stickmaschinen kennen, die diesen Prozess vereinfachen, bleibt die Frage nach der eigentlichen Erstellung des Stickmusters selbst offen. Das Ziel der Stunde ist es daher zu überprüfen, ob das Sticken einschließlich der Mustererstellung durch Programmierung vereinfacht werden kann. Durch diesen Einstieg soll den Kindern über ihre Lebenswelt ein Zugang zur informatischen Modellierung ermöglicht werden (Humbert u.a. 2020, 92).

4.2 Vorstellung der Programmierumgebung und Erarbeitung algorithmischer Grundbausteine

Anschließend an den Einstieg wird die Programmierumgebung *TurtleStitch* vorgestellt, indem schrittweise ein Beispielprogramm mithilfe der Schritte

Predict, Run und Investigate des PRIMM-Ansatzes erstellt wird (Sentance u.a. 2019), wobei die algorithmischen Grundbausteine Anweisung, Sequenz und Wiederholung gemeinsam erarbeitet werden. Durch die vorherige Teilnahme der Kinder an einem 90-minütigen Roboter-Kurs war der Einstieg in das algorithmische Denken bereits erfolgt. Dennoch war die Erarbeitung der Programmierumgebung und der algorithmischen Grundbausteine vergleichsweise kurz und könnte entweder in anderen Programmierkontexten vorentlastet oder im Rahmen der Programmierung von Stickmustern intensiver geübt werden. Zudem wurden einzelne stickspezifische Programmieraspekte erklärt wie der Sprungstich (neue Positionierung ohne Sticken des zurückgelegten Wegs), das Programmieren von Text (vorgegebener Block und zusätzlicher Block für eine dickere und damit stabilere Stichart) und der Umgang mit der *Density Warning* (zu häufiges Einstechen in einen Punkt).

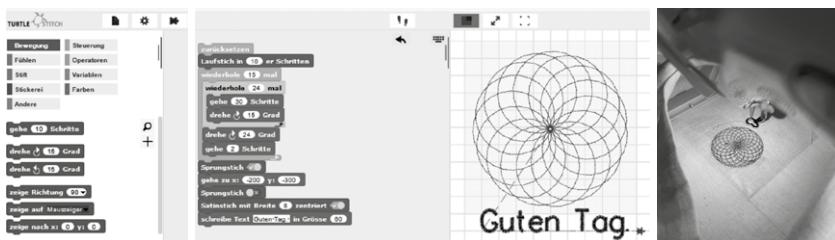


Abb. 1: Beispielprogramm in der Programmierumgebung TurtleStitch (links und Mitte); Übertragung auf eine Tasche mittels Stickmaschine (rechts) (eigene Darstellung)

4.3 Programmierung eines eigenen Stickmusters

Während das Beispielprogramm eine Art Mandala aus Kreisen (bzw. 24-Ecken, siehe Abb. 1) zeigte, wird den Kindern zusätzlich explizit gesagt, dass sich auch andere einfache geometrische Formen wie Quadrate oder Dreiecke sowie Geraden gut für die Programmierung eignen. In Anlehnung an die Vorgehensweise von Spieler, Krnjic u.a. (2020) dürfen die Kinder ihr Muster nun zuerst aufmalen und erhalten bei Bedarf Ideen zur Vereinfachung des Designs. Um die Kinder zu inspirieren, ohne sie zu überfordern, werden ihnen jedoch nur einzelne Beispiele für Designs aus geometrischen Formen gezeigt. Dabei werden geschlechterspezifische Präferenzen berücksichtigt (Graßl & Fraser 2021), indem u.a. ein Ball, Blumen und ein Bärengesicht gezeigt werden.

In den folgenden 50 bis 60 Minuten programmieren die Kinder ihr eigenes Stickmuster, wobei die Aufgabenstellung, die Beispieldesigns und einzelne Programmierhinweise (Sprungstich und zurücksetzen-Block) durchgehend projiziert werden. Wenn die Kinder keine eigene Idee haben oder mehr Anlei-

tung benötigen, können sie auf kleinere Aufgaben und Anregungen zurückgreifen, die von der Projektleitung erstellt wurden. Bei Fragen können sich die Kinder an die Betreuenden wenden, die je nach Studie (siehe Abschnitt 5.2) entweder die Lösung Schritt für Schritt vorgeben oder nur einen Hinweis geben, mit dem die Kinder selbstständig zur Lösung gelangen sollen.

Um zumindest ein annähernd gleiches Ende der Programmierung der Kinder zu erreichen, werden einige Musterideen zwischendurch vereinfacht und andere wiederum um beispielsweise Texte erweitert. Am Ende der Einzelarbeit wird das Herunterladen und Umbenennen der Datei für alle Kinder gezeigt und schließlich schrittweise angeleitet und von den Kindern nachgemacht.

4.4 Diskussion hinsichtlich der Arbeitserleichterung

Nachdem sich die Kinder handlungs- und problemorientiert mit der Programmierung von Stickmustern auseinandergesetzt haben, wird diese nun in Rückbezug auf die Ausgangssituation reflektiert. Dazu wird zunächst der Prozess des digitalen und maschinellen Stickens abgeschlossen, indem ein Video gezeigt wird, in dem das Muster des Beispielprogramms gestickt wird (siehe Abb. 1). Analog zur Empfehlung von Wolz u.a. (2019a) wird an dieser Stelle bewusst auf eine Live-Demonstration der Stickmaschine verzichtet, auch um die anschließende Diskussion möglichst zielgerichtet und für alle Kurse ähnlich zu halten. Alle Muster wurden im Nachgang durch die Betreuenden mittels Stickmaschine auf Baumwolltaschen gestickt und den Kindern übergeben. Generell könnte jedoch überlegt werden, Schwierigkeiten im Umgang mit der Stickmaschine einzubeziehen, um auch Nachteile des maschinellen Stickens wie die notwendige Wartung zu thematisieren.

In der Diskussion des vorliegenden Kurses werden die Kinder dazu angeregt, über die Effektivität der durchgeführten Vorgehensweise nachzudenken. Dabei wird die Stickmaschine schnell als Werkzeug zur Arbeitserleichterung deutlich, wobei die Mustererstellung durch Programmierung als vergleichsweise aufwändig aber als passend für eigene kreative Umsetzungen eingeschätzt wird. Falls von den Kindern noch nicht thematisiert, wirft die Kursleitung die Frage auf, wie einfach es ist, von Hand gestickte oder durch Programmierung erstellte Muster abzuändern oder zu vervielfältigen. Dabei wird deutlich, dass die Programmierung von Stickmustern und das maschinelle Sticken sowohl effektiv als auch effizient zur Arbeitserleichterung beitragen können.

5 Methode (Studie I)

Die folgenden Forschungsfragen werden mithilfe der vorliegenden Studie beantwortet:

- RQ 1: Welchen Feedbacktyp bevorzugen Kinder bei der Programmierung von Stickmustern?
- RQ 2: Bezuglich welcher Schwierigkeiten benötigen Kinder Hilfestellungen bei der Programmierung von Stickmustern?

5.1 Teilnehmende

Für die Untersuchung nahmen zwei Klassen einer Grundschule aus Passau an dem in Abschnitt 4 beschriebenen Kurs teil. Die insgesamt 37 Kinder waren zwischen neun und elf Jahre alt und hatten bereits an einem 90-minütigen Kurs mit dem Ozobot-Roboter teilgenommen, bei dem dieser größtenteils über gemalte Filzstift-Farbcodes gesteuert wurde.

Pro Kurs waren vier Betreuende anwesend, an die sich die Kinder bei Fragen wenden konnten. Den Betreuenden wurden im Vorfeld grundlegende Informationen zur Programmierung von Stickmustern mit *TurtleStitch* gegeben sowie erklärt, wie im jeweiligen Kurs Feedback gegeben wird, ohne jedoch den genauen inhaltlichen Wortlaut vorzugeben.

Wie fandest du die Hilfe?

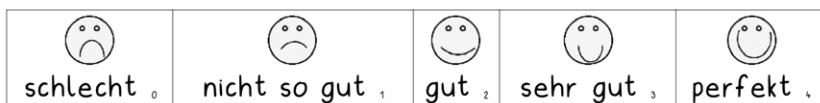


Abb. 2: Skala zur Evaluation der Hilfestellung durch die Kinder (angelehnt an den Smileyometer, Read & MacFarlane 2006; eigene Darstellung)

5.2 Datensammlung

Bei Fragen während der Programmierung des eigenen Stickmusters wandten sich die Kinder an die Betreuenden. Die Betreuenden notierten die Schwierigkeiten, die die Kinder explizit mit ihnen besprachen (nicht die wörtliche Formulierung des Kindes, sondern eine Zusammenfassung), sowie die Antwort auf die Frage „Wie fandest du die Hilfe?“. Um die Bewertung quantifizierbar und für die Kinder zugänglicher zu machen, tippten die Kinder auf den jeweiligen Smiley bzw. das Wort auf einer ausgedruckten fünfstufigen Likert-Skala an (siehe Abb. 2), die auf dem Smileyometer basiert (Read & MacFarlane 2006).

Um zu vergleichen, ob sich der Feedbacktyp auf die Bewertung durch die Kinder auswirkt, wurde jeder der beiden Klassen ein unterschiedlicher Typ zugeordnet:

- Gruppe *direkte Vorgaben*: Die Lösung wurde immer Schritt für Schritt vorgegeben (beispielsweise durch die eindeutige Angabe der Blöcke und deren Reihenfolge).
- Gruppe *Hinweis*: Es wurde nur ein Hinweis gegeben, mit dem die Kinder selbstständig zur Lösung gelangen sollten (beispielsweise ein Verweis auf die passende Blockkategorie oder eine Erklärung dahinterliegender informatischer Konzepte).

5.3 Datenanalyse

Die notierten Probleme wurden mittels hermeneutischer Inhaltsanalyse analysiert (Bergman 2021): Dazu wurden alle Daten gesichtet, ein Kategoriensystem erstellt, alle Datenpunkte von einer Person und 20% von einer weiteren Person annotiert, was zu einer Interrater-Reliabilität von $K=0,84$ führte. Sowohl die quantifizierten Probleme als auch die Bewertung des Feedbacks durch die Kinder wurden auf Gruppenunterschiede (Gruppe *direkte Vorgaben* und Gruppe *Hinweis*) untersucht. Dazu wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test mit $\alpha=0,05$ verwendet und die Effektgröße \hat{A}_{12} berechnet.

5.4 Limitationen

Hinsichtlich der externen Validität ist anzumerken, dass die Anzahl der Teilnehmenden relativ gering ist, die Teilnehmenden bereits etwas Vorerfahrungen hinsichtlich Robotik hatten und die blockbasierte Programmierung von Stickmustern einen speziellen Teilbereich der Programmierung darstellt. Die Ergebnisse sind daher als Ausgangspunkt zu sehen, auf dem weitere Untersuchungen mit beispielsweise anderen Programmierumgebungen aufbauen können.

6 Ergebnisse (Studie I)

6.1 Bewertung der Hilfestellung

Die Hilfestellung wurde von der Gruppe *direkte Vorgaben* im Median mit 3 (*sehr gut*) und von der Gruppe *Hinweis* im Median mit 4 (*perfekt*) bewertet. Trotz der relativ hohen Bewertungen für beide Gruppen – was für die relativ junge Zielgruppe nicht untypisch ist (Read & MacFarlane 2006) – lassen sich Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen: Die Bewertungen der Gruppe *Hinweis* sind signifikant besser als die der Gruppe *direkte Vorgaben* ($p=.003$, $\hat{A}_{12}=0,35$). Dies bestätigt Ergebnisse beim Programmieren von Robotern: direkte Vorgaben hängen mit reduziertem Spaß an einer Aufgabe zusammen und Hinweise mit einem erhöhten Spaß (Greifenstein u.a. 2022).

6.2 Typische Schwierigkeiten

Tabelle 1 und 2 zeigen die Schwierigkeiten der Kinder hinsichtlich der informatischen Inhalte und der medialen Inhalte bzw. der Programmierumgebung. Die mittlere Spalte gibt dabei an, auf wie viel Prozent der Kinder die jeweilige Kategorie zutrifft und die letzte Spalte zeigt für diese Untergruppe, wie oft die Kategorie zutrifft. Insgesamt traten bei den 37 Kindern 115 Schwierigkeiten auf, das ergibt einen Mittelwert von 3,1 Schwierigkeiten pro Kind mit einem Median von 3. Vier Kinder (zwei aus der Gruppe direkte Vorgaben, zwei aus der Gruppe Hinweis) hatten keine Schwierigkeiten, die sie mit Betreuenden besprachen.

Tab. 1: Schwierigkeiten hinsichtlich der informatischen Inhalte (eigene Darstellung)

(Unter-)Kategorie	Anteil an Kindern	Durchschnittliche Häufigkeit
stickspezifische Konzepte	73,0	1,7
• Sprungstich	51,4	1,2
• Text	37,8	1,2
• Density Warning	10,8	1,0
• Stichart	10,8	1,0
Stickmuster	59,5	2,2
• Positionierung	35,1	1,2
• bestimmte Muster	32,4	1,4
• Änderung	32,4	1,3
algorithmische Konzepte	51,4	1,4
• zurücksetzen	24,3	1,1
• Wiederholung	16,2	1,0
• Variable	13,5	1,2
• keine Parallelität	10,9	1,3

88,9 % der Kinder hatten Fragen zu *informatischen Inhalten* an die Betreuenden und diese Kinder hatten durchschnittlich auch mehrfach (durchschnittlich 3,7 Mal) Fragen dazu. Die Schwierigkeiten hinsichtlich der informatischen Inhalte beim Programmieren können weiter unterteilt werden in *stickspezifische Konzepte*, *Stickmuster* und *algorithmische Konzepte* (siehe Tab. 1). Bei den stickspezifischen Konzepten wird deutlich, dass besonders die Aspekte nachgefragt werden, die auch im Beispielprogramm genutzt wurden (siehe Abb. 1). Gleichzeitig sind die Programmierung eines Sprungstichs und eines Textes Aspekte, die mehrere Schritte erfordern. Die Mehrschrittigkeit und das Beispielprogramm scheinen folglich einen Einfluss auf die Häufigkeit zu haben.

Insgesamt 59,5 % der Kinder stellten zudem Fragen zur Positionierung oder Abänderung ihres Stickmusters oder bestimmten Stickmustern (siehe Tab. 1): Beispielsweise wurde gefragt „Wie fügt man einen Kreis um die Schrift hinzu?“ (K2) oder „Wie [mache ich] das Muster größer?“ (K9). Diese Aussagen wurden zwar nur innerhalb der Kategorie *stickspezifische Konzepte* notiert, enthalten aber prinzipiell auch algorithmische Konzepte, da sowohl für einen Kreis als auch für eine Vergrößerung eines Musters eine Wiederholung verwendet werden kann. Die Kinder stellten auch explizite Fragen zu algorithmischen Konzepten (siehe Tab. 1). Zwei Besonderheiten der *TurtleStitch*-Programmierumgebung bzw. der Programmierung von Stickmustern sind der *zurücksetzen*-Block (Initialisierung der Stickeinstellungen, Startposition und -richtung und Löschen der Mustervorschau) und das Entwerfen sequentieller Abläufe, da nur ein Aktor programmiert wird (und daher nur ein Skript genutzt wird oder mehrere Skripte, die beispielsweise über Nachrichten zusammenhängen, um den Code übersichtlicher zu gestalten). Zudem gab es Nachfragen zu Wiederholungen, die für die Programmierung von Stickmustern hilfreich sind (Spieler, Krnjic u. a. 2020) wie die „Änderung der Zahl bei ‚wiederhole‘“ (K10). Da auf dem Aufgabenblatt auch eine Spirale zur Inspiration abgebildet war, gab es auch Nachfragen zu Variablen (siehe Tab. 1). Auch hier zeigt sich, dass das vorgegebene Material einen starken inhaltlichen Einfluss auf die Schwierigkeiten der Lernenden hat.

Tab. 2: Schwierigkeiten hinsichtlich medialer Inhalte bzw. der Programmierumgebung (eigene Darstellung)

Kategorie	Anteil an Kindern	Durchschnittliche Häufigkeit
Zahlen ändern	18,9	1,0
allgemein	10,8	1,0
Programmabsturz	10,8	1,0
Blöcke verschieben	8,1	1,0
Blöcke einfügen	5,4	1,5
Code testen	5,4	1,0
Einstellungen	5,4	1,0

Hinsichtlich der Programmierumgebung hatten 45,9 % der Kinder Nachfragen an die Betreuenden und diese Kinder durchschnittlich 1,47 Mal. Die relativ hohe Anzahl an Schwierigkeiten beim Ändern von Zahlen kann neben Schwierigkeiten im Umgang mit der Programmierumgebung auch auf algorithmische Konzepte wie die Änderung der Anzahl an Wiederholungen zurückzuführen sein. Insbesondere das Verschieben von Blöcken auf dem Tablet war für mehrere Kinder eine Herausforderung, die von einzelnen Kindern

auch explizit nachgefragt wurde (siehe Tab. 2). Diesen Kindern wurde erklärt, dass die Blöcke, die sich direkt unter dem zu verschiebenden Block befinden, mitverschoben werden. Auch war es für manche Kinder nicht ersichtlich, „wie die Schildkröte etwas zeichnet“ (K12), also wie der Code ausgeführt bzw. getestet wird. Das kann daran liegen, dass das Anklicken des Skripts zwar bei der Vorstellung der Programmierumgebung kurz erwähnt wurde, aber visuell nicht ersichtlich war. Da es aus nicht ersichtlichen Gründen auch vereinzelt zu Programmabstürzen kam, macht es Sinn, den Code zwischendurch zu sichern.

7 Diskussion (Studie I)

7.1 Empfehlungen

Zwar können die Ergebnisse nicht vollständig auf andere Kurse übertragen werden, jedoch zeigen die identifizierten typischen Schwierigkeiten hinsichtlich informatischer Inhalte Folgendes deutlich: Besonders die Aspekte, die in den Unterrichtsmaterialien wie dem Beispielprogramm integriert sind oder mehrschrittig sind, sollten durch Hilfestellungen und/oder Differenzierungsmaterialien ergänzt werden. Zudem sind bestimmte Aspekte, die für die Programmierung von Stickmustern unabdingbar sind, in den meisten Einführungen enthalten. Deswegen ist es notwendig, insbesondere diese vorzuentlasten, genügend Zeit zur Exploration einzuplanen und Hilfsmaterial vorzubereiten. Bei der Einführung in die Programmierumgebung ist außerdem darauf zu achten, optisch schwer nachvollziehbare Aktionen wie das Anklicken von Buttons nicht nur auditiv, sondern auch visuell durch beispielsweise einen farbig aufleuchtenden Kreis hervorzuheben.

7.2 Erstellung der Hinweise

Während die Betreuenden den Lernenden in der Studie im Grundschulkurs mündliches Feedback gaben, konnten für die dort aufgetretenen, wiederkehrenden Schwierigkeiten Hinweiskärtchen erstellt werden. So wurden basierend auf den Erkenntnissen aus Abschnitt 6, verwandten Arbeiten und weiteren Überlegungen insgesamt 17 Hinweise zu den identifizierten Schwierigkeiten erstellt. Diese sind in einige Kategorien der Programmierumgebung *TurtleStitch* sowie in die Kategorie *Sonstiges* unterteilt (siehe Tab. 3). Die Kategorie *Sonstiges* beinhaltet u.a. geometrische Formen, die häufig für Muster verwendet werden wie ein Quadrat. Jeder Hinweis (beispielsweise Abb. 3) besteht aus einer Vorderseite mit Überschrift, Abbildung und Kategorie und einer Rückseite mit einem Beispiel und Sternsymbolen als Verweis auf eine problemlösungsorientierte Erklärung oder Frage. Im Unterricht kann die Lehrkraft den Lernenden jeweils das Hinweiskärtchen geben, das zur Kinderfrage passt. Eine erste Evaluation, inwieweit dies als hilfreich eingeschätzt wird, wird im Folgenden beschrieben.

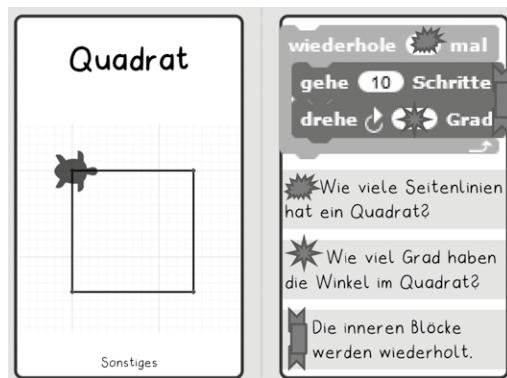


Abb. 3: Beispiel eines Hinweiskärtchens mit Vorder- und Rückseite „Programmierung eines Quadrats“ (eigene Darstellung)

Tab. 3: Themen der Hinweiskärtchen (eigene Darstellung)

Kategorie	Thema des Kärtchens
Bewegung	Position ändern Richtung setzen Position herausfinden Seltener in einen Punkt (Warnung <i>Density Warning</i>) Text Koordinatensystem Koordinatensystem (Beispiel)
Stickerei	Sprungstich
Steuerung	zurücksetzen Figuren vergrößern
Variablen	Variable Teil 1 (erstellen) Variable Teil 2 (verwenden)
Sonstiges	Linie Quadrat Kreis Halbkreis Gleichseitiges Dreieck

8 Methode (Studie II)

Die folgenden Forschungsfragen werden mithilfe der vorliegenden Studie beantwortet:

- RQ 1: Inwieweit helfen die Hinweiskärtchen, Herausforderungen beim Geben von Feedback zu bewältigen?
- RQ 2: Inwieweit können die Hinweiskärtchen potenziell das Lernen unterstützen?

8.1 Datensammlung

Im Rahmen der Lehrkräfteaus- und -fortbildung wurden zwei Workshops zur Programmierung von Stickmustern durchgeführt. Der erste Workshop fand im Rahmen eines asynchronen Seminars statt, der zweite im Rahmen einer Präsenzfortbildung. Insgesamt nahmen zwölf (angehende) Lehrkräften an den Workshops teil, von denen sieben an der Umfrage teilnahmen. Davon sind drei weiblich, drei männlich und eine Person machte keine Angabe.

8.2 Datenanalyse

Die offenen Fragen wurden, wie in Abschnitt 5 beschrieben, mittels herme-neutischer Inhaltsanalyse analysiert (Bergman 2021).

8.3 Limitationen

Bezüglich der internen Validität ist anzumerken, dass die Teilnehmenden die Wirkung der Hinweiskärtchen einschätzten, ohne diese aktiv als Lehrende im Unterricht eingesetzt zu haben. Die Hinweiskärtchen werden jedoch im Workshop erklärt und von den Teilnehmenden für ihr eigenes Muster und somit als Lernende verwendet.

9 Ergebnisse (Studie II)

9.1 Entgegenwirken von Herausforderungen durch Hinweiskärtchen

Abbildung 4 zeigt, wie die Teilnehmenden die Unterstützung durch die Hinweiskarten für die jeweiligen Herausforderungen beim Geben von Feedback (siehe Abschnitt 2) einschätzen. Der Median für die allgemeine Unterstützung beim Geben von Feedback liegt bei „stimme zu“ (siehe Abb. 4). Begründet wird dies beispielsweise damit, dass diese Möglichkeit des Feedbacks „schnell und übersichtlich“ (L5) sowie „zeitökonomisch sinnvoll [ist]“ (L4) und dass die

Hinweiskärtchen „zur Veranschaulichung“ (L6) und „Visualisieren des Problems und dessen Lösung beitragen“ (L4).

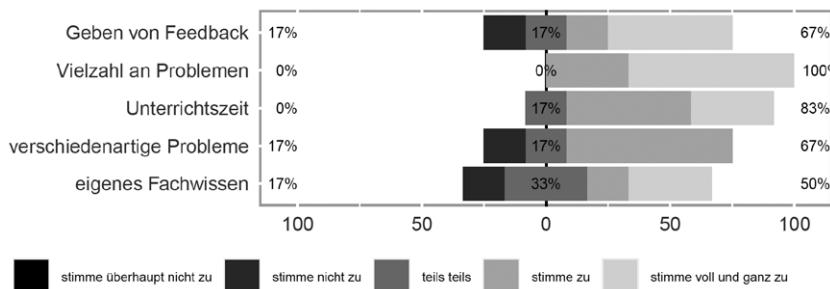


Abb. 4: Einschätzung der Aussage „Ich finde, dass die Hinweiskärtchen dabei helfen, den folgenden Herausforderungen entgegenzuwirken“ durch die Teilnehmenden (eigene Darstellung)

Bei der Unterstützung des eigenen Fachwissens liegt der Median nur bei *teils teils* (siehe Abb. 4), „da dieses für den Einsatz der Hinweiskärtchen einerseits grundlegend vorhanden sein sollte und unabdingbar in Lehr-Lernumgebungen ist“ (L4).

Bei den verschiedenartigen Problemen liegt der Median bei *stimme zu*. So können „die Hinweis-Kärtchen viel Wissen an die Kinder weitergeben und die Kinder auch in gewissen Situationen unterstützen“ (L1) und „die Hinweiskarten helfen den Kindern gut bei den häufigsten Problemen und Aufgaben“ (L5), aber „falls die Problemlage spezifischer wird, können sie oft allerdings keine große Hilfe sein“ (L2). Das kann daran liegen, dass während Diagnose- und Interventionsprozessen viele Schritte durch die Lehrkraft durchlaufen werden (Hennig & Michaeli 2023), wobei insbesondere der Schritt des Erkennens kaum explizit durch die Hinweiskärtchen abgedeckt wird. Dieser muss von den Lehrkräften geleistet werden, was insbesondere bei komplexeren bzw. undurchsichtigeren Schwierigkeiten der Lernenden herausfordernd sein kann.

In Bezug auf die Unterrichtszeit bzw. die Vielzahl gleichzeitiger Probleme liegt der Median bei *stimme zu* bzw. *stimme voll und ganz zu* (siehe Abb. 4). Sinnvoll ist in diesem Zusammenhang auch der Vorschlag, die Hinweiskärtchen zur Entlastung der Lehrkraft einzusetzen und die eingesparte Zeit für die individuelle Betreuung einzelner Kinder zu verwenden: „Ich finde die Hinweiskärtchen besonders hilfreich, wenn viele Kinder zu Beginn alle Probleme aufzeigen, die Lehrkraft kann dann nicht zu allen Kindern auf einmal hin und so können [...] die Kärtchen ausgeteilt werden und nur bei spezielleren Prob-

lemen kann die Lehrkraft helfen und bei den anfänglichen Problemen helfen die Kärtchen“ (L3).

Die Hinweiskärtchen können folglich generell hilfreich für das Geben von Feedback sein, wobei dies insbesondere von den jeweiligen Schwierigkeiten der Lernenden abhängt.

9.2 Unterstützung des Lernens durch Hinweiskärtchen

Abbildung 5 zeigt, wie die Teilnehmenden es einschätzen, dass die Hinweiskärtchen das Lernen auf kognitiver, metakognitiver und affektiver Ebene unterstützen. Während der Median hinsichtlich der Unterstützung kognitiver Lernaspekte bei *stimme zu* liegt, liegt er bei metakognitiven und affektiven Aspekten bei *stimme voll und ganz zu* (Abb. 5). Begründet wird dies damit, dass „die Kinder mit den Kärtchen selbst ihre Probleme lösen und müssen nicht gleich immer die Lehrperson rufen“ (L3) und „die Motivation sinkt nicht ab, da immer eine Hinweiskarte zu Hand ist“ (L5).

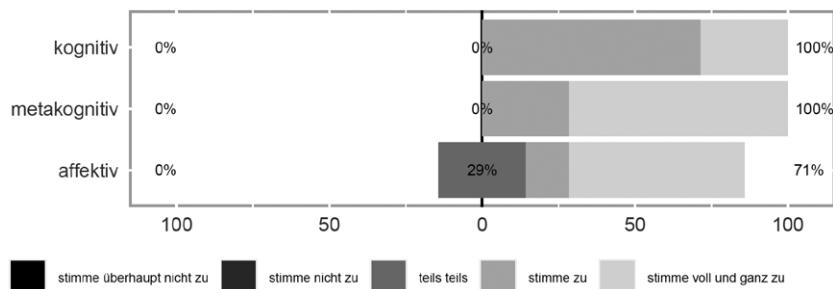


Abb. 5: Einschätzung der Aussage „Ich finde, dass die Hinweiskärtchen den Kindern bezüglich folgenden Aspekten beim Lernen helfen“ durch die Teilnehmenden (eigene Darstellung)

Die neutralen bis positiven Bewertungen zeigen, dass die Hinweiskärtchen das Lernen potenziell unterstützen, wobei hier eine genauere Untersuchung der tatsächlichen Lerneffekte aussteht.

10 Fazit und Ausblick

Lernende beim Programmieren zu unterstützen, kann gerade für Grundschullehrkräfte herausfordernd sein. Dieser Beitrag zeigt, dass es hilfreich sein kann, analog zu Studie 1 typische Schwierigkeiten zu sammeln, diese in Form von Hinweiskärtchen aufzubereiten und analog zu Studie 2 durch Angebote für (angehende) Lehrkräfte den Transfer in die Schulen anzusto-

ßen. Zwar wird sich auf einen spezifischen Kurs bezogen, die Vorgehensweise ist jedoch auf andere Kurse und Themenbereiche übertragbar, wie beispielsweise Hinweiskärtchen zur Farbcodierung von Ozobot-Robotern (Greifenstein u.a. 2024). Dabei kann die Grundidee der Hinweise, keine direkten Vorgaben, sondern Denkimpulse zu geben, neben der Gestaltung eines Hinweises auch in der Organisationsform aufgegriffen werden: Wählen die Lernenden selbst den passenden Hinweis aus oder erfolgt die Ausgabe über die Lehrkraft bzw. automatisiert? Befinden sich die Hinweise – im Falle der selbstständigen Auswahl – direkt bei den Lernenden oder auf einem zentralen Materialientisch? Sind die Kärtchen ausgedruckt oder digital verfügbar?

Während in den Kursen des vorliegenden Beitrags keine automatisierten oder KI-basierten Hinweise verwendet wurden, so ergeben sich doch übergreifende Prinzipien: Insbesondere bei selbstständigem Zugriff auf (automatisiertes) Feedback ist darauf zu achten, dass Lernende kognitiv aktiviert werden (Marwan u.a. 2019) und sich nicht allein darauf verlassen (Chevalier u.a. 2022). Dies überschneidet sich mit den Herausforderungen von KI-basierten Systemen, die beispielsweise Texte ausgeben und dabei bisher selten an die individuellen Voraussetzungen der Lernenden oder des Lernszenarios angepasst werden können, wodurch sich Lernende zu sehr darauf verlassen könnten (Kasneci u.a. 2023). Daher ist auch bei KI-basierten Feedbacksystemen bzw. generell bei automatisierten Werkzeugen darauf zu achten, dass diese die Lernenden kognitiv aktivieren, indem sie Kriterien für effektives Feedback berücksichtigen. Neben der Ermöglichung einer gewissen Autonomie gilt es aber auch, Lehrenden wie Lernenden ein Kompetenzerleben zu ermöglichen, auch um die zwei grundlegenden Aspekte zur Förderung intrinsischer Motivation (Deci & Ryan 1993) zu gewährleisten. Die Hinweiskärtchen wurden mittlerweile bereits mehrmals in (außer-)schulischen Kursen verwendet. Als nächste Schritte sind nun verschiedene Formen der Differenzierung und Individualisierung angedacht, um möglichst allen Kindern einen Zugang zu ermöglichen sowie eine Erhebung zu Lerneffekten auf insbesondere affektiver Ebene. Für Lehrende sollen zudem Begleitmaterialien entwickelt und Fortbildungsmöglichkeiten geschaffen werden, die die Förderung fachlicher und fachdidaktischer Kompetenzen zu den Hinweiskärtchen ermöglichen.

Literatur

- Bergman, M. M. (2021): Textual and Audiovisual Analyses Within a Mixed Methods Framework. In: A. Tashakkori & C. Teddlie (Hrsg.): SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research. New York: SAGE, 379–396.
- Best, A., Borowski, C., Büttner, K., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K. & Thomas, M. (2019): Kompetenzen für informative Bildung im Primarbereich. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.

- Brämer, M., Rehfeldt, D. & Köster, H. (2021): Informatik im Sachunterricht: Studien zu Lehrkräften und Studierenden. In: S. Habig (Hrsg.): Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. GDCP, 789–792.
- Brämer, M., Straube, P., Köster, H. & Romeike, R. (2020): Eine digitale Perspektive für den Sachunterricht – ein Vorschlag zur Diskussion. In: Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts eV, GDSU-Journal, 10, 9–19.
- Brinda, T., Brüggen, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C. & Weich, A. (2020): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell. In: T. Knaus & O. Merz (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen. München: kopaed, 157–167.
- Chevalier, M., Giang, C., El-Hamamsy, L., Bonnet, E., Papaspyros, V., Pellet, J. P., Audrin, C., Romero, M., Baumberger, B. & Mondada, F. (2022): The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. In: Computers & Education, 180, 15 S.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), 223–238.
- Dengel, A. & Heuer, U. (2017): Aufbau des Internets: Vorstellungsbilder angehender Lehrkräfte. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13.-15. September 2017 Oldenburg. Bonn: Gesellschaft für Informatik eV. (GI), 87–96.
- Döbeli Honeygger, B. & Hielscher, M. (2017): Vom Lehrplan zur Lehrerinnenbildung – Erste Erfahrungen mit obligatorischer Informatikdidaktik für angehende Schweizer Primarlehrerinnen. In: I. Diethelm (Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 13.-15. September 2017 Oldenburg. Bonn: GI, 97–107.
- Fishbach, A., Eyal, T. & Finkelstein, S. R. (2010): How positive and negative feedback motivate goal pursuit. In: Social and Personality Psychology Compass, 4(8), 517–530.
- GDSU (Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Geldreich, K., Simon, A. & Hubwieser, P. (2018): A design-based research approach for introducing algorithmics and programming to bavarian primary schools: Theoretical foundation and didactic implementation. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 33, 53–75.
- Graßl, I., Geldreich, K. & Fraser, G. (2021): Data-driven Analysis of Gender Differences and Similarities in Scratch Programs. In: M. Berges, A. Mühlung & M. Armoni (Hrsg.): WiPSCE’21: 16. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 18. bis 20. Oktober 2021. New York: ACM, 1–10.
- Greifenstein, L., Graßl, I. & Fraser, G. (2021): Challenging but Full of Opportunities: Teachers' Perspectives on Programming in Primary Schools. In: O. Seppälä & A. Petersen (Hrsg.): Koli’21: 25. Koli Calling International Conference on Computing Education Research; 18.bis 21. November 2021. New York: ACM, 1–10.
- Greifenstein, L., Heuer, U. & Fraser, G. (2024): Hint Cards for Common Ozobot Robot Issues: Supporting Feedback for Learning Programming in Elementary Schools. In: L. Battestilli, S. Rebelsky & L. Shoop (Hrsg.): SIGSCE’24: 55. ACM Technical Symposium on Computer Science Education; 20 bis 23. März 2024 Portland (USA). New York: ACM, 408–414.
- Greifenstein, L., Graßl, I., Heuer, U. & Fraser, G. (2022): Common Problems and Effects of Feedback on Fun When Programming Ozobots in Primary School. In: M. Grillenberger & M. Berges (Hrsg.): WiPSCE’22: 17. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 31. Oktober bis 2. November 2022 Morsbach. New York: ACM, 1–10.

- Gursch, S., Krnjic, V., Urak, K., Herold, M. & Slany, W. (2021): How to encourage girls to code through embroidery patterns. In: E. T. Pereira, C. Costa & Z. Breda (Hrsg.): ICGR'21: 4. International Conference on Gender Research; 21. bis 22. Juni 2021. New York: Curran Associates, Inc., 122–129.
- Haider, M., Peschel, M., Irion, T., Gryl, I., Schmeinck, D. & Brämer, M. (2022): Die Veränderung der Lebenswelt der Kinder und ihre Folgen für Sachunterricht, Lehrkräftebildung und sachunterrichtsdidaktische Forschung. In: A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik & C. Tenberge (Hrsg.): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 55–72.
- Heintz, F.; Mannila, L. & Färnvist, T. (2016): A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. In: FIE'16: Frontiers in Education 2016; 12. bis 15. Oktober Erie. New York: IEEE, 1–9.
- Hennig, H. & Michaeli, T. (2023): Entwicklung eines Prozessmodells für Diagnose- und Intervention von Lehrkräften beim Debugging. In: L. Hellwig & M. Hennecke (Hrsg.): Informatikunterricht zwischen Aktualität und Zeitlosigkeit: 20. GI-Fachtagung Informatik und Schule; 20. bis 22. September 2023 Würzburg. Bonn: GI, 1–10.
- Humbert, L., Best, A., Micheuz, P. & Hellwig, L. (2020): Informatik – Kompetenzentwicklung bei Kindern. In: Informatik Spektrum, 43, 85–93.
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Saller, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stalder, M. & Kasneci, G. (2023): ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. In: Learning and Individual Differences, 103, 1–9.
- Marwan, S., Jay Williams, J. & Price, T. (2019): An evaluation of the impact of automated programming hints on performance and learning. In: R. McCartney, A. Peterson, A. Robins & A. Moskal (Hrsg.): ICER'19: International Computing Education Research; 12. bis 14. August 2019 Toronto. New York: ACM, 61–70.
- Michaeli, T. & Romeike, R. (2019a): Current status and perspectives of debugging in the k12 classroom: A qualitative study. In: A. K. Ashmawy & S. Schreiter (Hrsg.): EDUCON'19: 10. Global Engineering Education Conference; 9. bis 11. April Dubai. New York: ACM, 1030–1038.
- Michaeli, T. & Romeike, R. (2019b): Improving debugging skills in the classroom: The effects of teaching a systematic debugging process. In: Q. Cutts & T. Brinda (Hrsg.): WiPSCE'19: 14. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 23. bis 25. Oktober 2019 Glasgow. New York: ACM, 1–7.
- Montessori, M. (1959): The absorbent mind. Graz: Adyar.
- Narciss, S. (2013): Designing and evaluating tutoring feedback strategies for digital learning. In: Digital Education Review, 23, 7–26.
- Nenner, C. & Bergner, N. (2022): Informatics Education in German Primary School Curricula. In: A. Böllin & G. Futschek (Hrsg.): Informatics in Schools. A Step Beyond Digital Education. International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives. Wiesbaden: Springer, 3–14.
- Obermüller, F., Bloch, L., Greifenstein, L., Heuer, U. & Fraser, G. (2021): Code Perfumes: Reporting Good Code to Encourage Learners. In: M. Berges, A. Mühlung & M. Armoni (Hrsg.): WiPSCE'21: 16. Workshop on Primary and Secondary Computing Education; 18. bis 20. Oktober 2021. New York: ACM, 1–10.
- Read, J.C. & MacFarlane, S. (2006): Using the fun toolkit and other survey methods to gather opinions in child computer interaction. In: K.-J. Räihä & Höytsniemi, J. (Hrsg.): IDC '06: 5. International Conference on Interaction Design and Children; 7. bis 9. Juni Tampere. New York: ACM, 81–88.
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000): Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. In: Contemporary educational psychology, 25(1), 54–67.

- Sentance, S. & Csizmadia, A. (2017): Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective. In: Education and Information Technologies, 22, 469–495.
- Sentance, S., Waite, J. & Kallia, M. (2019): Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective. In: Computer Science Education, 29(2–3), 136–176.
- Spieler, B., Grandl, M. & Krnjic, V. (2020): The hAPPy-Lab: A gender-conscious way to learn coding basics in an open makerspace setting. In: CEUR Workshop Proceedings, 2755, 64–75.
- Spieler, B., Krnjic, V., Slany, W., Horneck, K. & Neudorfer, U. (2020): Design, Code, Stitch, Wear, and Show It! Mobile Visual Pattern Design in School Contexts. In: FIE'20: Frontiers in Education 2020; 21. bis 24. Oktober. New York: IEEE, 1–9.
- Wisniewski, B., Zierer, K. & Hattie, J. (2020): The power of feedback revisited: A meta-analysis of educational feedback research. In: Frontiers in Psychology, 10, 3087.
- Wolz, U., Auschauer, M. & Mayr-Stalder, A. (2019a): Code crafting with turtlestitch. In: ACM SIGGRAPH 2019 Studio, 2, 1–2.
- Wolz, U., Auschauer, M. & Mayr-Stalder, A. (2019b): Programming embroidery with turtlestitch. In: ACM SIGGRAPH 2019 Studio, 12, 1–2.
- Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S. & Sands, P. (2016): Expanding computer science education in schools: understanding teacher experiences and challenges. In: Computer Science Education, 26(4), 235–254.

Autor:innen

Greifenstein, Luisa
Universität Passau
Innstraße 33, 94032 Passau
luisa.greifenstein@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
informatische Bildung im Primarbereich,
Unterstützung der Programmierung

Heuer, Ute, ADin
Universität Passau
Innstraße 33, 94032 Passau
ute.heuer@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
Informatikdidaktik und informatische Bildung in der Lehrkräftebildung,
Didaktik der Programmierung

Fraser, Gordon, Prof. Dr.
Universität Passau
Innstraße 33, 94032 Passau
gordon.fraser@uni-passau.de

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte:
automatisierte Methoden der Programmanalyse,
Feedbackgenerierung für blockbasierte Programmierung