

Schemel, Nele; Schröer, Franz; Tenberge, Claudia

## Technische Grundbildung im Elementar- und Primarbereich gestalten – Evidenzbasierte Entwicklung spiralcurricularer Lernangebote zur Förderung von Problemsolving integrating Computational Thinking (PiCT)

Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: *Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotentiale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 146-158. - (Beiträge zur Didaktik technisch-gestaltender Unterrichtsfächer)



### Quellenangabe/ Reference:

Schemel, Nele; Schröer, Franz; Tenberge, Claudia: Technische Grundbildung im Elementar- und Primarbereich gestalten – Evidenzbasierte Entwicklung spiralcurricularer Lernangebote zur Förderung von Problemsolving integrating Computational Thinking (PiCT) - In: Steinmann, Annett [Hrsg.]; Seidler-Proffe, Maximilian [Hrsg.]; Lange-Schubert, Kim [Hrsg.]: *Mitwelt im Wandel wahrnehmen, verstehen und gestalten. Bildungspotentiale des technischen Gestaltens in Lehrer:innenbildung, Forschung und Schulpraxis.* Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 146-158 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-347731 - DOI: 10.25656/01:34773; 10.35468/6199-12

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-347731>

<https://doi.org/10.25656/01:34773>

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



Nele Schemel, Franz Schröer und Claudia Tenberge

# Technische Grundbildung im Elementar- und Primarbereich gestalten – Evidenzbasierte Entwicklung spiralcurricularer Lernangebote zur Förderung von *Problemsolving integrating Computational Thinking (PiCT)*

## Zusammenfassung

Eine bildungswirksame Erschließung digitaler Technik gewinnt durch deren zunehmende Relevanz in der Lebenswelt an Bedeutung. Während Potenziale problemorientierten Lernens in Teilbereichen technischen Lernens nachgewiesen sind (z.B. Beinbrech, 2003), scheint es wenig evidenzbasierte, bildungsstufenübergreifende Konzepte für digital-technisches Lernen zu geben. Der Beitrag greift dieses Desiderat auf und diskutiert erste qualitative Ergebnisse hinsichtlich der Förderung von *PiCT* im Elementarbereich.

## Summary

An educational integration of digital technology is increasing in importance due to its everyday life relevance. While the potentials of problem-oriented learning have generally been demonstrated for technology education (e.g. Beinbrech, 2003), it seems to be a lack of evidence-based, cross-educational-level concepts for digital-technology learning. The present chapter addresses this lack and discusses first qualitative results focusing on the promotion of *PiCT* in early childhood education.

**Schlagworte:** Digital-technische Grundbildung - Problemsolving integrating Computational Thinking -Spiralcurriculum - Technische Bildung - Wandel

## **1 Ausgangspunkt – Technikdidaktische Fragen in Zeiten einer sich wandelnden Lebenswelt**

Potenziale und Gefahren von Technik, z.B. in Steuerungs - und Informationskontexten, wurden bereits durch Klafki als epochaltypisches Schlüsselproblem ausgewiesen (Klafki, 2005). Diese Aspekte sind weiterhin relevant für den Sachunterricht und das technische Lernen im Primarbereich, da Technik – verstanden als künstlich geschaffene Artefakte, ihre Herstellungsprozesse und der Umgang mit ihnen (Ropohl, 2009) – in allen Lebensbereichen omnipräsent ist. So sind auch Kinder mit Technik und ihren Chancen und Risiken konfrontiert. Dabei erfolgen Einblicke in tiefere Funktionsprinzipien selten, sodass das Wissen meist auf ein Bedienungswissen beschränkt bleibt, obwohl Schüler:innen an Technik und zugrundeliegenden Prinzipien interessiert sind (Möller & Wyssen, 2018; Blümer, 2021). Sie bauen und konstruieren bereits vor- und außerschulisch technische Artefakte (z.B. mit Bauklötzen) und begegnen ersten technischen Problemlösersituationen, z.B. beim Bau einer stabilen Brücke mit Bauklötzen.

### **1.1 Technische Bildung im Wandel**

Ziel des Sachunterrichts ist, die Lebenswelt sachbezogen zu verstehen und bildungswirksam zu erschließen, damit ein Orientieren, Mitwirken und Handeln und somit eine mündige Partizipation an Lebenswelt und Gesellschaft ermöglicht wird (GDSU, 2013). Die Lebenswelt sowie Gesellschaft verändern sich aktuell durch den Wandel zur Wissens- und Informationsgesellschaft sowie durch den Einfluss der Digitalisierung. So werden die Verarbeitung von und der Zugang zu Informationen gesellschaftlich bedeutsamer, da informationsbezogene Prozesse, wie Aufklärung, Partizipation und Manipulation von Informationen, beschleunigt und ausgeweitet werden (Gervé, 2022). Damit das o.g. Ziel des Sachunterrichts vor dem Hintergrund des Wandels zur Wissens- und Informationsgesellschaft erreicht wird, müssen zum einen die Prozesse im Umgang mit Informationen im Sachunterricht (kritisch) thematisiert werden, damit ein Lernen mit, über und trotz digitaler Medien ermöglicht werden kann (Döbeli Honegger, 2016; Gervé, 2022). Zum anderen sind auch technische Artefakte in den Blick zu nehmen, da sie sich im Zuge des Wandels und der Digitalisierung verändern, digital erweitert und in neuen Einsatzfeldern genutzt werden (Tenberge et al., 2024). Beispielsweise wurde der Besen mechanisch zum Kehrbesen und elektrisch zum Staubsauger weiterentwickelt. Durch Staubsaugroboter, eine digital-gestützte und programmierbare Weiterentwicklung des Staubsaugers, wird ein weiterer Wandel deutlich. Alltagsnahe Beispiele wie dieses verdeutlichen die technischen Entwicklungen sowie die Präsenz technischer Veränderungen in

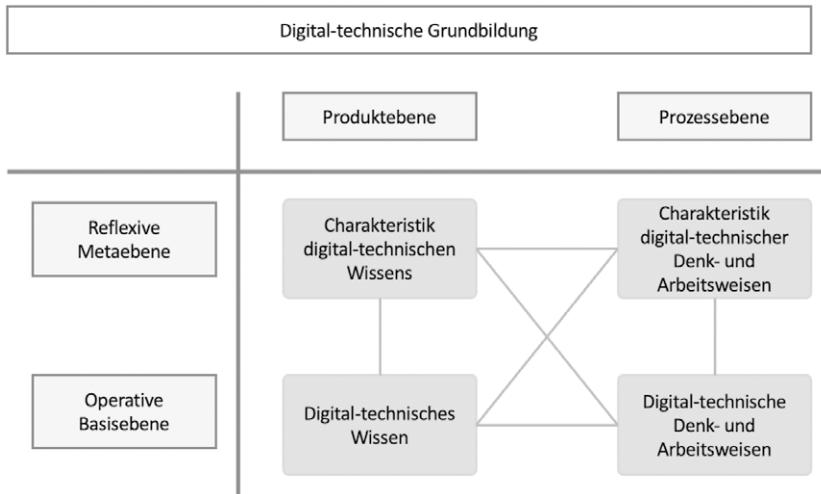
der kindlichen Lebenswelt und somit die Relevanz einer entsprechende Kompetenzentwicklung im Sachunterricht, um Verantwortungsübernahme und Handlungsfähigkeit zu unterstützen.

Doch wie kann ein bildungswirksamer, technischer Sachunterricht unter dieser Prämisse gestaltet sein?

Gervé (2022, S. 25) führt an, dass der Sachunterricht in der Informationsgesellschaft verschiedene fachliche Perspektiven zusammenführen soll. Er betont einen handlungsorientierten Einbezug von technologischen und medialen Funktionsprinzipien (*technologische Perspektive*) sowie eine Förderung des Verständnisses von Funktionsprinzipien in Programmier- und Problemlöseaufgaben (*anwendungsbezogene Perspektive*). Zusätzlich soll die Wirkung des Einsatzes reflektiert werden (*gesellschaftlich-kulturelle Perspektive*); Vor dem Hintergrund dieser Zielperspektiven scheint der Sachunterricht im Kontext der Informationsgesellschaft sowohl Teilziele der technischen als auch der informatischen Grundbindung zu vereinen und somit digitale und analoge Aspekte von Technik zu berücksichtigen. So verfolgt technische Bildung die Ziele, Funktions- und Handlungszusammenhänge zu erschließen und Ängste sowie Inkompetenzgefühle abzubauen, um Selbstkonzept und Interesse zu fördern (GDSU, 2013). Gleichermassen soll eine informative Grundbildung ein Verstehen und Orientieren in der digitalen Lebenswelt ermöglichen und gestalterische Mitentwicklung der digitalen Welt fördern (Bergner et al., 2018).

Technische Bildung im Primarbereich ist in Deutschland u.a. im Fach Werken oder Sachunterricht verortet (Mammes et al., 2022). Für die Konkretisierung relevanter Kompetenzen, die Schüler:innen im Rahmen technischer Bildung erwerben sollen, etabliert Stuber (2018) im deutschsprachigen technikdidaktischen Diskurs den Begriff der *technischen Literalität* (Stuber, 2018). In Anlehnung an die *Standards for Technological Literacy* (ITEA, 2000) zählen zur *technischen Literalität* u.a. die Kompetenzen, Technik zu verstehen und zu evaluieren sowie Konzepte zur Problemlösung zu nutzen und eine reflektierte Haltung aufzubauen (Stuber, 2018).

Mit Blick auf den Sachunterricht in der Informationsgesellschaft liefert das Modell in Abb. 1 eine Ausschärfung der *technischen Literalität* u.a. durch die Ergänzung um digitale Aspekte.



**Abb. 1:** Digital-technische Grundbildung (Schemel, 2024 i.A.a. Scientific Literacy nach u.a. Bybee, 2002; Ledermann, 2006)

Das Modell *digital-technische Grundbildung* zeigt zugehörige Kompetenzen und ihre Wechselwirkungen (i.A.a. Bybee, 2002; Ledermann, 2006). Dabei sollen etablierte technische Aspekte, wie z. B. das Werken mit Holz, um digitale Aspekte, wie z. B. die Erfindung einer sensorgesteuerten Beleuchtung für ein Werkstück aus Holz, erweitert werden. Differenziert in die Prozess- und Produkt ebene umfassen sie sowohl methodisches Wissen in und über digital-technische Denk- und Arbeitsweisen (Prozessebene) als auch verschiedene inhaltsbezogene Kompetenzen (Produkt ebene). Beide Kompetenzbereiche können mit Blick auf eine operative Basis- und reflexive Metaebene differenziert werden.

Zur operativen Basisebene zählen Kompetenzen zur Durchführung und Anwendung digital-technischer Prozesse und Forschungstechniken (z.B. der korrekte Einsatz von Werkzeugen und digitalen Tools) (Prozessebene) sowie zum korrekten Einsatz von Fachsprache und inhaltliche, digital-technische Kompetenzen. Zusätzlich zählt das in Bezug setzen verschiedener Inhalte, wie z. B. die Systemsteuerung eines Roboters und Schleifenprogrammierungen zu jenen Kompetenzen (Produkt ebene).

Zur reflexiven Metaebene zählen Fähigkeiten und Kompetenzen über digital-technische Denk- und Arbeitsweisen, indem zugrundeliegende Logiken und Erkenntnisweisen erkannt und reflexiv Denk- und Arbeitsweisen evaluiert werden (Prozessebene). Zusätzlich umfasst die Ebene das Wissen über die Beschaffenheit digital-technischen Wissens, wie u. a., dass Wissen einen vorläufigen Charakter hat und Gültigkeit behält, bis es falsifiziert wurde (Produkt ebene).

Wechselseitige Bezüge zwischen den vier Kompetenzbereichen zeigen exemplarische Beispiele. Inhaltliches Wissen wird durch das Anwenden digital-technischer Denk- und Arbeitsweisen erweitert, da Erkenntnisse im Prozess erworben werden. Außerdem hilft inhaltliches Wissen bei der Auswahl geeigneter Denk- und Arbeitsweisen. Des Weiteren können exemplarisch auch Bezüge zwischen dem digital-technischen Wissen sowie Wissen über digital-technische Arbeitsweisen dargestellt werden. Das Wissen darüber, dass bei technischen Denk- und Arbeitsweisen – etwa beim Testen digitaler oder handwerklicher Lösungen – Randbedingungen, wie bspw. die Helligkeit im Testraum bei der Prüfung einer Sensorsteuerung, verändert werden können, trägt zum Aufbau vielfältigen inhaltlichen Wissens bei.

Diese vier Ebenen der *digital-technischen Grundbildung* greifen ebenfalls die Perspektiven nach Gervé (2022) auf, da sowohl Funktionsprinzipien (operative Basisebene – Produkteinheit) als auch die problemorientierte Anwendung dieser (operative Basisebene – Prozessebene) und die Reflexion über den Einsatz (reflexive Metaebene) aufgegriffen werden. Somit ist für den Aufbau umfassender und zukunftsorientierter eine Förderung aller Ebenen der *digital-technischen Grundbildung* wichtig. Deshalb besteht der Bedarf, Lernangebote zur Förderung digital-technischen Lernens evidenzbasiert zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Im Rahmen der Lernangebote sollen die Bezugsdisziplinen Informatik und Technik interdisziplinär zusammengeführt werden, sodass die Lernangebote zum einen die Automatisierung von Informationsverarbeitung und -übertragung und die systematische Darstellung sowie Speicherung von Informationen thematisieren (Bergner et al., 2018). Zum anderen soll eine planvolle Auseinandersetzung mit Technik, ihre reflektierte Anwendung sowie eine Entwicklung der dafür notwendigen selbstbezogenen Kognitionen einbezogen werden (Mammes et al., 2022).

## **1.2 Zeitgemäße technische Grundbildung im Kontext von Digitalisierung**

Computational Thinking (CT) kann als eine Zusammenführung der Kompetenzen auf operativer Ebene aufgefasst werden, in der sowohl Denk- und Arbeitsweisen und inhaltliches Wissen der Bereiche Technik und Informatik einbezogen werden können. CT gilt als Kompetenz zur Erkennung und Lösung analoger und digitaler Problemstellungen, auch unter Anwendung von Techniken, Modellen, Konzepten und Werkzeugen der Informatik, sodass sowohl Programmiersprachen unabhängige wie auch von ihnen abhängige Kompetenzen relevant werden (Eickelmann, 2017; Bergner et al., 2018). CT umfasst verschiedene Teilkompetenzen. Initiiert durch das Wahrnehmen und Formulieren einer Problemstellung sowie dem Zweck der Problemlösung erfolgt durch Dekomposition ein Zerlegen in Teilprobleme. Enthaltene Informationen

werden durch Abstraktion auf ihre Notwendigkeit geprüft, sodass irrelevante und relevante Daten zur Komplexitätsreduktion getrennt werden. Durch algorithmisches Denken wird CT erweitert, indem Anleitungen mit verschiedenen Sequenzen verstanden und erstellt werden. Entstehende Lösungen können anschließend durch Debugging auf Fehler untersucht und korrigiert werden (Standl, 2017). Zusätzlich gilt kriteriengeleitetes Reflektieren über entstandene Lösungen als Teil von CT. Nachdem eine Lösung konstruiert, überarbeitet und reflektiert wurde, kann diese auf andere Problemstellungen übertragen werden (Tenberge et al., 2024).

Eine Synopse aus CT und gängigen Modellierungen zum technischen Problemlösen (z.B. Ahlgrimm et al., 2018; Mammes et al., 2022) zeigen methodische und inhaltliche Parallelen. Für eine Zusammenführung wird hier der Begriff *Problemsolving integrating Computational Thinking* (PiCT) genutzt (Abb. 2).

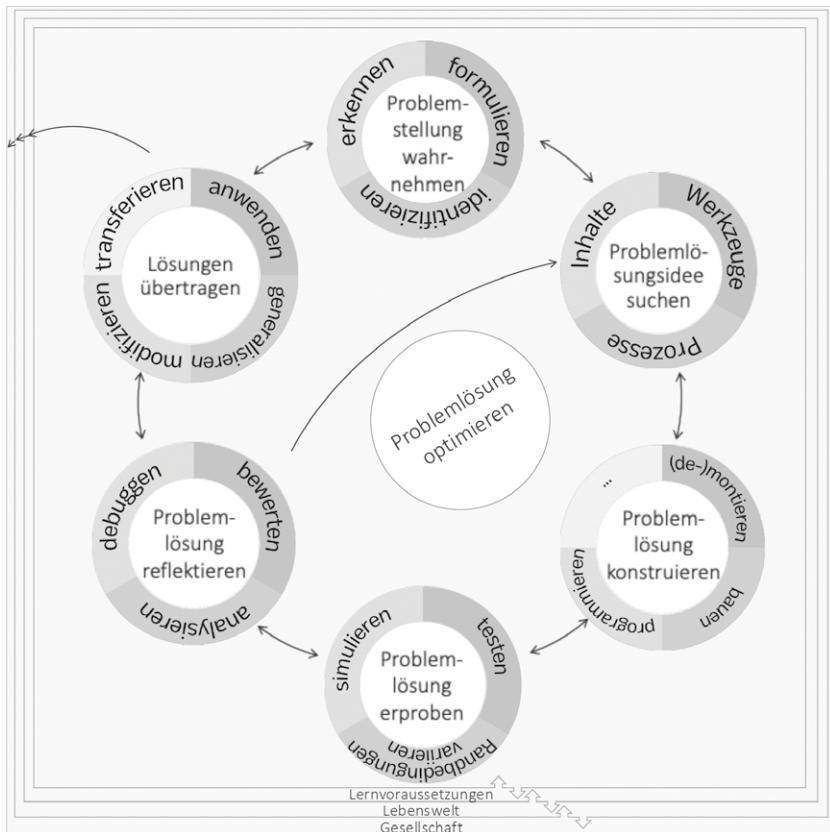


Abb. 2: Modellierung des PiCT-Prozesses (Schemel, 2024)

PiCT als final ausgerichteter Prozess wird durch Gesellschaft, Lebenswelt sowie Lernvoraussetzungen beeinflusst. In handelnder Auseinandersetzung mit analoger und/ oder digitaler Technik sollen ein Verständnis und eine Handlungskompetenz für analog- und digital-technische Problemlöseprozesse aufgebaut werden (Bergner et al., 2018). Initiiert wird ein PiCT-Prozess durch eine zweckgerichtete „Situationsanalyse“ (Graube & Mammes, 2013, S. 15), bei der eine Problemstellung wahrgenommen und sowie auch der spezifische Zweck der Lösung identifiziert, erkannt und formuliert wird. Anschließend erfolgt das Suchen nach Lösungsideen. Dabei werden bekannte Lösungen mit Blick auf ihre Eignung evaluiert und neue Lösungsansätze ermittelt (Graube & Mammes, 2013). Verschiedene analoge Methoden, Inhalte, Prozesse und Werkzeuge werden situationsabhängig eingesetzt und durch digitale Werkzeuge (z. B. Mikrocontroller), Inhalte, Prozesse und Methoden, wie z. B. die CT-Teilkompetenzen Dekomposition, Abstraktion und algorithmisches Denken erweitert. Vor diesem Hintergrund erfolgt anschließend das Konstruieren von Problemlösungen, indem kognitive und handlungsorientierte Fähigkeiten, wie z. B. bauen, konstruieren, (de-)programmieren oder (de-)montieren angewandt werden. Eine anschließende Erprobung der Problemlösung (Mammes et al., 2022), bei der die Lösung auch unter veränderten Randbedingungen getestet und simuliert wird, dient als Ausgangspunkt der kriteriengeleiteten Reflexion. Vor dem Hintergrund aufgestellter Kriterien (z. B. Effektivität oder gesellschaftlicher Auswirkungen) werden Lösungen bewertet, ausdifferenziert und ggf. verbessert, sodass die Reflexion verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung der Problemlösung verdeutlicht und anschließend optimierte Lösungsideen gesucht, konstruiert, erprobt und erneut reflektiert werden können (Gervé, 2022; Tenberge et al., 2024). Optimierungsprozesse können angeschlossen werden, bis eine passende Lösung gefunden wurde. Die Reflexion ermöglicht außerdem ein Abschätzen der Möglichkeiten und Grenzen zur Weiterentwicklung (Bergner et al., 2018). Ferner ist die Reflexion Grundlage für die (adaptierte) Übertragung der Lösung auf weitere Problemstellungen sowie ein Aufgreifen neuer Problemstellungen.

### 1.3 Technische Bildung – spiralcurricular angelegt

Ein frühes, spiralcurriculares Anlegen digital-technischer Grundbildung könnte helfen, heterogene Lernvoraussetzungen aufzugreifen, Kompetenzen früh grundzuglegen und Partizipation unabhängig vom Alters und Vorerfahrungen anzubahnen. Ein Spiralcurriculum dient dazu, Anschlussfähigkeit an kognitive Fähigkeiten zu gewähren, indem ein Lerngegenstand zunächst auf basalem Niveau thematisiert und anschließend auf immer höherem Kompetenzniveau aufgegriffen wird (Bruner, 1976). Entlang der so entstehende

Komplexitätsspirale können fachliche und überfachliche Kompetenzen sowie Denk- und Arbeitsweisen bildungsstufengerecht und diversitätssensibel gefördert werden (Hardy et al., 2017).

Verschiedene Bildungspläne weisen darauf hin, dass technische und informative Aspekte (z.B. unplugged Programmierungen und der Einsatz digitaler Geräte) bereits im Elementarbereich grundgelegt werden sollten, um einer Verschlossenheit und unreflektierten Nutzung entgegenzuwirken (Bergner et al., 2018). Im Fokus stehen motivationale und emotionale Aspekte, Nutzungserfahrungen, Kreativität sowie inhalts- und prozessbezogenes Wissen und übergreifende Basiskompetenzen (z.B. kognitive oder soziale Kompetenzen) (Graube et al., 2015; Bergner et al., 2018).

## 2 Forschungsstand und Problemlage

Querschnittstudien in verschiedenen Fachkontexten, wie bspw. Mathematik oder Naturwissenschaft, zur spiralcurriularen Kompetenzentwicklung zeigen zum einen die Lernförderlichkeit eines Spiralcurriculums und verdeutlichen, dass die spiralcurriulare Kompetenzentwicklung weiter gefördert werden sollte. Eine Studie, die den Ansatz des Spiralprinzips für das technische Lernen im Sachunterricht der Grundschule untersucht, stellt heraus, dass eine spiralcurriulare Anlage des Lernprozesses förderlich für die Entwicklung der Kompetenzen ist (Ringelberg, 2017). Eine evidenzbasierte Entwicklung und Evaluation zur bildungsstufenübergreifenden Förderung von Kompetenzen digital-technischen Lernens stellt gegenwärtig ein Desiderat dar.

Die ICILS-Querschnittstudien untersuchen u.a. Kompetenzen im Bereich CT bei Schüler:innen der achten Klasse. Sie stellen heraus, dass die Kompetenzen lediglich basal ausgeprägt sind (Eickelmann et al., 2024). Eine empirische Einschätzung der CT-Kompetenzen von Kindern im Elementar- und Primarbereich ist weiterhin offen.

## 3 Methode und erste Ergebnisse zur Förderung von PiCT im Elementarbereich

Ausgehend vom dargelegten Desiderat sollen in einer Studie im quasi-Längsschnitt Problemlösefähigkeiten an den Bildungsstufenübergängen qualitativ und quantitativ im Prä-Post-Design untersucht werden. Zwischen den Messzeitpunkten finden verschiedene Interventionen zur Förderung der analogen und digitalen Problemlösefähigkeit statt. Im Folgenden werden qualitative Ergebnisse einer Pilotstudie, die der Evaluation der intendierten Lerneinheit im Elementarbereich dient, präsentiert.

Im Rahmen der Pilotstudie nahmen die Kinder ( $n=39$ ) zunächst an einer 30-minütigen Intervention mit dem Lernroboter BlueBot™ teil. Dabei lösten jeweils zwei Kinder in Kooperation Aufgaben mit dem BlueBot™. Die Aufgaben adressieren verschiedene Kontexte der kindlichen Erfahrungswelt und beanspruchen unterschiedliche kognitive Anforderungen. Abbildung 3 zeigt ein einfaches Wegeproblem, bei dem der BlueBot™ durch verschiedene Programmierschritte vom Startfeld zum Affen navigiert werden soll.



**Abb. 3:** Erprobung eines einfachen Wegeproblems im Elementarbereich Affenfütterung  
©Schemel)

Abbildung 4 zeigt ein komplexeres Wegeproblem, bei dem die Kinder den BlueBots™ unter Berücksichtigung von Bedingungen (Abholen zweier Kinder und Anhalten an den roten Ampeln) navigieren sollen.



**Abb. 4:** Erprobung eines komplexeren Wegeproblems im Elementarbereich Bus (©Schemel)

Anschließend evaluierten die Kinder ( $n=6$ ) die Lerneinheit in leitfaden- und materialgestützten Interviews mit Blick auf die Kriterien: allgemeine Bewertung, Anforderungsniveau, Zusammenarbeit im Team und Betreuung der Stationen. Die Kinder evaluieren die Intervention umfassend positiv. Sie stellen heraus, dass bekannte Kontexte dafür relevant sind, ob eine Intervention positiv erlebt wird. Darüber hinaus betont ein Kind, dass eine Vergrößerung des Aktionsbereiches des BlueBots™ zu einer Verbesserung der Aufgaben führe. Im Hinblick auf das Anforderungsniveau beschreiben sie die Aufgaben als kurzweilig und bewältigbar. Sie geben auch an, dass sie sich zusätzlich schwierige Aufgaben wünschen, um durch komplexere Problemstellungen herausgefordert zu werden. Ein Kind führt an, dass eine Kombination unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade geeignet sei, damit jeder individuell Herausforderung erfahren kann. Die Zusammenarbeit der Kinder wird ebenfalls positiv bewertet und für zukünftiger Lernprozesse empfohlen, da sie sich abwechseln und unterstützen können. Mit Blick auf die Betreuung der Stationen äußern die Kinder, dass eine intensive Betreuung wichtig sei, damit die Kinder zusätzliche Hilfen, Erklärungen und Feedback durch Erwachsene erhalten können.

## 5 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der Pilotstudie zeigen tendenziell, dass bereits im Elementarbereich problemorientierte Lernumgebungen mit Lernrobotern eingesetzt werden können. Ferner zeigen die Interviewergebnisse, dass die Kontexte des Lernangebots für die Kinder ansprechend sind. Einzelne Beobachtungen und Interviewaussagen deuten darauf hin, dass eine Komplexitätssteigerung der Aufgaben insbesondere bei Vorschulkindern möglich sein könnte.

Weitere Pilotierungen im Primar- und Sekundarbereich I sind geplant, um die Gestaltung weiterer spiralcurricularer Lernarrangements und die Eignung des Calliope mini als weiteres Lernmedium zu evaluieren.

In der Hauptstudie werden zwei zentrale Übergänge im Bildungsverlauf im Quasi-Längsschnitt untersucht. Im Prä-Post-Design werden die Kompetenzen des *PiCT* erhoben sowie eine Kompetenzentwicklung durch die erprobten und evaluierten Lehr-Lernumgebungen zum analog und digital-technischen Problemlösen erfasst.

Im Rahmen der dargestellten Pilotierung wurden die heterogenen Lernvoraussetzungen der Kinder beispielsweise in Form von differenzierten sprachlichen Fähigkeiten oder unterschiedlichen Vorerfahrungen deutlich. Orientiert an einem weiten Inklusionsverständnis (u.a. Textor, 2018) sollen Weiterentwicklungen der Lerneinheit die heterogenen Lernvoraussetzungen gezielt aufgreifen, damit die (Lern-)Bedürfnisse und -Potenziale aller Kinder adressiert und unterschiedliche Zugangsweisen eröffnet werden. Die Ergebnisse deuten daraufhin, dass das analog- und digital-technische Problemlösen hierfür geeignet sein könnte, da eine spiralcurriculare Anlage der Lerneinheiten und Kompetenzentwicklung möglich zu sein scheint.

## Literatur

- Adamina, M. (2008). Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu raum-, zeit- und geschichtsbezogenen Themen. Eine explorative Studie in Klassen des 1., 3., 5. Und 7. Schuljahres im Kanton Bern. Universität Münster.
- Ahlgrimm, A., Binder, M., Krekeler, H., Ploog, M., & Wiesmüller, C. (2018). Technikkreis – ein Werkzeug für Fach- und Lehrkräfte, die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten. *GDSU-Journal*, 79–89.
- Beinbrech, C. (2003). *Problemlösen im Sachunterricht der Grundschule* ([Electronic ed.]). Hochschulschrift (Dissertation).
- Bergner, N., Hubwieser, H., Köster, H., Magenheim, K., Müller, R., Romeike, R., & Schulte, C. (2018). *Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich* (Stiftung „Haus der kleinen Forscher“, Hrsg.). Verlag Barbara Budrich.
- Blümer, H. (2021). Aufbau und Funktionsweise von Getrieben—Kinder ergründen das technische Prinzip der Kraftübertragung. In K. Möller, C. Tenberge, & M. Bohrmann (Hrsg.), *Die technische Perspektive konkret: Begleitband 5 zum Perspektivrahmen Sachunterricht* (S. 51–63). Verlag Julius Klinkhardt.

- Bruner, J. S. (1976). *Der Prozeß der Erziehung* (4. Aufl.). Berlin-Verl. [u.a.].
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy—Mythos oder Realität? In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy* (S. 21–45). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Döbeli Honegger, B. (2016). *Mehr als 0 und 1: Schule in einer digitalisierten Welt* (1. Auflage). Hep, der Bildungsverlag.
- Eickelmann, B. (2017). *Computational Thinking als internationales Zusatzmodul zu ICILS 2018—Konzeptionierung und Perspektiven für die empirische Bildungsforschung*. 23(1), 47–61.
- Eickelmann, B., Vahrenhold, J., Drossel, K., Niggemeier, J., & Niemann, J. (2024). Kompetenzen im Bereich ‚Computational Thinking‘ von Schüler\*innen in Deutschland im zweiten internationalen Vergleich. In B. Eickelmann, N. Fröhlich, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler\*innen im internationalen Vergleich* (S. 255–289). Waxmann Verlag GmbH.
- GDSU (Hrsg.). (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht* (Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Verlag Julius Klinkhardt.
- Gervé. (2022). Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. In A. Becher, E. Blumberg, T. Goll, K. Michalik, & C. Tenberge (Hrsg.), *Sachunterricht in der Informationsgesellschaft* (S. 17–30). Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, Verlag Julius Klinkhardt.
- Graube, G., Jeretin-Kopf, M., Kosack, W., Mammes, I., Renn, O., & Wiesmüller, C. (2015). *Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ Band 7* (Stiftung Haus der kleinen Forscher, Hrsg.; 1. Auflage). SCHUBI Lernmedien AG.
- Graube, G., & Mammes, I. (2013). *Didaktisches Konzeption eines interdisziplinären Ansatzes „Natur und Technik“ für die Gymnasialklassen fünf und sechs*.
- Hardy, I., Steffensky, M., Leuchter, M., & Saalbach, H. (2017). *Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 1: Elementarbereich* (K. Möller, Hrsg.; 1. Aufl., Bd. 1).
- Hoppe, U., & Werneburg, S. (2019). Computational Thinking—More Than a Variant of Scientific Inquiry! In S.-C. Kong & H. Abelson (Hrsg.), *Computational Thinking Education* (S. 13–30). Springer Singapore.
- International Technology Education Association (Hrsg.). (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. ITEA.
- Klafki, W. (2005). Allgemeinbildung in der Grundschule und der Bildungsauftrag des Sachunterrichts. [www.widerstreit-sachunterricht.de](http://www.widerstreit-sachunterricht.de), 4, o.S.
- Landwehr, B., Mammes, I., & Murmann, L. (2021). *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?* Verlag Julius Klinkhardt.
- Ledermann, N. G. (2006). *SYNTAX OF NATURE OF SCIENCE WITHIN INQUIRY AND SCIENCE INSTRUCTION*. In L. B. Flick & N. G. Ledermann (Hrsg.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (S. 301–319). Springer.
- Mammes, I., Zolg, M., & Dölle, S. (2022). Technische Aspekte. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz, A. Hartinger, S. Miller, & S. Wittkowske (Hrsg.), *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts* (3. Auflage, S. 157–164). Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.36198/9783838588018>
- Meudt, S.-I., Souvignier, E., Hardy, I., Labudde, P., Leuchter, M., Steffensky, M., & Möller, K. (2017). Förderung stufenübergreifender Bildungsprozesse: Evaluation eines curriculumbasierten Kooperationsprogramms. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 76–91.
- Möller, K., & Wyssen, H.-P. (2018). Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschließen—Und dabei Schülervorstellungen berücksichtigen. In M. Adamina, M. Kübler, K. Kalcsics, S. Bielenhard, & E. Engeli (Hrsg.), „Wie ich mir das denke und vorstelle...“: Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft (S. 157–175). Verlag Julius Klinkhardt.
- Ramseier, E., Labudde, P., & Adamina, M. (2011). Validierung des Kompetenzmodells HarmoS Naturwissenschaften. Fazite und Defizite. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften: ZfDN*, 17, 7–33.

- Ringelberg, M. (2017). *Frühes Techniklernen in der Grundschule: Erprobung und Evaluation eines Interventionsprogramms zur Elektronik* (1st ed). wbv Publikation.
- Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik*. KIT Scientific Publishing.
- Standl, B. (2017). Solving Everyday Challenges in a Computational Way of Thinking. In V. Dagiene & A. Hellas (Hrsg.), *Informatics in Schools: Focus on Learning Programming* (Bd. 10696, S. 180–191). Springer International Publishing.
- Stuber, T. (2018). Einleitung. In T. Stuber & u. a. (Hrsg.), *Grundlagen* (2. Aufl., S. 10–26). hep verlag ag.
- Tenberge, C., Schröer, F., & Schemel, N. (2024). Was macht ein Roboteer im Zoo?. *Technisches Experimentieren inklusiv gestalten. Lernen konkret - Fachzeitschrift für den Förderschwerpunkt geistige Entwicklung*, 4, 26–29.
- Textor, A. (with Niestradt, D., Filitz, B., Matis, J., Rüting, A., & Zingler, H.). (2018). *Einführung in die Inklusionspädagogik* (2. überarbeitete und erweiterte Auflage). Verlag Julius Klinkhardt.

## **Autor:innen**

### **Schemel, Nele**

ORCID: 0009-0000-2350-3039

Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung

Universität Paderborn

E-Mail: nele.schemel@uni-paderborn.de

### **Schröer, Franz**

ORCID: 0000-0002-1445-3647

Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung

Universität Paderborn

E-Mail: franz.schroer@uni-paderborn.de

### **Tenberge, Claudia, Prof. Dr.**

ORCID: 0009-0001-6889-3103

Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung

Universität Paderborn

E-Mail: claudia.tenberge@uni-paderborn.de