

KERRES, Johanna Hedwig; LÜKEN, Miriam & FRISCHEMEIER, Daniel
Bielefeld, Bielefeld, Münster

Computational Thinking im Mathematikunterricht der Grundschule - Rekonstruktion von Problemlöse- und Model- lierungsprozessen bei einer Programmieraufgabe

In unserer digitalisierten Welt wird Computational Thinking (CT) als Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhunderts immer bedeutsamer, weshalb eine unterrichtliche Thematisierung bereits in der Grundschule unabdingbar ist. Dabei ist CT eine fächerübergreifend bedeutsame Denkart, die sich auf informatische Prozesse bezieht und sich im Mathematikunterricht im Sinne des Problemlösens und Modellierens wie folgt niederschlägt: Einerseits wird CT als Problemlöseprozess verstanden, der mit den typischen Problemlöseschritten arbeitet. CT bedient sich dabei Strategien aus der Informatik, der Fokus liegt allerdings auf dem Problemlösen (Cansu & Cansu, 2019; Münzing, 2022). Da es sich zumeist um realweltliche Probleme handelt, bildet andererseits das Modellieren eine hilfreiche Basis für das Erlernen und Anwenden von CT. Als Teil der Modellierungskompetenz wird dabei die Fähigkeit zum Problemlösen gesehen (Ang, 2021).

Eine zentrale Herangehensweise an CT im Mathematikunterricht ist der Umgang mit Programmieraufgaben. Inwieweit sich kindliches CT beim Programmieren durch Problemlösen und Modellieren zeigt, stellen wir in diesem Beitrag beispielhaft dar, wobei wir der folgenden Forschungsfrage nachgehen: *Inwiefern kann das CT einer Zweitklässlerin durch die Lösung einer Problemaufgabe am BeeBot rekonstruiert werden?*

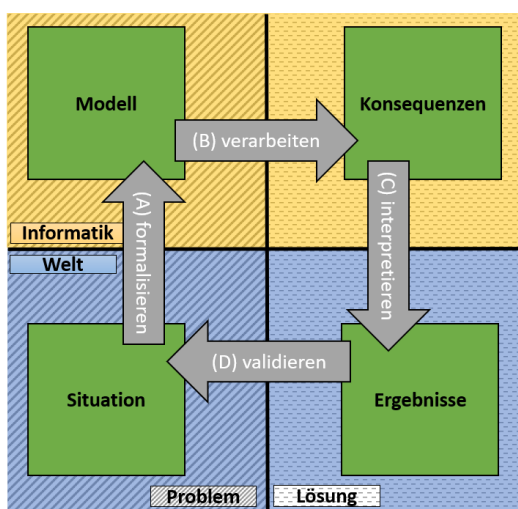


Abb. 1: Modellierungskreislauf der Informatik (Humbert & Puhlmann, 2004, eigene Darstellung)

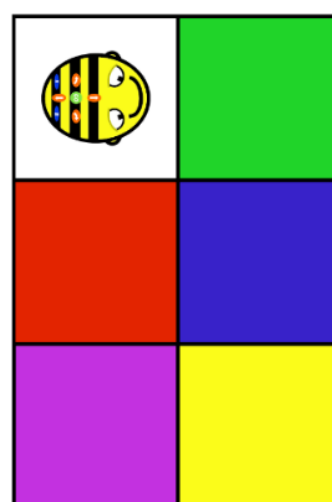


Abb. 2: Programmiermatte (entnommen aus Arbeitsbereich Didaktik der Informatik, 2021)

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.

58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
<https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0>

Zur Rekonstruktion von CT werden zwei theoretische Modelle herangezogen, die die Prozesse des Problemlösens und Modellierens abbilden - zwei Kompetenzen, durch die sich CT im Mathematikunterricht ausprägt:

(I) Problemlöseschritte nach Pólya (1971): Zunächst ist das (A) Aufgabenverständnis bedeutsam, dann wird ein (B) Lösungsplan ausgearbeitet. In einem nächsten Schritt wird (C) der Lösungsplan ausgeführt und (D) die Lösung geprüft.

(II) Modellierungskreislauf der Informatik (Humbert & Puhlmann, 2004): Wie in Abbildung 1 erkennbar, wird - strukturgleich zum mathematischen Modellieren - das Problem aus der Welt in die Informatik formalisiert, dort zu einer Lösung verarbeitet, zurück in die Welt interpretiert und dieses Ergebnis dann validiert.

Wir gehen davon aus, dass CT vorliegt, wenn die Prozesse des Problemlösens und des Modellierens bei einer vorher unbekanntem Programmieraufgabe durchlaufen werden. Inwiefern sich die Verläufe der Problemlöse- und Modellierungsprozesse rekonstruieren lassen, wird im Folgenden betrachtet.

Studiendesign und Ergebnisse

Die in diesem Beitrag analysierte Interviewsequenz ist im Rahmen der Dissertation der Erstautorin entstanden. In ihrer Arbeit wird im Sinne der fachdidaktischen Entwicklungsforschung theoriebasiert und empirisch überprüft eine Unterrichtseinheit für die zweite Klasse zur App *Scratch Junior* für den Mathematikunterricht der Grundschule entwickelt. Ein Teil der Begleitforschung sind Interviews mit jeweils vier Kindern pro Zyklus, die zur Rekonstruktion des CT im Anschluss an diese Unterrichtsreihe geführt werden. Dazu werden den Kindern unter anderem die folgende Programmieraufgabe am BeeBot gestellt: "[Der BeeBot] soll alle Farben einmal abfahren. Wie funktioniert es? Plane mit den Befehlen. Führe dann aus." Als Hilfsmittel stehen die Programmiermatte (Abbildung 2), Befehlskarten und der BeeBot zur Verfügung. Da der BeeBot nicht Teil der Unterrichtsreihe war, handelt es sich für die Kinder um eine problemhaltige Aufgabe.

Im folgenden Interviewausschnitt wird die Aufgabenbearbeitung einer Zweitklässlerin dargestellt und zunächst mittels Interaktionsanalyse ausgewertet. Um den Verlauf der Problemlöse- und Modellierungsprozesse zu rekonstruieren, werden in einem nächsten Schritt die oben dargestellten theoretischen Modelle an die Interviewsequenz angelegt. Ziel ist es, auf Basis des herausgestellten Zusammenhangs zwischen CT, Problemlösen und Modellieren Rückschlüsse auf das CT der Zweitklässlerin zu ziehen.

Turn	Zeit	Person	Transkript	Interaktionsanalyse
1	16:31	K	(löscht alles) (bewegt BeeBot händisch über Matte) Er fährt nach vorne (drückt Knopf), so. (Bewegt BeeBot) Dann muss er sich so (drückt Knopf) herum drehen, (bewegt BeeBot) dann muss er (drückt Knopf) nach vorne, (bewegt BeeBot) dann muss er sich (drückt Knopf) so herum drehen, (bewegt BeeBot) dann muss er (drückt Knopf) nach vorne, (bewegt BeeBot) dann muss er sich (drückt Knopf) so herum drehen, (bewegt BeeBot) dann muss er nach (drückt Knopf) vorne/	Algorithmisches Vorgehen Simultane Nutzung verschiedener Ebenen: Bewegen des BeeBots, Drücken des Richtungssymbols, Verbalisieren der BeeBot-Bewegung
2	16:51	I	(zustimmendes Geräusch)	Bestätigung des Vorgehens
3	16:52	K	(Bewegt BeeBot) Dann muss er sich so (drückt Knopf) herumdrehen. (Bewegt BeeBot) Dann muss er nach (drückt Knopf) vorne. (setzt den Roboter auf das Startfeld)	Weiterführen der Handlungen aus Turn 1 Kontrolle über Ausführen des Weges liegt beim BeeBot, nicht bei K
4	16:55	I	Ok. Ich bin gespannt.	Implizite Handlungsaufforderung
5	16:57	K	Ich auch. (drückt Startknopf, BeeBot fährt Matte ab)	Unsicherheit in der Richtigkeit der Lösungsfindung
6	17:18	I	(BeeBot hält an) Boah, sehr gut! Juhu!	Positive Bestärkung der Problemlösung Nehmen der Unsicherheit

Tabelle 1: Transkript Kind K

Tabelle 1 zeigt zusammenfassend die Analyse der Interviewsequenz und die daran ausgeführte Interaktionsanalyse.

Im nächsten Analyseschritt werden die Phasen der theoretischen Modelle zum Problemlösen und Modellieren auf das Interview angelegt:

(I) Die Problemlöseschritte nach Pólya können wie folgt rekonstruiert werden: Das (A) Aufgabenverständnis zeigt sich durch die vorhergehenden Lösungsversuche und kann als sichergestellt gelten. Die verbale und motorische (B) Ausarbeitung des Lösungsplanes (Verbalisierung und händische Durchführung der BeeBot-Bewegung) und die (C) Ausführung (Drücken des Richtungssymbols) geschehen hier simultan in Turn 1 und 3. Zur Ausführung gehört auch das Starten des BeeBots in Turn 5. Das positive (D) Prüfen der Lösung wird extern durch ein Lob der Interviewerin in Turn 6 deutlich.

(II) Auch der informatische Modellierungskreislauf lässt sich rekonstruieren: Das (A) Formalisieren, also die Übertragung des realweltlichen Problems in die Informatik ist vor dem Start der Sequenz bereits geschehen, was in den vorhergehenden Problemlöseprozessen deutlich wird. Eine (B) Verarbeitung simultan auf drei unterschiedlichen Ebenen geschieht bei Turn 1 und 3. Bei Turn 5 erfolgt durch das Drücken des Startknopfes die (C) Interpretation. Das Vorgehen wird bei Turn 6 durch die Interviewerin (D) validiert.

Zusammenfassung und Ausblick

Es konnte gezeigt werden, dass im vorliegenden Interview die Rekonstruktion von Problemlöse- und Modellierungskompetenzen im Kontext einer Programmieraufgabe möglich ist, was auf eine kindliche Nutzung von CT zur Aufgabenlösung hindeutet. Die dargestellte Analyse des Interviews lässt allerdings noch keine Verallgemeinerung darüber zu, ob CT in kindlichen Programmieraufgaben über das Problemlösen und Modellieren in allen Fällen rekonstruierbar ist. Eine breitere Untersuchung des CT im Rahmen der Dissertation bildet das Problemlöse- und Modellierverhalten diverser Kinder ab, wobei sich sehr verschiedenes Problemlöseverhalten zeigt, was wiederum Rückschlüsse auf Unterschiede im CT ermöglicht.

Literatur

- Ang, K. C. (2021). Computational Thinking and Mathematical Modelling. In F. K. S. Leung, G. A. Stillman, G. Kaiser & K. L. Wong (Hrsg.), *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. Mathematical Modelling Education in East and West* (S. 19–34). Springer International Publishing.
- Arbeitsbereich Didaktik der Informatik. (2021). *Programmieren lernen mit dem Bee-Bot® - Wir steuern die Roboter-Biene.: Unterrichtsbaustein*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Cansu, F. K. & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 17–30. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- Humbert, L. & Puhlmann, H. (2004). Essential Ingredients of Literacy in Informatics. In J. Magenheimer & S. Schubert (Hrsg.), *GI-Edition Seminars: Bd. 1. Informatics and student assessment: Concepts of empirical research and standardisations of measurement in the area of didactics of informatics: GI-Dagstuhl-Seminar*, September 19 - 24, 2004, Schloß Dagstuhl, Germany (S. 65–76). German Informatics Soc. (GI).
- Münzing, T. (2022). Förderung von Problemlösekompetenzen durch Computational Thinking in den Klassen 3-6 - Theoretische Zusammenhänge und eine beispielhafte Umsetzung durch Programmiertätigkeiten an Robotern. In S. Ladel & U. Kortenkamp (Hrsg.), *Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien in der Primarstufe: Band 8. Informatisch-algorithmische Grundbildung im Mathematikunterricht der Primarstufe* (S. 23–36). WTM Verlag.
- Pólya, G. (1971). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2d ed.). Princeton University Press.