

LIPSKY, Teresa; VON HERING, Robert & SIEVERT, Henning  
Flensburg

## **Algorithmen im Mathematikunterricht der Grundschule – Eine Pilotierung von Lernumgebungen *unplugged***

Algorithmen sind durch die Digitalisierung ein noch größerer Bestandteil der Lebenswelt geworden. Nicht nur in Form von (digitalen) Wegbeschreibungen, Spiel- oder Bastelanleitungen, auch als Grundstruktur von Informatiksystemen sind sie zu finden. Ein Algorithmus beschreibt eine präzise Handlungsvorschrift mit einer endlichen Menge an Verarbeitungsschritten zur Lösung einer Klasse von Problemen, sodass der Prozess nicht jedes Mal neu überdacht werden muss. Ähnliche Definitionen werden auch in der Mathematik verwendet (z. B. Peschel & Platz, 2024).

### **Informatische Bildung in der Grundschule**

Mittlerweile verwenden 6- bis 13-jährige fast täglich Informatiksysteme. Das macht sie jedoch nicht automatisch zu kompetenten Nutzenden. Für eine selbstständige Teilhabe an ihrer zukünftigen Lebenswelt ist dabei der Erwerb von algorithmischen Kompetenzen unumgänglich (Brinda et al., 2019). Daher wird eine Förderung informatischer und insbesondere algorithmischer Kompetenzen bereits ab der Primarstufe gefordert (Best et al., 2019; KMK, 2022). Auch aus entwicklungspsychologischen Gründen wäre die Grundschule ein geeigneter Zeitpunkt für informatische Bildung (z. B. Martshinke, 2021). Dabei gibt es zwar Ansätze, aber bisher kaum Untersuchungen dazu, wie informatische Kompetenzen in der Grundschule zu fördern sind (Bergner et al., 2018). Darüber hinaus gibt es bisher in der Regel kein verpflichtendes Unterrichtsfach Informatik, sodass informatische Bildung zunächst fächerübergreifend stattfinden kann und sollte (Best et al., 2021). Für den Mathematikunterricht der Grundschule werden dafür neben der digitalen Kompetenzförderung auch Implementationen im unplugged-Format curricular empfohlen (KMK, 2022).

### **Algorithmen im Mathematikunterricht**

Der Mathematikunterricht eignet sich aufgrund inhaltlicher Schnittmengen besonders gut für die Integration informatischer Bildung, vor allem aber Algorithmen als eine fundamentale Idee sowohl der Mathematik als auch der Informatik (Ziegenbalg, 2023). Viele veröffentlichte Lernumgebungen sind jedoch für den Informatikunterricht entworfen. Es fehlen daher mathematische Lernumgebungen, die das Potenzial haben, den Kompetenzanforderungen beider Fächer zu entsprechen. Um einen Einsatz dieser Lernumgebungen im Mathematikunterricht zu ermöglichen, braucht es Anknüpfungspunkte

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

im mathematischen Curriculum. Das Problemlösen und das Modellieren stellen dabei Überschneidungen in Bezug auf die prozessbezogenen Kompetenzen dar. Inhaltlich lassen sich Algorithmen besonders in den Bereichen *Zahl und Operation* (z. B. Grundidee des Zählens, Zahlenvergleich, schriftliche Rechenverfahren), *Raum und Form* (z. B. Konstruktions- und Wegbeschreibungen) sowie *Daten und Zufall* (z. B. Datenverschlüsselung) finden.

Aus den aktuellen wissenschaftlichen sowie unterrichtspraktischen Erkenntnissen lässt sich folgende Forschungsfrage ableiten: Wie lassen sich domänenübergreifende Lernumgebungen zur Förderung algorithmischen Denkens im Mathematikunterricht der Grundschule effektiv gestalten, um sowohl mathematische als auch informatische Kompetenzen zu fördern?

### **Methodik**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden zunächst Lernumgebungen für den Mathematikunterricht der Grundschule (eine je Klassenstufe) entwickelt. Inhaltlich beziehen sie sich auf schriftliche Rechenverfahren, Sortiernetzwerke, Wegbeschreibungen, das Binärsystem sowie geometrische Konstruktionsbeschreibungen und sind im unplugged-Format angelegt. Zur Pilotierung wurden die Stunden am Schuljahresende implementiert (je eine Klasse je Klassenstufe). Jede Lernumgebung bestand dabei aus vier bis sieben Unterrichtsstunden. Zum Ende fast jeder Unterrichtsstunde erhielten die Lernenden einen Fragebogen, der eine Selbsteinschätzung zu Verständlichkeit (3 Items,  $\alpha = 0,68$ ), Motivation (2 Items,  $\alpha = 0,63$ ) und Arbeitsformen auf einer 3-stufigen Likert-Skala abfragt. In Bezug auf die Arbeitsformen wurde erfragt, ob die Lernenden sich einen größeren Fokus auf die Lehrkraft oder Einzelarbeitsformen gewünscht hätten. Dabei wurden insgesamt 284 Fragebögen von den Lernenden ausgefüllt. Zudem wurden zur Hälfte und zum Ende der Einheit Interviews mit Fragen zum inhaltlichen Verständnis von Algorithmen, deren Relevanz sowie affektiven Merkmalen mit jeweils vier Lernenden aus den Klassenstufen 1 und 2 und drei Lernenden aus den Klassenstufen 3 und 4 geführt. Die Fragen bezogen sich auf alle bis zum Erhebungszeitraum durchgeführten Lernumgebungen. Die insgesamt 28 Interviews wurden mittels einer strukturierenden Inhaltsanalyse ausgewertet.

### **Ergebnisse**

Aus dem Fragebogen gehen zunächst Einschätzungen der Lernenden hervor bezogen auf die Faktoren Motivation und Verständnis (Tab.1). Dabei entsprechen hohe Werte einer hohen Motivation bzw. einem hohen Verständnis (Maximum bei 3). Zudem waren die Kinder mit der Quantität der eigenständigen Arbeitsphasen größtenteils zufrieden.

Klassenstufe	Motivation	Verständnis
1	2,64 (0,60)	2,49 (0,61)
2	2,54 (0,56)	2,50 (0,54)
3	2,65 (0,52)	2,56 (0,40)
4	2,61 (0,60)	2,49 (0,55)

**Tabelle 1:** Mittelwerte (Standardabweichung) für die Skalen Motivation und Verständnis nach Klassenstufen

Zur Auswertung der Interviews wurden drei Oberkategorien verwendet: *Grundlegendes Verständnis von Algorithmen*, *Bedeutung und Relevanz von Algorithmen* sowie *Motivation und Einstellung*. Eine quantitative Übersicht der zwei Kategorien zum Algorithmusverständnis ist in Tabelle 2 zu finden.

Oberkategorie	Unterkategorie	ZP 1	ZP2
Grundlegendes Verständnis von Algorithmen	1) Schritt-für-Schritt Anleitungen	9	9
	2) Konkreter Algorithmus	6	9
	3) Vorteile	8	4
	4) Kriterien	7	7
Bedeutung und Relevanz von Al- gorithmen	1) Transfer	10	8
	2) Zukünftige Relevanz	4	7

**Tabelle 2:** Quantitative Verteilung der Antworten aus den Interviews auf das Kategoriensystem zur Hälfte (ZP1) und am Ende (ZP2) der durchgeführten Lernumgebungen

In Bezug auf die dritte Kategorie zeigten die Lernenden Begeisterung von der Abwechslung zum alltäglichen Mathematikunterricht und fanden es „schon interessant, weil das ist mal was Neues“ (P1). Zudem wurden die enaktiven Unterrichtsaktivitäten und der Austausch in den Gruppenarbeiten positiv erwähnt. Einige Lernende übten auch Kritik an den Arbeitsformen und nur wenige von ihnen äußerten eine Motivation zur Beschäftigung mit informatischen Inhalten über die Unterrichtsstunden hinaus.

### Fazit und Ausblick

Die Untersuchung zeigt, dass sich domänenübergreifende Lernumgebungen zur Förderung sowohl mathematischer als auch informatischer Kompetenzen mit Fokus auf algorithmisches Denken gestalten lassen. Algorithmische Lernumgebungen ermöglichen die Integration lebensweltlicher Anknüpfungspunkte und das unplugged-Format enaktive Arbeitsformen, die zur

Motivation der Lernenden beitragen können. Die kommunikativen und entdeckend angelegten Gruppenarbeiten haben einen positiven Anteil an der Einschätzung der Lernumgebungen. In den Interviews konnten die Lernenden zwar konkrete Beispiele für Algorithmen benennen, eine Abstraktion zum Konzept eines Algorithmus und zum Zusammenhang der Themenschwerpunkte wäre jedoch erstrebenswert. Auch der außerschulische Mehrwert algorithmischer Kompetenzen sollte noch deutlicher herausgestellt werden, damit ein Transfer möglich wird. Um die Lernumgebungen weiterzuentwickeln und Limitationen der Untersuchung zu minimieren, werden diese erneut implementiert. Der Einsatz der Lernumgebungen kann einen Beitrag zur fächerübergreifenden informatischen Bildung leisten, es braucht jedoch mehr dieser mathematischen Lernumgebungen, was aufgrund der zahlreichen curricularen Überschneidungen möglich ist.

## Literatur

- Bergner, N., Köster, H., Magenheimer, J., Müller, K., Romeike, R., Schroeder, U., Schulte, C. & Hubwieser, P. (2018). *Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich*. Opladen.
- Best, A., Brämer, M., Frederking, V., Geldreich, K., Götz, I., Herper, H., Humbert, L., Kortenkamp, U., Krauthausen, G., Ladel, S. & Schulte, C. (2021). Informatische Bildung in der Grundschule und Zentren für Digitale Bildung – Positionspapier. *LOG IN*, 41(2), S. 22–26.
- Best, A., Borowski, C., Büttner, K., Freudenberg, R., Fricke, M., Haselmeier, K., Herper, H., Hinz, V., Humbert, L., Müller, D., Schwill, A., & Thomas, M. (2019). Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. *LOG IN*, 39(1), Beilage.
- Brinda, T., Brüggem, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C., Missomelius, P., Leschke, R., Tilemann, F. & Weich, A. (2019). Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. *Lecture Notes in Informatics*, P-288, 25–33.
- KMK [= Kultusministerkonferenz] (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich.
- Martschinke, S., Palmer Parreira, S. & Romeike, R. (2021). Informatische (Grund-)Bildung schon in der Primarstufe? Erste Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie. In B. Landwehr, I. Mammes & L. Murmann (Hrsg.), *Technische Bildung im Sachunterricht der Grundschule. Elementar bildungsbedeutsam und dennoch vernachlässigt?* (S. 133–150). Julius Klinkhardt.
- Peschel, M. & Platz, M. (2024). Algorithmen aus Sicht der Sachunterrichts- und Mathematikdidaktik – Elemente der Digital Literacy im fächerverbindenden Unterricht der Primarstufe. In A. Flügel, A. Gruhn, I. Landrock, J. Lange, B. Müller-Naendrup, J. Wiesemann, P. Büker & A. Rank (Hrsg.), *Grundschulforschung meets Kindheitsforschung reloaded* (S. 445–450). Julius Klinkhardt.
- Ziegenbalg, J. (2023). Algorithmisches Arbeiten. In R. Bruder, A. Büchter, H. Gasteiger, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 341–368). Springer Spektrum.