

Beliefs von Schüler*innen der Sekundarstufe II zu Mathematik und Algorithmen - Ergebnisse einer qualitativen Studie zum MAJA-Projekt

Schüler*innen assoziieren Mathematik häufig mit Zahlen und dem Abarbeiten von Algorithmen (Köller et al., 2000). Derartige Auffassungen können Motivation und Lernen beeinträchtigen und so das mathematische Potenzial der Schüler*innen negativ beeinflussen (Loos & Ziegler, 2016). In diesem Zusammenhang ist es wichtig, Schüler*innen ein differenziertes und adäquates Bild von Mathematik als Wissenschaft zu vermitteln.

Das MAJA-Projekt (Mathematische Algorithmen für Jedermann Analysiert) zielt darauf ab, Schüler*innen mit algorithmischen Themen der Numerik und der diskreten Mathematik vertraut zu machen, indem es einen wissenschaftlichen Zugang zu Algorithmen in diesen Bereichen anbietet. Die Teilnehmer*innen – Schüler*innen aus einer Höheren Technischen Lehranstalt (HTL) und einem Gymnasium (AHS) aus Österreich – lernen Algorithmen zu analysieren, zu implementieren und deren Eigenschaften wie Effizienz und Konvergenz zu untersuchen. Hierbei werden mathematische Inhalte mit experimentellen Ansätzen verknüpft. Es wird angenommen, dass diese Inhalte und diese Art der Auseinandersetzung mit Mathematik das Bild der Schüler*innen von Mathematik und Algorithmen beeinflusst. Beispielsweise zeigen Beumann & Geisler (2022), dass Aktivitäten zum innermathematischen Experimentieren zu einer Veränderung der epistemologischen Überzeugungen von Schüler*innen führen können. Vor diesem Hintergrund zielt die vorliegende Studie darauf ab, zwei zentrale Fragen zu beantworten: (1) Welche Beliefs zu Mathematik und Algorithmen haben die teilnehmenden Schüler*innen? (2) Gibt es Hinweise ob bzw. wie sich diese im Projekt verändert haben?

Beliefs sind psychologisch verankerte Vorstellungen und Annahmen, die das Denken und Handeln beeinflussen (Pehkonen, 1993). Sie sind eng mit Wissen verknüpft und beziehen sich in der Mathematik auf das eigene Verständnis von Mathematik, der eigenen Rolle als Mathematiker*in und dem Mathematikunterricht (Op't Eynde et al., 2002). Mathematische Beliefs können als stabile Einstellungen betrachtet werden, die aus kognitiven, affektiven und konativen Aspekten bestehen (Grigutsch et al., 1998). Sie beeinflussen, wie Schüler*innen mathematische Probleme angehen und sich mit mathematischen Inhalten auseinandersetzen (Op't Eynde et al., 2002).

Methodik

Zur Untersuchung der Beliefs der Schüler*innen wurden im Frühjahr 2024 fünf Fokusgruppengespräche mit insgesamt 34 Schüler*innen (16 weiblich, 18 männlich) durchgeführt, die am MAJA-Projekt teilnahmen. Die Teilnehmer*innen stammen aus einer AHS (neun Schülerinnen, zwei Gruppen) und einer HTL (25 Schüler*innen, drei Gruppen). Die Fokusgruppengespräche, die jeweils 25 bis 45 Minuten dauerten, wurden von Projektmitarbeiter*innen anhand eines Leitfadens durchgeführt und anschließend in mittlerer Genauigkeit transkribiert. Der Leitfaden umfasste die folgenden inhaltlichen Fragen: 1) Warum sollte jeder über Algorithmen Bescheid wissen? 2) Welche Rolle spielen Algorithmen in der Mathematik? 3) Wie geht man in der Mathematik mit Algorithmen um? 4) Welche Eigenschaften sollten die verwendeten Algorithmen haben? 5) Wie haben die Inhalte und Aktivitäten im MAJA-Projekt eure Denkweisen und Ansichten verändert?

Die Schüler*innen erhielten im Rahmen des Projekts unterschiedliche mathematisch-algorithmische Angebote. Die AHS-Schüler*innen beschäftigten sich mit Themen wie dem Euklidischen Algorithmus, rekursiven Folgen und dem Programmieren von Algorithmen in Python und Scratch, während die HTL-Schüler*innen unter anderem Aussagenlogik, Zahlentheorie und mathematische Beweise behandelten. Beide Gruppen nahmen an zum Teil mehrtägigen Workshops teil, in denen sie praktische Erfahrungen im Umgang mit Algorithmen, deren Anwendung und Analyse sammeln konnten.

Die erhobenen Daten wurden in einer QDA-Software unter Heranziehung eines induktiven Ansatzes mittels qualitativer Inhaltsanalyse codiert und analysiert.

Ergebnisse

Die Wahrnehmungen der befragten Schüler*innen kann in die folgenden drei Aspekte gegliedert werden: (1) Rolle von Algorithmen in der Mathematik, (2) Eigenschaften von Algorithmen, (3) Allgegenwärtigkeit von Algorithmen.

(1) In der Wahrnehmung der Schüler*innen sind Algorithmen eine Lösungsvorschrift, die in einer verallgemeinerten Form vorliegt und auf eine ganze Problemfamilie angewendet werden kann. Algorithmen unterstützen zudem die Arbeit, wenn diese auf einen Computer ausgelagert werden und dieser die Rechenarbeit übernimmt.

"S2: Wenn man viele Berechnungen hintereinander für verschiedene Zahlen zum Beispiel ausprobieren möchte, dass man zum Ausprobieren, (..) dass man nicht selber rechnen muss." (Gr3-HTL)

Einzelne Schüler*innen sehen darin die Möglichkeit, Berechnungen durchzuführen, die ohne Computer nicht realisierbar wären. Sie erkennen zudem, dass dies eine experimentelle Herangehensweise zur Erkenntnisgewinnung fördert. Vereinzelt werden Algorithmen auch als eigenes Forschungsgebiet gesehen, zum Beispiel wenn es darum geht Algorithmen zu suchen oder zu adaptieren.

(2) Als wesentliche Eigenschaften von Algorithmen erachten der Großteil der Gruppen die Allgemeingültigkeit, die Endlichkeit in der Ausführung, die Effizienz und die Korrektheit.

"S2: [...] Aber ich glaube, damit man da wirklich darauf kommt, dass man da jetzt die Lösung bekommt und so etwas wie schnell er ist, brauche ich halt dann doch irgendwie ein schnelles Lösungsverfahren, damit ich dann wirklich, (...) damit der die schnellen Abbiegungen sozusagen finden kann."
(Gr5-AHS)

(3) Die Gruppen erkennen, dass Algorithmen in vielen Bereichen eine zentrale Grundlage bilden. Als Beispiele nennen sie die Mathematik, im Besonderen die Technische Mathematik, die mathematische Grundlagenforschung, die angewandte Mathematik bzw. die Mathematik im Allgemeinen sowie mathematik- oder informatiknahe Bereiche wie Simulationen, Cyber Security und Kryptographie oder den Computer im Allgemeinen. Weitere genannte Bereiche sind zudem Social Media, Künstliche Intelligenz und Verwaltungsprogramme.

Die Schüler*innen berichten von einem vertieften Einblick in Algorithmen durch das Projekt. Schüler*innen aus den AHS-Gruppen geben an, dass sie nun ein besseres Verständnis von Algorithmen haben, während Schüler*innen aus den HTL-Gruppen ihre Kenntnisse dazu vertiefen konnten. Die Ansichten hinsichtlich Algorithmen haben sich allerdings nicht wirklich verändert, so die Wahrnehmung der befragten Schüler*innen. In Zusammenhang mit der Mathematik führen einzelne Schüler*innen die folgenden Einsichten an:

- wie mathematische Forschung aussehen kann und dass diese nicht immer einen realen Bezug haben muss
- dass Mathematik mehr ist als nur Rechnen und Zahlen
- dass Bezüge zur Realität möglich sind, viel mehr als über den Unterricht ersichtlich werden
- dass "Unimathe" (sic!) freier und experimenteller ist, da es mehr Raum zum selbstständigen Forschen und Ausprobieren bietet als die Schule

Interpretation und Diskussion

Die Ergebnisse der Fokusgruppengespräche zeigen, dass die teilnehmenden Schüler*innen differenzierte und tiefgehende Vorstellungen zu Algorithmen und Mathematik besitzen – im Gegensatz zu den oft verbreiteten, schemaorientierten Assoziationen mit Mathematik (vgl. Köller et al., 2000). Teilweise werden Algorithmen von den beteiligten Schüler*innen auch als eigenes Forschungsgebiet gesehen. Die von der Mehrheit der Gruppen wahrgenommenen Eigenschaften wie Effizienz und Korrektheit von Algorithmen heben zwei wesentliche Aspekte der Analyse von Algorithmen hervor, die bei der Evaluation und bei der Optimierung von Algorithmen von Bedeutung sind. Auch Beumann und Kisters (2022) bzw. Maaß & Ege (2007) zeigen auf, dass die mathematischen Beliefs von mathematisch begabten bzw. leistungsstärkeren Schüler*innen forschungs- und anwendungsbezogen sind. Ein Vergleich der Beliefs der am MAJA-Projekt beteiligten Schüler*innen mit einer entsprechenden Peergruppe bietet sich an und wird in weiteren Studien untersucht. Die Ergebnisse legen zudem nahe, dass die Teilnahme am MAJA-Projekt die Entwicklung von Einstellungen und algorithmischem Knowhow unterstützt. Diese Arbeit wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF), Projekt Nr. SPA 01-080 MAJA.

Literatur

- Beumann, S. & Geisler, S. (2022). Epistemologische Überzeugungen und innermathematische Experimente: Eine Interventionsstudie mit mathematisch interessierten Lernenden. *mathematica didactica*, 45, 1–16.
- Beumann, S. & Kisters, M. (2022). Beliefs zur Mathematik: explorative Fallstudien mathematisch begabter Schüler*innen. *Pädagogische Horizonte*, 6(2), 107–119.
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 19(1), 3–45.
- Köller, O., Baumert, J. & Neubrand, J. (2000). Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik und Physikunterricht. In J. Baumert, W. Bos & R. Lehmann (Hrsg.), *TIMSS/III. 2. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (S. 229–269). Leske + Budrich.
- Loos, A. & Ziegler, G. M. (2016). „Was ist Mathematik“ lernen und lehren. *Mathematische Semesterberichte*, 63(1), 155–169.
- Maaß, K. & Ege, P. (2007). Mathematik und Mathematikunterricht aus der Sicht von Hauptschülern. *mathematica didactica*, 30(2), 53–85.
- Op't Eynde, P., Corte, E. de & Verschaffel, L. (2002). Framing Students' Mathematics-Related Beliefs. In G. C. Leder, E. Pehkonen & G. Törner (Hrsg.), *Beliefs: A Hidden Variable in Mathematics Education?* (S. 13–37). Springer Netherlands.
- Pehkonen, E. (1993). Schülervorstellungen über Mathematik als verborgener Faktor für das Lernen. In K. P. Müller (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 303–306). Franzbecker.