

Katja LENGNINK, Gießen

## **(Wie) kann der Mathematikunterricht zur Algorithmischen Mündigkeit beitragen?**

Die Macht der Algorithmen wird in den Medien seit einigen Jahren intensiv diskutiert, es gibt Sendungen, Podiumsdiskussionen, Abhandlungen und Bücher, die sich mit dem Thema befassen. In unserer technisch und zunehmend digital geprägten Welt nehmen Algorithmen und Algorithmische Entscheidungssysteme eine immer größere Rolle ein. Was können sie leisten und wie können wir sie kontrollieren? Und was hat das mit dem Mathematikunterricht zu tun?

Im Folgenden wird ausgehend von dem alten Anspruch des Mathematisch Mündigwerdens gezeigt, welche Anforderungen für den schulischen Mathematikunterricht sich aus der Zielvorstellung eines mündigen Umgangs mit Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen ergeben. Dafür werden zunächst die Grundbegriffe Algorithmus und Algorithmisches Entscheidungssystem nach Zweig (2019a) definiert und im Anschluss das von Gal (2002) entwickelte Modell zur Statistical Literacy genutzt, um analog Facetten einer Algorithmischen Mündigkeit herauszuarbeiten. Zuletzt werden erste Folgerungen für den Mathematikunterricht gezogen.

### **Algorithmus und Algorithmische Entscheidungssysteme**

Algorithmen „sind Regeln zur Lösung mathematisch beschreibbarer Probleme“ (Zweig, 2019a, S. 1). Man kann sie als eine „Folge von Handlungen“ definieren, die basierend auf klar benannten Informationen (Eingabe) eine Lösung mit bestimmten Eigenschaften (Ausgabe) berechnet (ebd., S. 3). Algorithmen finden immer dort Anwendung, wo Eingabe und Ausgabe festgelegt und die Problemlösung klar mathematisiert werden kann. Das Ordnen von Namen nach dem Alphabet kann z. B. Mithilfe eines Algorithmus gelöst werden.

In vielen gesellschaftlich relevanten Entscheidungssituationen sind jedoch keine Algorithmen zur Berechnung von Ausgaben bekannt, man möchte aber dennoch valide Vorhersagen treffen. In solchen Fällen werden sogenannte Algorithmische Entscheidungssysteme eingesetzt. Sie „bekommen Daten (Eingaben) und Informationen über ein zu lernendes Verhalten und leiten daraus Entscheidungsregeln ab“ (ebd., S. 4). Die abgeleiteten Regeln sind abhängig von der Datengrundlage und von den Informationen über das zu erlernende Verhalten. Der vom System generierte Algorithmus ist nicht mehr unbedingt transparent und kommunizierbar (Zweig, 2019). Beispiele

für solche Algorithmischen Entscheidungssysteme sind etwa die Suchalgorithmen von Google sowie COMPAS, ein Rückfälligkeitsvorhersagealgorithmus für Kriminelle in den USA. Solche Systeme sind insbesondere dann als besonders kritisch zu beurteilen, wenn sie Entscheidungen über Menschen treffen oder wenn ihre Entscheidungen den Menschen und die Gesellschaft als Ganzes angehen (Zweig, 2019a, S. 5). Im Fall von COMPAS wurde z. B. die systematische Benachteiligung von Schwarzen nachgewiesen (Dressel & Farid, 2018).

In seinem Blog zur Algorithmic Literacy betont Matthew Oldridge, dass es in Bezug auf eine allgemeinbildende Auseinandersetzung mit Algorithmen nicht darum gehen kann, dass jeder programmieren lernt. Vielmehr geht es um eine Urteilskraft gegenüber Algorithmen in unserer Welt: „I refer to being aware of the presence of algorithms in their lives, and the increasing role they play, both for good, and for bad.“ (Oldridge, o.J.) Im Mathematikunterricht kann dieses Bewusstsein durch Einsichten über die Art und Weise der Entscheidungsfindung mit Algorithmen vertieft werden. Da Algorithmen auf mathematischen Modellen und Verarbeitungsprozessen sowie Algorithmische Entscheidungssysteme auf Datenanalysen und ihrer mathematischen Verarbeitung basieren, sollte das Thema m. E. im Mathematikunterricht eine Rolle spielen.

### **Algorithmische Mündigkeit**

In der Debatte über Mathematische Mündigkeit werden die Facetten des Mündigwerdens durch und gegenüber Mathematik betont. Beim Mündigwerden durch Mathematik wird vor allem der Nutzen von Mathematik dahingehend gesehen, komplexe Prozesse zu erfassen und Entscheidungen transparent vorzubereiten, wir werden also durch sie mündig. Im Folgenden wird nur noch auf das Mündigwerden gegenüber Mathematik, und hier speziell gegenüber Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen eingegangen.

Dazu wird analog zur Debatte über statistical literacy (Gal, 2002) Algorithmische Mündigkeit gefasst als: (a) die Fähigkeit der Person, algorithmische Verarbeitungsprozesse zu interpretieren und auf Basis von Algorithmen erstellte Ergebnisse in diversen Kontexten kritisch zu evaluieren, und (b) die Haltung, Reaktionen und Meinungen zu solchen algorithmisch gewonnenen Ergebnissen zu diskutieren sowie ihre Implikationen kritisch zu hinterfragen. Im Sinne des Mündigwerdens gegenüber Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen stellt sich dabei zunächst immer die zentrale Frage der prinzipiellen Algorithmierbarkeit von Prozessen, also die Frage, inwieweit ein Entscheidungskriterium überhaupt operationalisiert werden kann.

Iddo Gal hat ein Modell zur statistical literacy angegeben, das Wissensselemente und dispositionale Elemente enthält (Gal, 2002, S. 4). Es wird für die Algorithmische Mündigkeit angepasst: Auf der Wissensebene müssen Lesefähigkeiten in Bezug auf Algorithmen und Daten vorhanden sein. Dazu muss ein grundlegendes mathematisches und algorithmisches Wissen verfügbar sein. Im jeweiligen Sachgebiet muss auch ein Kontextwissen in Bezug auf den Gegenstand der zu treffenden Entscheidungen vorhanden sein und ein Repertoire an kritischen Fragen. Die dispositionale Ebene umfasst Einstellungen, Überzeugungen und Haltungen der Person, um eine kritisch fragende Grundhaltung dem Einsatz von Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen gegenüber einzunehmen.

Wichtige Fragen, die man sich im Umgang mit und zur Beurteilung von Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen stellen sollte, sind: (1) Woher kommen die Daten, die als Eingabe für Algorithmische Entscheidungssysteme dienen? (2) Wer hat den Algorithmus oder das Algorithmische Entscheidungssystem implementiert, zu welchem Zweck? (3) Wie werden die Daten genutzt bzw. im Algorithmus verrechnet? Gäbe es Alternativen? Sind die zugrunde gelegten Daten tendenziös? (4) Wie werden die Ergebnisse des Algorithmus oder des Algorithmischen Entscheidungssystems interpretiert und kommuniziert? Ist dies angemessen? (5) Welche Rückkopplungsschleifen gibt es und wie wirken sich diese aus?

### **Folgerungen für den Mathematikunterricht**

Nach einer von der Bertelsmann-Stiftung durchgeführten Studie (Grzymek & Puntschuh, 2019), wissen 48 % der über 10.000 europaweit Befragten nicht, was ein Algorithmus ist, in Deutschland noch 43 %. Auch die Bewusstheit für Anwendungsbereiche von Algorithmen und Algorithmischen Entscheidungssystemen ist nur schwach ausgeprägt (Grzymek & Puntschuh, 2019, S. 15 ff.). Es muss demnach zunächst um eine Sensibilisierung für Algorithmen gehen, die in einem Dreischritt erfolgen könnte: (1) Erleben von Algorithmen und ihren Wirkungen an Beispielen aus dem eigenen Leben, (2) Erlernen der Grundidee des Algorithmierens, ihres Nutzens und ihrer Gefahren und (3) Erproben unterschiedlicher Algorithmierungen im eigenen Umfeld sowie Betrachten der Auswirkungen bestimmter Algorithmen.

Ein sehr einfaches Beispiel für das Erleben, Erlernen und Erproben von Algorithmen, das bereits mit kleinen Kindern durchgeführt werden könnte, wäre am Beispiel der Fußball-Bundesligatabelle möglich. Die beste Mannschaft wird anhand von Punkten zu Spielergebnissen ermittelt: 3 Punkte für einen Sieg, 1 Punkt für ein Unentschieden und 0 Punkte für eine Niederlage.

Die beste Mannschaft ist die mit den meisten Punkten, haben zwei Mannschaften dieselbe Anzahl von Punkten, so entscheidet die Tordifferenz über die Platzierung. Vor 1995 wurden für einen Sieg nur 2 Punkte gutgeschrieben, um den Sport interessanter zu machen, wurde danach die 3-Punkte-Regelung eingeführt. Die Abhängigkeit der Bundesligatabelle von dem Algorithmus kann von den Schülerinnen und Schülern eigenständig erkundet werden. Einfache Rechnungen reichen hierfür aus. Wird das dem Algorithmus zugrundeliegende mathematische Modell (die Punkteregelung) verändert, so kann dies zu einer anderen Platzierung führen. Damit können Lernende die Auswirkungen von Algorithmen am Beispiel erproben.

In Bezug auf gerichtete Mittelwertbildungen kann ein weiteres Beispiel für Algorithmierungen im Unterricht thematisiert werden, am Beispiel von Tests und Bewertungen (z. B. Stiftung Warentest). Hier werden etwa bei Kindersitzen Kriterien wie die leichte Bedienbarkeit, die Sicherheit und die Kosten eingerechnet. Wie diese Kriterien jeweils vom Einzelnen gewichtet werden und zu welchen Testsiegern der mündige Lerner auf Basis seiner Entscheidungen kommt, bleibt ihm selbst überlassen. Eine kritische Reflexion der durch Algorithmen erzielten Ergebnisse bleibt dabei unerlässlich.

Viel komplexer ist es, wenn man Algorithmische Entscheidungssysteme betrachtet, etwa die Support Vector Machine (Zweig, 2019b). Hier kann die Grundidee mit den Lernenden, z. B. in einem Planspiel, erfahrbar gemacht werden. Insgesamt muss der Mathematikunterricht verdeutlichen, dass Algorithmen und Entscheidungssystemen immer mathematische Modelle zugrunde liegen, die nicht objektiv sind, sondern Spielräume für menschliche Entscheidungen lassen.

## Literatur

- Dressel, J. & Farid, H. (2018). The accuracy, fairness, and limits of predicting recidivism. *Science Advances* 4, 1-5.
- Gal, I. (2002). Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review* 70.1, 1-25.
- Grzymek, V. & Puntschuh, M. (2019). *Was Europa über Algorithmen weiß und denkt – Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Bertelsmann-Stiftung. DOI 10.11586/2019006
- Oldridge, M. (o. J.). Algorithmic Literacy. <https://medium.com/@MatthewOldridge/algorithmic-literacy-1d9b5f087142> (6.1.2020)
- O'Neil, C. (2016). *Angriff der Algorithmen. Wie sie Wahlen manipulieren, Berufschancen zerstören und unsere Gesundheit gefährden*. München: Carl Hanser Verlag.
- Zweig, K. (2019a). Algorithmische Entscheidungen: Transparenz und Kontrolle. *Analyse und Argumente*, Konrad Adenauer Stiftung, 1-16.
- Zweig, K. (2019b). *Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl*. München: Heyne Verlag.