

FOTO: ALEKSEI GORODENKOV / ALAMY STOCK FOTO

Spielerisch: Kinder können die Logik von Software lernen, indem sie Symbole mit Befehlen verbinden. So brauchen sie die Grammatik von Programmiersprachen zunächst nicht zu beachten.

MASCHINELLES LEHREN

TEXT: THOMAS BRANDSTETTER

Künstliche Intelligenz kann Menschen in immer mehr Bereichen unterstützen – auch in der Bildung. Forschende um Adish Singla arbeiten am Max-Planck-Institut für Softwaresysteme an Methoden, die Kindern helfen sollen, das Programmieren zu erlernen. Die Algorithmen könnten aber auch in anderen Fächern zum Einsatz kommen.

Lernende Maschinen sind im Begriff, die Gesellschaft umzukrempeln. Sie überflügeln uns nicht nur in Schach und Go, sondern sie übersetzen auch Texte, können beim Erstellen medizinischer Diagnosen helfen und unsere Autos steuern. Anstatt wie frühere Computerprogramme Schritt für Schritt die Befehle ihrer menschlichen Schöpfer auszuführen, erlernen diese künstlichen Intelligenzen ihre Fähigkeiten, indem sie selbstständig riesige Datenmengen analysieren. Diesem Konzept folgend sollen sie jetzt den Schritt vom maschinellen Lernen hin zum maschinellen Lehren machen und als intelligente Werkzeuge auch im Schulunterricht zur Anwendung kommen. Daher könnten Schülerinnen und Schüler schon bald von Maschinen lernen, wie man Maschinen programmiert.

Einsteiger lernen das Programmieren gewöhnlich auf spielerische Weise mit einfachen Bildelementen. Im Rahmen von Initiativen wie etwa Hour of Code haben bereits Millionen von Kindern auf diese Weise ihre ersten Programme geschrieben. Forschende des Max-Planck-Instituts für Softwaresysteme gehen nun einen Schritt weiter. „Wir wollen die Lernerfahrungen der Kinder mit einer Software verbessern, die Lernenden mithilfe künstlicher Intelligenz auf die Sprünge hilft, wenn sie nicht mehr weiterwissen“, sagt Adish Singla, der die Gruppe „Machine Teaching“ leitet.

Solche Software könnte den Schulunterricht ziemlich verändern: „Im Klassenzimmer der Zukunft werden menschliche und digitale Lehrkraft Hand in Hand arbeiten“, sagt Maria Wirzberger, Professorin für Lehren und Lernen mit intelligenten Systemen an der Universität Stuttgart. Dabei können digitale Systeme das normale Unterrichtsgeschehen immer nur ergänzen, sie sollen die menschlichen Lehrkräfte keineswegs an die Seite drängen. Schließlich sind nur Menschen fähig, wirklich in Kontakt mit den Schülerinnen und Schülern zu treten und intuitiv auf diese zu reagieren – eine Software ist dazu nicht in der Lage. „Eine förderlich gestaltete Software kann allerdings die Zeiten

überbrücken, in denen die Lehrkraft nicht präsent sein kann“, sagt Wirzberger. So kann der digitale Assistent etwa in Selbstlernphasen einspringen und passgenaue Aufgaben an die Lernenden verteilen. Eine einzelne Lehrkraft wird es kaum schaffen, für zwanzig Schüler zwanzig unterschiedliche Arbeitsblätter vorzubereiten. „Basierend auf Fähigkeitsprofilen der Kinder kann ein KI-gestütztes System dies sehr wohl“, erklärt Wirzberger. Doch der Mensch sollte dabei die Leitung behalten und eingreifen, wenn besondere Probleme auftauchen. Unterm Strich bleiben so mehr Ressourcen für Einzelförderung – sowohl für die schwächeren Schülerinnen und Schüler als auch für die besonders starken, denen die Software Extraaufgaben stellen kann.

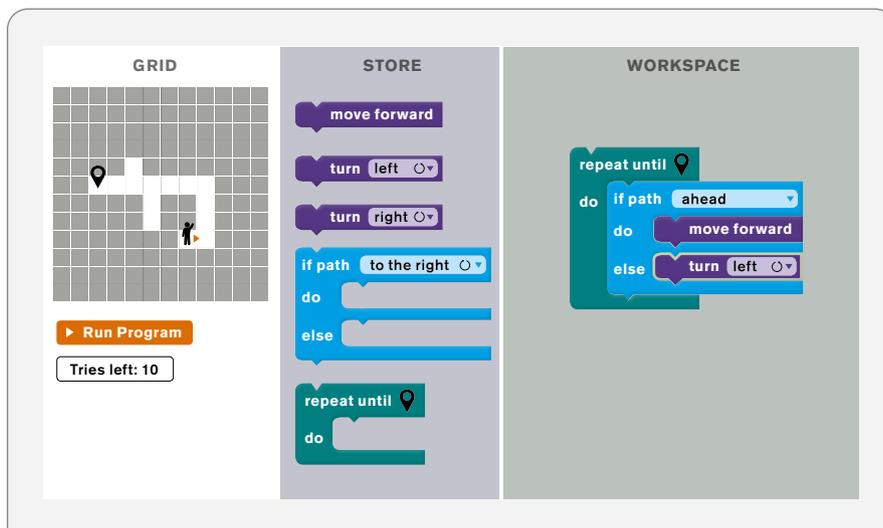
Eine ähnliche Haltung vertritt auch der Präsident des Deutschen Lehrerverbandes, Heinz-Peter Meidinger. „Auf die Lehrkraft kommt es an“, betont er. Von ihr gehe die stärkste Motivation für die Schülerinnen und Schüler aus. Zugleich sei es in einer Gesellschaft, die immer stärker von Digitalisierung und KI geprägt ist beziehungsweise sein wird, von enormer Bedeutung, dass diese Themen auch in der Schule Eingang finden. „Und zwar sowohl im Sinne eines Unterrichtsgegenstandes, indem man sich mit den Aus-

69



wirkungen beschäftigt, aber auch als Unterrichtsmedium“, sagt Meidinger. Als die große Heilsbringerin, die alle aktuellen Probleme des Schulsystems wie Lehrkräftemangel, Bildungsgerechtigkeit, Inklusion und Integration lösen wird, sieht er die künstliche Intelligenz trotzdem nicht. „Meiner Erfahrung nach führt das Überfrachten solch neuer Entwicklungen mit zu hohen Erwartungen letztlich immer zu Enttäuschung.“

Potenzial für KI im Unterricht sieht auch Meidinger vor allem in ihrer Fähigkeit, den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben an die Bedürfnisse der Lernenden anzupassen. Man müsse sich jedoch auch darüber im Klaren sein, dass die Schülerinnen und Schüler dadurch zu unterschiedlichen Niveaus gelangen. „Ich habe zwar sehr große Sympathie für eine individuelle Begabungsförderung, und KI könnte eine Chance sein, besonders begabte Schüler tiefer in Fachgebiete hineinzu führen, als das bisher möglich ist“, sagt Meidinger. „Umgekehrt wird es



Blockweise programmieren: Um eine Figur über den weißen Weg zu einem Ziel zu führen, müssen Schülerinnen und Schüler in dieser Aufgabe der Initiative Hour of Code Befehle richtig verknüpfen. Wenn sie dabei Schwierigkeiten haben, gibt ihnen ein Programm des Max-Planck-Instituts für Softwaresysteme Tipps und stellt weitere Aufgaben, die auf ihre Verständnisprobleme zugeschnitten sind.

aber auch diejenigen geben, die trotz künstlicher Intelligenz deutlich weniger weit kommen.“ Schließlich führt individuelles Fördern auch immer zu einer größeren Leistungspreizung. „Letztlich haben wir immer noch ein Schulsystem, das mit Noten, Qualifikationen und Abschlusszeugnissen arbeitet“, gibt Meidinger zu bedenken. „Da muss das dann auch entsprechend eingepasst werden.“

KI hält ein virtuelles Tutorium

Das Programmieren eignet sich besonders gut für den Einsatz von KI im Unterricht: Eine typische Übungsaufgabe für junge Einsteiger besteht darin, eine Figur auf dem Bildschirm auf einem bestimmten Weg zu einem Ziel zu lotsen. Dafür braucht es genaue Anweisungen, wie weit sich die Figur auf dem zugrunde liegenden Schachbrettmuster etwa geradeaus bewegen und welche Richtung sie dann einschlagen soll. Um Kinder an solche Problemstellungen heranzuführen, greifen Pädagogen vorzugsweise auf blockbasierte, visuelle Programmierertechniken zurück. Dadurch erspart man den Anfängern Ärger und den Frust, den schwer verständ-

lich geschriebene Befehle und Feinheiten in der Syntax – wie etwa der Unterschied zwischen eckigen und geschwungenen Klammern – bereiten können. Stattdessen reihen die Kinder vorgefertigte Blöcke mit kurzen Anweisungen und Bildern aneinander und können so der Figur die gewünschten Befehle intuitiv erteilen. Ein typisches Beispiel wäre etwa die Anweisung, immer wieder einen Schritt nach vorne zu gehen, solange im dortigen Feld auch die Straße weiterverläuft. Biegt die Straße schließlich nach links oder rechts ab, dann wird ein anderer Befehl fällig. So können die Kinder ihren Fokus voll auf die dem Problem zugrunde liegende Logik lenken und spielerisch einen Zugang zu computerbasiertem Denken entwickeln.

In der Forschungsgruppe „Machine Teaching“ des Max-Planck-Instituts für Softwaresysteme in Saarbrücken arbeiten Adish Singla und sein Team daran, solche Übungsaufgaben mit künstlicher Intelligenz weiterzuentwickeln. Bereits 2020 haben die Forschenden einen Algorithmus vorgestellt, der mit Methoden des maschinellen Lernens automatisch Übungsaufgaben erzeugt. „Wenn ein Schüler ein Problem gelöst und die Figur ans Ziel gebracht hat, stellen wir ihm eine

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

Algorithmen können im Programmierunterricht auf Lernende individuell zugeschnittene Aufgaben erstellen und bei deren Lösung helfen. Dabei sollen Unteraufgaben gezielt das Verständnis für die Schritte verbessern, bei denen die Schülerinnen und Schüler Probleme haben.

Der Ansatz lässt sich auf andere Fächer wie Mathematik übertragen, in denen ergebnisoffene konzeptionelle Probleme gelöst werden müssen.

Die Software kann Lehrkräfte unterstützen, aber nicht ersetzen. Lehrerinnen und Lehrer bleiben die wichtigsten Motivatoren und müssen in besonders schwierigen Fällen eingreifen. Methoden der maschinellen Lehre lassen ihnen jedoch mehr Zeit für die Individualförderung.

weitere, ähnliche Aufgabe, anhand derer er das Erlernte dann vertiefen kann“, sagt Adish Singla.

Inzwischen arbeitet Singlas Forschungsgruppe an einem KI-gestützten, virtuellen Tutoriumsystem, welches den Kindern auch direkt beim Lösen einer bestimmten Aufgabe helfen soll. Kommt eine Schülerin oder ein Schüler bei einer Aufgabe allein nicht mehr weiter, erkennt das System, dass es Schwierigkeiten gibt, und versucht, mit Hinweisen zu helfen. In einer früheren Version bessert die Software Fehler einfach aus, präsentiert also unmittelbar die richtige Lösung, damit die Schülerin von diesem Punkt aus wieder weiterarbeiten kann. Das ist gegebenenfalls bereits eine große Hilfe – doch es geht noch besser.

„Was wir heute machen, ist viel weiter fortgeschritten“, sagt Singla. „Jetzt hilft die Software den Kindern mit personalisierten Ratespielen, wenn sie nicht mehr weiterwissen.“ Der Algorithmus entwickelt also eine eigene kleine Unteraufgabe und bietet mehrere Lösungsvorschläge dazu an, um den Lernenden auf die Sprünge zu helfen. Indem die künstliche Intelligenz gewissermaßen sagt: „Denk doch noch einmal über diesen Teil hier nach!“, wird das Kind selbst zum Handeln aufgefordert und behält die Kontrolle. „Das ist wesentlich motivierender als das einfache Ausbessern eines Fehlers“, erklärt Adish Singla. Die Herausforderung für die Software besteht allerdings darin, die einfachste Aufgabe zu finden, anhand derer das Kind das Konzept verstehen kann, das ihm gerade Schwierigkeiten bereitet.

Alle können die Software evaluieren

„Es ist nicht leicht, automatisch ein geeignetes Ratespiel zu kreieren“, sagt Singla. Das sei schließlich immer eine eigene kleine Programmieraufgabe. Um eine solche Unteraufgabe zu entwickeln, gibt es theoretisch zwar eine Vielzahl an Möglichkeiten, aber nur wenige davon haben auch sinnvolle, interessante Lösungen, anhand derer

sich das unklare Programmierkonzept verdeutlichen lässt. „Ein zentraler Punkt unserer aktuellen Arbeit besteht darin, automatisch herauszufinden, welche falsche Annahme einem Fehler zugrunde liegt“, sagt Singla. Denn nur so kann die Software den Lernenden helfen, die falsche Annahme selbst zu korrigieren. Singla und sein Team konzentrieren sich in ihrer Arbeit auf die grundlegende Funktionalität der Software. Indem sie KI einbinden, wollen sie es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, auch dann damit zu arbeiten, wenn gerade niemand da ist, der ihnen helfen kann.

Zwar beschränken sie sich in ihrer aktuellen Arbeit auf den Programmierunterricht. Die Methoden, welche die Forschenden dabei entwickeln, können aber breitere Anwendung finden, etwa in der Mathematik. „Im Wesentlichen möchten wir KI entwickeln, die den Schülerinnen und Schülern helfen kann, ergebnisoffene konzeptionelle Probleme zu lösen“, sagt Singla. Schließlich sei es sowohl für die Lernenden als auch für die künstliche Intelligenz besonders herausfordernd, wenn es für eine Aufgabe keinen vorbestimmten Lösungsweg gibt. „Wichtig ist auch, dass eine Software die Lernenden motiviert und bei der

Stange hält“, sagt Maria Wirzberger. Dabei können kleine, menschenähnliche Figuren helfen, die Hinweise geben oder wichtiges Feedback liefern. „Auch spielerische Elemente können motivierend wirken, etwa wenn mathematische Rätsel gelöst werden müssen, um einen Schatz zu finden“, sagt Wirzberger. Nur wenn alle diese Aspekte zusammenkommen, kann eine Lernsoftware erfolgreich sein.

Der Deutsche Lehrerverband wiederum wünscht sich, dass der Einsatz KI-gestützter Lernsoftware in Deutschland Hand in Hand geht mit empirischer Forschung, etwa indem die neuen Methoden an Modellschulen evaluiert werden. „Im Endeffekt zählt nur, was Bildung und Lernerfolg der Kinder besser macht“, sagt Präsident Heinz-Peter Meidinger. Und wenn es gut funktioniert, solle man die neue Technik dann natürlich auch flächendeckend einsetzen. Solch eine Vorgehensweise ist ganz im Sinn der Forschenden. Deshalb stellt das Team von Adish Singla die Software schon online zur Verfügung, damit alle sie ausprobieren und zu ihrer Evaluation beitragen können. Auf diese Weise werden die maschinellen Assistenten Schritt für Schritt auf ihren Einsatz im Unterricht vorbereitet.

www.teaching-blocks-hints.cc

71

Georgios Tzannetos, Adish Singla und Ahana Ghosh (von links) diskutieren, wie sie die Software, die Schülerinnen und Schüler mithilfe künstlicher Intelligenz unterstützt, weiterentwickeln können.



FOTO: MATS KARLSSON FÜR MPG