

Schule und KI – Ein praxisorientierter Leitfaden

Eine Studie im Auftrag der



durchgeführt von

mmb Institut – Gesellschaft für Medien- und Kompetenzforschung mbH und
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)

Impressum

Autorinnen und Autoren

mmb Institut GmbH
Folkwangstraße 1
45128 Essen

Dr. Ulrich Schmid, schmid@mmb-institut.de
Dr. Berit Blanc
Monica Hochbauer
Luisa Wellert

DFKI Labor Berlin
Alt-Moabit 91 C
10559 Berlin

Prof. Dr. Niels Pinkwart, niels.pinkwart@dfki.de
Dr. Insa Reichow
Dr. David Buschhüter
Dr. Milos Kravcik
Hassan Soliman

Kommentatorinnen und Kommentatoren

Dieser Leitfaden entstand mit einer diskursiven Begleitung durch Praxisvertreterinnen und -vertreter aus Schule und Wissenschaft. Wir danken den folgenden Personen herzlich für ihre umfangreiche, konstruktiv-kritische und äußerst hilfreiche Kommentierung:

- Mario Mosbacher, Schulleiter, Fürstenberg Gymnasium, Donaueschingen
- Florian Nuxoll, Lehrer für Englisch und Gemeinschaftskunde an der Geschwister-Scholl-Schule und Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Tübingen
- Prof. Dr. Katharina Scheiter, Professur für Digitale Bildung an der Universität Potsdam
- Christophe Speroni, Mitgründer und Chief Product Officer bei bettermarks GmbH
- StD Klaas Wiggers, Koordinator der Einführungsphase, des MINT-Angebots und der Außenpräsentation am Gymnasium an der Willmsstraße, Delmenhorst
- Jun.-Prof. Dr. Peter Wulff, Juniorprofessor für Physik und ihre Didaktik, Pädagogische Hochschule Heidelberg sowie
- Viktoria Zoeger, Studienrätin im Land Bremen, Abgeordnete Lehrkraft Informatik/Mathematik Sek II und Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Department für Informatik an der Universität Oldenburg

1. Auflage 2023
November 2023

Inhalt

Impressum.....	2
Inhalt.....	3
Management Summary.....	4
1 Schule und KI – Hintergrund.....	7
2 Was ist eigentlich KI? Zentrale Begriffe – einfach erklärt	9
3 Leitfaden KI-Anwendungen für die Schule	14
3.1 Textgenerierende und -übersetzende Systeme	16
3.2 Material- und bildgenerierende Systeme	27
3.3 Intelligente Tutoring- und Empfehlungssysteme	32
3.4 Prüfungsunterstützende Systeme	38
3.5 Learning Analytics & Educational Data Mining	43
3.6 Bildungs- und unterrichtsorganisierende Systeme	48
3.7 Text-to-Speech- und Speech-to-Text-Systeme.....	54
4 Zusammenfassung und Ausblick	59
5 Literaturverzeichnis.....	64

Management Summary

Spätestens seit der Markteinführung von *ChatGPT* vor etwa einem Jahr (November 2022) ist das Thema Künstliche Intelligenz (KI) auch in der Schule angekommen. Gerade Schülerinnen und Schüler gehörten zu den ersten faszinierten Nutzern der kostenlos downloadbaren *ChatGPT*-App von Open AI. Inzwischen hat die intensive Beschäftigung mit dieser – vermeintlich allwissenden und meist perfekt formulierenden – KI-App auch die Schulleitungen, die Lehrer- und Elternschaft erreicht. Viele weitere, ähnlich funktionierende Apps, die nicht nur wohlklingende Texte formulieren, sondern auch Statistiken, Grafiken, Musik, Sprache, Fotos oder Videos generieren können, kamen fast wöchentlich neu hinzu. Quasi alle anderen großen Softwareunternehmen, sei es Google, Meta oder Adobe, haben eigene, ähnliche Lösungen präsentiert. Doch mit dieser öffentlichen Begeisterung ging auch manche Ernüchterung und Befürchtung, einher – insbesondere im Blick auf die Nutzung solcher Technologien im praktischen Schulalltag. Was bedeutet deren Einsatz z. B. für die Gestaltung von Prüfungen und Leistungstests, für Persönlichkeits- und Urheberrechte? Und was ist zu tun, um die meist jugendlichen Nutzenden für die gar nicht so offensichtlichen Unzulänglichkeiten und Verzerrungen (Stichwort „Bias“) solcher Anwendungen zu sensibilisieren?

Genau diesen, inzwischen immer klarer werdenden Potenzialen und Herausforderungen widmet sich die vorliegende Studie. Dabei wird vor allem auch der Tatsache Rechnung getragen, dass das Feld der KI-Technologien, die im Schulbereich Verwendung finden (werden), deutlich größer und vielfältiger ist als *ChatGPT* und Co. Das Verständnis der durchaus unterschiedlichen KI-Konzepte und Methoden, die das schulische Lernen der Zukunft prägen – das Wissen um die jeweiligen Funktionsprinzipien und Möglichkeiten – ist essentiell für jede schuldidaktische Beurteilung, Anwendung und Risikoabschätzung.

Im Mittelpunkt dieser Studie stehen deshalb zunächst einmal die relevanten Technologien selbst: deren Potenziale und Grenzen im Anwendungsbereich Schule, d. h. in der Schulverwaltung und -organisation ebenso wie beim Unterrichten in der Klasse und natürlich auch beim individuellen Lernen am Vor- und Nachmittag. KI-gestützte Lösungen haben den Weg in all diese praktischen Anwendungsfelder gefunden und sie werden in den kommenden Jahren sehr dynamisch weiterentwickelt. Es geht also hier darum, den Blick über *ChatGPT* hinaus zu weiten und eine strukturierte Übersicht zu KI-Systemen zu geben, die den künftigen Schulalltag prägen. In diesem Sinne soll der vorliegende Leitfaden eine Art praxisnaher „Kompass“ sein, der den verantwortlichen Akteuren in Schule und Bildungspolitik Standortbestimmungen und Orientierung ermöglicht.

1. KI in der Schule ist mehr als *ChatGPT*.

Anwendungen, die auf einen Textbefehl („Prompt“) hin, grammatikalisch und stilistisch gut klingende Texte generieren, diese übersetzen, zusammenfassen oder paraphrasieren, prägen den derzeitigen Diskurs um KI. Diese Textgeneratoren (siehe Kap. 3.1) bieten auch für den schulischen Einsatz viele Möglichkeiten, z. B. um ausgehend von dem generierten Output der Systeme, fachliche Aspekte, kritisches Denken und Medienkompetenz zu fördern, Dialoge mit einem historischen Charakter zu führen, Strukturierungshilfen für selbst zu verfassende Texte einzuholen und vieles mehr. Neben den prominenten Beispielen für Textgeneratoren, wie *ChatGPT* oder *Bard*, gibt es mittlerweile auch

andere Anwendungen, die z. T. mehr Fokus auf Datenschutz legen, wie die Klassenräume von *fobizz* oder *HuggingChat*.

Über diese Textgeneratoren hinaus, gibt es viele weitere Typen von KI-Systemen, die einen Einsatz in der Schule finden. Dazu zählen:

- Generatoren, die auf einen Textbefehl hin, Bilder, Videos, Musik oder Präsentationen erstellen können (siehe Kap. 3.2)
- Intelligente Tutoringsysteme, die Lernende mit individualisierten Hinweisen gezielt in ihrem Selbst-Lernprozess unterstützen (siehe Kap. 3.3)
- KI-Systeme, die Lehrkräfte bei der Vorbereitung, Durchführung und Korrektur von Prüfungen unterstützen (siehe Kap. 3.4)
- Learning Analytics & Educational Data Mining verwendende Systeme, bei denen Daten über Lernende analysiert und daraus Empfehlungen oder Prognosen abgeleitet werden (siehe Kap. 3.5)
- KI-Systeme, die Lehrkräfte, Schulleitungen und Verwaltungsmitarbeitende bei organisierenden und administrativen Tätigkeiten, z. B. der Deputatsplanung, unterstützen (siehe Kap. 3.6)
- Text-to-Speech und Speech-to-Text-Systeme, die Text in Sprache bzw. umgekehrt Sprache in Text konvertieren und so z. B. inklusive Potenziale beinhalten (siehe Kap. 3.7)

2. Potenziale von KI werden konkret: Viele Anwendungsbeispiele zeigen, was möglich ist.

Viele generative KI-Anwendungen sind zum aktuellen Zeitpunkt in einer kostenfreien Variante niedrigschwellig verfügbar. So erreichen die meist kommerziellen Anbieter z. T. sehr hohe Nutzungszahlen – gerade auch bei jugendlichen Zielgruppen, Schülerinnen und Schülern. Entsprechende Anwendungen sind also Teil der Lebenswirklichkeit junger Menschen, die sie nach ihren Vorstellungen und Wünschen nutzen. Dieser Prozess der kulturellen Aneignung und des (teilweise spielerischen) Ausprobierens sorgt dafür, dass die Potenziale von KI-Technologien für Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte, Schulleitungen und Verwaltungsmitarbeitende immer konkreter und praktisch erfahrbar werden. Auch in diesem Leitfaden stellen wir zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten vor. Beispielsweise liegt eines der Kernversprechen von KI im Bereich des Lernens in der Individualisierung von Lernangeboten und Prozessen. Ob und wie dieses Versprechen eingelöst wird, kann man z. B. durch die Nutzung von sogenannten Intelligenzen Tutoringsystemen (ITS, siehe Kap. 3.4) leicht selbst in Erfahrung bringen. Auch der didaktische Nutzen von intelligenten Textgeneratoren kann heute ganz praktisch und ohne große Hürden selbst ausprobiert werden (siehe Kap. 3.1) – ebenso die Möglichkeiten von Text-to-Speech- und Speech-to-Text-Anwendungen (siehe Kap. 3.7), die besonders im Kontext von inklusiven Lernsettings Vorteile versprechen.

3. Hohe Dynamik im Markt für KI-Bildungstechnologien.

Die Veröffentlichung von großen Sprachmodellen (engl. Large Language Models (LLM)), die prominenten Anwendungen wie *ChatGPT* zugrunde liegen, hat eine hohe Marktdynamik gerade auch im Bereich der Bildungsanwendungen nach sich gezogen. So binden EdTech (Educational Technology)-Unternehmen die großen Sprachmodelle zunehmend in ihre eigenen Systeme ein und erstellen darauf basierend neue Anwendungen. Dadurch entstehen neue, komplexe Bildungswerkzeuge, die

z. B. die Vorteile der Textgenerierung für assistive Zwecke (Chatbots etc.), zur Ergänzung von Lernmanagementsystemen oder auch für Learning Analytics Dashboards (siehe Kap. 3.5) ausschöpfen. In der Konsequenz bedeutet dies, dass es künftig immer weniger Anwendungen ohne KI-Komponenten geben wird. Im Gegenteil: Bereits heute haben KI-basierte Features und Funktionen, ohne dass dies explizit so „gelabelt“ würde, Einzug in viele Schul-Managementsysteme und Lernplattformen gehalten. Trotz dieser „Ubiquität“, also der Überallverfügbarkeit von KI in all den uns umgebenden Systemen, auch beim Lernen, erscheint es sinnvoll, die Unterschiede zwischen den zum Einsatz kommenden KI-Algorithmen und Methoden zu kennen – nicht zuletzt, um beurteilen zu können, mit welchen Verfahren sich welche Herausforderungen verbinden.

4. Bildungspolitik muss Orientierung und Leitplanken für KI an Schulen entwickeln.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens liegt die Hauptverantwortung für den Umgang mit KI-Systemen auf Seite der Schulen oder sogar bei den einzelnen Lehrkräften – sowohl was die Auswahl eines konkreten Tools, als auch was den praktischen Einsatz betrifft. Die in verschiedenen Bundesländern erstellten Handreichungen (siehe Kap. 3.1) sind ein erster Schritt zu mehr Orientierung für die Akteure im Schulsystem. Was aber fehlt, ist eine klare Benennung von „Do’s und Dont’s“: Welche Tools sind qualitätsgeprüft, empirisch evident lernwirksam, datenschutz- und urheberrechtlich unbedenklich? Wie können solche Anwendungen in bestehende digitale Schul-Infrastrukturen eingebunden und damit möglichst einfach, für alle verfügbar werden? Wer sorgt für die notwendige technische Infrastruktur, Pflege und Aktualisierung? Das sind nur einige naheliegende und wichtige Fragen, die weder von individuellen Lehrkräften noch von einzelnen Schulleitungen geklärt werden können, sondern bildungspolitisch abgesteckt werden müssen. Die Bildungspolitik wird allerdings angesichts des hohen Innovationstempos in diesem Bereich kaum Schritt halten können mit den immer neuen Herausforderungen. Hier sind also auch Handlungsspielräume für pragmatische Regulierungen zu schaffen, damit experimentelle Aneignungs- und Lernprozesse rund um intelligente Lerntechnologien möglich werden und die Hürden für deren Erprobung möglichst niedrig bleiben.

Vor diesem Hintergrund bekräftigt die vorliegende Arbeit die Empfehlungen der Vorgängerpublikation „KI@Bildung: Lehren und Lernen in der Schule mit Werkzeugen Künstlicher Intelligenz“ (Schmid et al. 2021): Auf allen drei Einsatzebenen der Schule – Administration, Unterricht und Lernen – ist die Information über und die Erprobung sowie systematische Evaluation von intelligenten Anwendungen voranzutreiben. Damit einher geht die Qualifizierung und Kompetenzentwicklung bei Schulleitungen und Schulträgern ebenso wie die von Lehrkräften und Lernenden. Insbesondere die Lehrkräfte benötigen umfassende Medienkompetenzen und eine informatische Grundbildung, um sowohl die Technologien als auch die ihnen zugrundeliegenden KI-Methoden zu verstehen und in ihren didaktischen Potenzialen und Risiken einschätzen zu können. Parallel zu dieser Herausforderung für alle drei Phasen der Lehrkräftebildung besteht die bildungspolitische Aufgabe darin, Verfahren zur Qualitätssicherung intelligenter Lernanwendungen zu etablieren. Auf diese Weise können die Potenziale von KI in der Schulbildung ausgeschöpft und die Unterstützung von Lehrkräften durch KI zum Leitbild modernen Unterrichtens werden.

1 Schule und KI – Hintergrund

„Frag mich alles!“ lautet die Einstiegsphrase, mit der der KI-basierte Chatbot *ChatGPT* Nutzende zur Eingabe auffordert. Seit der Markteinführung des Tools von OpenAI hat die Diskussion um Künstliche Intelligenz noch einmal eine neue Dynamik erhalten. *ChatGPT* hat offenbar ganz praktisch deutlich gemacht, was KI und ihre Nutzung im Alltag bedeuten kann.

Im Bildungsbereich begannen kurz darauf erste Debatten über die Frage nach dem Umgang mit *ChatGPT* und möglichen weiteren KI-gesteuerten Tools. Schülerinnen und Schüler nutzen das Tool z. B. für die schnelle Recherche bei Hausaufgaben (teilweise unreflektiert). Lehrkräfte experimentieren z. T. mit den neuen Möglichkeiten wie den Chatbot im Unterricht oder für die Unterrichtsvorbereitung einzusetzen (Philologenverband Nordrhein-Westfalen, 2023). Und nicht zuletzt bietet die KI einen guten und hochaktuellen Anlass, um das Thema Künstliche Intelligenz im Unterricht selbst zu behandeln.

Dabei sind *ChatGPT* und die vielen anderen neuen Anwendungen zweifellos erst der Anfang einer Entwicklung, deren Auswirkungen wir bislang nur erahnen können. Gerade im Schulsektor als gleichzeitige Anwendungs- und Vermittlungsinstanz von KI-Kompetenzen braucht es noch viel mehr Aufklärung – und vor allem eine systematische Betrachtung der Technologien, Anwendungen und Potenziale, die KI für die Schule bietet. Die Offenheit und Erwartungshaltung von Schulleitungen in Bezug auf digitale Unterstützung ist auf jeden Fall sehr groß, wie Ergebnisse der Cornelsen Schulleitungsstudie 2023 zeigen. Danach stimmen beispielsweise 95 Prozent der 2001 befragten Schulleitungen zu, dass Digitalisierung des Unterrichts individualisiertes und selbstbestimmtes Lernen unterstützen kann und 94 Prozent möchten die in der Corona-Zeit entstandene Offenheit für neue Lernformate auch zukünftig nutzen (Fichtner et al., 2023).

Klar ist: Es gibt viel mehr als Textgeneratoren wie *ChatGPT*. Dieser Leitfaden zeigt einige der zahlreichen weiteren KI-gestützten Technologien für die Schulbildung auf. In Anknüpfung an die 2021 für die Deutsche Telekom Stiftung erstellte Studie „KI@Bildung: Lehren und Lernen in der Schule mit Werkzeugen Künstlicher Intelligenz“ (Schmid et al. 2021) erarbeiteten die mmb Institut GmbH in Kooperation mit dem Educational Technology Lab des DFKI (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz) mit dem vorliegenden Leitfaden ein Update dieser Arbeit, das sich explizit an Lehrende und Verantwortliche im schulischen Bildungsbereich in Deutschland richtet.

Anknüpfung an KI@Bildung

In der Vorgängerstudie „KI@Bildung“ wurden zum einen KI-Anwendungsmöglichkeiten auf verschiedenen Einsatzebenen der schulischen Bildung – Schulorganisation, Unterricht, Lernprozess – beschrieben. Zum anderen wurden international einschlägige Anwendungen recherchiert und typische Anwendungsbeispiele steckbriefartig vorgestellt. An diese Ist-Analyse schlossen sich seinerzeit eine Trendanalyse und die Ableitung bildungspolitischer Handlungsempfehlungen an. Das vorliegende Update fokussiert nunmehr die wichtigsten KI-gestützten Bildungstechnologien im Bereich der allgemeinbildenden Schulen in Deutschland. Es soll als praxisnaher „Kompass“ eine Orientierung für entscheidende und anwendende Schulakteure geben und beleuchtet daher die Anwendungen aus vier Perspektiven: Technologie, Didaktik, Organisation und Zukunft. Es werden Anwendungsbeispiele gegeben, die dabei allerdings weniger passgenaue Empfehlungen zur

unterrichtlichen Einbindung von KI oder zu geeigneten Aufgabenformaten darstellen, als vielmehr der Anregung dienen sollen, welche KI-Technologien für welche Zielgruppen und übergeordneten Ziele sinnvoll eingesetzt werden können.

Des Weiteren bezieht sich auch „Schule und KI“ nicht primär auf KI als Lehr-/Lern-Gegenstand („Lernen über KI“¹). Nichtsdestotrotz möchten wir betonen, dass ein grundlegendes Verständnis von KI-Methoden und ihren Voraussetzungen wichtig ist, um die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen der Anwendungen einschätzen zu können. Wir werden an dieser Stelle nur einige grundlegende Einführungen leisten und verweisen gerne auf weiterführende Ressourcen zum Weiterlernen (siehe Kap. 2). Fokus dieses Leitfadens ist das Lernen, Lehren und Organisieren an Schulen mit KI. Das heißt, wir betrachten KI-Anwendungen, die Unterstützung bieten für

- Schülerinnen und Schüler in ihrem Lernprozess,
- Lehrende bei der Vorbereitung und Planung von Unterricht, in der Unterrichtseinheit und bei der Durchführung und Bewertung von Prüfungen sowie
- Mitarbeitende an Schulen bei administrativen und strategischen Aufgaben (Bildungsmanagement).

Aufbau des Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden gibt zunächst anhand zentraler technologischer Begriffserklärungen einen Einblick in das Verständnis von KI (Kapitel 2). In Kapitel 3 werden die zurzeit wichtigsten KI-Anwendungen für die Schule vorgestellt. Die Zusammenstellung ist nach sieben Gruppen von KI-Technologien strukturiert. Dabei werden jeweils a) die (technische) Funktionsweise beschrieben, b) didaktische Potenziale für unterschiedliche schulische Aufgaben und Zielgruppen ausgeführt, c) konkrete Anwendungsbeispiele in Deutschland gegeben und d) auf Voraussetzungen des Einsatzes hingewiesen. Nach diesen technologischen, didaktischen und organisatorischen Perspektiven fasst Kapitel 4 schließlich den Ist-Stand und die Potenziale von KI-Anwendungen für die drei wichtigsten Anwendungsfelder in der Schule – Administration, Unterricht und Lernen – zusammen und wirft einen Blick auf die absehbaren Entwicklungen und Herausforderungen sowie die notwendigen nächsten Schritte.

¹ Zu diesem Thema werden verschiedene Fortbildungen für Lehrkräfte angeboten, z. B. dieser KI-Campus-Kurs, der Lehrkräfte nicht-naturwissenschaftlicher Fächer dazu befähigen soll, KI in den Sekundarstufen I und II zu unterrichten: <https://ki-campus.org/courses/kischule2020>.

2 Was ist eigentlich KI? Zentrale Begriffe – einfach erklärt

In diesem Kapitel werden einige der wichtigsten technologischen Aspekte erläutert, um einerseits das Begriffsungetüm „Künstliche Intelligenz“ ein wenig auseinanderzunehmen und andererseits eine Grundlage zu schaffen, um die nachfolgenden Technologiebeschreibungen einordnen zu können. Es ist klar, dass die hier präsentierten Informationen nur einen kurzen Einstieg in das Jahrzehnte alte und mittlerweile sehr umfassende Forschungsfeld der „Künstlichen Intelligenz“ bieten können.

Künstliche Intelligenz (KI)

Es gibt zahlreiche und sich ständig wandelnde Definitionen von Künstlicher Intelligenz (KI). KI bezeichnet im weitesten Sinne Maschinen und Computerprogramme, die sich intelligent verhalten. Dabei muss sich *intelligent* nicht unbedingt auf menschliche Intelligenz beziehen, sondern auf die allgemeine Fähigkeit, spezifische Ziele mit einem gewissen Grad an Autonomie zu erreichen. Im Gesetzesvorschlag der Europäischen Kommission zur Regulierung von KI (dem sogenannten „AI Act“²), wird KI definiert als Software, die „im Hinblick auf eine Reihe von Zielen, die vom Menschen festgelegt werden, Ergebnisse wie Inhalte, Vorhersagen, Empfehlungen oder Entscheidungen hervorbringen kann, die das Umfeld beeinflussen, mit dem sie interagieren“ (Europäische Kommission, 2021).

Gegenüber herkömmlichen Computerprogrammen leistet KI dabei zwei wichtige Veränderungen. Erstens erfasst und verarbeitet der Computer nicht nur Daten, sondern erkennt auch Muster in diesen Daten. Zweitens werden verschiedene Ressourcen nicht nur digital verfügbar, sondern vielmehr werden Entscheidungen zum zielgerichteten Einsatz dieser Ressourcen automatisiert getroffen.

Diese und andere Funktionen werden technologisch ganz unterschiedlich umgesetzt. Zur Unterscheidung der Dutzenden KI-Methoden haben sich zwei Hauptkategorien bzw. KI-Grundtypen etabliert: 1.) „symbolische KI bzw. wissensbasierte KI“ und 2.) „statistische KI bzw. maschinelles Lernen“.

Symbolische KI (bzw. wissensbasierte KI)

Vor dem Hintergrund der medialen Präsenz datengetriebener Systeme wie *ChatGPT* kann vergessen werden, dass KI auch auf Regeln basieren kann, die von Menschen explizit festgelegt wurden. Symbolische KI (manchmal auch „Wissensbasierte KI“ genannt), basiert vor allem auf solchen festen Regeln (z. B. Wenn-Dann-Beziehungen). So kann zur automatischen Bewertung von Aufgaben z. B. festgelegt werden, dass wenn die Frage: „Was ist die Hauptstadt von Frankreich?“ mit „Paris“ beantwortet wird, die Antwort als „korrekt“ gilt (WENN „Eingabe“ = „Paris“, DANN „korrekt“). Dies ist ein sehr einfaches Beispiel. Solche Regeln können aber zu komplexen Systemen kombiniert werden, um z. B. basierend auf pädagogischem und didaktischem Wissen individuelle Lernwege zu ermöglichen oder Lernempfehlungen während der Aufgabenbearbeitung abgeben zu können.

² Der AI Act soll auf EU-Ebene KI-Technologien regulieren und wird vermutlich auch Konsequenzen für KI-Technologien im Bildungsbereich haben. Da der Gesetzesvorschlag aktuell noch diskutiert wird, sind die Auswirkungen der Verordnung noch nicht absehbar.

Statistische KI (bzw. Maschinelles Lernen)

Im Unterschied dazu können statistische KI-Verfahren (die häufig auch als „maschinelles Lernen“ bezeichnet werden) mit Hilfe einer Vielzahl von Beispielen darauf „trainiert“ werden, eigenständig bestimmte Schlussfolgerungen abzuleiten und diese dann auch bei unbekanntem Datensätzen anzuwenden. Beispielsweise kann ein Programm mit einer großen Menge an Bildern von Elefanten darauf „trainiert“ werden, Elefanten-typische Merkmale statistisch zu errechnen. Dies befähigt das Programm dazu, auch in ganz neuen Abbildungen „Elefanten“ zu identifizieren. Solche Verfahren werden häufig zu Klassifizierungs- und Vorhersageaufgaben eingesetzt. Auf die Bildung übertragen, kann ein solchermaßen lernendes KI-Programm z. B. anhand der Daten von tausenden Lernenden auf die Identifikation „erfolgreicher Lernprozesse“ trainiert werden und auf dieser Basis prognostizieren, wie wahrscheinlich ein Lernerfolg von neuen Lernenden ist.

Der Vorteil statistischer KI-Verfahren im Bildungskontext liegt zunächst darin, dass die explizite Modellierung von Regeln durch den Menschen prinzipiell entfällt. Damit verbunden ist auch eine größere Anwendungsbreite gegenüber symbolischer, wissensbasierter KI: Anwendungen mit dem Funktionsumfang von *ChatGPT* regelbasiert zu erstellen, ist bereits auf Basis der Breite aller möglichen Userabsichten in einem wirtschaftlich angemessenen Zeitraum kaum denkbar.

Die – gerade im Bildungskontext besonders große – Herausforderung besteht demgegenüber jedoch in dem hohen Bedarf an geeigneten Trainingsdaten (z. B. zum Lernverhalten oder zu Prüfungsergebnissen von hunderten oder tausenden Lernenden). Insgesamt ist mittlerweile ein Großteil der KI-Anwendungen dem Bereich der statistischen KI zuzuordnen.

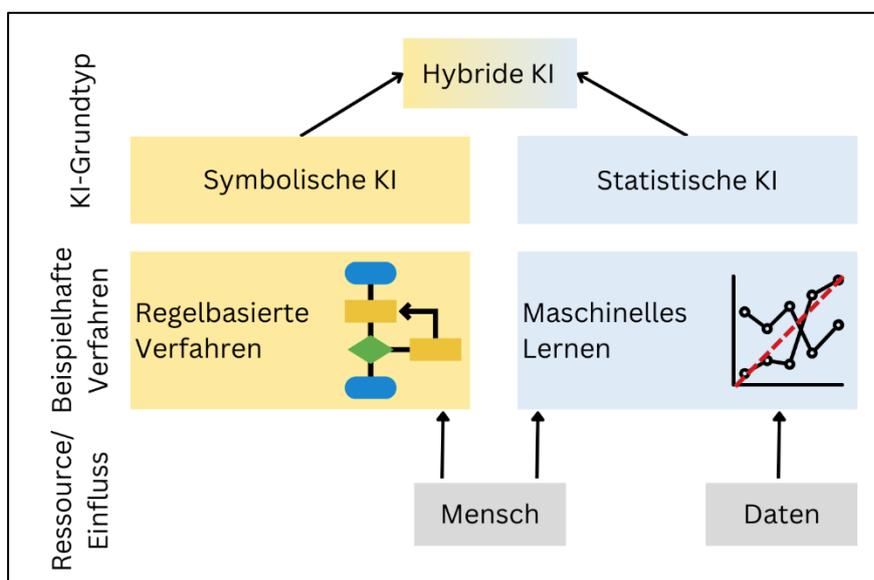


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der verschiedenen KI-Grundtypen und beispielhafter Verfahren

Neuronales Netz und Deep Learning

Für die automatische Bewertung von einfachen Texteingaben auf Fragen wie: „Was ist die Hauptstadt von Frankreich?“ können Modelle genutzt werden, für die eine einfache mathematische Funktion mit Eingabe (z. B. Welche Worte kommen vor?) und Ausgabe („korrekt“ oder „nicht korrekt“) ausreicht. Wie aber kann ein Computer z. B. basierend auf den schwarzen und weißen Pixeln einer Schülerzeichnung bewerten, ob diese fachlich korrekt einen geschlossenen Stromkreis darstellt?

Neuronale Netze können eine Lösungsmöglichkeit für solche Probleme darstellen. Sie wurden von den Forschungsarbeiten zum menschlichen Gehirn inspiriert und ahmen die Verbindungen von Neuronen und Synapsen im Gehirn nach. Ein neuronales Netz ist ein Computerprogramm, das aus verschiedenen Knoten und Schichten besteht, die miteinander verbunden sind. Die Eingabeschicht erhält die Daten, die verarbeitet werden sollen, und die Ausgabeschicht gibt das Ergebnis des Verfahrens aus.

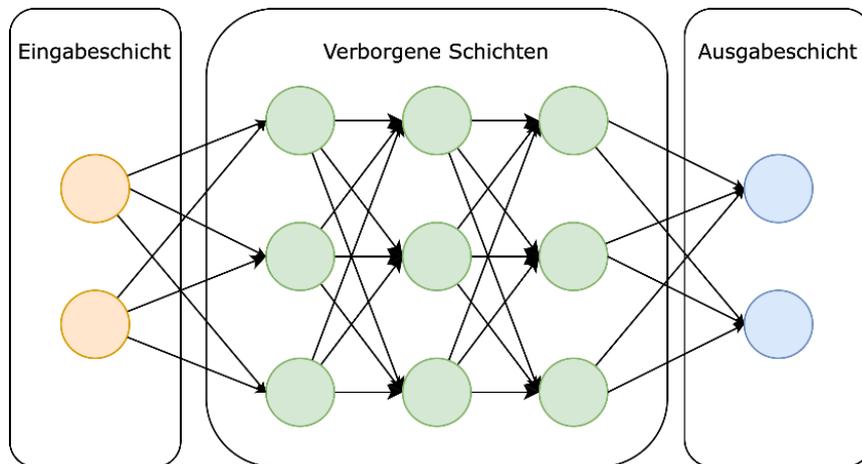


Abbildung 2: Neuronales Netz mit mehreren verborgenen Schichten

Deep Learning bezeichnet den Einsatz künstlicher neuronaler Netze mit besonders vielen Schichten (daher „tief“) (siehe Abb. 2). Dadurch sind Deep Learning-Algorithmen in der Lage, deutlich komplexere Aufgabenstellungen zu bearbeiten. Beispielsweise können Abhängigkeiten oder Hierarchien verschiedener Merkmale erkannt und „abstrahiert“ werden – dies ist der menschlichen Intelligenz nachempfunden. Allerdings machen die vielen Schichten von Deep Learning-Algorithmen es sehr schwierig, nachzuvollziehen, wie genau ein Computerprogramm zu einem Ergebnis kommt. Dieser Aspekt ist im Bildungsbereich, wo Entscheidungen unbedingt transparent und nachvollziehbar getroffen werden sollten, besonders problematisch.

Die Erfolge von Deep Learning-Algorithmen werden aktuell in den Bereichen der Bilderkennung (z. B. in der medizinischen Diagnostik), des autonomen Fahrens und vor allem bei der Sprachverarbeitung sichtbar. Auch *ChatGPT* – ebenso wie andere textgenerierende Systeme – basiert ganz wesentlich auf Methoden des Deep Learning.

Generative KI

Mit Generativer KI sind alle KI-Systeme gemeint, die Texte, Bilder, Töne, Videos, Simulationen oder andere Produkte in einer Form generieren, wie es auch Menschen mit entsprechenden Fähigkeiten tun würden. So gehört *ChatGPT* zur Gruppe der „Generativen KI“, da es Texte, Gedichte, Tabellen und andere Inhalte produzieren kann.

Hybride KI

Bis jetzt wurden symbolische (wissensbasierte) und statistische KI (inklusive Deep Learning) als zwei unterschiedliche technologische Methoden gegenübergestellt. Jedoch setzen viele moderne Systeme sowohl symbolische als auch statistische KI ein, um ihre Ziele zu erreichen und die jeweiligen Vor- und Nachteile auszugleichen. Solche Computerprogramme werden „Hybride KI“ (s. Abb. 1) genannt. Bezogen auf das Lernen lässt sich z. B. mit statistischer KI zunächst ein bestimmter Hilfs-

bedarf bei Lernenden identifizieren, aber die passende pädagogische Reaktion, z. B. ein angemessenes Feedback, wird dann mit Hilfe symbolischer KI ausgewählt. Oder umgekehrt: das Grundmodell ist pädagogisch als wissensbasierte KI konstruiert und wird dann datengestützt verfeinert.

Natural Language Processing (NLP)

Natural Language Processing ist ein eigenes Forschungsgebiet, das sich mit der Verarbeitung von menschlicher Sprache durch Computerprogramme befasst. Dabei wird linguistisches Wissen, z. B. zu Grammatik oder Wortbedeutungen, mit verschiedenen KI-Methoden (insbesondere maschinelles Lernen und Deep Learning) kombiniert. Dadurch soll es Computern ermöglicht werden, menschliche Sprache zu verarbeiten und adäquat darauf zu reagieren. Einsatzfelder von NLP sind beispielsweise automatische Übersetzungen von Text oder Text-to-Speech-Anwendungen, also die Umwandlung von Text in gesprochene Sprache.

Large Language Models (LLM)

Large Language Models (LLM) sind Sprachmodelle, die auf Deep Learning basieren. Sie können für die Verarbeitung und Erzeugung von menschlicher Sprache eingesetzt werden und somit Aufgaben aus dem Feld des „Natural Language Processing“ durchführen. LLMs heißen deswegen „large“, weil die neuronalen Netze, die dafür genutzt werden, mehrere Milliarden Parameter verarbeiten und erlernen können. Die verschiedenen Schichten des neuronalen Netzes „erlernen“, wie menschliche Sprache aufgebaut ist und welche Wörter häufig aufeinander folgen (Hierarchien, Abhängigkeiten, Korrelationen etc.). Damit das gelingt, werden textgenerierende Systeme auf gigantischen Textmengen (z. B. Bücher, Webseiten, Zeitungsartikel) trainiert. In einer ersten Phase „lernen“ die Sprachmodelle selbstständig anhand dieser Datenmengen. Danach folgt das sogenannte „überwachte Lernen“: Das bedeutet, dass Menschen die Leistung des Sprachmodells bewerten und verbessern, um beispielsweise besonders kontextgerechte Antworten zu geben.

Beispiele für aktuell verwendete LLMs sind GPT-3.5 und GPT-4 (die Sprachmodelle, auf denen ChatGPT basiert, als kostenlose Version bzw. im kostenpflichtigen Plus-Abo) und Llama 2 (ein frei verfügbares Sprachmodell vom facebook-Konzern Meta AI). Obwohl die Antworten dieser Chatbots mitunter erstaunlich sind, sollte klar sein, dass Sprachmodelle Wörter anhand von Wahrscheinlichkeiten aneinanderreihen und ohne Bewusstsein Sprache produzieren. Computer können menschliche Sprache nicht „verstehen“, so wie wir Menschen dies tun.

Prompts

Prompts sind Texteingaben, die an ein KI-System, z. B. eine text- oder bildgenerierende KI, gegeben werden. Ein Prompt beschreibt die Aufgabe, die eine KI-System lösen soll und gibt Hinweise oder Einschränkungen zur Bearbeitung dieser Aufgabe. Ein Prompt kann aus einem oder mehreren Sätzen, komplexen Befehlen über mehrere Zeilen oder auch nur aus einigen Stichworten bestehen. Beispielsweise stellt die Anfrage: „Schreibe einen Unterrichtsentwurf zum Thema Vulkane für eine 4. Klasse“, einen Prompt dar, den man einem textgenerierenden System geben könnte, um einen ersten Entwurf zu generieren, der dann nachfolgend durch weitere Prompts verfeinert werden kann. Diese Technik der aufeinander folgenden Prompts, die sukzessive mehr Kontext oder Anpassungen liefern, nennt man „Prompt Chaining“. Die Qualität und Nützlichkeit der Antworten eines KI-Systems hängt maßgeblich von der Gestaltung der Prompts ab. Daher ist es wichtig, zu lernen, wie und welche

Prompts für welche KI-Anwendung funktionieren, indem man sich gezielt informiert (siehe „Weiterführende Informationen“) und mit verschiedenen Prompts experimentiert.

KI-System

Im Folgenden nutzen wir sehr häufig den Begriff „KI-System“. Damit meinen wir jede Form von KI-gestützter Komponente, Soft- und/oder Hardware, die eine der obigen Methoden verwendet. Es ist allerdings – gerade im Bildungskontext – wichtig zu verstehen, dass KI-Systeme zumeist keine eigenständigen Anwendungen darstellen, sondern vielmehr als Komponenten in größere Systeme eingebettet sind. Dies ist z. B. im Bereich der Lernmanagement-Anwendungen zu beobachten: Hier werden bereits seit langem „klassisch“ programmierte Verfahren (z. B. zur Verwaltung von Lernenden und Kursen), mit „intelligenten“ Komponenten kombiniert, die spezifische Aufgaben (z. B. eine automatische Quizauswertung) ermöglichen. Ein anderes Beispiel sind Suchmaschinen, die KI-Systeme integrieren, wie z. B. die Integration von *ChatGPT* in die *Bing* Suche von Microsoft.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

- Der BMBF-geförderte KI-Campus ist eine Lernplattform speziell zum Thema Künstliche Intelligenz mit kostenlosen Online-Kursen zu zahlreichen KI-Themen: www.ki-campus.org
- KI-Grundlagenwissen vermittelt auch dieser in zahlreichen Sprachen verfügbare, kostenlose Online-Kurs der Universität Helsinki: <https://www.elementsofai.com/>
- Eine Website, die sich insbesondere an Lehrende richtet, Grundlagen zu KI vermittelt und eine Integration des Themas in den Unterricht anregt: <https://ki-kurs.org/>
- Umfassende Hinweise zur Wahl geeigneter *ChatGPT*-Prompts für Lehrkräfte finden sich in dieser umfassenden Handreichung: <https://www.manueflick.de/chatgpt-guide> (nach E-Mail-Anmeldung) und in diesem Blogbeitrag: <https://richten.digital/2023/01/25/chatgpt-unterricht-feedback-mega-prompt/>

3 Leitfaden KI-Anwendungen für die Schule

In diesem Kapitel werden die wichtigsten aktuellen KI-Technologien mit Blick auf den schulischen Bildungsbereich vorgestellt. Dabei werden sowohl KI-Technologien erwähnt, die zunächst keinen expliziten Bildungsbezug haben, aber potenziell für die Unterstützung von Bildungsprozessen eingesetzt werden können (z. B. *ChatGPT*), als auch solche, die explizit für das Lernen konzipiert wurden (z. B. Lernplattformen oder -apps).

Für eine bessere Übersichtlichkeit werden die KI-Methoden bzw. -Technologien in diesem Leitfaden in sieben Gruppen geordnet. Die Systeme übernehmen die folgenden Kernaufgaben und bieten dabei Unterstützungspotenzial für die verschiedenen Zielgruppen in der (schulischen) Bildung:

Technologiegruppe	Kernaufgaben in der Bildung
1. Textgenerierende und -übersetzende Systeme	Systeme, die Lehr- und Lerntexte generieren, zusammenfassen, vervollständigen, paraphrasieren, kürzen oder übersetzen. Zielgruppen: Lernende, Lehrende
2. Material- und Bild-generierende Systeme	Systeme, die sonstige Unterrichtsmaterialien (z. B. Bild, Video, Präsentationen, Arbeitsblätter) generieren. Zielgruppen: Lernende, Lehrende
3. Intelligente Tutoring- und Empfehlungssysteme	Wissensbasierte Intelligente Tutoring- und Empfehlungssysteme, die individuelles Feedback zu Lern- und Testleistungen geben oder basierend auf verschiedenen Merkmalen der Lernenden die Reihenfolge von Lerninhalten personalisiert anpassen bzw. empfehlen. Zielgruppen: Lernende, Lehrende
4. Prüfungsunterstützende Systeme	Systeme, die für die Generierung und Korrektur von Aufgaben und Prüfungen eingesetzt werden. Zielgruppen: Lehrende, Institutionen
5. Learning Analytics & Educational Data Mining	Analyse von Lernverhalten, Vorhersagen oder frühzeitige Warnungen (z. B. zum Lernverlauf und -erfolg) und Evaluation von Bildungsprozessen. Zielgruppen: Lernende, Lehrende, Institutionen
6. Bildungs- und unterrichts-organisierende Systeme	Systeme, die Administration und Organisation des Unterrichtsgeschehens erleichtern oder für Planung und Management von Bildungsprozessen eingesetzt werden. Zielgruppen: Lehrende, Institutionen
7. Text-to-Speech- und Speech-to-Text-Systeme	Umwandlung von Text in Sprache und umgekehrt, z. B. für Lernende mit Seh- oder Höreinschränkungen oder für die Erstellung von Sitzungsprotokollen im Kollegium. Zielgruppen: Lernende, Lehrende, Institutionen

Da sowohl KI-Technologien als auch Aufgabenfelder und Zielgruppen im Bildungsbereich überlappen, ist es schwierig trennscharfe Kategorien zu finden. Unsere Kategorisierung stellt lediglich einen möglichen Vorschlag dar.

Für jede der sieben Technologiegruppen werden jeweils die folgenden Fragen beantwortet:

1. Was ist das?
2. Wie funktioniert das technisch?
3. Welche Potenziale bieten sich hier für welche Aufgaben und für wen in der Schule? (Lernen, Lehren, Organisieren/Evaluieren)
4. Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend oder bereits erprobt?
5. Was ist beim Einsatz zu beachten? (Voraussetzungen, Erfahrungen, Limitationen)
6. Wo gibt es weiterführende Informationen?

Die Antworten auf diese Fragen werden zu Beginn jeder Technologiegruppe in Form eines Steckbriefes zusammengefasst.

Hinweis

Zur Illustration der Technologien werden in jedem Abschnitt konkrete Anwendungen genannt, viele davon kommerzielle Produkte, z. B. ChatGPT, bettermarks. Die genannten Tools sind als Beispiele, nicht als Bewerbung der Produkte zu verstehen. Sie sollen verdeutlichen, wie Typen von Anwendungen funktionieren und die Einsatzpotenziale verständlich machen. Es handelt sich dabei nicht um Empfehlungen.

3.1 Textgenerierende und -übersetzende Systeme



Textgenerierende und -übersetzende Systeme

Textgenerierende Systeme sind Computerprogramme, die Texte in einer Form erzeugen, wie es auch entsprechend kompetente menschliche Autorinnen und Autoren tun würden. Sie können beispielsweise auf Fragen antworten, Texte zusammenfassen, Gedichte schreiben und Programmcode erstellen.

Textübersetzende Systeme funktionieren ähnlich wie textgenerierende Systeme und sind in der Lage, nahezu in Echtzeit gesprochenen oder geschriebenen Text von einer Sprache in eine andere zu übertragen.

Zielgruppe

- Schülerinnen und Schüler
- Lehrkräfte
- Verwaltung

Potenziale



- Differenzierung nach Leistungsstufen oder Verständnisniveaus, z. B. indem Übungsmaterial für verschiedene Niveaus generiert wird

- Nutzung als digitaler Tutor, der Fragen zu verschiedensten Fächern und Aufgaben beantwortet

Einsatzbeispiele



- Kritische Reflexion, Medien- und Informationskompetenzen fördern
- Textkorrektur
- Einsatz als Gegenüber in Rollenspielen
- Unterstützung bei der Erstellung von Lernmaterial

- Übersetzung von Texten
- Planung einer Unterrichtseinheit
- Generieren von Aufgaben
- Texte zielgruppengerecht aufbereiten

Voraussetzungen



- Sensibilisierung für Limitationen der Systeme
- Prompting als Kompetenz
- Medienkompetenzen und informatische Grundbildung von Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern

- Nutzung datenschutzfreundlicher Anwendungen
- Akzeptanz der Tools

Was ist das?

Textgenerierende Systeme sind Computerprogramme, die dazu in der Lage sind, Texte in einer Form zu erzeugen, wie es auch entsprechend kompetente menschliche Autorinnen und Autoren tun würden. Sie können beispielsweise auf Fragen antworten, Texte zusammenfassen, Gedichte schreiben und Programmcode erstellen. Die bahnbrechenden Fortschritte im Bereich der natürlichen Sprachverarbeitung (engl. *Natural Language Processing*, siehe auch Begriffserklärungen in Kap. 2) sind seit Ende 2022 insbesondere durch *ChatGPT* auch der allgemeinen Öffentlichkeit bekannt und – durch die Bereitstellung einer mobilen App – vor allem auch sehr einfach zugänglich. Der einfache, kostenfreie Zugang über eine Chat-Oberfläche und die weitreichende Funktionalität machen *ChatGPT* und verwandte Anwendungen zu einem mächtigen Werkzeug im Lern- und Arbeitsalltag.

Textübersetzende Systeme funktionieren ähnlich wie textgenerierende Systeme und sind in der Lage, nahezu in Echtzeit gesprochenen oder geschriebenen Text von einer Sprache in eine andere zu übertragen.

Wie funktioniert das technisch?

Textgenerierende Systeme basieren auf Methoden des Deep Learning, insbesondere auf großen Sprachmodellen (engl. Large Language Models, LLM). Erhaltene Anfragen werden vom LLM analysiert, um den Kontext der Anfrage zu bestimmen. Die KI identifiziert Schlüsselwörter, bestimmt das zugrunde liegende Thema und analysiert die Feinheiten des umgebenden Kontextes. Das System verwendet dann sein trainiertes neuronales Netz, um die wahrscheinlichste Antwort zu errechnen.

Textübersetzende Systeme funktionieren recht ähnlich. Sie werden vor allem mit Texten trainiert, die in zwei Sprachen vorliegen (z. B. Bücher in Originalsprache und einer übersetzten Fassung), so dass das Sprachmodell lernen kann, in welchem Kontext ein Wort die eine oder andere Übersetzung erhält.

Welche Potenziale bieten sich?

Textgenerierende Systeme bieten Potenziale sowohl für Lehrkräfte als auch Schülerinnen und Schüler. **Lehrkräfte** werden z. B. dabei unterstützt, in ihren Klassen die **Differenzierung nach Leistungsstufen oder Verständnis-Niveaus** umzusetzen. Mithilfe der textgenerierenden Tools können z. B. Aufgaben und Übungsmaterial für unterschiedliche Niveaustufen formuliert werden (siehe auch Kap. 3.4) – dafür genügt u. U. ein Prompt, also eine Anfrage an das KI-System, wie dieser: „Erstelle eine Version dieses Textes in Leichter Sprache“. So können Textgeneratoren auch eingesetzt werden, um Schülerinnen und Schüler schrittweise dazu zu bringen, sich neue Inhalte, Konzepte und Fähigkeiten zu erschließen („Scaffolding“) und z. B. im Fremdsprachenunterricht oder Deutsch als Zweitsprache zu unterstützen (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023).

Schülerinnen und Schüler (und selbstverständlich auch Lehrkräfte) können textgenerierende Systeme u. a. als eine Art digitalen „**Tutor**“ nutzen, und sie praktizieren dies heute auch bereits ausgiebig. Denn die LLM-basierten Systeme beantworten unzählige Fragen zu den verschiedensten Fächern und Aufgaben (z. T. fehlerhaft). Für Schülerinnen und Schüler, die sich im Klassenverbund eher zurückhalten mit ihren Fragen, kann dies eine Chance darstellen (Chen, 2023). Hinzu kommt die verblüffende Einfachheit und Verfügbarkeit (auch auf den mobilen Endgeräten) der Anwendung.

Freilich dürfen dabei auch die Probleme und Einschränkungen der heutigen Systeme nicht übersehen werden (siehe Abschnitt „Was ist zu beachten?“).

Da diese Art von KI-Systemen noch relativ jung ist, gibt es bislang keine Studien zur Langzeitwirkung dieser Technologien, z. B. auf die Ausbildung von Schreibkompetenzen. Es gibt jedoch bereits eine Reihe von kleineren Studien, die exemplarisch aufzeigen, wie textgenerierende Systeme wirksam im Unterricht eingesetzt werden können. Aufgrund der derzeit hohen Aufmerksamkeit für generative KI ist davon auszugehen, dass hier in den nächsten Monaten noch viele weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

Textgenerierende und -übersetzende Anwendungen und zahlreiche weitere Anwendungen, die auf Large Language Models basieren, können für unterschiedliche didaktische Zwecke eingesetzt werden. Darunter z. B.:

- ✓ Kritische Reflexion sowie Medien- und Informationskompetenzen fördern (*Beispiel unten*)
- ✓ Schreibkompetenzen vermitteln: Formulierungs- und Strukturierungshilfe einholen, Textkorrektur (siehe auch Kap. 3.4) (*Beispiel unten*)
- ✓ Einsatz als Gegenüber in Rollenspielen (*Beispiel unten*)
- ✓ Lernmaterial erstellen (*Beispiel unten*)
- ✓ Texte übersetzen (*Beispiel unten*)
- ✓ Programmiercode, Tabellen oder Diagramme erstellen
- ✓ Generieren von Aufgaben, Quizzes (siehe Kap. 3.4)
- ✓ Planung einer Unterrichtseinheit (siehe Kap. 3.6)
- ✓ Texte zielgruppengerecht aufbereiten (z. B. paraphrasieren, zusammenfassen)
- ✓ ...

Nachfolgend werden für einige dieser Zwecke beispielhafte Einsatzszenarien skizziert.

Kritische Reflexion sowie Medien- und Informationskompetenzen fördern

Es ist möglich, unterschiedliche Medienkompetenzen und Wissen über die Funktionsweise von KI selbst mit generativer KI zu fördern. Das reicht von Anwendungskompetenzen (wie erstelle ich einen Prompt?) über **Recherchekompetenzen** (was sind geeignete Suchstrategien, um KI-generierte Informationen zu überprüfen?) bis hin zu Reflexionskompetenzen (auf welcher Datenbasis generiert das KI-System den Text und was bedeutet das für die Qualität?)³. Um zusammen mit Schülerinnen und Schülern die **Qualität KI-generierter Texte zu bewerten**, können sie im Unterricht mit menschlich erstellten Texten verglichen werden. Fragestellungen können z. B. sein, worin sich die Texte unterscheiden, für welche Art von Texten sich KI besonders eignet und wo nicht (vgl. Unterrichten Digital, 2022).

Schreibkompetenzen vermitteln

Das Interagieren mit einem Chatbot kann auch ein **Ausgangspunkt für Textaufgaben** sein. Beispielsweise können **Textzusammenfassungen** erstellt oder Aspekte eines Themas oder

³ Vergleiche hierzu auch Handreichungen unterschiedlicher Ministerien, z. B. Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2023)

Beispiele zusammengetragen werden und damit bei der Erstellung von **Gliederungen** helfen. Mit textgenerierenden Systemen kann außerdem **Feedback** zu selbst erstellten Texten eingeholt werden. Anwendungen wie der KI-Tutor *PEER* (siehe Abb. 3) der TU München geben Hinweise z. B. zu Formulierungen, Argumentation, Rechtschreibung, Einbindung von Quellen. Die Nutzung von *PEER* (Paper Evaluation and Empowerment Resource) ist ohne Anmeldung oder Registrierung und kostenlos für alle Klassenstufen möglich (Lehrstuhl für Human-Centered Technologies for Learning, TUM School of Social Sciences and Technology, 2023).

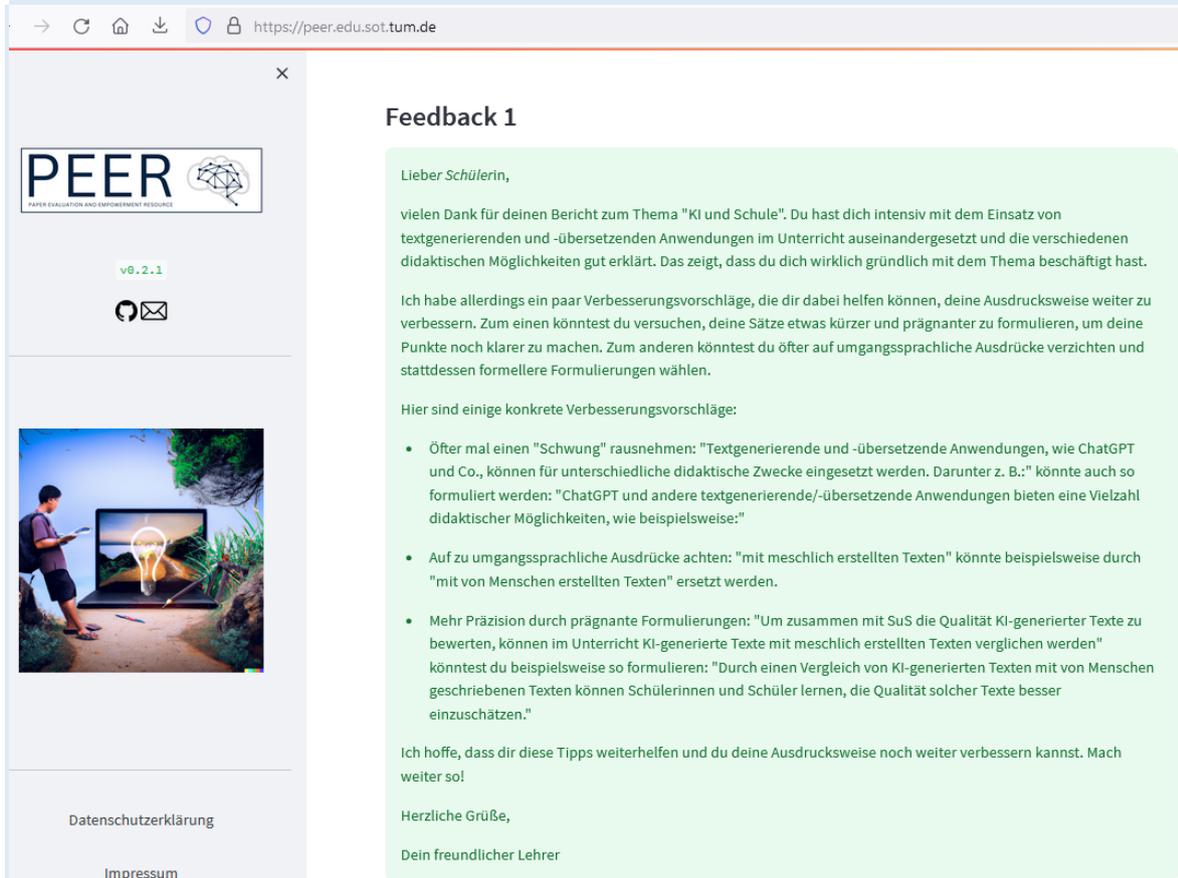


Abbildung 3: Ausschnitt der Feedbackansicht in der Anwendung PEER.

Einsatz als Gegenüber in Rollenspielen

Ein anderes Anwendungsbeispiel ist der Einsatz eines Chatbots als Gegenüber in einem Rollenspiel. Hier kann der Chatbot z. B. die Rolle eines Personalers übernehmen, der ein **Bewerbungsgespräch** mit einer Schülerin oder einem Schüler führt. Wie so ein Gespräch aussehen könnte, zeigt die nachfolgende Abbildung 4.

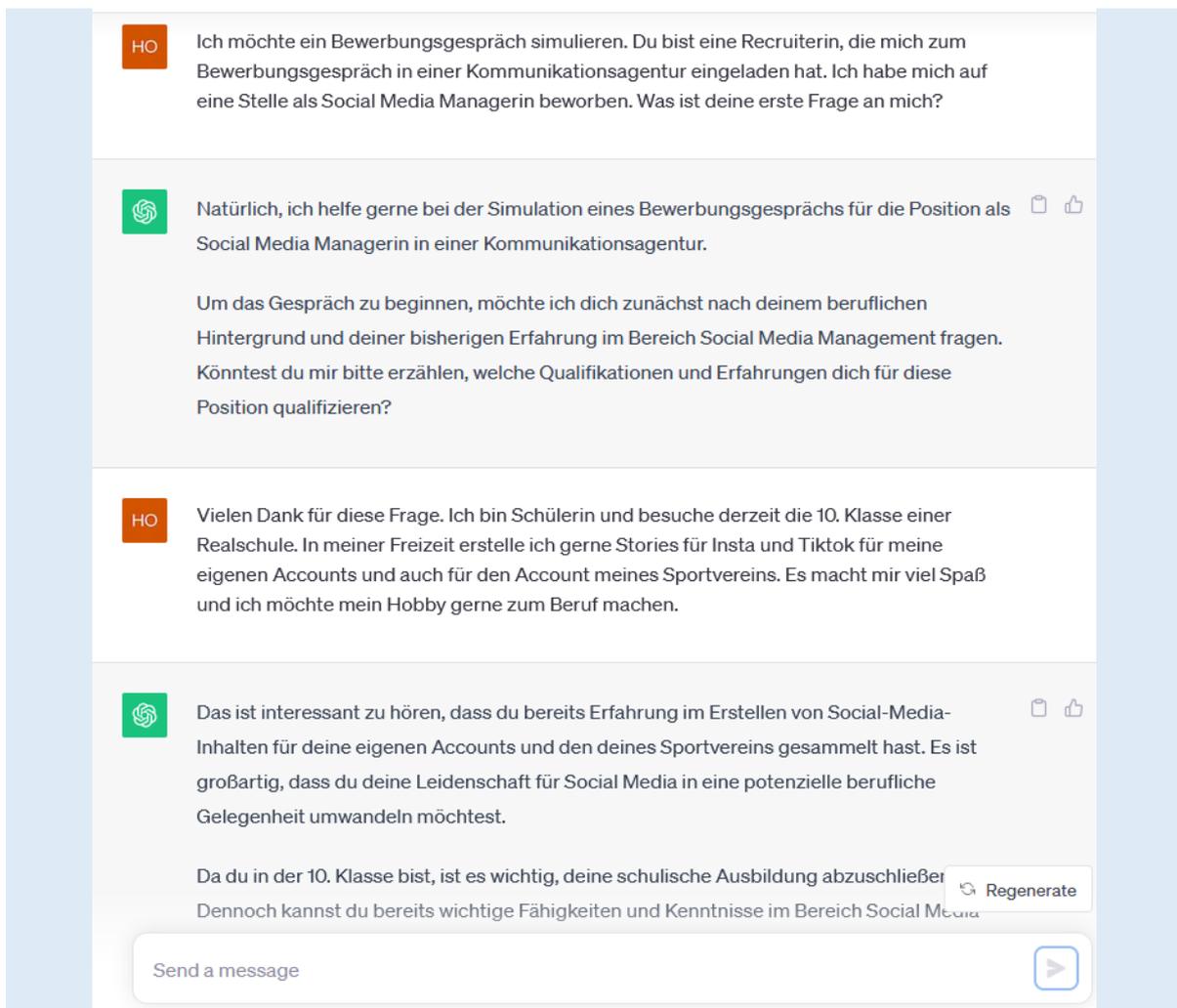


Abbildung 4: Beispiel für die Simulation eines Bewerbungsgesprächs mit ChatGPT.

Auch andere Dialogformen, z. B. **Interviews**, sind möglich. So finden sich online z. B. Unterrichtseinheiten, in denen Schülerinnen und Schüler fiktive Personen zu ihrem Beruf befragen (Flick, 2023).

Lernmaterial erstellen

Auch in der **Unterrichtsvorbereitung** können Textgeneratoren zum Einsatz kommen und dabei unterstützen, Lernmaterial für unterschiedlichste Fächer und Klassenstufen zu erstellen. Rüdian & Pinkwart, 2023 experimentierten beispielsweise mit fünf Prompts und der Absicht, einen Übungstext zu einem bestimmten Thema mit einer begrenzten Auswahl an Vokabeln auf dem Sprachlevel A1 für den Fremdsprachenunterricht zu erstellen. In den erstellten Texten finden sich an manchen Stellen ungewöhnliche Wortkombinationen (z. B. „Der Apfel ist voll.“) oder grammatikalische Fehler (z. B. „Ich liebe es, Hühnchen scharfzu machen, indem ich es in Zitronensaft marinieren.“), die durch die Lehrkraft korrigiert werden müssten (Rüdian & Pinkwart, 2023). Trotz dieser notwendigen Anpassungen, kann auf diese Art Lernmaterial mit geringerem Aufwand erstellt werden als bei einer rein händischen Erstellung.

Ein anderes Beispiel ist die Erstellung von Modelltexten. Auch hier können Textgeneratoren eingesetzt werden und z. B. **Modelltexte** für die Aufgabe „Erstelle eine Erörterung zum Einsatz von KI in der Schule.“ erstellen. Die generierten Texte können durch die Lehrkraft je nach didaktischem Ziel angepasst werden und im Unterricht verglichen werden. Ein Beispiel für einen Prompt könnte

lauten: „Schreibe drei Erörterungen zu der Fragestellung ‚Sollte Bargeld abgeschafft werden?‘. Die erste Argumentation sollte einem Schüler der 9. Klasse ein ‚Sehr gut‘ einbringen, die zweite sollte auf dem Niveau einer ‚2‘ liegen und die dritte auf dem Niveau einer ‚4‘“ (Nuxoll, 2023b).

Texte übersetzen

Neben den oben bereits beschriebenen Textgeneratoren gibt es KI-Systeme, die darauf spezialisiert sind, Texte zu übersetzen (z. B. *DeepL*). Auch diese bieten didaktische Einsatzmöglichkeiten. So können Textübersetzer im Fremdsprachenunterricht z. B. eingesetzt werden, um **Ideen für Formulierungen** beim Übersetzen zu erhalten. Doch auch in anderen Fächern kann das unter dem Begriff „DeepL-Methode“ bekannte Vorgehen dabei helfen, selbst verfasste Texte zu verbessern. Die Idee ist denkbar einfach: Ein Text wird verfasst, mittels Textübersetzer ins Englische übersetzt und die Übersetzung wieder „rückübersetzt“ ins Deutsche. Dabei ergeben sich ggf. inhaltliche Abweichungen im Text, die z. B. durch komplizierten Satzbau entstanden sind und nun korrigiert werden können (Medienbildung München, 2023). Textübersetzende Systeme können darüber hinaus auch genutzt werden, um Erklärungen oder Zusatzmaterial zu erstellen, das Schülerinnen und Schülern ohne ausreichende Deutschkenntnisse die Teilnahme am Fachunterricht ermöglicht.

Viele weitere didaktische Einsatzmöglichkeiten sind denkbar und werden sich mit neu entstehenden Anwendungen ergeben. Das liegt daran, dass z. B. EdTech-Unternehmen die Sprachmodelle zunehmend einfacher auch via Schnittstellen (API) in ihre eigenen Systeme integrieren und darauf basierend neue Anwendungen erstellen können. Ein Beispiel hierfür ist die GPT-basierte Anwendung *hellohistory*, die es ermöglicht, fiktive Gespräche mit historischen Charakteren zu führen.

Was ist zu beachten?

Beim Einsatz von textgenerierenden und -übersetzenden KI-Systemen in der Schule sollte beachtet werden, dass

- ! die Systeme (aktuell) mit Einschränkungen einhergehen,
- ! rechtliche Fragen (z. B. zu Datenschutz) verbleiben,
- ! Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte über Kompetenzen für den Einsatz verfügen und
- ! Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler sowie Eltern unterschiedliche Potenziale und Risiken der Anwendungen wahrnehmen.

Einschränkungen der Systeme

Textgeneratoren erstellen Texte anhand von Wahrscheinlichkeiten. Diese Methode geht mit einigen Einschränkungen einher. Dazu gehört insbesondere die Produktion von – zwar sprachlich und grammatikalisch richtig klingenden – jedoch inhaltlich **falschen Aussagen**, sog. Halluzinationen. Derartige Halluzinationen gehen soweit, dass Quellen erfunden werden, wie z. B. Aktenzeichen zu nicht existenten Gerichtsakten. Es wird davon ausgegangen, dass Halluzinationen v. a. bei spezialisierten Anfragen vorkommen (Hiltscher, 2023, 28. Mai). Damit sind Stand heute die Antworten dieser Systeme a priori unzuverlässig im Sinne von ungeprüft, wobei einige Systeme zumindest die Quellen ihrer Antworten mit aufführen (z. B. *Perplexity AI*). Diese Einschränkung ist natürlich auch bei Entwicklerinnen und Entwicklern bekannt und es wird derzeit an unterschiedlichen technischen Verfahren gearbeitet, die die Wahrscheinlichkeit für Falschaussagen senken sollen (z. B. Retrieval Augmented Generation). Doch auch wenn sich diese Verfahren als aussichtsreich ergeben sollten,

werden Halluzinationen nicht komplett ausgeschlossen werden können, da sie technologieimmanent sind.

Weitere Einschränkungen ergeben sich aus der **Datenbasis der Systeme**. Über die Datenbasis des aktuell jeweils verwendeten Sprachmodells sollten sich Nutzende informieren. So basiert die aktuelle, kostenfreie Version von *ChatGPT* offenbar auf Daten bis einschließlich Januar 2022 und kann aktuellere Quellen nicht berücksichtigen.

Über die Frage der Aktualität der Datenbasis hinaus, spiegeln sich grundsätzlich in den automatisch generierten Texten die Verzerrungen und dominanten Meinungen aus den Trainingsdaten wider:

“know that the output of text GenAI represents only the most common or dominant view of the world at the time when its training data was produced and that some of it is problematic or biased (e.g. stereotypical gender roles).”
(UNESCO, 2023)

Darüber hinaus bilden textgenerierende Systeme **kein sogenanntes „Lernendenmodell“**, wie es beispielsweise Lernplattformen häufig tun. Das heißt, das „intelligente“ System „weiß“ weder, wer der Mensch ist, der mit ihm interagiert, noch was diese Person bereits weiß oder welches Wissen ihr fehlen könnte. Textgenerierende Systeme sind somit in ihrer aktuellen Form (noch) nicht darauf ausgelegt, dass Nutzende möglichst viel lernen oder ein gewisses Bildungsziel erreichen. Gleichwohl kann durch gezieltes Prompting ein Kontext gegeben werden, z. B. zum Vorwissen oder Alter der fragenden Person, der dann auch bei der Antwort des LLM berücksichtigt wird.

Sowohl bei textgenerierenden als auch -übersetzenden Systemen können **Fehler in den Übersetzungen** auftreten, die vielleicht klein erscheinen, aber Bedeutungen verändern (z. B. ein vergessenes „nicht“). Zudem werden spezifische Fachbegriffe ggf. nicht korrekt übersetzt oder Bezüge in komplizierten Satzbauten werden falsch interpretiert. Meist ist die Datenbasis ausschlaggebend für das Ergebnis: Sprachen, für die in den Trainingsdaten der Systeme viel Material vorhanden ist, werden demnach besser übersetzt als solche, für die die KI-Systeme mit weniger Daten trainiert wurden (Modersohn & Nesbigall, 2021).

Rechtliche Fragen

Der Einsatz textgenerierender Systeme an Schulen ist derzeit noch mit grundlegenden rechtlichen Schwachstellen verbunden. Fragen zum Datenschutz (Wie schützen die Systeme Persönlichkeitsrechte von Schülerinnen und Schülern?) oder zum Urheberrecht (Können KI-generierte Texte wie selbst produzierte Texte verwendet werden?) stehen dabei im Mittelpunkt. Derzeit gibt es nur erste und vorläufige Antworten auf diese Fragen:

Ein **datenschutzrechtliches Problem** von Textgeneratoren, liegt darin, dass oft alle Eingaben des Users gespeichert werden. Bei *ChatGPT* dürfen beispielsweise OpenAI-Mitarbeitende eingegebene Daten einsehen und nutzen. Außerdem werden die Chats als Trainingsdaten genutzt, um das LLM weiter zu trainieren. Es empfiehlt sich daher, von vornherein auf solche Chatbots zurückzugreifen, bei denen das Speichern von Nutzerdaten ausgeschlossen werden kann. Eine **datenschutzfreundliche Alternative** sind z. B. die Klassenräume, die *fobizz* anbietet. Hier können Schülerinnen und Schüler die Vor- und Nachteile von Text- und Bildgeneratoren ausprobieren, ohne dass Daten an OpenAI übermittelt werden. Die Schülerinnen und Schüler können sich mit einem Pseudonym im Klassenraum bewegen und erstellte Inhalte werden nur für die Laufzeit der Klassenräume

gespeichert. Eine andere Alternative ist z. B. *HuggingChat*. Für die Benutzung von *HuggingChat* muss ein kostenloser Account eingerichtet werden. Die Benutzeroberfläche ist Englisch, aber der Chatbot beherrscht auch Deutsch. Unter „Settings“ kann ausgeschlossen werden, dass Nutzereingaben gespeichert werden. Erfolgte Dialoge können zudem gelöscht werden. Es können auch verschiedene Sprachmodelle (z. B. Llama 2) ausprobiert und die Ergebnisse verglichen werden. Allerdings waren erste Tests der Autorinnen und Autoren etwas ernüchternd, da der Chatbot immer wieder vergaß, dass er auf Deutsch antworten soll und häufiger grammatikalische und „simple“ inhaltliche Fehler machte.

Auch zum **Urheberrecht** stellen sich noch ungeklärte Fragen. Denn die Texte von Textgeneratoren können Urheberrechtsverletzungen enthalten. So legt z. B. eine Studie von Forschern der Uni Berkley nahe, dass das Sprachmodell GPT-4 auch mit urheberrechtlich geschützten Büchern trainiert wurde, wie z. B. mit J.K. Rowlings *Harry Potter und der Stein der Weisen* oder mit George Orwells *1984* (Chang et al., 2023). Texte, die von Textgeneratoren erstellt werden, stehen laut derzeitiger Rechtsauslegung nicht unter Urheberschutz, allerdings kann das Werk eines Romanautors urheberrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Textgenerator den Schreibprozess unterstützt hat (Müller, 2023). Nutzenden bleibt demnach nur zu raten, die mittels Textgeneratoren erstellten Texte auf Urheberrechtsverletzungen zu prüfen.

Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften

Eine – gerade vor dem Hintergrund der genannten Fragen – unabdingbare Voraussetzung für den Einsatz textgenerierender KI-Systeme sind entsprechende Kompetenzen auf Seiten der Schülerinnen und Schüler wie auch der Lehrkräfte. Für beide Anwendergruppen ist es wichtig, die Funktionsprinzipien und Limitationen dieser Technologien zu verstehen und sowohl ihren Output als auch Input kritisch hinterfragen zu können.

Da beim aktuellen Stand der Technologie die Antworten eines textgenerierenden KI-Systems entscheidend von der Qualität der „Prompts“, also der Anfragen an das KI-System, abhängig sind, sollte beispielsweise das richtige **Prompting** explizit geübt werden. Dabei kann auch vermittelt werden, für welche Anfragen sich ein solches Tool überhaupt eignet und für welche nicht.

Grundsätzlich klar ist: Schülerinnen und Schüler können solche Systeme derzeit nicht sinnvoll nutzen, wenn sie nicht über ausreichende **Schreib- und Sprachfähigkeiten** verfügen. Sie benötigen darüber hinaus in vielen Bereichen auch eine gewisse inhaltlich-fachliche Beurteilungskompetenz, um z. B. ein textübersetzendes System wie *DeepL* zuverlässig einzusetzen. Nur wenn ein sicheres Verständnis für Satzbau, Grammatik und Vokabular vorhanden ist, kann das Tool als hilfreiche Ergänzung verwendet werden (Unterrichten Digital, 2022).

Selbstverständlich gilt fast alles bisher Gesagte auch in Bezug auf die Lehrkräfte: Mehr als alle anderen Akteure im Bildungssystem benötigen zuvorderst sie umfassende **Medienkompetenzen und eine informatische Grundbildung**, um sowohl die Technologie als auch die zugrundeliegenden KI-Methoden dieser Systeme zu verstehen und in ihren didaktischen Potenzialen und Risiken einschätzen zu können.

Akzeptanz der Tools

Selbstverständlich ist beim Einsatz dieser Tools immer auch zu berücksichtigen, wie sie von Lehrkräften, Lernenden und Eltern in der eigenen Schulgemeinschaft wahrgenommen werden. Aus

bisherigen Erhebungen wird deutlich, dass es in der Gesamtbevölkerung und insbesondere unter den Eltern schulpflichtiger Kinder Bedenken gibt, dass generative KI-Anwendungen in der Schule eher eine Gefahr darstellen und z. B. die Kreativität und die Entwicklung des Lernverhalten beeinträchtigen können (Vodafone Stiftung Deutschland, 2023). Gleichzeitig befürwortet aber die Mehrheit (55 Prozent der insgesamt 5001 bundesweit repräsentativ befragten Bevölkerung) die Aufnahme des Umgangs mit KI-Anwendungen in die Lehrpläne. Die Hauptverantwortung der Kompetenzförderung im Bereich KI wird zudem bei den Lehrkräften gesehen (ebd., S. 13f.). Eine transparente Kommunikation über Potenziale und Gestaltungsspielräume beim Einsatz generativer KI innerhalb der Schulgemeinschaft ist hier unabdingbar.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

Mittlerweile existieren vielfältige Quellen zum Einsatz von textgenerierenden und -übersetzenden Systemen, wie *ChatGPT*, in Schulen: So haben einige **Kultusministerien der Länder Handreichungen zum Einsatz generativer KI-Systeme in Schulen** veröffentlicht. Zum Teil werden darin praktische Fragen beantwortet, teilweise enthalten diese Handreichungen auch Einschätzungen zu einzelnen Tools. Beispiele sind:

Bundesland	Link
Bayern	https://www.km.bayern.de/schule-digital/orientierungsrahmen-ki-und-schule.html
Brandenburg	https://mbjs.brandenburg.de/sixcms/media.php/140/handlungsleitfaden_zur_nutzung_von_textgenerierenden_ki-systemen.pdf
Hessen	https://digitale-schule.hessen.de/sites/digitale-schule.hessen.de/files/2023-07/ki_handreichung.pdf
NRW	https://www.schulministerium.nrw/system/files/media/document/file/handlungsleitfaden_ki_msb_nrw_230223.pdf
Sachsen-Anhalt	https://www.bildung-lsa.de/files/5c5e6e7a4f362d6ab1bfd03a000ac17d/Sprachmodelle_im_Schulunterricht.pdf
Thüringen	https://bildung.thueringen.de/fileadmin/ministerium/publikationen/Handlungsleitfaden_Umgang_mit_generativen_KI-Modellen.pdf

Darüber hinaus sind auf diversen **Blogs und Webseiten** Beispiele für **Unterrichtseinheiten und Lehrmaterial zu generativen KI-Systemen oder Padlets mit Linksammlungen zum Thema** zu finden.

Exkurs: ChatGPT und Implikationen für die Prüfungskultur

Spätestens nach Medienberichten über die unzulässige Nutzung von *ChatGPT* bei einer Abiturprüfung (Klemm, 2023, 26. Mai), ist eine hohe Aufmerksamkeit für dieses Thema in der Öffentlichkeit entstanden. Schließlich basieren viele Prüfungsaufgaben heute nicht zuletzt auf schriftlichen Tests und Arbeitsproben. Wenn aber textgenerierende Systeme in Sekundenschnelle sprachlich und fachlich überzeugende Antworten liefern, dann verlieren z. B. schriftliche Hausarbeiten massiv an Verlässlichkeit und Aussagekraft. Es stellt sich also die Frage, was dies für die Prüfungskultur an deutschen Schulen bedeutet?

In der fachöffentlichen Diskussion wurde zunächst die Forderung nach mehr mündlichen Prüfungen in Präsenz laut (Beer, 2023). Doch genügt dies oder müsste angesichts dieser Herausforderung nicht viel grundsätzlicher und umfassender über die Wissensvermittlung und Prüfungskultur an unseren Schulen nachgedacht werden?

Hierfür gibt es unterschiedliche Ansatzpunkte, auf die an dieser Stelle kurz hinzuweisen ist:

- **Den Fokus verschieben: Vom Lernergebnis auf den Lernprozess – von summativen zu formativen Assessments.** Während summative Assessments nur die Lernleistung am Ende des Lernprozesses und meist zu einem einzigen Zeitpunkt messen, geht es bei formativen Assessments um den Lernprozess insgesamt: Hierfür erhalten Schülerinnen und Schüler komplexe Aufgaben, die sie über einen längeren Zeitraum hinweg gemeinsam oder einzeln bearbeiten müssen. Während dieses Prozesses holen sie sich immer wieder Feedback von der Lehrkraft, versuchen darauf zu reagieren und es umzusetzen, tauschen sich ggf. in der Lerngruppe dazu aus, dokumentieren permanent ihre Arbeitsprozesse und arbeiten generell stärker selbstreguliert. Evaluiert und „geprüft“ wird dann dieser ganze Prozess und die Beiträge der Einzelnen. Wie ein solches formatives Assessment in der Praxis aus Sicht einer Lehrkraft konkret aussehen kann, zeigt z. B. die Aufzeichnung eines Vortrags von Björn Nölte (Deutsches Schulportal der Robert Bosch Stiftung, 2023).
- **Haus- und Prüfungsaufgaben entwickeln, die nur schwer von KI-Tools beantwortet werden können.** Dies kann auf unterschiedlichen Wegen erreicht werden, erfordert jedoch a) ständige Anpassungen an die sich verändernden technischen Möglichkeiten und b) Wissen über die Funktionsweise und Datengrundlage von Sprachmodellen (LLMs). Möglich wäre es beispielsweise, eine Argumentation mit klarer, plausibler Positionierung zu verlangen. Dies können reine KI-generierte Texte (derzeit noch) nicht leisten, da sie häufig vage bleiben, wenn es um klare Positionierungen geht – insbesondere bei moralischen Fragestellungen, z. B. zur Zulässigkeit von Abtreibungen. Bei diesen neuen Prüfungsstrategien ist freilich darauf zu achten, dass sie nicht zu anspruchsvoll und schwierig werden.
- **Transparenz darüber herstellen und gemeinsam besprechen, in welcher Form und in welchen Settings generative KI-Systeme als Hilfsmittel zugelassen sind.** Generative KI-Systeme sind inzwischen Teil der Lebenswirklichkeit junger Menschen. Diese technologischen Entwicklungen sollten daher nicht einfach verboten oder gar ignoriert werden. Vielmehr sollte nach Wegen gesucht werden, um Täuschungs- und Betrugsversuche möglichst zu vermeiden und stattdessen offen und sinnvoll mit der Technologie umzugehen. So können beispielsweise intelligente Textgeneratoren als „Impulsgeber“ zugelassen werden wobei die Schülerinnen und Schüler die KI-generierten Stellen kennzeichnen. KI-generierte

Texte können natürlich auch selbst im Unterricht reflektiert und weiter bearbeitet werden. Um Plagiate zu vermeiden und dafür zu sensibilisieren, ist gemeinsam zu besprechen, wodurch sich Plagiate auszeichnen, welche Probleme damit einhergehen und welche Art von Plagiaten im Zusammenhang mit KI-Textgeneratoren zu betrachten sind: Wird z. B. bereits jede Verwendung von KI ohne Kenntlichmachung desselben als Plagiat angesehen? Oder gilt erst die wortwörtliche Übernahme von Text als Plagiat und Täuschungsversuch?

Sicher sind neben den hier genannten noch viele weitere Ansatzpunkte denkbar. Praxisnahe Ideen für eine zeitgemäße Prüfungskultur, Hinweise auf Vor- und Nachteile sowie Pro- und Contra-Argumente finden sich auf der Website vom Institut für zeitgemäße Prüfungskultur e.V., 2022. Die Diskussion über die Veränderung der schulischen Prüfungskulturen ist aktuell in vollem Gange – vielfach hat sie gerade erst begonnen. In dieser Debatte sollten nicht zuletzt auch die Kultusministerien eine aktive Rolle übernehmen, indem sie für möglichst viel Orientierung und Klarheit, Kompetenzen und Leitlinien sorgen. Angesichts der hohen Innovationsdynamik und Geschwindigkeit KI-technologischer Entwicklungen dürfte dies nicht ganz einfach sein. Denn pädagogische Handlungsanweisungen, die heute funktionieren, können bereits in ein bis zwei Jahren veraltet oder sogar widersinnig sein. Es ist also davon auszugehen, dass in diesem Handlungsfeld vor allem auch eine permanente Aktualisierung und Weiterentwicklung der pädagogischen Kompetenzen stattfinden muss.

3.2 Material- und bildgenerierende Systeme



Material- und bildgenerierende Systeme



... gehören wie die textgenerierenden Systeme zum Typ der „Generativen KI“. Sie können anhand kurzer Textbefehle („Prompts“) z. B. Bilder, Musik, Videos oder PowerPoint-Präsentationen erstellen und werden im Bildungskontext v. a. dazu genutzt, Unterrichtsmaterialien zu erstellen und diese medial anzureichern, oder auch, um Lernende eigene Werke kreieren zu lassen. Generative KI lernt aus riesigen Datenmengen und versucht die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Daten zu erfassen, um neue Daten zu erstellen. Für das Erzeugen neuer Bilder bilden Milliarden bereits vorhandene Bilder die Grundlage.

Zielgruppe

- Schülerinnen und Schüler
- Lehrkräfte
- Verwaltung

Potenziale



- Kreation von Bild-, Präsentations- oder anderem Unterrichtsmaterial
- Individuelle Anpassbarkeit von Unterrichtsentwürfen
- Große Zeitersparnis
- Spaß (z. B. durch Fehler und Absurdität der KI-Kreationen)

Einsatzbeispiele



- Kunst: Erkunden und Reflektieren von Kunststilen und -epochen
- Musik: Eigene Musikkompositionen in verschiedenen Musikstilen
- Kunst: Vorlagen für eigene Werke schaffen
- Musik: Spielerische Erkundung von Musikstücken
- Plakate für AGs, Projektwochen und Aufführungen
- Politik/Geschichte/Gewi: Grundlagen zu DeepFakes, Reflexion der Wirkmacht „falscher Bilder“
- Deutsch: Kreativitätsanregung durch Verbildlichung

Voraussetzungen



- Klare Regeln für Verweis auf die genutzte Anwendung, den verwendeten Prompt oder weitere Einstellungen
- Bewusstsein für und Reflexion der Datengrundlage und damit verbundene Fragen zu Persönlichkeitsrechten, Urheberrechten und Bias (z. B. reproduzierte Stereotype)

Was ist das?

Diese Technologiegruppe umfasst verschiedene Technologien, die – ebenso wie die textgenerierenden Systeme (siehe Kap. 3.1) zum **Typ der „Generativen KI“** gehören. Mittlerweile gibt es Anwendungen, die in der Lage sind, anhand kurzer Textbefehle („Prompts“) beispielsweise Bilder, Musik, Videos oder PowerPoint-Präsentationen erstellen zu lassen – und das innerhalb weniger Sekunden und in teils frappierender Qualität. Obwohl Bild- und Videogeneratoren im öffentlichen Diskurs weniger präsent sind als die textgenerierenden Systeme, kann auch diesen Technologien durchaus ein disruptives Potenzial beigemessen werden. So können beispielsweise fotorealistische Bilder von Ereignissen erstellt werden, die so nie stattgefunden haben oder im Hier und Jetzt stattfinden könnten. Solchermaßen generierte Fotos, Videos oder auch Tonaufnahmen verlieren dadurch vollständig ihren Realitätsbezug und können deshalb auch sehr viel leichter als bisher für Desinformationen und Täuschungen eingesetzt werden (Stichwort „DeepFakes“).

Im Bildungskontext werden Bildgeneratoren und andere Anwendungen vor allem dazu genutzt, Unterrichtsmaterialien zu erstellen und diese medial anzureichern, oder auch, um Schülerinnen und Schüler eigene Werke kreieren zu lassen. Viele KI-Generatoren sind als Apps oder Browseranwendungen nach dem Einrichten eines kostenlosen Accounts auf dem Smartphone oder am Computer nutzbar.

Wie funktioniert das technisch?

Generative KI lernt aus riesigen Datenmengen und versucht die Wahrscheinlichkeitsverteilung dieser Daten zu erfassen, um neue Daten zu erstellen. Je nach gewünschtem Output wird der entsprechende Datentyp analysiert: für das Erzeugen neuer Bilder bilden Milliarden bereits vorhandene Bilder die Grundlage. Der LAION5B-Bilddatensatz, auf dem auch der Bildgenerator *Stable Diffusion* basiert, umfasst beispielsweise 5,8 Milliarden Bildverweise. So werden beispielsweise die Bilder von Pinterest oder Wikimedia, aber auch von zahlreichen Online-Shoppingseiten, für das Training der Bildgeneratoren genutzt. Daraus ergeben sich einige Einsatzvoraussetzungen, z. B. die Berücksichtigung von Verzerrungen und Persönlichkeitsrechten, die später an entsprechender Stelle thematisiert werden.

Für Video- und Musikgeneratoren werden ähnliche KI-Modelle genutzt wie für die Bildgeneratoren, nur, dass die Datengrundlage naturgemäß eine andere ist. Allen generativen KI-Systemen ist gemein, dass sie auf Algorithmen basieren, die dem **Deep Learning** zuzuordnen sind.

Welche Potenziale bieten sich?

Material- und bildgenerierende Systeme können überall dort zum Einsatz kommen, wo **schnell Bild-, Präsentations- oder anderes Unterrichtsmaterial kreiert** werden muss oder wo Schülerinnen und Schüler selbst schaffend tätig werden sollen. Aufgrund ihrer einfachen Bedienbarkeit und der anschaulichen Resultate bieten insbesondere **KI-Bildgeneratoren** ein breites Spektrum an Einsatzpotenzialen im Unterricht. Die generierten Bilder sind teilweise absurd oder auf lustige Weise fehlerhaft, so dass die meisten Kinder und insbesondere Jugendliche großen **Spaß** daran haben, sie einzusetzen. Im Kunstunterricht können über Bildgeneratoren verschiedene **Kunststile** und -epochen erkundet, berühmte Künstlerinnen und Künstler nachgeahmt, **Vorlagen** für eigene Werke geschaffen oder die generierten Bilder diskutiert werden (University of Luxembourg, 2023). Ein weiterer Anwendungszweck ist die schnelle Erstellung von **Plakaten** für AGs, Projektwochen und Aufführungen.

Im Schreibunterricht können Schülerinnen und Schüler beispielsweise Charaktere oder Szenen ihrer selbsterdachten Geschichten verbildlichen und diese dann beschreiben, um den Schreibprozess plastischer zu gestalten und die Kreativität anzuregen – insbesondere für solche Schülerinnen und Schüler, die nur schwer ins Schreiben kommen, kann dies motivierend wirken. Ein Beispiel könnte ein Klassenmaskottchen sein, das mit KI generiert wird und zu dem sich Schülerinnen und Schüler Geschichten überlegen (Nuxoll, 2023a).

Für Lehrkräfte bieten Bildgeneratoren eine gute Möglichkeit, kreatives, frei nutzbares Bildmaterial (siehe dazu auch „Einsatzvoraussetzungen“) in kurzer Zeit zu erzeugen, z. B. um Arbeitsblätter, Präsentationen oder Quizzes zu bebildern. Insbesondere die Möglichkeit, surrealistische Motive in fotorealistischer Qualität abzubilden, kann spannende Ergebnisse erzeugen.

Neben Bildgeneratoren können auch **KI-Musikgeneratoren** im Schulkontext eingesetzt werden. Sie können genutzt werden, um Schülerinnen und Schüler eigene Musikkompositionen in verschiedenen Musikstilen erstellen zu lassen (z. B. *SoundDraw*) oder einzelne Bestandteile von Liedern zu extrahieren (z. B. *Splitter AI*) und damit den Aufbau von Musikstücken spielerisch zu erkunden.

Generative KI-Anwendungen können zudem der Vermittlung von Grundlagen zu **DeepFakes** dienen. Bei DeepFakes handelt es sich um manipulierte Bilder, Videos oder Tonaufnahmen, die täuschend echt wirken, jedoch computergeneriert sind. Mit den derzeit verfügbaren Anwendungen ist es für Schülerinnen und Schüler leicht, vergleichsweise gute Fakes selbst zu erstellen und die **Wirkmacht der „falschen Bilder“ selbst zu erfahren**. Im Politik- oder Geschichtsunterricht kann dies als Aufhänger für eine Diskussion rund um Falschinformationen, Medienkompetenzen und Quellenprüfungen dienen.

Neben den allgemeinen generativen KI-Systemen, gibt es auch noch solche, die explizit für Bildungskontexte entwickelt wurden. Beispielsweise gibt es Videogeneratoren, die anhand eines eingespeisten Textes kurze Schulungs- oder Lernvideos generieren (z. B. *simpleshow Classroom*). Andere Anwendungen ermöglichen das komplette Erstellen von Lehrinheiten zu einem gewählten Thema, inklusive PowerPoint-Präsentation, Bildmaterial, Aufgaben und Feedbackerstellung (z. B. *Curipod*). Die erstellten Lehrpläne oder einzelne Unterrichtseinheiten können individuell angepasst und korrigiert werden. Das Hauptpotenzial dieser Anwendungen liegt in einer großen **Zeitersparnis** – insbesondere dann, wenn Unterrichtsentwürfe gespeichert, übersichtlich verwaltet und geteilt werden können. Die fachlichen Fähigkeiten der Lehrkräfte werden dennoch gefordert sein, u. a. um den KI-generierten Unterrichtsentwurf zu verbessern, mit eigenen kreativen Ideen anzureichern und bei der Umsetzung im Unterricht bei Bedarf vom ursprünglichen Plan abzuweichen, z. B. wenn die Lehrkraft merkt, dass die Schülerinnen und Schüler der Unterrichtseinheit nicht folgen können oder um einen spannenden Wortbeitrag eines Schülers oder einer Schülerin genauer aufzugreifen.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

Ein KI-Bildgenerator (z. B. *DALL-E*, *Stable Diffusion*, *starryai*) kann genutzt werden, um Schülerinnen und Schüler verschiedene Kunststile mit selbst gewählten Themen erkunden zu lassen, selbst erdachte Charaktere für eine Schreibaufgabe zu visualisieren oder auch, um über Grundlagen von generativer KI und ihrer Funktionsweise selbst ins Gespräch zu kommen (siehe Abb. 5).



Abbildung 5: Mit dem KI-Bildgenerator starryai und den prompts „doctor, expressionism“ und „nurse, realism“ wurden jeweils 20 Bilder erzeugt. Obwohl „doctor“ und „nurse“ im Englischen geschlechtsneutrale Begriffe sind, wurden 20 Bilder männlicher Ärzte und 20 Bilder weiblicher Krankenschwestern erzeugt (zudem alle weiß, mittleren Alters und erschöpft). Dies verbildlicht die Tendenz der KI-Datensätze. Die zentralen Eigenschaften der hier gewählten Kunststile kommen gut zur Geltung.

Eine Anwendung, die sich explizit an Lehrkräfte richtet, ist *Curipod* (siehe Abb. 6). Mit ihr können anhand von Angaben zu Fach, Schuljahr, Thema und gewünschten Methoden ganze Unterrichtsentwürfe erstellt werden. Wenn diese Lerneinheiten von den Schülerinnen und Schülern auf der Plattform selbst absolviert werden, erhalten sie KI-generiertes, individuelles Feedback zu ihren Antworten. Die Anwendung muss für den vollen Funktionsumfang bezahlpflichtig abonniert werden.



Abbildung 6: Screenshot aus der Anwendung curipod. Beispielhaft wurde hier für die 12. Jahrgangsstufe das Thema *Shakespeare's Hamlet* und das Lernziel „analyse the main themes in Shakespeare's Hamlet“ eingegeben, um eine Präsentation zu erstellen. Das Beispiel zeigt, dass eine Überarbeitung durch die Lehrkraft notwendig ist, worauf die Software auch selbst hinweist.

Was ist zu beachten?

Ebenso wie bei textgenerierenden Systemen sollte es klare Regeln geben, wie die Nutzung von generativer KI für Schülerinnen, Schüler und Lehrkräfte zu kennzeichnen ist. Aus Transparenzgründen empfiehlt sich in jedem Fall ein kurzer **Verweis auf die genutzte Anwendung**, evtl. auch auf den verwendeten Prompt oder weitere Einstellungen (siehe z. B. Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2023, S. 7).

Der Output von generativen KI-Systemen unterliegt nicht dem deutschen **Urheberrecht**, weil dies nur menschliche Schöpferinnen und Schöpfer als Urheber anerkennt (siehe auch „Rechtliche Fragen“ in Kapitel 2.1). Somit können die erzeugten Materialien heruntergeladen und frei verwendet werden. Nichtsdestotrotz basiert ein erzeugtes Bild auf tausenden Bildern, erzeugte Musik auf tausenden Tonaufnahmen von Kunstschaffenden (die das KI-System jedoch nicht als Quelle angibt).

Die Methode, mit der Trainingsdatensätze erzeugt werden, eröffnet zudem Fragen zu **Persönlichkeitsrechten**. Unter den bereits oben erwähnten 5,8 Milliarden Bildverweisen im LAION5B-Bilddatensatz sind jede Menge private und sensible Daten referenziert, die ohne vorherige explizite Einwilligung von Webseiten kopiert wurden (siehe auch „Weiterführende Informationen“). Die Debatte um die ethischen und rechtlichen Folgen dieser Praxis der Datensatzgenerierung steht erst am Anfang. Allerdings kann sie bereits jetzt Folgen für das eigene Handeln haben, wie z. B. die Entscheidung, weniger Fotos öffentlich zu teilen, insbesondere dann, wenn diese als Trainingsdaten für KI-Systeme herangezogen und/oder manipuliert werden könnten (UNESCO 2023).

Da Bildgeneratoren auf bereits vorhandenem Bildmaterial basieren, **reproduzieren** sie **Stereotype** und tradierte Rollenbilder – Ärzte werden z. B. meist männlich dargestellt, Pflegepersonal meist weiblich (siehe Abb. 5). Dieser Umstand lässt sich sehr anschaulich im Unterricht thematisieren, indem gemeinsam kritisch reflektiert wird, was auf den ausgegebenen Bildern dargestellt wird.

Zu guter Letzt ist zu beachten, dass KI-Systeme über keinen moralischen Kompass oder ein **Gespür für kulturelle Kontexte** verfügen – demnach können generierte Inhalte für die Zielgruppe unangemessen sein (z. B. werden von Bildgeneratoren manchmal Nacktbilder erstellt) oder Ansprüchen an die Repräsentation von Minderheiten nicht gerecht werden (z. B. sind die meisten generierten Menschen bei Bildgeneratoren weißer Hautfarbe).

Wo gibt es weiterführende Informationen?

- Die KI-Toolbox der Universität Potsdam listet eine Reihe von Bild- und Videogeneratoren: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/schulnetzwerkdigital/Dokumente/Dokumente_DB/2023_KI_ToolBox.pdf
- Die Handreichung „Künstliche Intelligenz (KI) in Schule und Unterricht“ des Landes Hessen bietet Hintergrundinformationen und Anwendungsbeispiele für Bildgeneratoren im Unterricht: https://digitale-schule.hessen.de/sites/digitale-schule.hessen.de/files/2023-07/ki_handreichung.pdf
- Eine gut gemachte Webseite des Bayerischen Rundfunks, die erklärt, wie Fotos Teil eines KI-Trainingsdatensatzes werden: <https://interaktiv.br.de/ki-trainingsdaten/>
- Die Ergebnisse eines Experiments, bei dem mit dem Bildgenerator *Stable Diffusion v1.5* 5.100 Bilder von Menschen in gut und schlecht bezahlten Berufsgruppen generiert wurden: <https://www.bloomberg.com/graphics/2023-generative-ai-bias/>

3.3 Intelligente Tutoring- und Empfehlungssysteme



Intelligente Tutoring- und Empfehlungssysteme

... unterstützen Lernende mit individualisierten Hinweisen oder Informationen gezielt in ihrem Selbst-Lernprozess, z. B. beim Lernen innerhalb einer Lernplattform oder eines Lernprogramms. Die Hinweise basieren in der Regel auf Lerninhalten, Aufgaben und Regeln, die zunächst von den Autorinnen und Autoren eines Lernprogramms „händisch“ erstellt wurden. Um möglichst passgenaue Empfehlungen (z. B. zu Lerneinheiten und Übungen) oder Feedback (z. B. zu „Denkfehlern“) geben zu können, verwenden moderne Intelligente Tutoringsysteme (ITS) Methoden des maschinellen Lernens: sie verwenden Daten zu Lernenden, Lernangeboten, Lernverhalten oder auch zu Lernergebnissen.

Zielgruppe

- Schülerinnen und Schüler
- Lehrkräfte
- Verwaltung

Potenziale



- Ermöglichung von individualisiertem, adaptivem Lernen (z. B. durch persönliches Feedback zu Lösungen = Mikroadaptivität)
- Einsatz als Ergänzung in unterschiedlichen Lernphasen

- Lernwirksame Kombination aus herkömmlichem Unterricht einerseits und selbstständigem Lernen mit einem ITS andererseits
- Entlastung von Lehrkräften

Einsatzbeispiele



- Insbesondere für Fächer bzw. Lernsituationen mit überwiegend regelbasiertem Lernen: Mathematik, Naturwissenschaften, Informatik, Sprachen
- Erstellung und unmittelbare Korrektur von Hausaufgaben

- Unterrichtsvorbereitende Lernphase im Flipped Classroom-Setting
- Übungsphasen während des Unterrichts

Voraussetzungen



- Nutzung als Erweiterung – nicht Ersatz! – des didaktischen Methodenkoffers einer Lehrkraft
- Nutzungskompetenzen bei Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern

- Vergleichsweise großer Entwicklungsaufwand für ITS: Sichtung, Prüfung und Zusammenstellung von Wissensinhalten und Aufgaben für verschiedene Niveaustufen

Was ist das?

Intelligente Tutoringsysteme (ITS) sind Anwendungen, die Lernende mit individualisierten Hinweisen oder Informationen gezielt in ihrem Selbst-Lernprozess unterstützen – z. B. beim Lernen innerhalb einer Lernplattform oder eines Lernprogramms. Ein ITS übernimmt dabei idealerweise die Aufgabe eines beratenden Tutors, der die Schülerinnen und Schüler bei der selbstständigen Bearbeitung von Aufgaben entsprechend ihres Lerntempos und ihrer Fähigkeiten anleitet. Diese Hinweise basieren in der Regel auf Lerninhalten, Aufgaben und Regeln, die zunächst von den Autorinnen und Autoren eines Lernprogramms „händisch“ erstellt wurden und dann von Computerprogrammen ausgeführt werden – es handelt sich somit im Kern um wissensbasierte bzw. symbolische KI. Um möglichst passgenaue Empfehlungen (z. B. zu Lerneinheiten und Übungen) oder Feedback (z. B. zu „Denkfehlern“) geben zu können, setzen moderne ITS in der Regel auch auf Methoden des maschinellen Lernens. ITS sind somit meist hybride KI-Systeme. Hierfür werden vor allem Daten zu Lernenden, Lernangeboten, Lernverhalten oder auch zu Lernergebnissen herangezogen. ITS sind somit KI-gestützte Systeme, die nicht nur aber auch im schulischen Kontext eingesetzt werden können und dazu beitragen, Lernprozesse einerseits stärker zu personalisieren und andererseits auch befriedigender und effizienter zu gestalten.

Empfehlungssysteme sind zumeist eine Komponente von Intelligenen Tutoringsystemen, die aber auch in anderen Anwendungsbereichen vorkommen, z. B. auf Bildungsplattformen oder in Suchportalen. Die Empfehlungen können sich auf unterschiedliche Aspekte beziehen, z. B. auf Inhalte, Lernpfade, Lernniveaus und Lernaktivitäten, auf Peers oder auch auf die Prognose von Lernerfolg (Reichow et al., 2022).

Wie funktioniert das technisch?

Intelligente Tutoringsysteme bestehen aus vier grundlegenden, interagierenden Komponenten:

- 1.) Das **Domänenmodell** enthält das Expertenwissen in Form von Konzepten, Regeln und Problemlösungsstrategien des zu lernenden Wissensbereichs (der „Domäne“). Es dient dazu, die Leistung des Schülers zu bewerten oder Fehler zu erkennen.
- 2.) Das **Schülermodell** stellt den aktuellen Wissensstand des Schülers oder der Schülerin dar. Basierend auf der Leistung des Lernenden aktualisiert das ITS mit Hilfe des Schülermodells z. B. die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes Konzept verstanden oder eine bestimmte Regel gelernt wurde.
- 3.) Das **Tutorenmodell** verwendet Informationen aus dem Domänen- und dem Schülermodell und wählt geeignete Tutorenstrategien und -aktionen aus, wobei auch Lernziele und -pläne berücksichtigt werden.
- 4.) Die **Benutzerschnittstelle** ermöglicht schließlich den Dialog zwischen dem ITS und den Schülerinnen und Schülern.

Empfehlungssysteme können auf verschiedenen Ansätzen beruhen:

- a) Ein traditionelles Konzept, das auch im Bildungsbereich häufig verwendet wird, ist **die inhaltsbasierte Filterung**, bei der eine Beschreibung des Lernobjekts (z. B. in Form von Metadaten) und das Profil des Benutzers (beispielsweise auch zu Vorlieben, Interessen, Leistungsniveau, Bedürfnissen und Zielen) berücksichtigt werden.

- b) Eine sehr verbreitete Empfehlungsmethode ist die **kollaborative Filterung**, die auf der Annahme beruht, dass Personen, die in der Vergangenheit ähnliche Präferenzen hatten, auch in Zukunft ähnliche Präferenzen haben werden und dass sie mithin ähnliche Lern-Objekte bevorzugen wie in der Vergangenheit. Im Bildungskontext wird hierbei natürlich auch der Aspekt des Lernerfolgs berücksichtigt.
- c) **Hybride Empfehlungsansätze** können zur Überwindung einiger gängiger Probleme bei Empfehlungssystemen eingesetzt werden, wie z. B. der sogenannte „Kaltstart“, also wenn sich beispielsweise ein neuer Lerner auf einer Lernplattform anmeldet und das System noch nichts über diesen neuen Nutzer „weiß“.

Welche Potenziale bieten sich?

Das Kernziel von Intelligenten Tutoringsystemen ist es, **individualisiertes Lernen** zu ermöglichen. Damit ist gemeint, dass die individuellen Voraussetzungen eines Lernenden berücksichtigt werden und der Lernprozess passgenau für genau diesen Lernenden gestaltet (bzw. „adaptiert“) wird. Dieser Anpassungsvorgang kann technisch auf unterschiedliche Weise erfolgen und hängt z. B. davon ab, welche Informationen über den Lernenden dem System vorliegen (z. B. Vorwissen, kognitive Beanspruchung, Lernpräferenzen).

Dabei kann zwischen Mikro- und Makroadaptivität unterschieden werden: Ein makroadaptives ITS kann **Lernpfade und Lern-Niveaus an die Bedürfnisse** der Schülerinnen und Schüler anpassen. Das kann beispielsweise bedeuten, dass eine Lerneinheit übersprungen wird, wenn das Wissen darüber beim Lernenden bereits vorhanden ist. Mikroadaptive Systeme beziehen hingegen das individuelle Lernverhalten mit ein und ermöglichen dadurch auch **persönliches Feedback** zu den Lösungen und/oder den einzelnen Lösungsschritten (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2023).

Ein wichtiger Unterschied zwischen ITS und Textgeneratoren wie *ChatGPT* besteht darin, dass den ITS generell ein sogenanntes „**Lernenden- oder Schülermodell**“ zugrunde liegt. Das heißt, dass Lernende, die sich neu anmelden, vom System zunächst als Novizen mit einem bestimmten **individuellen Profil** angelegt werden. Angepasst an die individuellen Voraussetzungen, werden sie dann möglichst optimal beim Lernen angeleitet. Den Textgeneratoren, wie z. B. *ChatGPT*, fehlt im Gegensatz hierzu jede „Vorstellung“ von den Fähigkeiten oder Interessen der Lernenden. Zudem basieren ITS auf einem **Domänenmodell**, das heißt – ebenfalls im Gegensatz zu generativen KI-Anwendungen –, auf kuratiertem und fachspezifischem Inhalt, der auf seine Richtigkeit geprüft wurde.

ITS können **als Ergänzung** in unterschiedlichen Lernphasen eingesetzt werden. Ob vorbereitend als Flipped Classroom, während des Unterrichts, oder für Hausaufgaben: Schülerinnen und Schüler erhalten über die Tutoringsysteme idealerweise genau die Unterstützung, die sie in der jeweiligen Lernsituation benötigen – wodurch Lehrkräfte sinnvoll entlastet werden können.

Genau diese individuelle Unterstützung, z. B. in Form von **adaptivem Feedback**, machen Intelligente Tutoringsysteme besonders **wirksam**, z. B. im Vergleich zu reinen Übungssystemen ohne Adaptivität (Blanc et al., 2023). Aus der Forschung zu ITS geht auch hervor, dass die Kombination aus herkömmlichem Unterricht einerseits und selbstständigen Lernen mit einem ITS andererseits effektiver ist als die einzelnen Ansätze allein (ebd.). Es sollte daher immer ein ergänzender Einsatz von Intelligenten Tutoringsystemen innerhalb klassischer Lernsettings angestrebt werden.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

ITS können in den **unterschiedlichsten Fächergruppen** Anwendung finden. Aufgrund ihres Feedbacksystems sind sie zwar besonders für Fächer bzw. Lernsituationen geeignet, in denen eindeutige Lösungen zu Aufgaben existieren (im Sinne von richtig/falsch), wie beispielsweise in der Mathematik, den Naturwissenschaften und Informatik. Doch auch in Fächern, in denen in der Regel ausführlichere Lösungsbeschreibungen erforderlich sind (z. B. Geografie, Biologie, Sprachen), können ITS sinnvoll eingesetzt werden.

Ein Beispiel für ein Intelligentes Tutoringsystem ist die an deutschen Schulen relativ verbreitete Anwendung *bettermarks*. Hier erhalten Lernende auf ihren Lernstand abgestimmte Aufgaben im Fach Mathematik. Bei Bedarf können die Schülerinnen und Schüler auf gezielte Hilfestellungen zurückgreifen, wie z. B. Begriffsklärungen oder Hinweise auf Fehler – auch Lösungswege können angezeigt werden. Das ITS bietet darüber hinaus vielfältige Eingabewerkzeuge, welche über das einfache Ankreuzen von Multiple-Choice-Fragen hinausgehen (siehe Abb. 7).

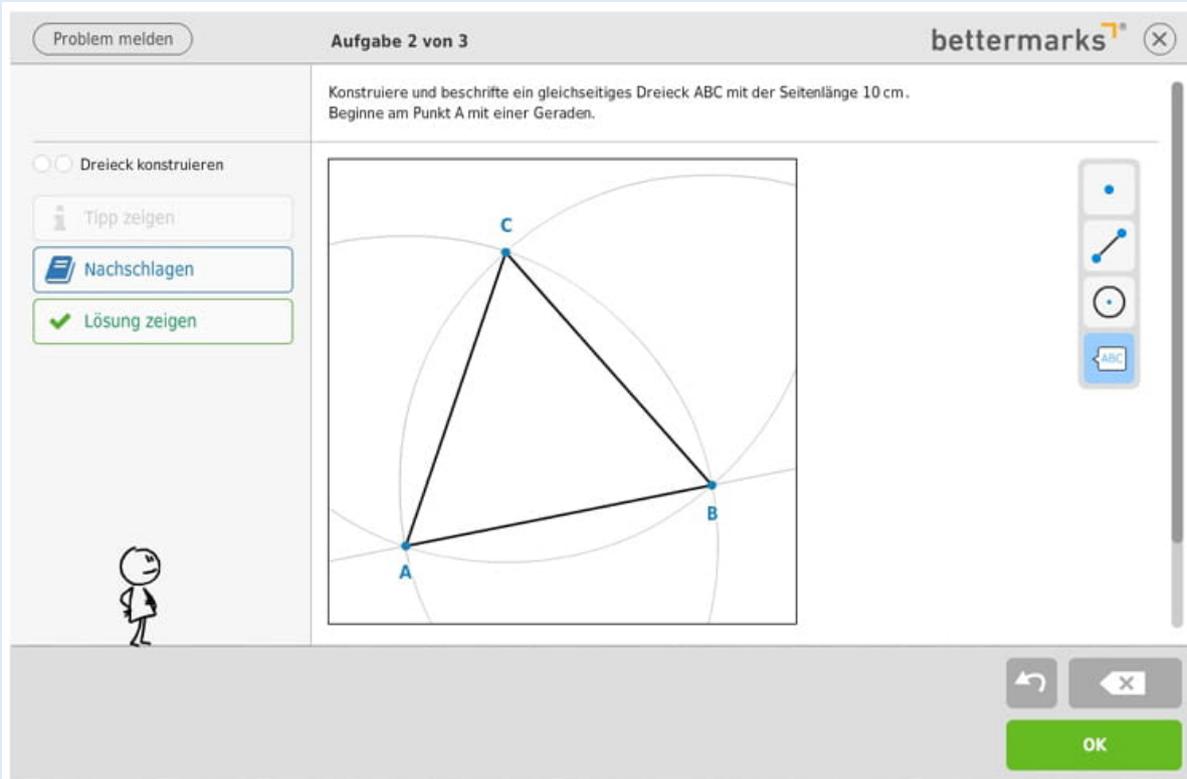


Abbildung 7: Screenshot aus der Mathematik-Lernumgebung *bettermarks*. Bildquelle: <https://de.bettermarks.com/konzept-bettermarks>

Ein Beispiel für das Fach Englisch an Gymnasien ist das interaktive webbasierte Arbeitsheft *FeedBook*, welches 2016 bis 2019 von Computerlinguisten der Universität Tübingen und dem Diesterweg Verlag entwickelt und in zwölf siebten Klassen ein Jahr lang erfolgreich erprobt wurde (Meurers et al., 2019). Grundlage des „intelligenten“ digitalen Lehrbuchs ist das als Lehrwerk zugelassene Camden Town Buch der Westermann Gruppe. Die Schülerinnen und Schüler erhalten bereits bei der Bearbeitung der Aufgaben schrittweise individuelles, interaktives Feedback (siehe Abbildung 8). Dies bietet einen Vorteil gegenüber der üblichen Besprechung von Hausaufgaben im analogen Unterricht, nachdem die Lernenden diese bereits beendet haben. Für Lehrende nutzt *FeedBook* darüber hinaus Learning

Analytics (siehe Kap. 3.5) und bietet aggregierte Ansichten der Schülerantworten zur Identifikation typischer Probleme in Klasse.

The screenshot shows a digital interface for a language learning activity. At the top, it says 'Welcome to Wales'. Below that, the task is 'B1 Gillian's diary' with the instruction 'Read Gillian's diary entry and complete these sentences.' The diary entry is dated 'Friday 23rd September' and contains several lines of text. A feedback pop-up window is overlaid on the text, titled 'Feedback für "it is great"'. The feedback message reads: 'There seems to be important information missing in your answer. Please have a look at the highlighted passage in the text.' Below the message are buttons for 'Hilfreich?' (Yes/Nein) and an 'OK' button. At the bottom of the interface, a question is displayed: '1. Gwynn thinks Wildings School would be great for Gillian because' followed by a red text input field containing 'it is great'.

Abbildung 8: Screenshot aus FeedBook, Bildquelle: mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. D. Meurers; verwendet im Vortrag ZEIT für die Schule (<https://www.zeitfuerdieschule.de/veranstaltungen/webinar-kuenstliche-intelligenz-in-der-schule/>)

Was ist zu beachten?

ITS eignen sich für eine Reihe von Fächern, insbesondere die durch „regelbasiertes Lernen“ geprägten MINT- und Fremdsprachen-Fächer und das Einüben von Routine-Fertigkeiten. Sie müssen für diese Fächer jedoch explizit entwickelt werden, inklusive der Sichtung, Prüfung und Zusammenstellung von Wissensinhalten und Aufgaben für verschiedene Niveaustufen. Dies macht ITS in der Entwicklung sehr aufwändig.

Voraussetzung für den Einsatz von ITS ist, dass sowohl die Lehrkräfte als auch die Schülerinnen und Schüler über gewisse **Kompetenzen** zur Nutzung solcher Anwendungen verfügen. Lehrkräfte sollten z. B. verstehen, welche Informationen die Systeme zum Lernstand der Klasse bereithalten, um ihren Unterricht entsprechend zu gestalten. Die Lernenden benötigen ihrerseits zwingend die Fähigkeit zum Selbstlernen sowie natürlich Lesekompetenz und -willigkeit, um das Feedback und die Erläuterungen, die das System bereithält, auch aufzunehmen (Bettermarks GmbH, 2021).

Mit dem Einsatz der gerne als „**Leistungsverstärker**“ (Innovationsportal des Deutschen Bildungsservers, 2019) bezeichneten Intelligenten Tutoringsysteme verbinden sich aber auch bestimmte Risiken. Denn generell können die Hilfestellungen und Empfehlungen eines ITS immer nur so gut sein wie die zugrundeliegenden Daten und Datenanalysen. Wenn aber die Vorschläge eines solchen

Systems zur Beschleunigung oder Verlangsamung von Lernprozessen auf der Grundlage unvollständiger Daten oder unzutreffender Annahmen stattfinden, können sich Leistungsunterschiede eventuell sogar vergrößern.

Intelligente Tutoringsysteme können den Methodenkoffer einer Lehrkraft erweitern. Dies sollte jedoch nicht zur Folge haben, dass soziales Lernen und **andere didaktische Ansätze**, wie kooperatives Lernen, ins Hintertreffen geraten.

Datenschutzrechtliche Fragen stellen sich zwar auch bei ITS – je nachdem welche Daten durch die Systeme erfasst werden. Die Problematik ist aber geringer, da beispielsweise die Daten lokal beim (EU)-Anbieter liegen können und deutlich weniger sensitiv sind als z. B. bei Chatbots.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

Derzeit entwickeln acht Bundesländer in einem länderübergreifenden Projekt unter der Federführung von Sachsen ein gemeinsames ITS für Schülerinnen und Schüler. Das System soll bis zu vier Fächer adressieren (Mathematik, Deutsch, DaZ/DaF⁴, Englisch). Weitere Informationen gibt es auf der Seite der KMK (Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) 2023).

Da Intelligente Tutoringsysteme bereits seit langem im Einsatz sind und auch entsprechend beforscht werden, liegen inzwischen **zahlreiche Studien** vor, die sich mit den unterschiedlichsten, teilweise sehr spezialisierten Fragestellungen befassen, z. B. welche ITS auf natürlichen Sprachdialog setzen und welchen Zweck diese Funktion übernimmt (Paladines & Ramírez, 2020). Für eine kritische bildungswissenschaftliche Perspektive siehe z. B. Kerres et al., 2023.

⁴ DaZ (Deutsch als Zweitsprache), DaF (Deutsch als Fremdsprache).

3.4 Prüfungsunterstützende Systeme

Prüfungsunterstützende Systeme

... sind Systeme, die Lehrkräfte bei Übungsaufgaben, Tests und Klassenarbeiten unterstützen. Sie können sowohl für naturwissenschaftliche als auch gesellschaftswissenschaftliche Fächer benutzt werden und unterschiedliche Aufgaben übernehmen, wie z. B. Prüfungsaufgaben generieren oder Prüfungen korrigieren. Technologisch basieren diese Systeme auf unterschiedlichen Ansätzen. In der Regel handelt es sich um herkömmliche Prüfungssoftware, die punktuell durch KI ergänzt wird und in Lernmanagementsysteme integriert werden kann. Prüfungsaufgabengenerierende Systeme wie auch Systeme, die automatische Korrekturen (engl. „Automatic Assessment“) durchführen, nutzen inzwischen immer öfter Large Language Models (LLMs).

Zielgruppe

- Schülerinnen und Schüler
- Lehrkräfte
- Verwaltung

Potenziale



- Lernende: Übungsaufgaben mit individuellem Feedback als Vorbereitung für Klassenarbeiten
- Abdeckung beliebig großer Themengebiete

- Lehrende: Administrative und zeitliche Entlastung durch unterstützte Erstellung und Korrektur von Übungsaufgaben und Prüfungen

Einsatzbeispiele



- Generieren von Übungs- und Prüfungsaufgaben nach Vorgaben wie Fragetyp, Schwierigkeitsgrad
- Erstellen von Quizzes oder Karteikarten
- Automatische Bewertung und Korrektur von Prüfungen: KI-Einsatz für Korrekturvorschläge

- Feedback zu Texten in Fächern, wie Deutsch, Englisch, Gesellschaftswissenschaften oder zu Programmiercodes in Informatik
- Plagiatsdetektoren und KI-Detektoren erkennen derzeit noch zu unzuverlässig KI-generierte Texte

Voraussetzungen



- Digitales Lernen und Prüfen als Voraussetzung für umfängliche Potenzialausschöpfung
- Ethisches Hinterfragen der Möglichkeiten und Grenzen

- Kenntnis einer Lehrkraft über die Schreibkompetenzen und Schreibstile der einzelnen Schüler und Schülerinnen für Plagiatserkennung notwendig

Was ist das?

Unter „Prüfungsunterstützenden Systemen“ fassen wir verschiedene Systeme zusammen, die Lehrkräfte bei Übungsaufgaben, Tests und Klassenarbeiten unterstützen. Die Systeme können unterschiedliche Aufgaben übernehmen, z. B. Prüfungsaufgaben generieren, Prüfungen korrigieren und – im Rahmen digitaler Prüfungen – Prüflinge beaufsichtigen (sogenannte „Proctoring Systeme“). Der letzte Aspekt ist im deutschen Schulsystem (noch) nicht relevant und wird daher hier vernachlässigt. Systeme für die Aufgabengenerierung und -bewertung können sowohl für naturwissenschaftliche Fächer als auch gesellschaftswissenschaftliche Fächer benutzt werden.

Die Generierung von Aufgaben umfasst sowohl die Generierung von Aufgaben, die digital genutzt werden können (z. B. interaktive Frageformate), als auch solche, die ausgedruckt werden können (z. B. Textaufgaben).

Wie funktioniert das technisch?

Technologisch basieren diese Systeme auf unterschiedlichen Ansätzen. In der Regel handelt es sich allerdings um herkömmliche Prüfungssoftware, die punktuell durch KI ergänzt wird und in Lernmanagementsysteme integriert werden kann.

Aktuelle Systeme, die eigenständig Prüfungsaufgaben (engl. „Automatic Item Generation“) erstellen können, basieren inzwischen immer öfter auf **Large Language Models (LLMs)**, so z. B. auch das weiter unten beschriebene *Learnsity Author Aide* (hier kommt GPT-4 zum Einsatz). Die LLMs werden auf einer Wissensbasis, z. B. Lehrbücher, eingesetzt, um die Texte zu analysieren und dann dazu passende Fragen oder Aufgaben zu generieren. Im Rahmen digitaler Lernumgebungen können die Aufgaben dann adaptiv präsentiert werden, d. h. die präsentierten Aufgaben werden laufend an den Wissensstand der Lernenden angepasst, um Über- und Unterforderung zu vermeiden.

Auch Systeme, die **automatische Korrekturen** (engl. „Automatic Assessment“) durchführen, nutzen die technologischen Fortschritte im Bereich Natural Language Processing. Insbesondere bei Prüfungen, in denen es um Textaufgaben geht, können durch LLMs Bewertungen anhand individueller Kriterien vorgenommen und Feedback gegeben werden.

Welche Potenziale bieten sich?

Für **Lernende** haben Prüfungsunterstützende Systeme dann einen großen Vorteil, wenn sie für Übungsaufgaben eingesetzt werden: schließlich können mit den Systemen viele Übungsaufgaben als Vorbereitung für Klassenarbeiten bereitgestellt werden. Werden die Aufgaben digital erstellt und von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet (z. B. im Rahmen eines Lernmanagementsystems), kann individuelles Feedback erstellt werden. **Individuelles Feedback** für jede Schülerin und jeden Schüler zu zahlreichen Übungsaufgaben ist im Schulalltag für Lehrkräfte unmöglich zu leisten – entsprechende Computersysteme leisten genau das auch noch am Abend vor der Klassenarbeit.

Für **Lehrende** liegt somit der entscheidende Vorteil von prüfungsunterstützenden Systemen zweifellos darin, sie **bei der Erstellung und Korrektur von Übungsaufgaben und Prüfungen** administrativ und zeitlich **zu entlasten**. Insbesondere die Erstellung von Übungsaufgaben und Prüfungen kann deutlich beschleunigt werden – auch wenn noch immer ein händisches Nacharbeiten und Sichten der generierten Aufgaben notwendig ist. Im Vergleich zu herkömmlichen Datenbanken, die generell auf

einer Sammlung von Fragen/Antworten basieren, die von menschlichen Autorinnen und Autoren erstellt und konfiguriert wurden – und die daher immer nur ein begrenztes Anwendungsgebiet abdecken –, können generative Systeme eine nahezu **beliebig große Bandbreite an Prüfungsaufgaben** in verschiedensten Themengebieten generieren.

Im Bereich der automatischen Auswertung ist zu **unterscheiden, welche Form von Testsituation** vorliegt. Für die automatische Bewertung und Korrektur von Übungsaufgaben können entsprechende Systeme nach vorherigem Test vermutlich ohne größere Bedenken eingesetzt werden. Gerade für textbasierte Fächer wie Deutsch, Englisch oder Gesellschaftswissenschaften sind hier große Zeitersparnisse möglich. Der Einsatz von Computersystemen im Bereich tatsächlicher Prüfungen (z. B. Klassenarbeiten, Abschlussprüfungen) ist sehr viel kritischer, eben weil KI-Technologie (noch) keine hundertprozentig zuverlässigen Korrekturen leisten kann. Hier ist ein Einsatz von KI eher im Sinne einer Arbeitsteilung zu verstehen: Das Computerprogramm macht Vorschläge für eine Korrektur und werden dann von der Lehrkraft für die tatsächliche Bewertung kritisch geprüft – etwa so, wie es im Bereich der medizinischen Diagnostik schon teilweise praktiziert wird. Denkbar sind auch Kombinationen, bei denen z. B. die Korrektur von Grammatik- und Rechtschreibung in einem Deutschaufsatz von einem KI-System übernommen wird und die Lehrkraft sich auf die Bewertung weiterer Kriterien, z. B. Argumentation, Aufbau, Inhalt, fokussieren kann.

Befürworter von automatischen Korrektursystemen argumentieren häufig, dass solche Systeme neutralere, objektivere und generell **konsistentere Bewertungen** ermöglichen als Lehrkräfte dies vermögen – und dadurch die Fairness der Leistungsbewertung erhöht werden könnte.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

Beim **Generieren von Übungs- und Prüfungsaufgaben** unterstützen beispielsweise Autorentools, wie *Learnosity Author Aide* (GPT-4 basiert). Hier wird zunächst der gewünschte Fragetyp ausgewählt, z. B. Single oder Multiple Choice. Danach wird das Thema der Aufgabe ausgewählt. Bei Bedarf kann dies weiter differenziert werden (z. B. zum Schwierigkeitsgrad, Blooms Taxonomie⁵ etc.). Basierend auf diesen Eingaben wird das System einen Vorschlag für eine Frage generieren – wobei zugleich auch Erläuterungen für richtige oder falsche Antworten geliefert werden. Die so entwickelte Frage kann schließlich durch den Autor/die Lehrkraft weiter angepasst werden (Learnosity, 2023).

Ähnlich wie diese konkrete Anwendung funktionieren heute die meisten textbasierten Fragen-generatoren. Einige sind z. B. auf das Erstellen von **Quizzes** oder **Karteikarten** spezialisiert, die für die Prüfungsvorbereitung herangezogen werden können. Beispiele sind der „Question Generator“ von *Kahoot*, der automatisiert Multiple Choice Fragen und Antworten generiert oder die Anwendung *Gizmo*, mit der Quizfragen und Karteikarten erstellt werden können. Der Anbieter *QuizAcademy* geht in eine ähnliche Richtung und hat eine Anleitung zur Erstellung von Quizfragen mit Hilfe von *ChatGPT* erstellt, die dann in das System importiert werden können (QuizAcademy, 2023).

Wie das letzte Beispiel zeigt, können natürlich auch Textgeneratoren (siehe Kap. 3.1), die nicht speziell für die Anwendung im Bildungsbereich entwickelt wurden, für die Erstellung von Prüfungsaufgaben in Schulen benutzt werden.

⁵ Die weit verbreitete Taxonomie von Bloom unterscheidet sechs hierarchisch strukturierte Lernziele: Erinnern, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Beurteilen und Schaffen (Bloom et al. (1956)

Auch bei der **Korrektur** von Aufgaben können wie oben beschrieben KI-Systeme zum Einsatz kommen. Je nach Art der Aufgabe (z. B. Code programmieren oder einen Essay schreiben) sind unterschiedliche Anwendungen im Einsatz. Beispielsweise können generative KI-Systeme eingesetzt werden und Feedback bzw. Korrekturvorschläge zu **Texten** rückmelden. Beispiele hierfür sind *PEER*, *DeepL Write* oder *LanguageTool*.

Bei der Nutzung des Schreibassistenten *LanguageTool* gibt die Lehrkraft bzw. die Schülerin oder der Schüler den Text in die Eingabemaske und erhält Korrekturen. Das System erkennt Rechtschreib- und Grammatikfehler und macht Formulierungsvorschläge. Mit einer weiteren Funktion können außerdem einzelne Sätze oder Wörter ausgewählt werden, die umformuliert werden sollen. Das System generiert hierfür Vorschläge für einfacheren oder formelleren Satzbau und schlägt Synonyme für einzelne Wörter vor.

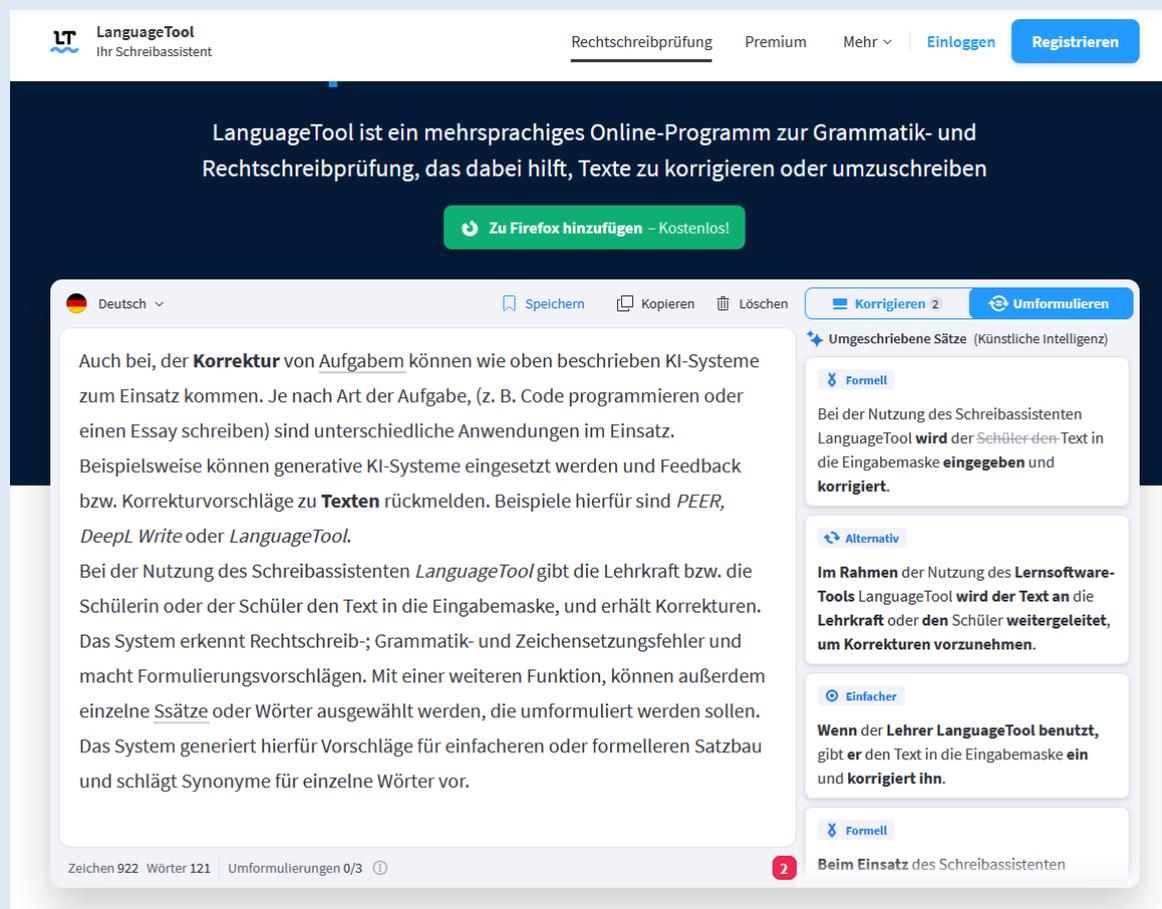


Abbildung 9: Screenshot der Umformulieren-Funktion von LanguageTool.

Für die Korrektur von Textaufgaben sind außerdem diverse **Plagiatsdetektoren** und KI-Detektoren am Markt vorhanden. Während es bei herkömmlichen Plagiatsdetektoren darum geht, die Hausarbeit gegen eine Datenbank wissenschaftlicher Literatur abzugleichen und Plagiate zu identifizieren, bewerten KI-Detektoren wie wahrscheinlich es ist, dass ein bestimmter Text unter Zuhilfenahme eines KI-Textgenerators erstellt wurde. Derzeit gelten KI-Detektoren als nicht hinreichend zuverlässig, um sie in der Praxis einzusetzen. Um zu erkennen, ob KI zum Schreiben eines Texts eingesetzt wurde, kann es daher auch schlicht hilfreich sein, Schülerinnen und Schüler auch im Präsenzunterricht entsprechende Texte verfassen zu lassen. Je besser eine Lehrkraft die Schreibkompe-

tenzen und Schreibstile ihrer einzelnen Schüler und Schülerinnen kennt, desto einfacher ist es, Plagiate bei Hausaufgaben zu erkennen (Common Sense Education, 2023).

Was ist zu beachten?

Wie oben beschrieben, können prüfungsunterstützende Systeme auch für das Unterrichten mit Stift und Papier Erleichterungen bieten. Um ihr volles Potenzial zu entfalten, ist jedoch **das digitale Lernen und Prüfen** eine Einsatzvoraussetzung – Klassenarbeiten werden allerdings (noch) kaum digital umgesetzt.

Einige der hier beschriebenen Systeme berühren auch ethische Aspekte. So z. B. die Frage, ob ein KI-System auch Bewertungen oder sogar Noten vergeben soll und kann? Dazu sorgte zuletzt ein Fall aus Großbritannien 2020 für Aufsehen. Hier sollten intelligente Algorithmen eingesetzt werden, um Noten von Schülerinnen und Schülern zu berechnen, wobei sich heraus stellte, dass der Algorithmus Schülerinnen und Schüler aus privaten Schulen bevorzugte und jene aus sozial benachteiligten Gegenden diskriminierte (Wydra, 2021). Dieser Fall zeigt exemplarisch, wie wichtig es ist, die Begrenzungen solcher Systeme, ihrer Datenanalytik bzw. ihrer Trainingsdaten zu kennen und ggf. **ethisch** zu hinterfragen. Grundsätzlich sollte ein Konsens darüber bestehen, dass es sich bei **KI-generierten Bewertungen**, Beurteilungen oder Noten immer nur um **Empfehlungen** handeln kann, die eine Entscheidungshilfe darstellen aber der Lehrkraft die letztliche Entscheidung nicht abnehmen können. Das genannte Beispiel macht auch klar, wie wichtig **Transparenz** beim Einsatz von KI-Systemen ist: sowohl was deren Einsatz generell angeht als auch im Blick auf deren Funktionsweise (Vogel-Adham et al., 2023). Gerade im Blick auf einen so sensiblen Bereich wie die Beurteilung von Lernleistungen bei Kindern muss unbedingt nachvollziehbar sein, auf welcher Grundlage beispielsweise ein Noten-vorschlag generiert wurde.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

Zu aktuellen Entwicklungen in der automatisierten Korrektur siehe z. B. ein Interview mit Professor Olaf Köller: <https://deutsches-schulportal.de/bildungswesen/digitale-klassenarbeiten-wie-koennen-digitale-tools-lehrkraefte-bei-korrekturen-entlasten/>. Darüber hinaus ist das automatisierte Korrigieren Gegenstand von Forschungsprojekten, z. B. dem Projekt DARIUS, das „untersucht, wie schriftliches naturwissenschaftliches Argumentieren von Schülerinnen und Schülern mithilfe von automatisierten formativen Beurteilungen gefördert werden kann“ (Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, 2023). Weitere Informationen: <https://www.leibniz-ipn.de/de/forschen/projekte/darius>.

3.5 Learning Analytics & Educational Data Mining



Learning Analytics & Educational Data Mining

... sind zwei Forschungsfelder, deren Ziele und Praktiken sich überlappen: Learning Analytics zielt auf die Verbesserung des individuellen Lernens, indem z. B. bei der Nutzung von Lernplattformen Daten über gewählte Lerninhalte, Webseitennavigation, Quizergebnisse, Lernzeiten und weitere Daten gesammelt und analysiert werden.

Sogenannte „Learning Analytics Dashboards“ visualisieren diese Analyseergebnisse und sollen so dem Verständnis und der Optimierung des Lernens dienen. Auch Educational Data Mining nutzt Techniken aus den Bereichen Statistik, maschinelles Lernen und Data Mining, verwendet aber sehr große Mengen an Bildungsdaten (über einzelne Lernplattformen hinaus), um Modelle oder Theorien zu Bildungsprozessen zu formulieren.

Zielgruppe

- ✗ Schülerinnen und Schüler
- ✗ Lehrkräfte
- ✗ Verwaltung

Potenziale



- Lernende: Unterstützung des selbstregulierten Lernens durch Visualisierungen des Lernfortschrittes auf Lerner-Dashboards

- Lehrende: Erleichterung und Ergänzung von Diagnostik und Individualisierung, insbesondere bei stark heterogenen Klassen

Einsatzbeispiele



- Automatische Zuweisung von digitalen Übungen für Schülerinnen und Schüler anhand des aktuellen Lernstands
- Automatisch erstellte (Lernstands-) Berichte und Diagnosen
- Beispiel für breiten Einsatz in Schulen und übergeordneten Steuerungsebenen: Lernplattform ViLLE in Finnland

- Sowohl während des Präsenzunterrichts als auch vor- oder nachgelagert: Schülerinnen und Schüler arbeiten in einer digitalen Lernumgebung, Lehrkraft erhält über Dashboards Lernstandsanalysen und kann entsprechend Interventionen vornehmen oder nächste Unterrichtseinheiten planen und an Lerngruppen anpassen

Voraussetzungen



- Lernen auf digitalen Lernplattformen als Voraussetzung für Analysen (Datengrundlage)
- Klärung und Reflexion von Datenschutz-, Datensparsamkeits- und ethischen Fragen

- Kompetenzen der Lehrkräfte zur Nutzung der Learning Analytics-Ergebnisse (z. B. Interpretation von Datenvisualisierungen; diagnostische Kompetenz, um Falschannahmen erkennen zu können)

Was ist das?

Mit Learning Analytics meint „man die kontinuierliche Messung und Sammlung, **Analyse und Berichterstattung von Daten über Lernende** und ihre Aktivitäten [...]“ (Schmid et al., 2021, S. 12; siehe auch Conole et al., 2011). Daten, die dafür genutzt werden können, entstehen beispielsweise beim Lernen auf digitalen Lernplattformen und betreffen u. a. gewählte Lerninhalte, Webseitennavigation, Quizergebnisse und Lernzeiten. Auf diesen und anderen Datenpunkten können Analysen durchgeführt werden, die dem besseren **Verständnis** und der **Optimierung des Lernens** in den jeweiligen digitalen Lernumgebungen dienen können. Mit sogenannten „**Learning Analytics Dashboards**“ können Ergebnisse der Analysen (z. B. zu Kompetenzniveaus der Lernenden) visualisiert werden.

Learning Analytics konzentriert sich somit auf die Verbesserung des individuellen Lernens. **Educational Data Mining** ist eng mit Learning Analytics verwandt, befasst sich aber eher mit der Gewinnung von Erkenntnis aus sehr großen Mengen an Bildungsdaten (über einzelne Lernplattformen hinaus), um Modelle oder Theorien zu Bildungsprozessen zu formulieren.

Wie zu erkennen ist: Die Definitionen von Learning Analytics und Educational Data Mining sind wenig trennscharf. Es handelt sich um unterschiedlich gewachsene Forschungsfelder, deren Ziele und Praktiken sich überlappen.

Wie funktioniert das technisch?

Typischerweise werden bei Learning Analytics Daten der Lernenden (z. B. Antwortverhalten bei der Nutzung von Lerneinheiten, Webseitennavigation) und Kontextdaten (z. B. Uhrzeit, Endgerät) verarbeitet. Die Auswertung erfolgt mit statistischen Methoden, die teilweise um andere Verfahren ergänzt werden. Learning Analytics, die Vorhersagen treffen (engl. „predictive learning analytics“; z. B. über die Wahrscheinlichkeit, dass ein Lernender eine Aufgabe richtig löst, oder ein Video zu Ende guckt) sind typischerweise über statistische bzw. Machine-Learning Verfahren datenbasiert angereichert worden.

Auch Educational Data Mining nutzt Techniken aus den Bereichen Statistik, maschinelles Lernen und Data Mining. Dabei ist charakteristisch, dass im Vergleich zu Learning Analytics Vorhaben weniger häufig menschlich gelabelte Daten genutzt werden (Siemens & Baker, 2012).

Welche Potenziale bieten sich?

Für **Lernende** bietet Learning Analytics eine **Unterstützung** des **selbstregulierten Lernens**. Ergebnisse von Learning Analytics werden genutzt, um Lernenden Informationen dazu bereitzustellen, welche nächste Aufgabe für sie individuell besonders zielführend sein könnte und welche Kompetenzrückstände aufgearbeitet werden sollten. Schülerinnen und Schüler können auf sogenannten Lerner-Dashboards (also Visualisierungen ihres Lernfortschrittes) zudem ihren Lernverlauf einsehen und reflektieren.

Für **Lehrende** soll Learning Analytics **Diagnostik und Individualisierung** erleichtern. Wenn Schülerinnen und Schüler in einer digitalen Lernumgebung arbeiten, können Lehrkräfte, z. B. über Dashboards oder Berichte, auf individuelle Hindernisse hingewiesen werden und auf entsprechende Lernschwierigkeiten individuell eingehen (siehe Beispiel). Dies ist sowohl ad hoc im Präsenzunterricht vorstellbar als auch nachgelagert, wenn digitale Lernplattformen ergänzend zum Unterricht

eingesetzt werden. Die Ergebnisse von Learning Analytics können dann die Planung nächster Unterrichtseinheiten einfließen.

Learning Analytics nutzt gegenüber Lehrkräften andere Datenquellen, um zu einer Diagnose zu kommen. Dies kann Lehrkräften helfen, **ein erweitertes Verständnis über individuelle Lernprozesse** zu bekommen und z. B. zentrale Bestandteile ihres Professionswissens (z. B. Fähigkeit zur professionellen Wahrnehmung oder zur Unterrichtsplanung) zu reflektieren.

Auf Ebene der **Schule** und **übergeordneter Steuerungsebenen** können Learning Analytics und Educational Data Mining zahlreiche Potenziale entfalten, die zumindest in Deutschland noch eher theoretischer Natur sind, da entsprechende Anwendungen noch im Prototypenstadium und/oder als ethisch bedenklich gelten. Dass jedoch wirksame Analysen auch in der Breite und unter Berücksichtigung des europäischen Datenschutzrechts möglich sind, zeigt die finnische Lernplattform *VILLE*, die ca. von der Hälfte der finnischen Schulen genutzt wird.

In der Breite eingesetzte Anwendungen haben das Potenzial, verstärkt formativ und bereits **auf Schulebene über den Kompetenzstand von Schülerinnen und Schülern zu informieren**. Dabei sind sowohl deskriptive Analysen als auch prädiktive Aussagen möglich (z. B. über den Abschluss der Schule bei einer zukünftigen Lernstandsmessung). Hier könnten zudem Methoden des Educational Data Mining genutzt werden, um nach den Ursachen für entsprechende Ergebnisse zu suchen. Dies würde dabei helfen, früh evidenzbasiert auf entsprechende Prognosen zu reagieren

Analog könnten kontinuierliche Informationen über das Erreichen von Standards (z. B. in Großgruppenberichten) zu einer Stärkung des formativen Charakters von Lernstandserhebungen genutzt werden. Die so gewonnenen Informationen könnten in eine **evidenzbasierte Weiterentwicklung von Bildungsstandards** und Lehrplänen einfließen.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

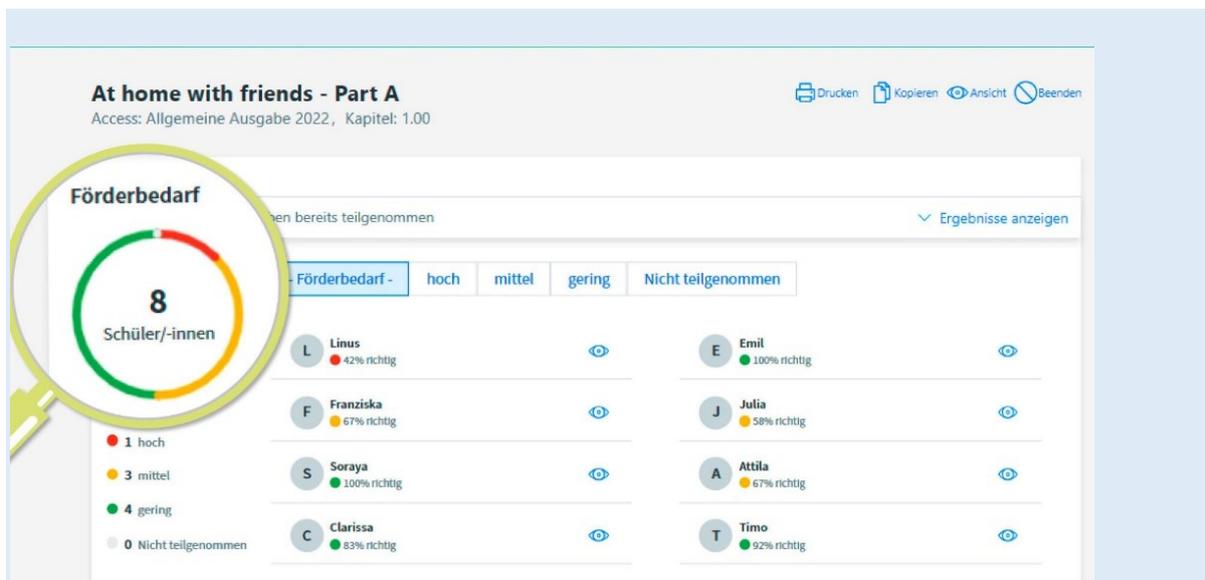


Abbildung 10: Übersicht Förderbedarf aus „Diagnose und Fördern“

Die Lernplattform *Diagnose und Fördern* (<https://www.cornelsen.de/digital/online-diagnose>) enthält über Lernmaterialien hinaus zahlreiche Instrumente zu Lernstandsanalysen sowie Berichte

und Dashboards, daher wird *Diagnose und Fördern* als verbreitetes Beispiel für eine Learning-Analytics-Anwendung gewählt. Schülerinnen und Schülern werden basierend auf dem aktuellen Lernstand automatisch interaktive Lern- und Fördermaterialien mit digitalen Übungen und Erklärvideos zugewiesen. Lehrkräfte erhalten **Lernstandsanalysen** zu ihren Klassen und können darauf basierend Interventionen und die nächsten Schritte ihres Unterrichts genauer planen und an jede Lerngruppe anpassen.

Die Potenziale liegen vor allem in der Unterstützung der Lehrkräfte: Die individuell zugewiesenen Materialien können beim Lehren in Klassen mit großer Heterogenität helfen. Für Schülerinnen und Schüler ist somit mit erhöhtem Lernerfolg zu rechnen. Da Lehrkräfte häufig verpflichtet sind, Förderempfehlungen abzugeben, den Lernstand zu erheben und zu dokumentieren, ergibt sich aus dem Angebot **automatisch erstellter Berichte** ein besonderes Potenzial zum Einsparen von Ressourcen.

Diagnose und Fördern wird angeboten für die Fächer Deutsch, Mathe, Englisch, Französisch sowie Geschichte, Physik, Chemie und Biologie in der Sekundarstufe I.

Was ist zu beachten?

Eine erste Voraussetzung für den Einsatz von Learning Analytics sind maschinenlesbare Daten, bzw. das **Lernen auf digitalen Lernplattformen**. Nur wenn Schülerinnen und Schüler mit digitalen Lernumgebungen (z. B. einem ITS, siehe Kap. 3.3) lernen, können Analysen für diese Lernprozesse durchgeführt werden.

Zudem benötigen Lehrkräfte Kompetenzen, um die Ergebnisse von Learning Analytics-Prozessen einordnen und nutzen zu können (Ebner et al., 2020). Dazu gehören neben den Medienkompetenzen Kenntnisse zur grundsätzlichen Funktionsweise von Learning-Analytics-Anwendungen, beispielsweise statistische Kenntnisse zur **Interpretation von Visualisierungen und Wahrscheinlichkeiten**, so dass Lehrkräfte valide Aussagen ableiten und Empfehlungen kritisch prüfen können. Schließlich müssen die Ergebnisse von Learning Analytics nicht richtig sein, sondern können genauso **Verzerrungen oder Falschannahmen** unterliegen, wie andere statistische oder KI-Verfahren auch. Entsprechend zentral bleiben die fachspezifischen **diagnostischen Kompetenzen von Lehrkräften**, um Ergebnisse hinterfragen zu können.

Die Fähigkeit Ergebnisse interpretieren zu können gilt – in geringerem Ausmaß – auch für Lernende: Wenn Schülerinnen und Schüler durch die Ergebnisse von Learning Analytics ihre Lernprozesse reflektieren und optimieren sollen, müssen die Ergebnisse für sie entsprechend verständlich aufbereitet werden.

Weiterhin müssen **datenschutzrechtliche und ethische Fragen** geklärt werden, sowohl was die Voraussetzungen für die Datenerhebung als auch den Umgang mit den gewonnenen Daten betrifft. Schließlich haben Lehrkräfte teils die Möglichkeit, Abgabezeitpunkte von Hausaufgaben, Beteiligung an Diskussionsforen, Verweildauern auf digitalen Texten usw. nachzuvollziehen. Daraus können durch die Systeme z. B. Notenvorschläge generiert oder zukünftig auftretende Lernprobleme „errechnet“ werden. Wie die für Learning Analytics und Educational Data Mining notwendigen personenbezogenen Daten unter Berücksichtigung des Datenschutzes und dem Prinzip der „Datensparsamkeit“ erhoben werden können und welcher Mehrwert sich aus den Verfahren jeweils ergibt, muss kritisch diskutiert werden. Dass solche Verfahren praktisch eingesetzt werden können und viele Bildungspotenziale damit verbunden sind, zeigt das bereits angesprochene finnische Projekt *VILLE*.

Eine weitere wichtige Voraussetzung, die allerdings eher technischer Natur ist, ist die **Standardisierung von Daten**: Vor allem für die Nutzung von Learning Analytics und Educational Data Mining auf der Steuerungs- und Schulebene ist es sinnvoll, dass die Daten wenigstens innerhalb von Fächern vergleichbar sind, um sinnvolle Analysen durchzuführen.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

- Online-Kurs zu Learning Analytics für Lehrkräfte: <https://ki-campus.org/courses/learning-analytics> (Grundkenntnisse zu Learning Analytics, Ansätze zur Integration von Learning Analytics in Lernkontexte sowie Steuerung von Dashboards)
- Online-Kurs „Schule macht Daten“ <https://ki-campus.org/courses/datenschule> (Grundlagen des Begriffs Daten, Datenschutz und Cybersicherheit, Schlussfolgerungen aus Daten anstellen)
- Die finnische Lernplattform *VILLE* wird an ca. der Hälfte der finnischen Schulen eingesetzt und zeigt, dass der wirksame und datenschutzkonforme Einsatz von Learning Analytics möglich ist: <https://en.learninganalytics.fi/ville>

3.6 Bildungs- und unterrichtsorganisierende Systeme



Bildungs- und unterrichtsorganisierende Systeme



In dieser Technologiegruppe werden Systeme vorgestellt, die die Organisation, Administration und Evaluation von Unterricht unterstützen. Sie richten sich vor allem an Lehrende, Schulleitungen und Schulbehörden und können auf unterschiedlichen Technologien basieren, z. B. Natural Language Processing oder Learning Analytics. Häufig handelt es sich um klassische Verwaltungs- oder Managementsoftware, die punktuell um smarte KI-Funktionen ergänzt wird.

Zielgruppe

- Schülerinnen und Schüler
- Lehrkräfte
- Verwaltung

Potenziale



- Unterstützung des Unterrichtsablaufs
- Entlastung bei der Unterrichtsplanung
- Kommunikation innerhalb des Kollegiums und zwischen Schule und Eltern

- Entlastung der Schuladministration durch Stundenplanerstellung und Deputatsplanung, Schüler-, Raum- und Personalverwaltung, Evaluation und Planung von Bildungsprozessen

Einsatzbeispiele



- Unterricht: eine KI-Sprachassistent öffnet auf Zuruf Computerprogramme und beantwortet Fragen; Unterstützung von kollaborativem Lernen
- Unterrichtsplanung: Vorschläge für Unterrichtsentwürfe, Lernziele und Hausaufgaben zu einem Thema; Anregungen für die Reflexion des eigenen Unterrichtsentwurfs, Planung und Wiederverwendung von Materialien

- Kommunikation: Erstellung von Sitzungsprotokollen, Vorstrukturierung von Elterngesprächen und Elternbriefen
- Administration: Stundenplanerstellung, Ressourcenverwaltung, Abschätzung von Einstellungsbedarfen, Evaluation von Unterricht an der eigenen Schule und über verschiedene Schulen hinweg

Voraussetzungen



- Digitales Lernen bzw. Digitalisierung der Verwaltungsprozesse
- Bislang wenige marktreife Produkte (insbesondere auf Ebene der Verwaltung)

- Integration smarterer Funktionen in bestehende Systeme, damit sie niedrigschwellig nutzbar werden
- KI als Assistenz: Entscheidung verbleibt beim Menschen

Was ist das?

In dieser Technologiegruppe werden Systeme vorgestellt, die die **Organisation, Administration und Evaluation von Unterricht** unterstützen. Sie richten sich somit vor allem an Lehrende, Schulleitungen und Schulbehörden und können auf unterschiedlichen Technologien basieren. Denkbar sind zum einen bereits genannte Technologien, wie Textgeneratoren (siehe Kap. 3.1), die z. B. Ideen für Unterrichtsentwürfe oder Textzusammenfassungen erstellen, oder Learning Analytics Dashboards, deren Analysen z. B. in der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden können, siehe Kap. 3.5). Zum anderen gibt es weitere Systeme, die explizit für die Organisation und Administration von verschiedenen Bildungsprozessen entwickelt wurden. Häufig handelt es sich hierbei um „traditionelle“ Software (z. B. klassische Verwaltungs- oder Managementsoftware), die punktuell durch KI-Methoden ergänzt wird, um besonders gute, intelligente Vorschläge oder Analysen zu tätigen (z. B. zur Stundenplanerstellung).

Wichtig: Viele der Technologien für die nachfolgend beschriebenen schulischen Einsatzbereiche befinden sich noch im Prototypen- oder Entwicklungsstadium. Allerdings ist zu erwarten, dass das große Potenzial von KI im Verwaltungs- und Managementbereich künftig auch für die Schulen zunehmend erschlossen wird.

Wie funktioniert das technisch?

Da die hier gesammelten Unterstützungsfunktionen ganz unterschiedlicher Natur sind, unterscheiden sich auch die zugrundeliegenden KI-Methoden und -Technologien. Dies können beispielsweise Recommendersysteme für die Erstellung von Vorschlägen für Lernmaterialien sein, generative KI für die Erstellung von Arbeitsblättern oder anderen Lernmaterialien, oder auch das Educational Data Mining für die Analyse von Lernendenverlaufsdaten und die Prognose von Entwicklungen und Problemen.

Einige dieser Technologien wurden bereits in anderen Kapiteln erwähnt bzw. ausführlicher erläutert, so dass hier nur darauf verwiesen wird.

Welche Potenziale bieten sich?

Das Feld der Unterrichtsorganisation und Bildungsadministration ist sehr umfassend – entsprechend vielfältig sind die technologischen Einsatzmöglichkeiten.

Im Unterricht selbst können KI-gestützte Funktionen verschiedene **Organisationsaufgaben** übernehmen, v. a. dann, wenn ohnehin mit digitalen Lernplattformen gelernt wird. Dazu gehört beispielsweise die Kontrolle von Anwesenheit, die Zuteilung von Gruppen im Unterricht oder für Projektarbeiten (z. B. nach Interessen oder Fähigkeiten), die **Unterstützung von Peer Tutoring-Phasen** durch intelligente Zuweisung von Lernpartnerinnen und Lernpartnern oder die **Unterstützung bei der sogenannten Orchestration des Unterrichts** (z. B. Vorschläge für Übergänge zwischen Einzel- und Teamarbeitsphasen). Zudem werden sprachgesteuerte, persönliche Lehrbegleiter entwickelt. Das sind beispielsweise KI-gestützte Sprachassistenten, die Lehrkräfte im Unterricht unterstützen, indem sie auf Zuruf Computerprogramme starten oder Fragen beantworten. Im Unterricht getätigte Sprachnotizen können zudem gesammelt und organisiert werden, um beispielsweise später automatisch erinnert zu werden.

Bei der **Unterrichtsplanung** können insbesondere generative KI-Systeme Vorschläge für **passgenaue Unterrichtsmaterialien, Kursabläufe und Lehrmethoden** machen (siehe auch Kapitel 2.2 „Material-generierende Systeme“) und zum Unterrichtsthema passende Quizfragen und Textaufgaben erzeugen (teilweise inklusiver automatischer Auswertung; siehe Kap. 2.4 „Prüfungsunterstützende Systeme“). Ein Beispiel ist die Anwendung *teachino*, die KI-gestützte Vorschläge für Unterrichtsstunden macht und über die Managementsoftware *Untis* abrufbar ist. Textgenerierende Systeme können darüber hinaus automatisches Feedback oder Reflexionsanregungen zu eigenen Unterrichtsentwürfen geben. Die *fobizz KI-Assistenz* bündelt z. B. viele verschiedene generative KI-Systeme in einer Anwendung, um die Unterrichtsvorbereitung zu erleichtern. Einige Technologien gehen über die einzelne Unterrichtsstunde hinaus und unterstützen bei der langfristigen Planung des Unterrichts und der Wiederverwendung des Materials für kommende Jahrgänge (z. B. *Curipod*).

Im Bereich der Administration können Lehrkräfte bei der **Verwaltung und Vorstrukturierung von Elternabenden und -gesprächen** unterstützt werden, z. B., indem Einladungen und Elternbriefe vorformuliert werden (z. B. basierend auf aktuellen Leistungsdaten der Schülerinnen und Schüler). Wichtige Elterninformationen können durch textübersetzende Systeme in Leichte Sprache oder Fremdsprachen übersetzt werden (z. B. mit *DeepL*; siehe auch Kap. 3.1, 3.4).

Das zentrale Nutzenversprechen dieser Technologien für Lehrkräfte ist natürlich die potenzielle Zeitersparnis durch Vorstrukturierungen und passgenaue Vorschläge: Nicht nur wird die Auswahl von geeigneten Unterrichtsinhalten und -materialien beschleunigt, sondern es können auch lästige Verwaltungsaktivitäten stärker automatisiert werden.

Auf Ebene der **Schulleitung oder Schulbehörde** ist eine Erweiterung bestehender Managementsysteme um KI-Plugins für die Unterstützung zahlreicher Verwaltungsaufgaben denkbar, z. B. für eine intelligente **Stundenplanerstellung, Raumnutzung** und in der **Personalplanung**. Beispielsweise kann die KI-Anwendung Vorschläge für die Zuteilung von Aufgaben oder (neuen) Schwerpunkten für Lehrkräfte machen (weil Analysen zeigen, dass eine Lehrkraft seit Jahren die gleiche Jahrgangsstufe unterrichtet). Die Auswahl, Zulassung und Verwaltung von Schülerinnen und Schülern kann unterstützt werden und zudem durch intelligente Analysen und Prognosen der Lernendenanzahl und dem entsprechenden Lehrkräftebedarf – auf Schul- aber auch Landesebene – ergänzt werden. Weitere Funktionen, die klassischerweise dem Educational Data Mining (siehe Kap. 3.5) zugerechnet werden, umfassen die Evaluation von Lernverläufen, Prognose von Schulabbrüchen und Empfehlungen für frühzeitige Interventionen.

Neben der bereits erwähnten Zeitersparnis liegt das Potenzial dieser Technologien vor allem auch darin, einerseits die verfügbaren Ressourcen einer Schule (Räume, Geräte, Personal etc.) besser zu nutzen und andererseits die Evaluation und Qualitätssicherung einer Schule in ihren verschiedenen Leistungsbereichen zu optimieren – bis hin zur Verringerung von Schulabbrüchen durch frühzeitige Interventionen.

93 Prozent der in der Cornelsen Schulleitungsstudie befragten 2001 Schulleitungen wünschen sich eine Aufgabenverteilung und Entlastung für ihre Schulentwicklungsprozesse und 89 Prozent nehmen hier die Digitalisierung der Verwaltung als Chance wahr (Fichtner et al., 2023). Ähnlich in England: Auch britische Lehrkräfte wünschen sich laut einer Befragung mehr Einsatz von Bildungstechnologie insbesondere bei allen Aufgaben außerhalb des Unterrichts (z. B. korrigieren, planen, administrieren) (Turner, 2023).

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

Ein Beispiel für ein Tool, das die Unterrichtsplanung unterstützt, ist *To Teach*. Hier können Übungsaufgaben, Arbeitsblätter und Unterrichtsentwürfe erstellt werden. Um einen Unterrichtsentwurf zu erstellen, wird das gewünschte Fach (z. B. Englisch) ausgewählt und Angaben zu Alter der Schülerinnen und Schüler, Dauer der Unterrichtseinheit und Thema gemacht. Die generative KI erstellt nun einen Vorschlag für Lernziele, den Ablauf, Hausaufgaben und mögliche Themen die in den nächsten Einheiten behandelt werden können. So entsteht z. B. ein Unterrichtsentwurf für eine Debatte über die Vor- und Nachteile in einer Großstadt zu leben, der als Worddokument heruntergeladen und bearbeitet werden kann.

The screenshot shows the 'to teach' website interface for creating a lesson plan. The sidebar on the left contains the following settings:

- Sprache des Entwurfs:** Englisch
- Alter der Schüler*innen:** 16-18
- Dauer der Einheit (in Minuten):** 45
- Thema der Unterrichtseinheit:** er die Vor- und Nachteile in einer Großstadt zu leben
- Fokus der Unterrichtseinheit:** Kein Fokus festgelegt

The main content area displays the following information:

Download als .docx Datei
Perfekt um damit weiterzuarbeiten.

Teile den Unterrichtsentwurf
Teilen auf Social Media oder mit deinen Kolleginnen.

Topic: Debate on the Advantages and Disadvantages of Living in a Big City

Learning Objectives:

- The students can identify and discuss the main advantages and disadvantages of living in a big city.
- The students can understand various viewpoints, and defend their own opinions on the topic.
- The students are able to structure their arguments in a debate, employing the techniques of persuasive communication.
- The students are aware of urban life aspects like employment, social life, cost of living, pollution, and infrastructure.
- The students enrich their vocabulary on the subject and improve their spoken German.

Course:

Phase	Time	Content	Form of Action
Introduction	10 min	Brainstorming about the aspects of living in a big city	In plenary by teacher-student discussion
Elaboration	15 min	Group work: List out the advantages and disadvantages of each aspect discussed	Group debate
Practise	15 min	Each group choose and argue for either advantage or disadvantage side	Group debate
Securing results	5 min	Summarizing the main points from each side	In plenary by teacher-student discussion

Abbildung 11: Screenshot der Unterrichtsentwurf-Funktion aus to-teach.ai

Eine Anwendung, die damit wirbt, diverse Verwaltungsfunktionen von Schulen zu unterstützen, ist das Produkt *Mersys Campus*. Als „One-Stop-Shop“ soll es sowohl als Lernplattform für Schülerinnen und Schüler fungieren, als auch die Lernenden-, Lehrkräfte- und Ressourcenverwaltung ermöglichen. Zu den KI-gestützten Funktionen gehören die intelligente Stundenplanerstellung, Abschätzung von Einstellungsbedarfen und flexible Benotungssysteme.

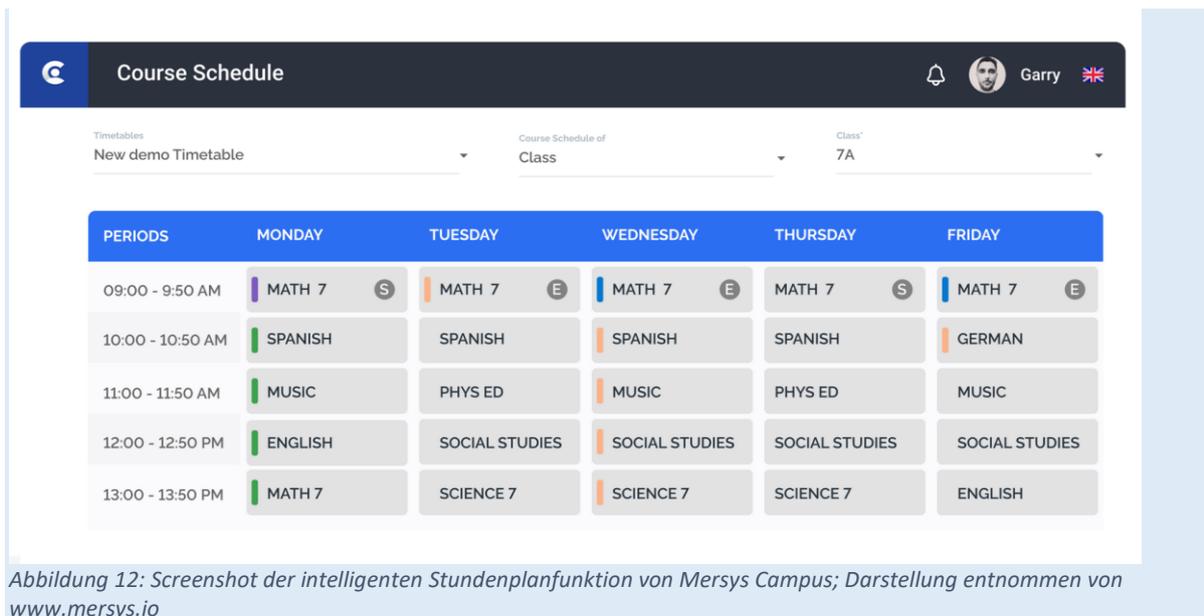


Abbildung 12: Screenshot der intelligenten Stundenplanfunktion von Mersys Campus; Darstellung entnommen von www.mersys.io

Was ist zu beachten?

Mit Ausnahme der Systeme zur Unterrichtsplanung gibt es bislang **wenige marktreife Produkte**, die für diesen Aufgabenbereich direkt eingesetzt werden können. Insbesondere auf Ebene der Verwaltungs- und Managementsysteme scheint das Potenzial von KI noch kaum ausgeschöpft. Viele der obigen Einsatzmöglichkeiten in diesem Bereich wurden bislang nur in Forschungs- oder Pilotprojekten erprobt. Diese Forschungsbemühungen deuten aber darauf hin, dass es in naher Zukunft vermehrt entsprechende Tools für die KI-gestützte Unterrichtsbegleitung und Bildungsadministration geben wird. Dabei wird es vor allem auch darum gehen, diese neuen KI-Funktionen in größere, bereits etablierte Anwendungen zu integrieren, z. B. in schulweit genutzte Lehr-Lernplattformen, damit nicht immer weitere, neue Softwarelösungen implementiert werden müssen. Ein aktuelles Beispiel ist hier die Integration der KI-gestützten Anwendung *teachino*, die der Unterrichtsplanung dient, in die schon von vielen Schulen genutzte Verwaltungsanwendung *Untis*.

Viele der Einsatzmöglichkeiten, die sich auf die Organisation und Orchestration des Unterrichts beziehen, werden also künftig als Zusatzfunktionen bestehender Lösungen von Lernplattformen oder Verwaltungssystemen angeboten, d. h. sie können auch nur dann sinnvoll ausgeschöpft werden, wenn das **digitale Lernen** und die Digitalisierung von Verwaltungsprozessen bereits bis zu einem gewissen Grad etabliert ist.

Egal ob automatisch erstellte Lehrpläne oder Entscheidungen über Stundenpläne, Bildungsverläufe oder Personalverwendung: Zentral ist bei allen Überlegungen, dass die letztendliche Entscheidungshoheit und Kontrolle über pädagogische und organisatorische Entscheidungen immer beim Menschen bleiben. Dieses Konzept firmiert in der Informatik unter dem Stichwort „**Human in the Loop**“ – es besagt, dass Entscheidungen des Systems jederzeit von den Nutzenden überprüft und korrigiert werden können (Söllner et al., 2021). Daraus wird auch ersichtlich, dass das professionelle Gespür für passende Lehr- oder Stundenpläne nicht durch KI-gestützte Anwendung ersetzt, sondern lediglich unterstützt werden kann.

Wo gibt es weiterführende Informationen?

In den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg wurde ein Amtliches Schulverwaltungssystem entwickelt, das den Schulen kostenfrei zur Verfügung gestellt wird. Lehrkräfte können darüber u. a. Noten verwalten und Zeugnisse vorbereiten, Schulleitungen haben die Möglichkeit, u. a. die Lehrerverwaltung und Unterrichtsverteilung digital abzubilden und das Sekretariat kann z. B. Korrespondenz über das System laufen lassen (Institut für Bildungsanalysen Baden-Württemberg [IBBW], 2022).

Weitere Informationen zu ASV Bayern: <https://www.asv.bayern.de/doku/cms/basisinformationen>;

Weitere Informationen zu ASV Baden-Württemberg: <https://asv.kultus-bw.de/,Lde/Startseite>

3.7 Text-to-Speech- und Speech-to-Text-Systeme



Text-to-Speech- und Speech-to-Text-Systeme



Text-to-Speech (TTS)-Systeme können digitalen Text mithilfe einer Computerstimme laut vorlesen. Stimmen, Tonhöhe und Sprechgeschwindigkeit und können je nach Präferenz angepasst werden. Als Assistenztechnologie ist TTS insbesondere für sehbehinderte Menschen und Menschen mit Leseschwierigkeiten zentral.

Speech-to-Text (STT)-Systeme können gesprochene Sprache in Text umwandeln, z. B., um Videos zu Untertiteln oder Gespräche simultan zu transkribieren. Als Assistenztechnologie sind STT insbesondere für Menschen mit Höreinschränkungen von Bedeutung.

TTS und STT können auch sprachübergreifend genutzt werden, z. B. kann deutscher Text auf Spanisch vorgelesen werden.

Zielgruppe

- ✗ Schülerinnen und Schüler
- ✗ Lehrkräfte
- ✗ Verwaltung

Potenziale



- Inklusion bei Hör- oder Seh-einschränkungen und Sprech- oder Leseschwierigkeiten
- Inklusion von Kindern ohne ausreichende Deutschkenntnisse

- Teilhabe von Eltern ohne ausreichende Deutschkenntnisse
- Fremdsprachenerwerb
- Gleichzeitiges Ansprechen des visuellen und auditiven Sinns

Einsatzbeispiele



- Pflichtlektüre vorlesen lassen und trotz Seh- oder Leseschwierigkeiten am Unterricht teilnehmen können
- Unterrichtsgespräche oder Elterngespräche simultan auf eigenem Gerät in anderer Sprache Untertiteln
- Protokolle von Kollegiumssitzungen erstellen lassen

- Deutsch- und Sprachunterricht: Eigene Texte vorlesen lassen, um Fehler zu erkennen
- Sprachunterricht: Fremdsprachige Texte vorlesen lassen, um Aussprache zu erlernen
- Sprachunterricht: Korrektur zur eigenen Aussprache erhalten

Voraussetzungen



- Klares, deutliches Sprechen als Voraussetzung für gute Transkription
- Computergesprochener Text kann unnatürlich wirken und gerade bei Eigennamen fehlerhaft sein

- Gerade im Sprachunterricht ist darauf zu achten, mit welcher Sprachvarietät (z. B. Britisches oder Amerikanisches Englisch) ein KI-System trainiert wurde

Was ist das?

Text-to-Speech- bzw. Speech-to-Text-Systeme sind zwei Technologietypen, die Text in Sprache bzw. umgekehrt Sprache in Text konvertieren.

Text-to-Speech (TTS)-Systeme können digitalen Text mithilfe einer Computerstimme laut vorlesen. Bei den meisten Android- oder iOS-Smartphones sind entsprechende Anwendungen bereits vorinstalliert und können kostenfrei genutzt werden. Andere Anwendungen lassen sich über den Browser nutzen (z. B. *Speechify*) oder können in *moodle* oder andere LMS integriert werden (z. B. *ReadSpeaker*). Stimmen, Tonhöhe und Sprechgeschwindigkeit und können je nach Präferenz angepasst werden. Einige Tools erlauben auch das Vertonen neuer Stimmen (z. B. kann die Lehrerstimme anhand einiger Stimmproben zur Computerstimme werden). Als Assistenztechnologie ist TTS insbesondere für sehbehinderte Menschen und Menschen mit Leseschwierigkeiten zentral.

Speech-to-Text (STT)-Systeme können gesprochene Sprache in Text umwandeln. Damit kann die Technologie z. B. dazu genutzt werden, Audioaufnahmen in Textnachrichten zu verwandeln, Videos zu Untertiteln oder Gespräche simultan zu transkribieren. Bei den meisten Android- oder iOS-Smartphones sind entsprechende Diktieranwendungen schon vorinstalliert und können kostenfrei genutzt werden. Als Assistenztechnologie sind STT insbesondere für Menschen mit Höreinschränkungen von Bedeutung.

TTS und STT können mittlerweile auch sprachübergreifend genutzt werden, z. B. kann deutscher Text auf Spanisch vorgelesen werden (siehe auch Kap. 3.1 „textübersetzende Systeme“), so dass sie auch in der sprachübergreifenden Kommunikation eine Rolle spielen.

Wie funktioniert das technisch?

Die Umwandlung von Text in gesprochene Sprache nennt man auch „Speech Synthesis“. TTS-Systeme bestehen dabei aus zwei Komponenten: Das Frontend sorgt für die Konvertierung des geschriebenen Texts, inklusive aller Zeichen, in ausgeschriebene Wörter. Dabei werden jedem Wort phonetische Transkriptionen zugeordnet. Das Backend wandelt daraufhin die Phoneme in Audioinformationen um; diesen Prozess nennt man Speech Synthesis. Tiefe neuronale Netze werden eingesetzt, um anhand großer Datenbestände an aufgenommenem Text und korrespondierender Textform zu lernen, wie gewisse Wörter und Sätze ausgesprochen werden müssen (z. B. hinsichtlich Prosodie und Verschleifungen).

Die Umwandlung von gesprochener Sprache in Text nennt man auch „Automatic Speech Recognition“. Dazu werden aus den Audiosignalen verschiedene Merkmale extrahiert und anhand akustischer Modelle und Sprachmodelle berechnet, welcher Text am ehesten dem Gesprochenen entspricht. Dieser Dekodierungsschritt basiert meistens auf Methoden des Deep Learning. Abschließend wird der Text verfeinert und ausgegeben, so dass er weiterverwendet werden kann.

Welche Potenziale bieten sich?

Text-to-Speech-Systeme

Für **Schülerinnen und Schüler** halten Text-to-Speech-Systeme einige Möglichkeiten bereit. Als Assistenten eingesetzt, lesen die Systeme z. B. Lernenden mit Lese-Rechtschreibschwäche oder Sehbehinderungen Arbeitsblätter oder Prüfungsaufgaben vor. Auch Schülerinnen und Schüler, die nicht gerne oder noch nicht gut lesen, können sich Texte (z. B. die sogenannte „Pflichtlektüre“ im Deutschunterricht oder ein Lehrbuchkapitel) vorlesen lassen und somit vorbereitet am Unterrichtsgeschehen teilhaben. Nicht sprechende oder fremdsprachige Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, eigene Gedanken als Text zu formulieren und dann von einer Computerstimme aussprechen zu lassen (z. B. *AssistiveWare*).

Neben diesen ersten Anwendungsfällen ist es auch möglich, den auditiven Sinn ganz gezielt bei Lese- und Schreibaufgaben einzusetzen: Beispielsweise hilft das Vorlesen eigener Texte beim Erkennen grammatikalischer Fehler oder sprachlicher Ungenauigkeiten. Auch im Fremdsprachenunterricht hilft das gleichzeitige Hören und Lesen eines Textes dabei, den Inhalt zu erfassen und die Aussprache zu erlernen.

Auch **Lehrkräfte** können aus der Vertonung von Text Potenzial schöpfen: So können beispielsweise aus Leseaufgaben (z. B. von Lektüre, Hintergrundinformationen, Lehrplänen oder Schüleraufsätzen) Höraufgaben gemacht werden, die dann flexibel und unterwegs erledigt werden. Zudem kann die Lesegeschwindigkeit erhöht werden und dadurch mitunter Zeit gespart werden. Auch bei der Erstellung von Unterrichtsmaterial können TTS-Systeme unterstützen, denn ausgehend von einem Skript kann z. B. automatisch ein Lernvideo eingesprochen werden.

TTS-Systeme können ferner auch **nicht-lesende oder fremdsprachige Eltern** unterstützen, indem deutschsprachige Schulinformationen oder Elternbriefe auf Deutsch oder einer Fremdsprache nach Wahl vorgelesen werden.

Speech-to-Text-Systeme

Auch Speech-to-Text-Systeme (STT) bergen Potenziale für **bessere Inklusion und Zugänglichkeit**. So können **Lernende** mit Hörbeeinträchtigungen Aussagen im Unterricht simultan in Textform auf dem eigenen Gerät verfolgen. Schülerinnen und Schüler mit Deutschschwierigkeiten können eine Textausgabe auch in anderer Sprache wählen (wie vielfach nach der Aufnahme vieler geflüchteter Kinder aus der Ukraine). Schülerinnen und Schüler mit Schreibschwierigkeiten, feinmotorischen Schwierigkeiten oder anderen Beeinträchtigungen der Arme und Hände können eigene Gedanken verbalisieren und dann von der STT-Anwendung verschriftlichen lassen. Speziell trainierte STT können darüber hinaus auch falsche, undeutliche Aussprache, Dialekte und Slang erkennen und (nahezu) korrekt transkribieren.

Eine andere Anwendungsmöglichkeit ist das automatische Untertiteln von (Lern-)videos, z. B. um das Verständnis zu fördern oder fremdsprachige Videos in den Unterricht einzubinden. Ein großer Anwendungsbereich, insbesondere von STT liegt im Sprachenunterricht. Beispielsweise können Lernende sich fremdsprachige Texte vorlesen lassen, um die Aussprache zu üben. STT und TTS werden zielgerichtet bereits in einigen Lernplattformen integriert, z. B. zum Vokabellernen (z. B.

Brainix) oder um eigene, fremdsprachige Texte einzusprechen computergeneriertes, individuelles Feedback zu Grammatik und Aussprache zu erhalten (z. B. *RosettaStone*).

Lehrkräfte außerhalb des Sprachenunterrichts können STT insbesondere für Elterngespräche, bei denen keine gemeinsame Sprache gefunden werden kann, nutzen, um Aussagen simultan in anderer Sprache zu verschriftlichen. Als KI-basierte Sprachassistenten könnten diese Technologien zudem die Organisation des Unterrichts erleichtern (siehe Kapitel 2.6).

Schließlich können STT auf **administrativer Ebene** das Erstellen von Protokollen, beispielsweise von Kollegiumssitzungen, erleichtern, sofern alle Beteiligten mit dem Einsatz eines entsprechenden Aufnahmetools einverstanden sind.

Welche Einsatzbeispiele sind vielversprechend?

Gerade im Bereich des Spracherwerbs kommen immer mehr solcher Anwendungen zum Einsatz. So kann ein fremdsprachiger Text mit einer TTS-Technologie (z. B. *Speechify*) vertont werden. Schülerinnen und Schüler können Sprecher und Sprechgeschwindigkeit selbst auswählen und die Aussprache eines Textes erlernen, z. B., um das Vorlesen eines selbstgeschriebenen Textes zu üben.

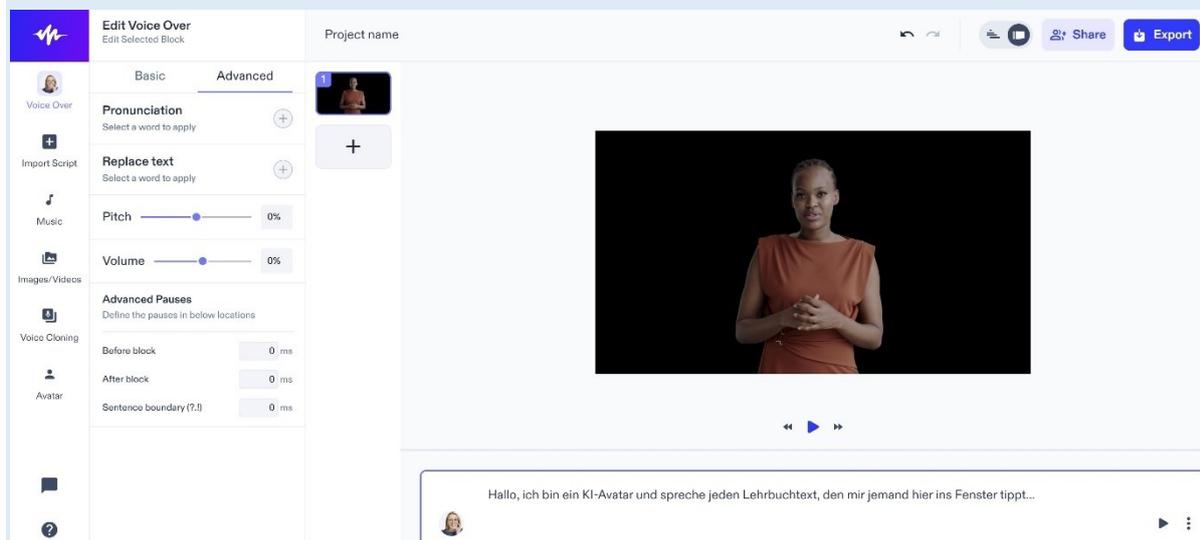


Abbildung 13: Die Text-to-Speech-Anwendung *Speechify* kann beliebige Texte vertonen (auch mit der eigenen Stimme) und nach Wahl durch KI-Avatare präsentieren lassen. Bildquelle: Screenshot der *Speechify*-Erweiterung für den Browser Google Chrome.

Auch das aktive Sprechen kann mit einem KI-System trainiert werden. Hier kommen Tools wie *Praktika.ai* oder *Memrise* zum Einsatz, die es ermöglichen, ein Gespräch in natürlicher Sprache mit einem Chatbot zu führen. Dieser kann die gesprochene Sprache decodieren und gibt Feedback zu Aussprache oder Grammatik. Teilweise machen die Systeme auch Vorschläge für den Dialog oder es kann zwischen unterschiedlichen Avataren gewählt werden. Für den Einsatz von Tools wie diesen spricht, dass Schülerinnen und Schüler weniger Hemmungen haben könnten, erste Konversationen in einer Fremdsprache zu führen.

Was ist zu beachten?

Insgesamt funktionieren diese Technologien sowohl auf Deutsch als auch sprachübergreifend mittlerweile sehr gut. So gut, dass verbunden mit der Möglichkeit die Funktionen jederzeit auf dem Smartphone abzurufen, schon gemutmaßt wird, ob sie dazu führen können, dass der Fremdspracherwerb als weniger wichtig empfunden wird.

Trotz der Vorteile, die die Systeme mit sich bringen, sollten beim Einsatz in der Schule einige **Einschränkungen bzw. Aufwände** beachtet werden. So kommen bei Text-to-Speech-Systemen Aussprachefehler vor, z. B. bei Eigennamen oder Fachbegriffen. Teilweise wird die Stimme bzw. die Satzmelodie auch als zu „roboterhaft“ empfunden. Bei Speech-to-Text-Systemen hingegen sind Umgebungsgeräusche, insbesondere im lauten Klassenzimmer störend und behindern eine gute Spracherkennung. Sind die Systeme nicht speziell trainiert, kann hier eine Nachbearbeitung der Transkripte bei undeutlicher Aussprache oder Dialekten erforderlich sein.

Sollen Tools mit Text-to-Speech oder Speech-to-Text Technologien zum Spracherwerb eingesetzt werden, ist in Betracht zu ziehen, in welcher **Sprachvarietät** (z. B. Hochdeutsch vs. Schweizer Hochdeutsch) das System trainiert wurde und welche es folglich erkennt und vermittelt. Nehmen wir das Beispiel des Englischunterrichts: soll der Standard British English (Received Pronunciation – RP) oder Standard American English vermittelt werden? Werden Schülerinnen und Schüler, die ein Schuljahr an einer Austauschschule in Australien oder Irland verbracht und den dortigen Sprachgebrauch angenommen haben, für vermeintlich „falsche“ Aussprachen schlechter bewertet?

Wo gibt es weiterführende Informationen?

- Die Universität Würzburg erklärt die Funktionsweise von TTS und STT in einem „Sprachassistenten-Portal“: <https://www.mcm.uni-wuerzburg.de/motiv/sprachassistenten-portal/wie-funktionieren-sprachassistenten/>) und bespricht einen praktischen Einsatz in Schulen: <https://www.mcm.uni-wuerzburg.de/motiv/sprachassistenten-portal/sprachbasierter-ki-systeme-in-der-schule/>.
- Die KI-Toolbox der Universität Potsdam listet eine Reihe von TTS-Anwendungen: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/schulnetzwerkdigital/Dokumente/Dokumente_DB/2023_KI_ToolBox.pdf

4 Zusammenfassung und Ausblick

Nach einer kürzlich erschienenen Studie an britischen Schulen findet mehr als die Hälfte der befragten Lehrerinnen und Lehrer, dass die neuen digitalen Technologien etwa so viel Zeit ersparen, wie sie andererseits auch Zeit kosten, um sie sinnvoll und effektiv im Unterricht einzusetzen. Ebenfalls rund die Hälfte der befragten Lehrkräfte in UK hält jedoch die digitalen Technologien heute für unverzichtbar, um einen guten Unterricht zu gewährleisten. Und nur eine verschwindend kleine Minderheit (sieben Prozent) sieht die digitalen Technologien eher negativ (Turner, 2023). Es steht zu vermuten, dass sich diese Befunde auch mehr oder weniger auf den deutschen Schulbereich übertragen lassen: Viele Lehrerinnen und Lehrer, viele Schulleiterinnen und Schulleiter dürften sich auch hierzulande von dem dauernden technologischen Innovationsdruck manchmal eher überfordert als unterstützt fühlen. Aber die allermeisten werden vermutlich auch in Deutschlands Schulklassen nur ungern auf die digitalen, zunehmend „intelligenten“ Lernmedien und Plattformen verzichten wollen.

Mit der KI in all Ihren beschriebenen Formen und Facetten tritt die Digitalisierung der Bildung nun in eine weitere Dimension der Versprechungen und Erwartungen ein. Egal ob es um die Planung und Organisation des Schulbetriebs geht, um das Unterrichten und Lehren in den Klassen oder um das individuelle Erlernen, Verstehen und Aneignen von Wissensstoff: KI-gestützte Technologien verheißen wahlweise Erleichterungen, Vereinfachungen und Zeitersparnis – mithin: mehr Effizienz und Leistung für ein System, das immer neuen Anforderungen und steigenden Erwartungen gerecht werden soll: Stichworte wie Heterogenität, Bildungsgerechtigkeit, Inklusion, Integration, Bildungsqualität, „Pisa“-Studien usw. werfen Schlaglichter auf die Herausforderungen eines der gesellschaftspolitisch wichtigsten Bereiche: das Schulsystem.

Neu an den hier beschriebenen KI-Visionen im Schulbereich ist allerdings die Erwartung, dass es künftig möglich werden könnte, den wichtigsten Leistungsbereich der Schulen: nämlich die Vermittlung und Überprüfung von Wissen und Kompetenzen, künftig immer mehr an computerbasierte, intelligente Systeme zu delegieren. Ähnlich wie in der Medizin, der Rechtspflege oder der Verwaltung, ähnlich wie in fast allen Tätigkeitsfeldern quer durch die Branchen und Berufe, könnte also auch eine so sensible und komplizierte Tätigkeit wie das Unterrichten teilweise durch KI-Systeme abgelöst, unterstützt oder verbessert werden. So wie sich Ärztinnen und Ärzte bereits heute auf KI-basierte Befunde stützen, könnten in Zukunft auch Lehrkräfte den Bewertungsvorschlägen eines KI-gestützten Lernsystems folgen oder die Klassenarbeiten nach den Empfehlungen eines „Automated Grading“-Systems benoten (lassen). So wie Juristinnen und Juristen Vertragstexte heute schon von intelligenten Textgeneratoren in Sekundenschnelle erstellen lassen, könnten Schulleitungen künftig das Ressourcenmanagement ihrer Schule quasi auf Knopfdruck generieren.

Nie zuvor waren die technologischen Innovationspotenziale im Zeichen von KI für den Bildungsbereich höher als heute – und zugleich war selten der Bedarf drängender. Könnte man also konstatieren, dass intelligente Tutoringsysteme eine Antwort auf den grassierenden Lehrermangel sind, individualisierte Lernangebote eine Antwort für zunehmend heterogene Klassen und intelligente Planungs- und Managementsysteme eine Lösung für die verwaltungsgeplagten Schulleitungen? Sprechen wir (schon) über praktische Lösungen oder (noch) über abstrakte Potenziale? Sparen – oder kosten – sie die knappe Zeit der Pädagoginnen und Pädagogen?

Für ein klares Resümee ist es noch zu früh. Die intelligenten Technologien finden heute wie beschrieben an vielen Stellen Eingang in die Welt der Schule, aber nicht alles ist bereits „markt-gängig“, manches eher „work in progress“. Wenngleich der letztjährige Marktstart von *ChatGPT* auch für den Schulbereich eine Art „Zeitenwende“ markierte, ist die praktische Bedeutung von KI insgesamt für den schulischen Anwendungsbereich ambivalent – gehen wir die drei wichtigsten Anwendungsfelder noch einmal kurz durch:

1. Administration und Organisation

Die im heutigen Schulbereich etablierten Schulverwaltungs- und Managementlösungen (wie z. B. *Untis, Its learning*), die weithin verbreiteten Lern-, Kollaborations- und Kommunikationssysteme (wie z. B. *Moodle, Ilias* oder *canvas*), die vielerorts genutzten Medienportale und Messengersysteme (z. B. *Iserv*), sind in ihrer Funktionalität sehr vielfältig und z. T. auch überlappend (vgl. Breiter et al., 2021). Dabei ist zu beobachten, dass die Anbieter bereits seit vielen Jahren „intelligente“ Features entwickeln und diese in ihre Lösungen integrieren – seien es assistive Funktionen, Recommender-systeme oder auch Chatbots. So können z. B. bestimmte Auswertungen und Berichte heute ebenso automatisch generiert werden wie Planungsvorschläge oder Prognosen, Empfehlungen oder Texte, Grafiken oder andere Materialien. In anderen Worten: Die Managementsysteme an Schulen werden immer intelligenter, ohne dass dies explizit als „KI-basiert“ deklariert würde. Für wichtige administrative Aufgabenbereiche der Schulen wurden folgende Potenziale von KI identifiziert:

- Unterstützung bei der Stundenplanerstellung bzw. bei der Deputatsplanung (siehe Kap. 3.6)
- Unterstützung bei der Schüler-, Raum- und Personalverwaltung (siehe Kap. 3.6)
- Evaluation und Planung schulischer Bildungsprozesse, Verringerung von Abbruchquoten (siehe Kap. 3.5)
- Unterstützung bei der Kommunikation zwischen Schule und Schülern bzw. Eltern wie z. B. Vorbereitung von Elterngesprächen (siehe Kap. 3.6)
- Erstellung von Sitzungsprotokollen (siehe Kap. 3.7)

Gerade für den Bereich der Schulorganisation ist zu erwarten, dass die KI-gestützten Lösungen angesichts des großen Handlungsdrucks einerseits und der hohen Effizienzpotenziale andererseits auf „offene Türen“ stoßen werden – zumal die Aspekte Urheberrecht, Datenschutz, Persönlichkeitsschutz etc. hier meist weniger kritisch sind, als dort, wo es um sensible Leistungs- oder Lernendendaten geht. Das Innovationstempo wird allerdings stark davon abhängen, wie schnell es gelingt, die notwendigen digitalen Infrastrukturen der (Schul-)Verwaltungen auszubauen. Denn nur, wenn möglichst viele Prozesse und Workflows an den Schulen umfassend digital transformiert sind, können auch „intelligente Lösungen“ sinnvoll implementiert werden.

Festzuhalten bleibt: die – sowohl rechtlich als auch ethisch – eher „unkritische“ KI-gestützte Verwaltungsautomatisierung kommt an den Schulen hierzulande eher punktuell und schrittweise als stürmisch voran. Die etablierten Systemanbieter für das Lern- und Schulmanagement entwickeln systematisch „intelligenter“ Funktionen und nutzen dafür neben eigenen Entwicklungen immer stärker auch die vorhandenen APIs zu den (generativen) KI-Lösungen anderer Anbieter.

Neue, markt-gängige und explizit KI-gestützte Lösungen für die Schulorganisation sind hierzulande nur schwer zu finden. Aber ungeachtet des bisher eher verhaltenen Innovationstempos wird man davon

ausgehen können, dass intelligente Assistenz- und Planungssysteme kurz- und mittelfristig auch in den Büros der Schulen und Schulträger Einzug halten und die Sekretariate ebenso wie die die Schulleiterinnen und Schulleiter spürbar entlasten.

Herausforderungen und To-dos:

- Die digitale Transformation der schulischen Verwaltungsprozesse umfassend vorantreiben.
- Intelligente Managementlösungen und Lernplattformen entwickeln, bzw. in Systemen bündeln und etablieren.
- Schulleitungen und Schulträger informieren und qualifizieren.
- Transparente Regelungen für Datensicherheit und Datenschutz etablieren.

2. Unterricht

Wenden wir uns dem Unterrichtsgeschehen zu. Hier bieten die genannten KI-gestützten Anwendungen vor allem in zweierlei Hinsicht enorme Potenziale:

- a) im Bereich der Unterrichtsvorbereitung und der Unterrichtsmaterial-Erstellung bzw. -Verwaltung und
- b) im Bereich der Leistungs-Evaluation, des Testens und der Korrekturarbeit.

Gerade diese beiden Aufgabensegmente binden einen erheblichen Anteil der Arbeitszeit von Pädagoginnen und Pädagogen. KI kann hier spürbar entlasten, indem sie sowohl die Erstellung als auch die Bereitstellung verschiedener Varianten von Lehr- und Lernmaterial, differenziert nach Leistungsniveaus, Stärken und Schwächen, Sprachen oder Medien etc., ermöglicht. Sie kann dabei helfen, das Lernverhalten und Leistungsniveau einer Klasse systematisch zu evaluieren und darauf basierende Unterrichtsstrategien und didaktische Empfehlungen zu entwickeln. Sprach- und textverstehende Systeme können als Assistenten und Tutoren in Tests, Lernprozessen, beim Spracherwerb und auch bei der Korrekturarbeit eingesetzt werden. Darüber hinaus können automatische Test- und Leistungsdatenanalysen auch für pädagogische Empfehlungen und Prognosen Verwendung finden. Die in diesem Bericht genannten Potenziale beziehen sich v. a. auf folgende Aspekte:

- Erstellung von Unterrichtsmaterial und -einheiten (siehe Kap. 3.1, 3.2, 3.6)
- Reflexionsanregungen zum eigenen Unterricht (3.1, 3.5)
- Erstellung von Übungs- und Prüfungsaufgaben (siehe Kap. 3.4)
- Diagnose des individuellen Lernstands (siehe Kap. 3.5)
- Binnendifferenzierung (siehe Kap. 3.3)
- Orchestration und Begleitung des Unterrichts (siehe Kap. 3.6)
- Unterstützung durch automatische Korrektur (siehe Kap. 3.4)
- Inklusion heterogener Schülerschaft (siehe Kap. 3.7)

Die Entstehung eines KI-gestützten Instrumentariums für einen zunehmend hybriden Unterrichtsbetrieb, in dem die Arbeit der Lehrkräfte in wesentlichen Teilen technologisch unterstützt wird, ist heute deutlich absehbar. Zwar ist auch in diesem Bereich Vieles noch im Entwicklungs- und Versuchsstadium, aber die Richtung ist klar. Auch bei ausreichendem gut qualifiziertem Lehrpersonal sind die Unterstützungsleistungen KI-gestützter Assistenzsysteme, intelligenter Lernplattformen und Tutoren erheblich. Genau diese Entlastungseffekte können dazu beitragen, dass sich die Lehrerinnen und Lehrer intensiver um Schülerinnen und Schüler mit besonderem Bedarf kümmern können.

Situationen mit nicht ausreichendem Lehrpersonal werden diesen Wunsch nach Entlastung noch verschärfen.

Herausforderungen und To-dos:

- Intelligente Lernplattformen und niedrigschwellige, zuverlässige Assistenzsysteme für den Unterricht (inkl. Prüfen und Korrigieren) erproben und einführen.
- Didaktischen Mehrwert und Entlastungspotenziale für Lehrerinnen und Lehrer verdeutlichen.
- Qualifizierung und Kompetenzförderung.
- Hohe Nutzerfreundlichkeit sicherstellen.
- Einfache Regelungen für urheber- und datenschutzrechtliche Aspekte einführen.

3. Lernen

Betrachtet man abschließend den Bereich des individuellen Lernens in der Schule und am Nachmittag so ist hier offensichtlich die größte Innovationsdynamik festzustellen. Dies ist nicht zuletzt dem *ChatGPT*-Effekt zu verdanken. Denn die verblüffende Leistungsfähigkeit dieses generativen Textsystems, in Verbindung mit einer simplen Usability stieß gerade bei der heutigen Schüler-Generation auf eine Welle der Begeisterung – und zudem auf das passende mediale Setting (Stichworte mobile Media, Smartphones).

Eine App, die vermeintlich perfekte Antworten auf fast alles generiert, erscheint wie die Erfüllung der inzwischen schon jahrzehnte-alten Vision eines „Learning Companions“: Endlich gibt es also den intelligenten Lernbegleiter „für die Hosentasche“. Und tatsächlich erfüllt diese Innovation praktisch alle Voraussetzungen für eine erfolgreiche disruptive Technologie. Entsprechend massiv war und ist der Einschlag von *ChatGPT* – und anderer vergleichbarer generativer Anwendungen wie Googles „Bard“ – im Schulbereich. Wenngleich all diese Anwendungen nicht explizit mit Blick auf Schule und Lernen entwickelt wurden, so finden sie doch gerade hier rasch Verwendung – und immer neue Anwendungszwecke. Dieser kulturelle Aneignungs-Prozess ist nicht untypisch für neue Basistechnologien: Auch der PC wurde bekanntlich weder für die Nutzung im privaten Umfeld noch für Unterhaltung, Kommunikation und Gaming entwickelt, fand aber genau in diesen (und einigen anderen) Bereichen seine wichtigsten Existenzformen.

Doch bei aller Betonung der Potenziale (oder auch Probleme) generativer KI sollte nicht übersehen werden, dass „klassische“ KI-gestützte Assistenz- und Lernplattformen bereits seit langem Einzug in die Unterrichtspraxis, und vor allem auch in den Nachmittagsbereich, halten – und zwar mit beträchtlichem Erfolg. Die oben genannten, Intelligenten Tutoringsysteme befinden sich inzwischen auf einem Entwicklungsstand, der den Schülerinnen und Schülern v. a. in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern – aber z. B. auch im Sportunterricht – ein weitgehend personalisiertes Feedback und Lernen ermöglicht. Zusammengefasst beziehen sich die oben genannten Potenziale insbesondere auf folgende Aspekte:

- Personalisierung von Lernen in nahezu allen Fächern (siehe Kap. 3.3)
- Interaktives, spielerisches Lernen (siehe Kap. 3.3)

- Individuelles Feedback und Unterstützung bei Lernschwierigkeiten und Verständnisproblemen (siehe Kap. 3.3)
- Individuelle Rückmeldungen zu Hausaufgaben (siehe Kap. 3.4)
- Visualisierung und Reflexion des Lernprozesses (siehe Kap. 3.5)
- Vorstrukturierung und Reflexion von Schreivarbeiten (siehe Kap. 3.1)
- Unterstützung des Sprach- und Kompetenzerwerbs (siehe Kap. 3.1, 3.2 und 3.3)
- Förderung von Inklusion z. B. durch TTS, STT (siehe Kap. 3.7)

Die heute gebräuchlichen intelligenten Lernsysteme sind zunehmend dazu in der Lage, die jeweiligen persönlichen Lernstände des Lernenden ebenso wie dessen Fortschritte und Verständnisprobleme datenanalytisch zuverlässig zu identifizieren und adaptiv mit entsprechenden Lernempfehlungen zu reagieren. In Verbindung mit generativer KI eröffnen solche Systeme inzwischen auch beim Spracherwerb und in Fächern wie Geschichte, Deutsch oder Kunst ganz neue individuelle Lernerfahrungen.

Herausforderungen und To-dos:

- Sicherstellung einer geeigneten Datenqualität für das Training selbstlernender Systeme und Vermeidung systematischer Verzerrungen (Bias).
- Entwicklung fairer Nutzungs- und Geschäftsmodelle für einen möglichst gleichberechtigten Zugang zu intelligenten Lernanwendungen.
- Transparente und einfach umzusetzende Regelungen für urheber- und datenschutzrechtliche Fragen rund um schulische Nutzungsszenarien.
- Qualifizierung und Kompetenzentwicklung bei Lehrkräften, Schulleitungen und Schulträgern.
- Entwicklung geeigneter didaktischer Anwendungsszenarien für generative KI-Systeme.
- Etablierung von Verfahren zur Qualitätssicherung intelligenter Lernanwendungen.
- „Human in the loop“: D. h. sicherstellen, dass die Lehrkraft jederzeit die Systementscheidungen bzw. Empfehlungen überprüfen und ggf. korrigieren kann.

5 Literaturverzeichnis

- Beer, K. (4. August 2023). Baden-Württemberg: Kultusministerin will mehr mündliche Prüfungen wegen KI. *heise online*. <https://www.heise.de/news/Baden-Wuerttemberg-Kultusministerin-will-mehr-muendliche-Pruefungen-wegen-KI-9234508.html>
- Bettermarks GmbH. (2021). *Lernen mit neuen Medien*. https://de.bettermarks.com/wp-content/uploads/2021/12/bettermarks-Feedback-Fr.-Kaiser_2021.pdf
- Blanc, B., Reichow, I. & Paaßen, B. (2023). *Was wirkt? Eine Literaturstudie zur Wirksamkeit von Systemeigenschaften in Mathematik-Lernumgebungen*. <https://dl.gi.de/server/api/core/bitstreams/c29b9fb2-a821-4c9d-9a3a-a27e2fa0d344/content>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals.: Handbook I: Cognitive domain*.
- Breiter, A., Müller, M., Telle, L. & Zeising, A. (2021). *Digitalisierungsstrategien im föderalen Schulsystem: Lernmanagementsysteme und ihre Betriebsmodelle: Umsetzungsstand in den Bundesländern und in ausgewählten Großstädten*. <https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/ifib-lernplattformen-final.pdf>
- Chang, K. K., Cramer, M., Soni, S. & Bamman, D. (2023, 29. April). *Speak, Memory: An Archaeology of Books Known to ChatGPT/GPT-4*. <https://arxiv.org/pdf/2305.00118.pdf>
- Chen, C. (2023, 20. September). *AI Will Transform Teaching and Learning. Let's Get it Right*. Stanford HAI. <https://hai.stanford.edu/news/ai-will-transform-teaching-and-learning-lets-get-it-right>
- Common Sense Education. (2023, 19. September). *ChatGPT and Beyond: How to Handle AI in Schools | Common Sense Education*. <https://www.commonsense.org/education/articles/chatgpt-and-beyond-how-to-handle-ai-in-schools>
- Conole, G., Gašević, D., Long, P. & Siemens, G. (Hrsg.) (2011). *Message from the LAK 2011 General & Program Chairs*. Association for Computing Machinery. <https://dl.acm.org/action/showFmPdf?doi=10.1145%2F2090116>
- Deutsches Schulportal der Robert Bosch Stiftung. (2023). *Zeitgemäße Prüfungskultur - Welche Unterstützung bietet KI?* <https://deutsches-schulportal.de/unterricht/video-zeitgemaesse-pruefungskultur-welche-unterstuetzung-bietet-ki/>
- Ebner, M., Leitner, P. & Ebner, M. (2020). Learning Analytics in der Schule – Anforderungen an Lehrerinnen und Lehrer. In C. Trültzsch-Wijnen & G. Brandhofer (Hrsg.), *Bildung und Digitalisierung* (S. 255–270). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783748906247-255>
- Europäische Kommission. (2021). *Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für Künstliche Intelligenz (Gesetz über Künstliche Intelligenz) und zur Änderung bestimmter Rechtsakte der Europäischen Union*. Europäische Kommission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0206>
- Fichtner, S., Bacia, E., Dohmen, D., Sandau, M. & Hurrelmann, K. (2023). *Schule stärken – Digitalisierung gestalten - Cornelsen Schulleitungsstudie 2023: Gesamtstudie*. FiBS Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie. <https://www.fibs.eu/referenzen/publikationen/publikation/cornelsen-schulleitungsstudie-2023-schule-staerken-digitalisierung-gestalten/>
- Flick, M. (2023, 16. Juni). *Innovative Dialoge und Rollenspiele mit ChatGPT im Unterricht*. <https://www.manueflick.de/blog/chatgpt-dialoge-und-rollenspiele>
- Hiltscher, J. (2023, 28. Mai). *Halluzination: ChatGPT erfindet Gerichtsakten*. *Golem.de*. <https://www.golem.de/news/halluzination-chatgpt-erfindet-gerichtsakten-2305-174509.html>
- Innovationsportal des Deutschen Bildungsservers. (2019). „*Künstliche Intelligenz kann im Bildungsbereich als Leistungsbeschleuniger eingesetzt werden.*“ - *Bildung + Innovation*. <https://www.bildungserver.de/innovationsportal/bildungplusartikel.html?artid=1161>

- Institut für Bildungsanalysen Baden-Württemberg. (2022). *ASV-BW Informationsveranstaltung*.
https://asv.kultus-bw.de/site/pbs-bw-km-root/get/documents_E544993263/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Projekte/asv-bw/Info-Veranstaltungen/ASV_Infoveranstaltung_Praesentation.pdf
- Institut für zeitgemäße Prüfungskultur e.V. (2022). *Vorteile einer zeitgemäßen Prüfungskultur*.
<https://pruefungskultur.de/vorteile.html>
- Kerres, M., Buntins, K., Buchner, J., Drachsler, H. & Zawacki-Richter, O. (2023). Lernpfade in adaptiven und künstlich-intelligenten Lernprogramme: Eine kritische Analyse aus Sicht der Mediendidaktik. In C. de Witt, C. Gloerfeld & S. E. Wrede (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in der Bildung*. Springer VS.
https://www.researchgate.net/profile/Michael_Kerres/publication/367748403_Lernpfade_in_adaptiven_und_kuenstlich-intelligenten_Lernprogrammen_Eine_kritische_Analyse_aus_mediendidaktischer_Sicht
- Klemm, M. (2023, 26. Mai). *Abi-Prüfung: Schüler schummelten wohl mit KI*. zdf.de.
<https://www.zdf.de/nachrichten/panorama/chatgpt-kuenstliche-intelligenz-schummelei-abitur-hamburg-100.html>
- Learnsity. (2023). *Discover the future of test creation*. <https://learnsity.com/ai-assisted-test-creation/>
- Lehrstuhl für Human-Centered Technologies for Learning, TUM School of Social Sciences and Technology. (2023). *PEER: Unser KI-Tutor unterstützt dich beim Schreiben von Aufsätzen!*
<https://www.edu.sot.tum.de/hctl/forschung/peer/>
- Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. (2023, 6. November). *DARIUS – Digital Argumentation Instruction for Science*. <https://www.leibniz-ipn.de/de/forschen/projekte/darius>
- Medienbildung München. (2023, 25. September). *DeepL – Übersetzungssoftware in der Schule?*
<https://www.medienbildung-muenchen.de/beitrag/deepL-uebersetzungssoftware-in-der-schule/>
- Meurers, D., De Kuthy, K., Nuxoll, F., Rudzewitz, B., & Ziai, R. (2019). Scaling up intervention studies to investigate real-life foreign language learning in school. *Annual Review of Applied Linguistics*, 39, 161-188. <https://doi.org/10.1017/S0267190519000126>
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2023). *Umgang mit textgenerierenden KI-Systemen: Ein Handlungsleitfaden*.
https://www.schulministerium.nrw/system/files/media/document/file/handlungsleitfaden_ki_msb_nrw_230223.pdf
- Modersohn, A. & Nesbigall, J. (19. März 2021). Was DeepL & Co. können. *COMPUTERWOCHE*.
<https://www.computerwoche.de/a/was-deepL-und-co-koennen,3550801>
- Müller, P. (2. März 2023). The future is now: Künstliche Intelligenz und das Urheberrecht. *Haufe*.
https://www.haufe.de/recht/weitere-rechtsgebiete/kuenstliche-intelligenz-und-das-urheberrecht_216_588912.html
- Nuxoll, F. (2023a). *Generative Bild-KI und Bildung*.
<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:711488404655336704>
- Nuxoll, F. (2023b). KI in der Schule. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 73(42), 41–46.
<https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/kuenstliche-intelligenz-2023/>
- Paladines, J. & Ramírez, J. (2020). A Systematic Literature Review of Intelligent Tutoring Systems With Dialogue in Natural Language. *IEEE Access*(8), 164246–164267.
<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9186073>
- Philologenverband Nordrhein-Westfalen. (2023, 4. April). *Lehrer-Umfrage zu ChatGPT: Eher Skepsis und Unsicherheit* [Pressemitteilung]. Düsseldorf. https://phv-nrw.de/wp-content/uploads/2023/04/20230404_PM_Umfrage_ChatGPT.pdf

- QuizAcademy. (2023, 22. September). *Inhalte erstellen lassen - QuizAcademy Akademie*.
<https://quizacademy.de/akademie/inhalte-erstellen-lassen/#ChatGPT>
- Reichow, I., Buntins, K., Paaßen, B., Abu-Rasheed, H., Weber, C. & Dornhöfer, M. (2022).
Recommendersysteme in der beruflichen Weiterbildung. Grundlagen, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen. Ein Dossier im Rahmen des INVITE-Wettbewerbs (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Hg.). null. <https://doi.org/10.25656/01:24517>
- Rüdian, S. & Pinkwart, N. (2023). Auto-generated language learning online courses using generative AI models like ChatGPT. In R. Röpke & U. Schroeder (Hrsg.), *21. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI)* (S. 65–76). <https://doi.org/10.18420/DELFI2023-14>
- Schmid, U., Blanc, B., Toepel, M., Pinkwart, N. & Drachsler, H. (2021). *KI@Bildung: Lehren und Lernen in der Schule mit Werkzeugen Künstlicher Intelligenz*. Essen/Bonn/Berlin. <https://www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/files/media/publications/KI%20Bildung%20Schlussbericht.pdf>
- Siemens, G. & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining. In S. Dawson (Hrsg.), *ACM Conferences, Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (S. 252–254). ACM. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Söllner, M., Janson, A., Rietsche, R. & Thiel de Gafenco, M. (2021). *Individualisierung in der beruflichen Bildung durch Hybrid Intelligence. Potentiale und Grenzen*. Franz Steiner Verlag.
<https://www.alexandria.unisg.ch/entities/publication/bfbed57f-bc05-4bfa-b39e-a5de283e9004/details>
- Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2023, 18. September). *Länderübergreifende Projekte*. <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/laenderuebergreifende-projekte.html>
- Turner, C. (3. Oktober 2023). Edtech ‘not used to full potential’, say most teachers. *tes magazine*.
https://www.tes.com/magazine/news/general/edtech-not-used-full-potential-in-schools-poll?utm_source=substack&utm_medium=email
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- University of Luxembourg. (2023). *Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz auf den Bildungsbereich*.
<https://www.science.lu/de/ki-der-bildung/auswirkungen-von-kuenstlicher-intelligenz-auf-den-bildungsbereich>
- Unterrichten Digital. (2022). *Künstliche Intelligenz (KI) / ChatGPT in Schule und Unterricht - Überblick, Tools und Fortbildung - Unterrichten Digital*. [https://unterrichten.digital/2022/12/10/kuenstliche-intelligenz-ki-schule-unterricht/#Das didaktische Potential von KI im Unterricht](https://unterrichten.digital/2022/12/10/kuenstliche-intelligenz-ki-schule-unterricht/#Das%20didaktische%20Potential%20von%20KI%20im%20Unterricht)
- Vodafone Stiftung Deutschland. (2023). *Aufbruch ins Unbekannte: Schule in Zeiten von künstlicher Intelligenz und ChatGPT*. <https://www.vodafone-stiftung.de/wp-content/uploads/2023/04/Aufbruch-ins-Unbekannte-Studie-zu-KI-im-Schulkontext.pdf>
- Vogel-Adham, E., Ritzmann, S., Blanc, B., Hochbauer, M. & Reichow, I. (2023). *Sozio-ethische Aspekte KI-gestützter Bildungstechnologien. Empfehlungen eines Expert_innen-Workshops. Ein Dossier im Rahmen des Innovationswettbewerbs INVITE*. Berlin.
[https://www.pedocs.de/volltexte/2023/26110/pdf/Vogel-Adham et al 2023 Sozio-ethische Aspekte.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2023/26110/pdf/Vogel-Adham_et_al_2023_Sozio-ethische_Aspekte.pdf) <https://doi.org/10.25656/01:26110>
- Wydra, D. (2021). *KI in der Bildung: Wenn der Computer Noten verteilt – netzpolitik.org*.
<https://netzpolitik.org/2021/ki-in-der-bildung-wenn-der-computer-noten-verteilt/>