

Der gezielte Einsatz von KI als Katalysator für ein gerechtes und zukunftsfähiges Bildungssystem

Policy Paper – Momentum Kongress 2024

Dominik Freinhofer ✉ 🏠

Lehrer und KI-Fortbildner, Graz

Michael Kiran Huber ✉ 🏠

Informatiker, Wien

1 Einleitung

Die Bildungslandschaft steht vor einer entscheidenden Wende. Mit dem Aufkommen von KI-Systemen wie ChatGPT sind die Auswirkungen der digitalen Revolution auf unsere Klassenzimmer endgültig nicht mehr wegzureden. Sprechen wir also über den Umbau unseres Bildungssystems, so darf diese Entwicklung nicht ignoriert werden. Bisherige Initiativen wie “Tablets für Alle” oder “Digitale Grundbildung” greifen jedoch zu kurz, da sie oft ohne durchdachtes pädagogisches Konzept oder ausreichende Lehrerfortbildungen umgesetzt werden.

Während das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2024) grundsätzlich die Bedeutung von KI anerkennt, herrscht in den Schulen große Unsicherheit: Wie verändert KI den Lehr- und Lernprozess? Soll der Einsatz von ChatGPT verboten oder integriert werden? Welche Regeln gelten für den Einsatz von KI im Unterricht? Wie können Lehrer:innen erkennen, welche Texte von ChatGPT verfasst wurden? Der bisherige Fokus auf die Vermeidung des KI-Einsatzes verkennt die Realität an österreichischen Schulen – Schüler:innen nutzen diese Tools, unabhängig von Verboten, wie auch ein aktueller Artikel von Der Standard (2024) zeigt.

Statt KI als Bedrohung zu betrachten, sollten wir uns darauf konzentrieren, wie sie sinnvoll in den Unterricht integriert werden kann. Die technologische Entwicklung lässt uns keine Wahl – sie verlangt eine grundlegende Anpassung der Lehrmethoden und Lehrpläne sowie massive Investitionen in die Lehrer:innenausbildung und technische Infrastruktur. Doch die Rolle von KI für die Bildung geht weit über den Unterricht hinaus – richtig umgesetzt, ergibt sich die große Chance, endlich substanziell etwas gegen das Problem der Bildungsgerechtigkeit zu unternehmen, indem wir unseren Schüler:innen KI-basierte Tutorsysteme an die Hand geben, die unabhängig vom Geldbeutel individuelle Unterstützung bieten. Ein proaktiver und integrativer Ansatz ist notwendig, um die Chancen von KI zu nutzen und die Risiken zu minimieren.

Auf den folgenden Seiten werden wir diese Aspekte eingehend beleuchten, Potenzial aufzeigen, Herausfor-

derungen identifizieren und am Ende konkrete Forderungen an politische Entscheidungsträger:innen stellen. Weil es den Rahmen dieses Policy Papers sprengen würde, setzen wir uns hier nicht mit der (mehr als notwendigen) kritischen Betrachtung von KI-Systemen im Allgemeinen oder der ganz konkreten pädagogischen Einbettung des KI-Einsatzes auseinander. Dies sind Fragen für Ethiker:innen, Jurist:innen und Bildungswissenschaftler:innen. Wir sprechen aus unseren Perspektiven jeweils als Lehrer und KI-Fortbildner, und als Informatiker, die auf die Relevanz dieses Themas hinweisen und einen Diskurs anstoßen wollen. Unser Fokus betrifft die Rahmenbedingungen – Lehrplan und Methoden, technische Infrastruktur, Lehrer:innen-Ausbildung usw. – die gegeben sein müssen, um einen effektiven KI-Einsatz überhaupt erst zu ermöglichen.

2 Das Potenzial von KI im Bildungsbereich

KI im Bildungssektor bietet besonders vielversprechende Möglichkeiten, den Lehr- und Lernprozess grundlegend zu verändern. Von personalisierten Lernpfaden bis hin zu intelligenten Tutorsystemen - die Potenziale sind vielfältig und weitreichend. Wir wollen zunächst kurz die technologischen Grundlagen beleuchten, auf aktuelle praktische Anwendungen im Bildungskontext eingehen und das Potenzial, das sich in dieser Technologie verbirgt, adressieren.

2.1 Technologische Grundlagen

Seit dem Erscheinen von ChatGPT wird oft pauschal über „die KI“ gesprochen, nicht selten gepaart mit vielen irreführenden Anthropomorphismen, was selbst schon als Teil des Problems angesehen werden kann. In Wirklichkeit umfassen KI-Technologien eine breite Palette von Anwendungen, von einfachen statistischen Anwendungen zur Mustererkennung bis hin zu fortgeschrittenen Vorhersagemodellen. Besonders relevant für den Bildungsbereich sind die jüngeren Large Language Models (LLMs), wie sie in Tools wie ChatGPT zum Einsatz kommen. Diese Sprachmodelle sind darauf trainiert, auf der Basis großer Textdatensätze menschenähnliche Sprache zu verstehen und zu erzeugen (Zhao et al., 2024).

Moderne LLMs wie GPT-4 von OpenAI erlangen durch die schiere Größe der zugrundeliegenden Datensätze und verbessertem Design die Fähigkeit, immer komplexere Aufgaben zu lösen. In standardisierten Tests aus den USA wie dem SAT oder LSAT erreichen sie oft Ergebnisse auf dem Niveau von Top-Absolventen (Alexander, 2024). Die große Schwester von GPT-4, das neue „reasoning model“ o1 von OpenAI, beantwortete sogar 83 % aller Probleme der Qualifikationsprüfung für die Internationale Mathematik-Olympiade richtig (OpenAI, 2024). Trotz dieser beeindruckenden Fähigkeiten haben LLMs allerdings immer noch wesentliche Einschränkungen. Sie basieren letztlich auf reiner Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie und „verstehen“ daher die Bedeutung von Texten nicht wirklich, was mitunter zur Erzeugung falscher oder irrelevanter Informationen (sogenannten „Halluzinationen“) führen kann. Zudem arbeiten sie eben nur auf Basis der Daten, mit denen sie trainiert wurden, was zu veralteten oder verzerrten Ergebnissen führen kann, insbesondere im Bildungsbereich, wo Genauigkeit entscheidend ist (Cukurova et al., 2024).

In diesem Zusammenhang kommt es zu massiven ethischen Bedenken, wenn sogenannte Biases, also Unter- oder Überrepräsentation gewisser Eigenschaften in den Trainingsdaten, dazu führen, dass bspw. Vorurteile verstärkt werden. Ein falsch eingesetztes KI-Modell könnte - basierend auf unzulässigen Verallgemeinerungen aus den Trainingsdaten - strukturell problematische Faktoren wie Geschlecht oder Migrationshintergrund in Feedback oder den Schwierigkeitsgrad von Aufgaben einfließen lassen. Anstatt sich ausschließlich auf die tatsächliche Leistung der Schüler:innen zu stützen, würde die KI voreingenommene historische Muster reproduzieren und dadurch bestehende Ungleichheiten weiter verstärken. Verstärkt wird dies durch fehlende oder eingeschränkte Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsprozesse eines KI-Systems, was in sensiblen Bereichen wie der Bildung problematisch sein kann. Zuletzt darf auch der enorme Ressourcenbedarf für Training und Betrieb dieser Modelle nicht außer Acht gelassen werden, wie auch rechtliche Fragen wie beispielsweise der Datenschutz.

Trotz dieser Herausforderungen bietet der Einsatz von LLMs im Bildungsbereich ein enormes Potenzial, sofern ihre Schwächen durch geeignete Strategien kompensiert werden. Ein verantwortungsvoller Einsatz ist notwendig, um die Vorteile dieser Technologie voll auszuschöpfen. Wie das aussehen könnte, versuchen wir in diesem Abschnitt zu skizzieren.

2.2 Aktuelle Systeme

Es ist wichtig zu verstehen, dass ein LLM an sich lediglich ein technologisches Fundament ist, vergleichbar mit einem Motor. Wie ein Motor in verschiedenen Maschinen eingesetzt werden kann, kann ein LLM für unterschiedliche Anwendungen genutzt werden.

ChatGPT beispielsweise versucht, diesen „Motor“ in eine Art Universalwerkzeug zu verwandeln. Während dies im privaten Gebrauch nützlich sein kann, erfordert der Bildungsbereich spezielle, gezielte Anwendungen, die auf die spezifischen Anforderungen des Lernens und Lehrens abgestimmt sind. Eine effektive Nutzung im Bildungskontext setzt daher nicht nur Vorkenntnisse, sondern auch eine genaue Anpassung an pädagogische Ziele und ethische Standards voraus, weshalb ChatGPT nicht unbedingt die beste Wahl für den Bildungsbereich darstellt.

Das heißt natürlich keineswegs, dass auch ChatGPT, richtig eingesetzt, den Unterricht sowohl für Schüler:innen als auch für Lehrer:innen nicht bereichern könnte: Z.B. für eine effektivere Unterrichtsplanung, die Anpassung von Unterrichtsmaterialien im Sinne der Individualität und Inklusion, als lernbegleitende KI-Tutoren, die Konzepte erklären und für Prüfungen vorbereiten. So könnte eine Schüler:in ChatGPT verwenden, um eine interessante Analogie für besseres Verständnis eines Konzeptes zu finden – allerdings muss es zu all dem gezielt aufgefordert (gepromptet) werden. Prompting ist die Kunst, LLMs durch gezielte Eingaben zu steuern. Es ist vergleichbar mit der Formulierung präziser Anweisungen für einen sehr fähigen, aber wörtlich denkenden Assistenten. Ohne guten Prompt könnte ChatGPT den Schüler:innen zu komplexe Erklärungen liefern, einfach die Lösung einer Mathe-Aufgabe verraten, ohne einen Lernprozess anzustoßen, oder einen Aufsatz verbessern, ohne Feedback zu geben. Für den Bildungseinsatz benötigen wir jedoch auch Systeme, die sich pädagogisch wertvoll verhalten, ohne dass Schüler:innen selbst das richtige Prompting beherrschen müssen.

Daher bedarf es maßgeschneiderter Systeme für den Bildungseinsatz, die sich von Natur aus so verhalten, wie es eine hilfreiche Lehrer:in oder eine Tutor:in würde. Glücklicherweise ermöglichen LLMs mithilfe von vorprogrammierten Prompts und gezieltem Finetuning genau das. Ein vielversprechendes Beispiel für ein solches maßgeschneidertes System ist der KI-Tutor „Khanmigo“ der Nonprofit-Bildungsorganisation Khan Academy. Auf Basis des GPT-4 Modells entwickelt, nutzt Khanmigo die sokratische Methode, um Schüler:innen durch Fragen zum eigenständigen Problemlösen anzuregen, anstatt ihnen einfach nur Antworten zu liefern. Das System bietet Unterstützung in verschiedenen Fächern und verfügt über Sicherheitsvorkehrungen für den schulischen Einsatz. Erste Tests zeigen, dass Schüler:innen die schrittweise Anleitung und die Fähigkeit des Systems, Erklärungen auf kreative Weise zu liefern, schätzen (Singer, 2023).

Während die Chat-Kommunikation mit einem KI-Tutor schon ein bemerkenswerter Schritt ist, gehen andere Methoden noch viel weiter und versprechen noch effektivere Lernmöglichkeiten, wie der kürzlich

erschienene, noch nicht global ausgerollte Advanced Voice Mode des multimodalen Sprachmodells GPT-4o. Multimodal bedeutet, dass das System nicht nur Text, sondern auch Bild und Ton in Echtzeit verarbeiten und in gesprochener Sprache darauf reagieren kann. Ein expliziter Use Case für den Bildungsbereich wird vom Unternehmen im Zuge eines Demo-Videos demonstriert: Ein Schüler öffnet auf seinem Tablet ChatGPT und überträgt seinen Bildschirm; nebenbei hat er in seiner Notiz-App ein Mathe-Problem offen und kann sich nun in Echtzeit mit dem Sprachmodell über die Aufgabe unterhalten. Mit seinem Stift zeichnet der Schüler etwas ein und das Modell kann Feedback dazu geben. Weil es zuvor gepromptet wurde, nicht die Antwort zu verraten, sondern nur als Tutor im Lösungsprozess zu helfen, entsteht so eine Interaktion, wie man sie bei einer Nachhilfe sehen würde.

Daneben gibt es noch eine Vielzahl anderer Programme und Plattformen, die für den Bildungsbereich entwickelt wurden oder dort auch eingesetzt werden könnten: Der Microsoft Reading Coach, NotebookLM von Google, oder der AI Tutor Pro von Contact North. Wie effektiv diese Tools sind, lässt sich noch nicht sagen – dafür ist die Studienlage noch nicht gut genug. Deshalb ist es umso wichtiger, dass diese Tools rasch in den Schulalltag integriert und von ausgebildeten Lehrer:innen eingesetzt werden, während dieser Prozess von Forscher:innen analysiert wird.

Für die kommenden Jahre lassen sich basierend auf dem aktuellen Stand der Technik einige konservative Prognosen treffen: KI-Systeme werden ihre Multimodalität weiter ausbauen, wodurch sie auf unterschiedlichste Weise in Echtzeit in den Unterricht integriert werden können. Zudem wird erwartet, dass LLMs größere Kontextfenster verarbeiten können, was eine personalisierte Förderung durch Einbeziehung der gesamten Lernhistorie ermöglicht. Die Verbesserung der Faktengenauigkeit wird ebenfalls im Fokus stehen, um „Halluzinationen“ zu reduzieren und die Zuverlässigkeit der Systeme zu erhöhen. Darüber hinaus wird es zu maßgeschneiderten Systemen für spezifische Use Cases, Schulfächer und Unterrichtsszenarien kommen.

2.3 Transformative Effekte auf Bildung und Lernen

Unabhängig von konkreten Systemen und Implementierungen gibt es grundlegende Überlegungen zum Potenzial und zur Wirksamkeit des KI-Einsatzes im Bildungssystem, die besondere Beachtung verdienen. Diese theoretischen Konzepte bilden die Basis für das Verständnis, wie KI die Bildungslandschaft nachhaltig verändern könnte. Hier widmen wir uns drei konkreten Aspekten: Blooms „2 Sigma Problem“, der Überwindung des Schamgefühls im Lernprozess und der Ermöglichung der Bildungsgerechtigkeit.

2.3.1 Blooms „2 Sigma Problem“

Das „2 Sigma Problem“, wie es der Bildungspsychologe Benjamin Bloom 1984 formulierte (Bloom, 1984), beschreibt das Phänomen, dass Schüler:innen, die im Einzelunterricht unterrichtet werden, zwei Standardabweichungen besser abschneiden als Schüler:innen in regulären Klassen. Anders gesagt: Schüler:innen, die individuelle Betreuung erhalten, übertreffen 98 % ihrer Mitschüler:innen, die im herkömmlichen Klassenverband unterrichtet werden, in ihrer Leistung. Bloom (1984) sah dies jedoch als ein Problem an, da der flächendeckende Einsatz von Einzelunterricht aus Kostengründen schlicht nicht praktikabel ist.

Hier bietet KI-gestütztes Tutoring eine vielversprechende Lösung. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz können alle Schüler:innen einen digitalen Tutor zur Seite gestellt bekommen, der sie individuell unterstützt – auf einem Laptop, Tablet oder Smartphone. Diese KI-Tutoren haben das Potenzial, das Niveau von Einzelunterricht zu erreichen bzw. sich diesem anzunähern, indem sie personalisierte Lernunterstützung bieten. Sie sind in der Lage, Konzepte mehrfach und auf unterschiedliche Weisen zu erklären, je nach Verständnis und Interessen der Schüler:innen. Die Komplexität des Unterrichtsmaterials kann dynamisch angepasst werden, sodass es stets auf dem richtigen Niveau für den jeweiligen Lernfortschritt bleibt. Darüber hinaus können KI-Tutoren Lerngespräche führen, Wissen überprüfen und Schüler:innen gezielt auf Prüfungen vorbereiten – immer in ihrem individuellen Tempo. Anders als menschliche Lehrer:innen, die sich oft auf eine ganze Klasse konzentrieren müssen, kann eine KI kontinuierlich auf die individuellen Bedürfnisse der Schüler:innen eingehen. Der KI-Tutor lernt mit der Zeit immer mehr über die Interessen, Wünsche, Lerngewohnheiten und Fortschritte der Schüler:innen und passt sich entsprechend an. Dadurch wird eine bislang unerreichte Form der Individualisierung möglich, die Schüler:innen nicht nur kognitiv fördert, sondern auch emotional unterstützt.

Dieses Maß an Anpassung und Individualisierung, kombiniert mit der ständigen Verfügbarkeit der KI, die kein:e Tutor:in anbieten kann, ermöglicht eine Form des Unterrichts, die das Potenzial hat, das „Zwei-Sigma-Problem“ zu lösen – und zwar zu einem Bruchteil der Kosten und des Aufwands, die menschlicher Einzelunterricht erfordern würde. Wichtig zu betonen ist hier jedoch, dass KI-Tutoring keineswegs einen Ersatz für regulären Unterricht im Klassenverband zwischen einer Lehrperson und mehreren Schüler:innen darstellen kann. KI-Tutoring sollte als wertvolles Add-on betrachtet werden, welches den regulären Unterricht ergänzt. Je nach Einsatz kann es zusätzliche Lernimpulse liefern, oder auch einen Teil des Lernens, das normalerweise im Klassenzimmer geschehen würde, zu Hause oder in Lernzeiten an der Schule stattfinden lassen, damit im Unterricht mehr Zeit für soziales und emotionales Lernen bleibt.

2.3.2 Überwindung des Schamgefühls

Selbst wenn der Staat das Personal und Geld investieren würde, um alle Schüler:innen im Einzelunterricht zu unterrichten, würde dies das „Zwei-Sigma-Problem“ von Bloom nicht vollständig lösen. Auch Einzelunterricht, der theoretisch die ideale Lernumgebung bietet, stößt in der Praxis an emotionale Grenzen. Viele Lehrpersonen, die bereits Erfahrungen mit Inklusionsschüler:innen im Einzelunterricht gemacht haben, wissen, dass dieses Setting oft nicht so reibungslos funktioniert wie gedacht. Der Grund dafür liegt in der Dynamik zwischen Lehrenden und Lernenden, die häufig von Scham geprägt ist. Schüler:innen fühlen sich unwohl dabei, ständig überwacht, überprüft und korrigiert zu werden.

Auch beim gemeinsamen Lernen unter Gleichaltrigen kann diese Problematik auftreten. Selbst in Peer-Gruppen haben viele Schüler:innen Angst davor, sich bloßzustellen oder als „dumm“ wahrgenommen zu werden, wenn sie Fragen stellen oder ihre Wissenslücken offenbaren. Die Scham, Fehler zu machen oder Schwächen einzugestehen, führt oft dazu, dass Schüler:innen keine Fragen stellen und so ihre Lernfortschritte hemmen.

KI-Tutoren bieten hier einen entscheidenden Vorteil: Viele Menschen empfinden keine Scham, wenn sie mit einer Software interagieren, da keine soziale Bewertung oder Beurteilung durch einen anderen Menschen stattfindet. So kann diese emotionale Barriere überwunden werden. KI-Tools holen die Schüler:innen dort ab, wo sie tatsächlich stehen, und schaffen eine Lernumgebung, die es ihnen ermöglicht, sich auf ihre individuellen Bedürfnisse und Wissenslücken zu konzentrieren, ohne Angst vor sozialer Zurückweisung zu haben. Diese stressfreie Lernatmosphäre kann dazu beitragen, dass Schüler:innen sich aktiver am Lernprozess beteiligen, mehr Fragen stellen und so schneller Fortschritte machen.

2.3.3 KI als Motor für Bildungsgerechtigkeit

Die Studienergebnisse von Bloom (1984) haben weitreichende Implikationen für die Bildungsgerechtigkeit. Bloom stellte fest, dass Tutoring den 20 % der Schüler:innen, die bereits im regulären Unterricht gute Leistungen erbringen, nur begrenzte Vorteile bringt – sie verbessern sich dadurch kaum. Im Gegensatz dazu profitieren die restlichen 80 % der Schüler:innen, die im herkömmlichen Unterricht Schwierigkeiten haben, erheblich von individueller Betreuung. Bloom führte dies auf die ungleiche Behandlung durch Lehrer:innen zurück: Sie neigen dazu, ihren Unterrichtsstil an den leistungsstärkeren Schüler:innen auszurichten, diese gezielt zu ermutigen und ihnen positives Feedback zu geben, während leistungsschwächere Schüler:innen oft vernachlässigt werden. Somit bedeutet eine großflächige Lösung des „2 Sigma Problems“ zwangsläufig

auch einen maßgeblichen Schritt zur Überwindung von Bildungsungerechtigkeit.

In heterogenen Lerngruppen ermöglichen KI-Tools weiters eine individuelle Förderung durch Anpassung von Sprache, Komplexität und Interessen. Für Schüler:innen mit einer anderen Erstsprache können KI-gestützte Übersetzungstools wie DeepL den Zugang zu Lerninhalten erleichtern. Gleichzeitig können Systeme wie Twee Texte und Übungen dynamisch an die individuellen Fähigkeiten der Lernenden anpassen, was zu einem effektiveren und nachhaltigeren Lernprozess führt.

Darüber hinaus adressieren KI-Tools das Problem der Bildungsungerechtigkeit durch ihre finanzielle Zugänglichkeit. Laut dem Nachhilfebarometer der Arbeiterkammer Wien (2024) benötigen etwa 50 % der Schüler:innen zusätzliche Unterstützung, wobei 22 % kostenpflichtige Nachhilfe in Anspruch nehmen, die durchschnittlich 720 € pro Kind und Jahr kostet. KI-basierte Lernhilfen sind im Vergleich dazu deutlich günstiger oder sogar kostenlos. Sie bieten zudem den Vorteil der ständigen Verfügbarkeit und passen sich kontinuierlich an die individuellen Bedürfnisse der Schüler:innen an.

Durch diese Kombination aus individueller Förderung, Überwindung bestehender Barrieren, finanzieller Zugänglichkeit und ständiger Verfügbarkeit haben KI-Tools das Potenzial, einen bedeutenden Beitrag zur Bildungsgerechtigkeit zu leisten. Sie ermöglichen es, dass alle Schüler:innen, unabhängig von ihrem sozioökonomischen Hintergrund oder ihren individuellen Lernherausforderungen, Zugang zu qualitativ hochwertiger, personalisierter Lernunterstützung erhalten.

3 Hindernisse im österreichischen Bildungssystem

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) hat mit der Strategie *Künstliche Intelligenz – Chance für Österreichs Schulen* einen ersten Fahrplan zur Integration von KI in das Bildungssystem vorgestellt (2024). Die Strategie umfasst sechs zentrale Teilbereiche:

- ▶ 100 KI-Pilotschulen österreichweit, um Best-Practice-Beispiele zu sammeln und erfolgreiche Ansätze für den breiteren Einsatz von KI zu ermitteln.
- ▶ Online zur Verfügung gestellte Unterrichtsmaterialien zur Integration von KI in den Unterricht.
- ▶ Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften durch eine eLecture-Reihe, einen MOOC (Massive Open Online Course) und schulinterne Fortbildungen.
- ▶ Entwicklung und Überarbeitung von Aufgabenstellungen, um den Einsatz von KI bei schriftlichen Arbeiten zu überprüfen und zu regeln.

- ▶ Investitionen in die Bildungsforschung, um dieses Thema zu erforschen.
- ▶ Digitale Schulentwicklung und die Ausstellung von “KI-Badges” für Schulen.

Während dieser Ansatz auf den ersten Blick zuversichtlich stimmen könnte, entstehen beim genaueren Hinsehen einige Zweifel. Abgesehen von Fragen, wie viel budgetäre Mittel für diese Strategie kalkuliert sind, ob die tausenden Lehrkräfte an den Pilotschulen ausreichend geschult werden oder ob z.B. der Einsatz von KI an Volksschulen überhaupt Sinn macht, scheint es in erster Linie nach einem “weiter, wie bisher – nur mit KI” und nicht nach einem Umbau des Bildungssystems oder dem Bekenntnis, dass Unterrichtsmethoden und Kompetenzen grundlegend neu gedacht werden müssen. Es besteht die Gefahr, dass von den “KI-Pilotschulen” so wie von “Tablets für alle” am Ende nur Symbolpolitik ohne echte Reformen übrig bleibt.

Abgesehen von der Halbherzigkeit, mit der dieses Thema auf Bundesebene vorangetrieben wird, gibt es zusätzlich punktuelle Herausforderungen, die einer erfolgreichen Integration von KI im Bildungsbereich im Wege stehen. Dazu gehören die sehr stark ausgeprägte KI-Skepsis bei Lehrer:innen, veraltete Lehrpläne aus dem letzten Jahrhundert, unzureichende technische Infrastruktur und fehlende bzw. zu kurz gedachte Lehrer:innenausbildungen.

3.1 KI-Skepsis bei Lehrer:innen

Die Skepsis vieler Lehrpersonen gegenüber KI im Bildungsbereich hat ihren Ursprung oft in Unsicherheit und fehlendem technischem Know-how. Viele Lehrer:innen sind besorgt darüber, wie sie verhindern können, dass Schüler:innen KI-Tools missbrauchen oder wie sie erkennen sollen, ob eine Hausübung von einer KI verfasst wurde. Diese Fragen lenken jedoch den Blick in die falsche Richtung, da sie KI primär als Bedrohung wahrnehmen, die kontrolliert und reguliert werden muss.

Ein entscheidender Faktor für die Skepsis vieler Lehrpersonen liegt in der fehlenden Ausbildung im Bereich Künstlicher Intelligenz und digitaler Technologien. Die meisten Lehrer:innen haben während ihres Lehramtsstudiums kaum Berührungspunkte mit modernen digitalen Lehrmethoden gehabt – die wenigen Elemente zum „digitalen Lehren und Lernen“ werden oft als oberflächlich und unzureichend empfunden. Zudem mangelt es an flächendeckenden, qualitativ hochwertigen Fortbildungen, die gezielt auf den Einsatz von KI im Unterricht vorbereiten. Das allgemeine technische Verständnis ist oft nicht ausreichend, um die Möglichkeiten und Grenzen dieser neuen Technologien zu erkennen. In den Medien wird häufig pauschal von „der KI“ gesprochen, was viele Lehrkräfte einschüchtern kann. Diese Unsicherheit entsteht auch aus einem Mangel an Klarheit darüber, was KI tatsächlich ist,

was sie kann und was nicht – dies führt zu Verwirrung und der Befürchtung, mit einer unkontrollierbaren Technologie konfrontiert zu sein.

Abgesehen von der Sinnhaftigkeit des Versuches, Schüler:innen beim KI-Einsatz zu entlarven, gibt es aktuell keine verlässlichen Methoden, um KI-generierte Inhalte zuverlässig zu erkennen. Obwohl Plattformen wie Originality oder ZeroGPT entwickelt wurden, um KI-basierte Texte zu identifizieren, zeigen Studien (Akram, 2023), dass diese Tools oft ungenau sind und sowohl falsch-positive als auch falsch-negative Ergebnisse liefern. Ein Einsatz dieser Programme in der Schule könnte dazu führen, dass Schüler:innen fälschlicherweise der Verwendung von KI bezichtigt werden. Außerdem sollten wir uns nicht darauf verlassen, dass es jemals vollkommen verlässliche Erkennungstools geben wird, die nicht umgangen werden können.

Die Skepsis gegenüber KI ist jedoch nicht nur auf fehlendes Wissen oder Unsicherheit zurückzuführen, sondern auch auf strukturelle Defizite im Bildungssystem. Viele Lehrer:innen sind offen für neue Technologien und können von den Vorteilen der KI überzeugt werden, doch es mangelt an klaren Rahmenbedingungen und geeigneter Unterstützung. In KI-Fortbildungen zeigt sich oft, dass Lehrpersonen schnell die Potenziale von KI für den Unterricht erkennen und motiviert sind, KI-Tools zu integrieren. Doch sobald sie versuchen, diese Erkenntnisse praktisch umzusetzen, stoßen sie auf zahlreiche Hindernisse. Ein Hauptproblem besteht darin, dass es an leistbaren und datenschutzkonformen KI-Tools bzw. deren Einbettung in eine leistbare und datenschutzkonforme Server- oder Cloud-Infrastruktur. Diese technische und rechtliche Unsicherheit verstärkt die Abwehrhaltung vieler Lehrkräfte zusätzlich.

3.2 Mangelnde technische Infrastruktur

Die Defizite an technischer Infrastruktur, die für die Implementierung von KI nötig wäre, erstrecken sich über mehrere Ebenen. Seien es der Mangel an genügend Laptops, Tablets und interaktiven Whiteboards, der trotz der Digitalisierungsoffensive des Ministeriums an vielen Bildungseinrichtungen herrscht, oder die unzureichende Internetanbindung vieler Schulen, die webbasierte KI-Anwendungen unbenutzbar machen – selbst an Schulen, wo all das vorhanden ist, machen das Fehlen von technischen Supportstrukturen einen reibungslosen Einsatz schwierig. Viele Schulen verfügen nicht über festes IT-Personal, das die Integration neuer Technologien begleitet oder bei Problemen mit der Technik schnell und effizient helfen kann. Dies führt dazu, dass Lehrer:innen, die motiviert sind, KI in ihren Unterricht einzubinden, durch technische Hürden und mangelnde Unterstützung ausgebremst werden. Es braucht hier vielmehr eine zentrale IT-Betreuung, die Schulen kontinuierlich betreut und unterstützt.

Angesichts der ungleichen Verteilung von Bildung in unserer Gesellschaft, ist dies ein wesentlicher Faktor: Während private Schulen oft bereits über die notwendige technische Ausstattung und die Infrastruktur für den Einsatz von KI-Tools verfügen, hinken viele öffentliche Schulen weit hinterher. Ohne flächendeckenden Zugang zu Laptops, Tablets und stabilen Internetverbindungen wird die Bildungsgerechtigkeit weiter verschärft, da Kinder aus wohlhabenderen Familien früher von den Vorteilen der KI profitieren. Dies könnte zu einer noch tieferen digitalen Spaltung führen, die nicht nur die schulischen Leistungen, sondern auch die langfristigen Berufschancen von Schüler:innen aus sozial benachteiligten Familien negativ beeinflusst.

3.3 KI im Lehrplan

Ein weiteres zentrales Problem ist die mangelnde Anpassung der Lehrpläne, Unterrichtsmethoden und Prüfungsformate an die Realität des digitalen Zeitalters. Während KI bereits in vielen Bereichen der Gesellschaft und Arbeitswelt Einzug gehalten hat, spiegeln die Lehrpläne diese Entwicklung kaum wider. Lehrer:innen stehen oft vor der Herausforderung, KI-basierte Tools in einem Unterrichtsrahmen zu verwenden, der auf traditionelle, veraltete Methoden setzt.

Obwohl das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2024) in seiner Strategie dieses Thema unter dem Punkt *KI bei schriftlichen Arbeiten* zwar anspricht, sind die vorgeschlagenen Ansätze nicht ausreichend. Es heißt, man solle mit Schüler:innen darüber sprechen, die KI-Nutzung klar ausweisen, die eidesstattliche Erklärung in abschließenden Arbeiten aktualisieren, einheitliche KI-Zitierregeln einführen usw. Aber dabei handelt es sich um reine Symptombekämpfung. Davon, dass Unterrichtsmethoden, Lernmethoden, Aufgabenstellungen und Prüfungsformate nicht mehr zeitgemäß sind, ist nicht die Rede. Es reicht nicht, von einer *Anpassung und Weiterentwicklung von Aufgabenstellungen* zu sprechen. Es braucht eine grundlegende Auseinandersetzung damit, wie wir lehren und lernen. Welche Kompetenzen in der Zukunft irrelevant werden und welche neuen hinzukommen, die momentan noch nicht unterrichtet werden. Wir können das Ausmaß der Auswirkungen von generativer KI auf unsere Welt nicht im Detail abschätzen – aber sie stellen in jedem Fall einen Paradigmenwechsel dar, der uns auffordert, nicht nur alte Methoden neu zu denken, sondern komplett neue Methoden zu entwerfen.

Neben den veralteten und fehlenden Methoden mangelt es auch an zeitgemäßen Inhalten: Wie veraltet der Lehrplan ist, soll das Beispiel des AHS-Lehrplans zeigen. Dieser behandelt KI an nur wenigen Stellen und legt dabei einen starken Fokus auf theoretisches Wissen. Hier zwei der nur vier (!) Stellen, an denen KI behandelt wird:

- Digitale Grundbildung, 4. Klasse: „Die Schüler:innen und Schüler können [...] die Grenzen und Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz reflektieren.“

nen und Schüler können [...] die Grenzen und Möglichkeiten von Künstlicher Intelligenz reflektieren.“

- Informatik, 8. Klasse: Es wird erwartet, dass Schüler:innen den Unterschied zwischen menschlicher und maschineller Intelligenz erklären und bewerten können.

Diese Lehrplaninhalte werfen jedoch wesentliche Fragen auf: Können 13- bis 15-jährige Schüler:innen, die noch grundlegende digitale Fertigkeiten erlernen, wirklich die „Grenzen und Möglichkeiten von KI“ verstehen und reflektieren? Können 17- bis 19-Jährige den Unterschied zwischen menschlicher und maschineller Intelligenz erklären, wenn selbst Expert:innen aus Wissenschaft und Philosophie sich uneinig sind? Weiters konzentriert sich der Lehrplan fast ausschließlich auf theoretische Inhalte und lässt praktische Kompetenzen im Umgang mit KI völlig außer Acht. Der Fokus auf Theorie, ohne gleichzeitig praktische Fähigkeiten zu vermitteln, behindert die Vorbereitung der Schüler:innen auf eine zunehmend KI-dominierte Zukunft, wo unabhängig vom Bildungseinsatz der Technologie die praktischen Skills am Arbeitsmarkt in jedem Fall notwendig sein werden.

Der Lehrplan muss daher erweitert werden, um nicht nur technologische Konzepte zu lehren, sondern auch praxisnahe Fähigkeiten zu vermitteln – von der Nutzung bis hin zum kritischen Umgang mit KI-Tools. Darüber hinaus müssen Lerninhalte, Unterrichtsmethoden und Prüfungsformate so gestaltet werden, dass sie das kritische Denken, die kreative Problemlösung und den sinnvollen Einsatz von KI fördern. Ohne diese strukturellen Anpassungen wird es schwer sein, die Chancen, die KI im Bildungswesen bietet, voll auszuschöpfen, und könnte eher dazu führen, dass Kompetenzerwerb durch heimliche KI-Nutzung untergraben wird.

3.4 Fehlende Ausbildung und Didaktik

Eine der größten Herausforderungen bei der Integration von KI in das Bildungssystem ist die mangelnde Vorbereitung der Lehrkräfte auf diese neue Technologie. Sowohl im Lehramtsstudium als auch in der Fortbildung bereits aktiver Lehrer:innen bestehen erhebliche Lücken im Bereich KI und digitale Kompetenzen.

Schon im Lehramtsstudium muss eine fundierte Ausbildung rund um KI und digitale Tools im Allgemeinen gewährleistet sein. Die Universität sollte der Ort sein, an dem junge Lehramtsstudierende über innovative Einsatzmöglichkeiten dieser Tools und neue Unterrichtsmethoden nachdenken und experimentieren können. Stattdessen bleibt die Ausbildung oft hinter den technologischen Entwicklungen zurück.

Für bestehende Lehrkräfte mangelt es an umfassenden, praxisnahen Fort- und Weiterbildungsangeboten.

Viele Lehrer:innen fühlen sich überfordert von der rasanten Entwicklung im KI-Bereich und wissen nicht, wie sie diese Technologien sinnvoll in ihren Unterricht integrieren können. Über existierende Fortbildungsangebote wird zudem oft unzureichend informiert, und es fehlt an Anreizen oder Verpflichtungen zur Teilnahme. Mentoring-Programme, wo KI-erfahrene Lehrkräfte ihre Kolleg:innen unterstützen, wären eine weitere sinnvolle Maßnahme.

Die Dringlichkeit dieses Problems lässt sich nicht überbetonen: In Zukunft als Lehrperson keine Kenntnisse im Umgang mit KI-Tools zu haben, wäre vergleichbar mit einem bzw. einer Mathematiklehrer:in, der bzw. die nicht mit einem Taschenrechner umgehen kann. Es geht nicht nur um die technische Bedienung, sondern um ein tiefgreifendes Verständnis dafür, wie diese Tools den Lernprozess unterstützen und verändern können.

Darüber hinaus fehlt es an einer KI-spezifischen Didaktik. Lehrer:innen benötigen nicht nur technisches Wissen, sondern auch pädagogische Konzepte, wie KI-Tools effektiv und ethisch verantwortungsvoll im Unterricht eingesetzt werden können. Die Entwicklung solcher didaktischer Ansätze steht noch am Anfang und erfordert intensive Forschung und Erprobung in der Praxis.

3.5 Richtlinien und Arbeitsbelastung

Das Fehlen transparenter und klar kommunizierter Regeln im Umgang mit KI verunsichert viele Lehrpersonen. Ohne eindeutige Richtlinien herrscht Unklarheit darüber, was im Unterricht erlaubt ist und was nicht. Dies führt dazu, dass auch enthusiastische Lehrkräfte aus Vorsicht gänzlich auf den Einsatz von KI-Tools verzichten, selbst wenn diese potenziell wertvoll für den Lernprozess wären. Um dieses Problem zu adressieren, müssen Richtlinien entwickelt werden - und zwar nicht top-down, sondern in enger Zusammenarbeit mit den Lehrenden selbst. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Regeln praxistauglich sind und vom Lehrkörper akzeptiert werden.

Ein weiterer kritischer Punkt ist die Sorge vor einer Zunahme der Arbeitsbelastung. Zwar versprechen KI-Tools eine Entlastung bei Aufgaben wie der Unterrichtsvorbereitung und -nachbereitung, doch besteht die Befürchtung, dass die dadurch gewonnene Zeit nicht den Lehrkräften zugutekommt, sondern in Form von zusätzlichen Unterrichtsstunden oder anderen Verpflichtungen von ihnen gefordert wird. Diese Sorge ist nicht unbegründet, wenn man bedenkt, wie oft in der Vergangenheit Effizienzsteigerungen zu erhöhten Arbeitsanforderungen geführt haben.

Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass der Einsatz von KI-Tools einen echten Mehrwert für die Lehrkräfte bietet, ohne ihre Arbeitsbelastung zu erhöhen. Die durch KI gewonnene Zeit sollte für qualitative

Verbesserungen des Unterrichts, individuelle Förderung der Schüler:innen und die professionelle Weiterentwicklung der Lehrkräfte genutzt werden, nicht für eine Ausweitung des Arbeitspensums.

3.6 Mangel an rechtskonformen Lösungen

Letztlich mangelt es auch an rechts- und datenschutzkonformen Lösungen, die in Schulen eingesetzt werden können. Schulen benötigen Zugang zu lizenzierten, kostenfreien oder zumindest leistbaren KI-Tools, die sowohl Lehrkräften als auch Schüler:innen zur Verfügung stehen. Diese müssen nicht nur pädagogisch wertvoll sein, sondern auch strengen Datenschutzrichtlinien entsprechen. Obwohl wir in diesem Paper oft ChatGPT erwähnen, können wir die Verwendung dieses Produkts eines US-amerikanischen Privatunternehmens in seiner aktuellen Form nicht uneingeschränkt empfehlen. Die Sicherheit sensibler Daten von Schüler:innen und Lehrkräften muss Priorität haben.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, ChatGPT im Schulkontext nur auf Basis von Servern einzusetzen, die innerhalb der EU stehen und damit den strengen Auflagen der DSGVO unterliegen – ähnlich wie es die Uni Graz mit UniGPT praktiziert (Kleine Zeitung, 2024). Doch es ist fraglich, ob dieser Schritt ausreichend ist – selbst in diesem Fall bleibt die grundsätzliche Frage: Ist es vertretbar, die Hoheit über Bildungsdaten an Privatunternehmen auszulagern?

Andererseits nutzen viele Schulen bereits jetzt Dienste wie Office 365 oder OneDrive, was eine ähnliche Problematik aufwirft. Der Unterschied bei KI-Tools liegt in der potenziell noch sensibleren Natur der übertragenen Daten, die Sprache, Bilder und möglicherweise sogar Verhaltensanalysen umfassen könnten.

Eine mögliche Lösung wäre die Entwicklung einer europäischen, öffentlich-rechtlichen Alternative. Die Anpassung von Open-Source-Modellen wie LLaMa für den Bildungskontext und deren Betrieb in streng kontrollierten, öffentlichen Datenzentren der EU könnte langfristig eine unabhängige und datenschutzkonforme Option bieten. Allerdings stellt sich hier die Herausforderung, mit der rasanten Entwicklung im privaten Sektor Schritt zu halten.

Letztendlich handelt es sich hier um eine Grundsatfrage, die politisch beantwortet werden muss. Aus pragmatischer Sicht wäre eine Kombination beider Ansätze sinnvoll:

- ▶ **Kurzfristig:** Um mit der technologischen Entwicklung Schritt zu halten, scheint der Einsatz von Produkten privater Unternehmen unvermeidlich. Dies muss natürlich unter strikter Einhaltung der DSGVO geschehen, was möglicherweise mit höheren Kosten verbunden ist. Hier dürfen jedoch keine Kompromisse eingegangen werden.

- ▶ **Langfristig:** Parallel dazu sollten wir an der Entwicklung einer europäischen, öffentlichen Lösung arbeiten. Diese könnte uns auf lange Sicht unabhängiger von Drittanbieter-Lösungen machen und eine bessere Kontrolle über unsere Daten ermöglichen. Allerdings ist zu bedenken, dass öffentliche Institutionen historisch oft nicht mit der Umsetzung funktionierender digitaler Tools brilliert haben. Daher wäre ein Ansatz, im Zuge dieser langfristigen Strategie auch Anreize für europäische Startups zu schaffen, innovative Bildungs-KI-Lösungen zu entwickeln. Diese könnten von Anfang an auf Datenschutz und pädagogischen Mehrwert ausgerichtet sein und gleichzeitig die Agilität und Innovationskraft des privaten Sektors nutzen.

4 Unsere Forderungen

Um die Chancen der Künstlichen Intelligenz im Bildungssystem zu maximieren und gleichzeitig Risiken zu minimieren, sind entschlossene Maßnahmen von Politik und Verwaltung erforderlich. Wir formulieren hierfür vier Hauptforderungen:

1. Umfassende Bildungssystemreform für das KI-Zeitalter

- ▶ Überarbeitung der Lehrpläne zur Integration von KI-Kompetenzen in alle Fächer
- ▶ Anpassung der Lehrmethoden und Prüfungsformate an die Realität des KI-Einsatzes
- ▶ Entwicklung einer KI-spezifischen Didaktik für alle Altersstufen und Schultypen
- ▶ Verstärkte Investition in Bildungsforschung zur KI-Integration und deren praktische Anwendung

2. Flächendeckende technische und digitale Infrastruktur zur Förderung der Chancengleichheit

- ▶ Ausstattung aller Schulen mit leistungsfähiger Hardware und stabilem Hochgeschwindigkeits-Internet
- ▶ Entwicklung datenschutzkonformer, österreichischer/europäischer KI-Lösungen für Bildung
- ▶ Einrichtung einer zentralen IT-Betreuung für Schulen mit Fokus auf KI-Integration
- ▶ Sicherstellung des gleichwertigen Zugangs zu KI-Tools an allen Schultypen, unabhängig von deren finanzieller Ausstattung

3. Massive Investition in Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte

- ▶ Integration von KI und digitalen Kompetenzen als Pflichtmodule in allen Lehramtsstudiengängen
- ▶ Durchführung flächendeckender, verpflichtender Fortbildungen für aktive Lehrkräfte
- ▶ Förderung einer positiven Haltung gegenüber KI im Bildungsbereich durch Aufklärung und praktische Erfahrungen
- ▶ Bereitstellung ausreichender Ressourcen für die

kontinuierliche Weiterbildung von Lehrkräften

4. Entwicklung klarer rechtlicher und ethischer Richtlinien

- ▶ Erarbeitung eindeutiger Regeln für den KI-Einsatz im Unterricht und bei Prüfungen
- ▶ Entwicklung umfassender Datenschutzrichtlinien für den Einsatz von KI-Tools in Schulen
- ▶ Schaffung eines ethischen Rahmens für den verantwortungsvollen Umgang mit KI im Bildungskontext
- ▶ Etablierung von Kontrollmechanismen zur Überwachung der Einhaltung dieser Richtlinien

Die konsequente Umsetzung dieser Forderungen ist die Grundlage dafür, das österreichische Bildungssystem zukunftsfähig zu gestalten und allen Schüler:innen gleiche Chancen in einer zunehmend digitalisierten Welt zu bieten. Nur durch ein koordiniertes Vorgehen in allen genannten Bereichen – von der Lehrplanreform über die technische Ausstattung bis hin zur Lehrerbildung und rechtlichen Rahmensetzung – kann das volle Potenzial von KI im Bildungsbereich ausgeschöpft werden.

5 Fazit

Die Integration von Künstlicher Intelligenz in das österreichische Bildungssystem stellt nicht nur eine enorme Chance, sondern sogar eine dringende Notwendigkeit dar. Wie wir in diesem Policy Paper dargelegt haben, bietet KI das Potenzial, lange bestehende Herausforderungen im Bildungsbereich anzugehen – von der Überwindung des *2-Sigma-Problems* bis hin zur Förderung von Bildungsgerechtigkeit. Gleichzeitig erfordert die rasante Entwicklung dieser Technologie eine proaktive und ganzheitliche Anpassung unseres Bildungssystems.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen – von der Überarbeitung der Lehrpläne über massive Investitionen in Infrastruktur und Lehrer:innenbildung bis hin zur Entwicklung klarer rechtlicher Rahmenbedingungen – bilden einen umfassenden Ansatz, um KI effektiv und verantwortungsvoll in den Bildungsalltag zu integrieren. Diese Schritte sind nicht optional, sondern unerlässlich, um unsere Schüler:innen auf eine Zukunft vorzubereiten, in der KI eine immer größere Rolle spielen wird.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Integration von KI in die Bildung kein Selbstzweck ist. Vielmehr geht es darum, die Technologie als Werkzeug zu nutzen, um fundamentale pädagogische Ziele zu erreichen: individualisiertes Lernen, Förderung kritischen Denkens, Kreativität und Problemlösungskompetenz. KI soll Lehrkräfte unterstützen und entlasten, nicht ersetzen. Sie soll Schüler:innen befähigen, nicht bevormunden.

Der Weg zur erfolgreichen Integration von KI in unser Bildungssystem wird nicht einfach sein. Er erfordert erhebliche finanzielle Investitionen, tiefgreifen-

de strukturelle Veränderungen und einen kulturellen Wandel in der Art und Weise, wie wir Bildung verstehen und umsetzen. Doch die potenziellen Vorteile – eine gerechtere, effektivere und zukunftsorientierte Bildung für alle – machen diese Anstrengungen mehr als lohnenswert.

Die Zeit zum Handeln ist jetzt. Jeder Tag, an dem wir zögern, ist ein Tag, an dem wir unseren Schüler:innen Chancen vorenthalten und sie unzureichend auf ihre Zukunft vorbereiten. Wir rufen daher alle Stakeholder im Bildungsbereich - Politiker:innen, Pädagog:innen, Eltern und Schüler:innen - dazu auf, sich aktiv an diesem Transformationsprozess zu beteiligen.

Lasst uns gemeinsam ein Bildungssystem gestalten, das die Möglichkeiten von KI nutzt, um jedem Kind die bestmögliche Bildung zu ermöglichen. Ein System, das Chancengleichheit fördert, individuelles Potenzial entfaltet und unsere Jugend optimal auf die Herausforderungen des 21. Jahrhunderts vorbereitet. Die Zukunft der Bildung ist digital, personalisiert und inklusiv - und sie beginnt heute.

Hinweis zur KI-Nutzung: Die Autoren haben die KI-Tools ChatGPT von OpenAI und Claude von Anthropic verwendet, um ihre Ideen kritisch zu reflektieren, Feedback zur Struktur zu erhalten und bestimmte Textpassagen im Sinne einer besseren Lesbarkeit zu überarbeiten.

Literatur

- A. Akram. An Empirical Study of AI Generated Text Detection Tools. *Advances in Machine Learning and Artificial Intelligence*, 2023. URL <https://www.semanticscholar.org/reader/82a86cc67d254ea8d2e49c9d7d394d265401c96d>.
- D. Alexander. Why ChatGPT-4's Score on the Bar Exam May Not Be So Impressive, 2024. URL <https://nysba.org/why-gpt-4s-score-on-the-bar-exam-may-not-be-so-impressive/>.
- Arbeiterkammer Wien. AK Nachhilfebarometer: Jedes zweite Kind braucht Unterstützung, 2024. URL <https://wien.arbeiterkammer.at/nachhilfe2024>.
- Benjamin S. Bloom. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6):4–16, 1984.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Künstliche Intelligenz - Chance für Österreichs Schulen, 2024. URL <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/ki.html>.
- M. Cukurova, L. Kralj, B. Hertz, and G. Mattia. *Professional Development for Teachers in the Age of AI*. European Schoolnet, Brussels, Belgium, 2024.
- Der Standard. KI-nderzimmer: Immer mehr Teenager nutzen KI, Eltern und Lehrende wissen oft nichts davon. *derStandard.at*, September 2024. URL <https://www.derstandard.at/story/3000000237208/immer-mehr-teenager-nutzen-ki-eltern-und-lehrende-wissen-oft-nichts-davon>. Zugriff am [Datum einfügen].
- Kleine Zeitung. Grazer Uni startet maßgeschneidertes ChatGPT, 2024. URL <https://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/18328635/grazer-uni-startet-massgeschneidertes-chatgpt>.
- OpenAI. Introducing OpenAI o1-preview, 2024. URL <https://openai.com/index/introducing-openai-o1-preview/>.
- N. Singer. New A.I. Chatbot Tutors Could Upend Student Learning, 2023. URL <https://www.nytimes.com/2023/06/08/business/khan-ai-gpt-tutoring-bot.html>.
- H. Zhao, F. Yang, B. Shen, H. Lakkaraju, and M. Du. Towards Uncovering How Large Language Model Works: An Explainability Perspective. 2024.