

Jahrbuch Medienpädagogik 23: Kommunikation und Medienpädagogik:
Theorien, Praktiken und Perspektiven.

Herausgegeben von Jane Müller, Katrin Kreutz, Rudolf Kammerl, Mandy
Schiefner-Rohs, Sven Kommer und Franziska Bellinger

Vertretende Kommunikation als (Not-)Lösung?

**Was kann eine Maschine leisten,
wenn keine Lehrkraft verfügbar ist?**

Stefan Pietrusky¹ 

¹ Universität Heidelberg

Zusammenfassung

Der Beitrag entwickelt «vertretende Kommunikation» als heuristisch-analytisches Konzept, um den Einsatz LLM-basierter Systeme in schulischen Situationen eingeschränkter Lehrkraftverfügbarkeit zu beschreiben und zu bewerten. Ausgangspunkt ist nicht die Annahme, Unterricht lasse sich technisch substituieren. Untersucht wird vielmehr, welche kommunikativen Teilfunktionen digitale Systeme übernehmen können, wo professionelle Verantwortung unverzichtbar bleibt und welche normativen Grenzen zu beachten sind. Pädagogische Kommunikation wird dazu auf drei Ebenen betrachtet: Informationsvermittlung, Beziehungsgestaltung sowie individuelle Förderung und Feedback. Darauf aufbauend unterscheidet die Typologie (1) vollständige Ersatzkommunikation als heuristische Grenzkonstellation, (2) unterstützende Assistenzkommunikation und (3) ergänzende Kommunikation. Der Beitrag grenzt das Konzept von Intelligent Tutoring Systems, digitaler Lernassistenten und dem SAMR-Modell ab, ordnet selektive indikative Evidenz vorsichtig ein und diskutiert Risiken wie Bias, Datenschutz, Delegationsdrift und anthropomorphe Zuschreibungen. Der lokal betriebene Individual Educational Chatbot (IEC) wird als illustrativer Gestaltungsprototyp vorgestellt. Die Argumentation mündet in Leitlinien für Datenschutz, Fairness, Transparenz, Autonomie, klare Beziehungsgrenzen und institutionell gesicherte Verantwortung.



Substitute Communication as an (Emergency) Solution? What Can a Machine Do When No Teacher Is Available?

Abstract

This article develops «substitute communication» as a heuristic and analytical concept for describing and evaluating the use of LLM-based systems in school settings where teacher availability is limited. It does not assume that teaching can be technically substituted. Instead, it asks which communicative sub-functions digital systems may support, where professional responsibility remains indispensable, and which normative limits need to be observed. Educational communication is considered on three levels: information transfer, relationship building, as well as individual support and feedback. Building on this distinction, the typology differentiates between (1) complete replacement communication as a heuristic boundary case, (2) supportive assistance communication, and (3) supplementary communication. The article distinguishes this concept from intelligent tutoring systems, digital learning assistance, and the SAMR model, cautiously contextualizes selective indicative evidence, and discusses risks such as bias, data protection issues, delegation drift, and anthropomorphic attribution. The locally operated Individual Educational Chatbot (IEC) is presented as an illustrative design prototype. The argument leads to guidelines for data protection, fairness, transparency, autonomy, clear relational boundaries, and institutionally secured responsibility.

1. Pädagogische Kommunikation unter Bedingungen von Knappheit

Der Lehrkräftemangel wird in Deutschland zunehmend als strukturelles und langfristiges Problem beschrieben. Prognosen und Bestandsaufnahmen verweisen auf Differenzen zwischen Einstellungsbedarf und Angebot sowie auf erhebliche Unterschiede nach Region, Schulform und Fach (Klemm 2022; Klemm und Zorn 2024; KMK 2025). Diese Entwicklung betrifft schulische Praxis nicht nur quantitativ. Unterricht ist wesentlich auf Interaktion, Rückfragen, fachliche Erklärungen, Rückmeldungen und verlässliche Beziehungen angewiesen. Wenn hierfür weniger Zeit oder personelle Kontinuität zur Verfügung steht, können kommunikative Teilfunktionen unter Druck geraten. Lehrkräftemangel ist jedoch nicht mit Kommunikationsausfall

gleichzusetzen. Er bildet den institutionellen Kontext, in dem die Frage nach sinnvoller technischer Unterstützung besonders dringlich wird.

Aus einer medienpädagogischen Perspektive stellt sich dabei nicht allein die Frage, ob ein System funktional brauchbare Antworten erzeugt. Vielmehr ist auch zu untersuchen, wie Medien die Bedingungen von Lernen, Bildung, Teilhabe und Urteilsbildung verändern. Medienbildung bezeichnet in diesem Sinne eine reflexive Auseinandersetzung mit medial geprägten Selbst- und Weltverhältnissen; schulische Medienbildung umfasst zudem die didaktische Gestaltung von Lernprozessen und den Aufbau kritischer Handlungsfähigkeit (Jörissen und Marotzki 2009; Spanhel 2011; Tulodziecki et al. 2021). LLM-basierte Systeme sind deshalb nicht nur Werkzeuge der Informationsbereitstellung. Sie werden Teil pädagogischer Arrangements, in denen Rollen, Erwartungen, Datenflüsse und Verantwortlichkeiten neu geordnet werden können.

Für die Analyse wird im Folgenden der Ausdruck «KI-gestützte pädagogische Kommunikation» als Oberbegriff verwendet. Er bezeichnet Kommunikationsprozesse, in denen LLM-basierte Systeme Texte oder sprachlich ausgegebene Beiträge erzeugen, die in pädagogischen Situationen aufgegriffen werden. «LLM-basiertes System» dient als technische Bezeichnung des Artefakts. Der Begriff «vertretende Kommunikation» benennt dagegen ein analytisches Konzept: Er fokussiert den Grad, zu dem kommunikative Funktionen einer nicht oder nur eingeschränkt verfügbaren Lehrkraft technisch übernommen, unterstützt oder ergänzt werden. Damit wird nicht unterstellt, dass ein System über pädagogische Intentionalität, Verantwortung oder eine menschliche Beziehung verfügt.

Text-to-Speech (TTS) wird als optionale Ausgabemodalität berücksichtigt. Sprachliche Ausgabe kann Zugänglichkeit erhöhen und Interaktionen erleichtern. Sie kann aber auch menschenähnliche Zuschreibungen verstärken. TTS ist daher kein eigenständiger Träger pädagogischer Verantwortung, sondern eine Gestaltungsentscheidung innerhalb des jeweiligen Arrangements.

Der Beitrag ist ein theorie- und diskussionsorientierter Konzeptaufsatz mit selektiver Evidenzintegration. Er entwickelt keine empirisch validierte Wirksamkeitstheorie und empfiehlt keine Substitution von Lehrkräften. Vielmehr werden drei Fragen bearbeitet: Welche kommunikativen Teilfunktionen können LLM-basierte Systeme unter Bedingungen eingeschränkter Lehrkraftverfügbarkeit übernehmen? Wie lässt sich vertretende

Kommunikation als analytisches und normativ bewertbares Konzept typologisieren? Welche Grenzen und Leitlinien ergeben sich für schulische Kontexte?

Zur Bearbeitung dieser Fragen wird zunächst der Lehrkräftemangel als institutioneller Kontext eingegrenzt. Anschliessend wird ein Drei-Ebenen-Raster pädagogischer Kommunikation eingeführt und durch professionsbezogene Grenzen ergänzt. Darauf aufbauend werden der Begriff und die Typologie vertretender Kommunikation präzisiert, von benachbarten Konzepten abgegrenzt und anhand selektiver Evidenz, ethischer Risiken sowie eines illustrativen Gestaltungsprototyps diskutiert.

2. Lehrkräftemangel als institutioneller Kontext

Die Kultusministerkonferenz legt regelmässig Modellrechnungen zum Einstellungsbedarf und zum verfügbaren Angebot vor. Für den Zeitraum 2025 bis 2035 wird in der Summe der Länder ein Einstellungsbedarf von 356.000 Lehrkräften ausgewiesen, dem 329.000 Neuabsolvierende des Vorbereitungsdienstes gegenüberstehen. Rein rechnerisch ergibt sich eine Differenz von 27.000 Personen. Der Bericht betont zugleich, dass daraus keine unmittelbaren Rückschlüsse auf die tatsächliche Unterrichtsversorgung gezogen werden können, weil Zeitabschnitte, Lehramtstypen und Länder differenziert betrachtet werden müssen (KMK 2025). Lehrkräftemangel ist daher nicht nur ein Mengen-, sondern auch ein Verteilungs- und Passungsproblem.

Weitere Gutachten modellieren unterschiedliche Szenarien bis 2035 und diskutieren zusätzliche Bedarfsannahmen sowie politische Stellschrauben (Dohmen 2024; Geis-Thöne 2022; Klemm 2022). Mangellagen sind weder regional noch schulformspezifisch homogen. In einzelnen Segmenten können deutliche Unterdeckungen auftreten, während andere Bereiche kurzfristig weniger betroffen sind (Klemm und Zorn 2024). Für die Argumentation dieses Beitrags ist deshalb nicht die Behauptung eines flächendeckenden Ausfalls leitend, sondern die Frage, wie Schulen mit lokal, zeitlich oder fachlich eingeschränkter Verfügbarkeit umgehen.

Auch Veränderungen der Beschäftigungsstruktur sind differenziert einzuordnen. Das Statistische Bundesamt berichtet für das Schuljahr 2023/24, dass 10,5 Prozent der Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen Quer- oder Seiteneinsteiger:innen ohne anerkannte Lehramtsprüfung waren; zudem

lag die Teilzeitquote bei 43,1 Prozent (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2025a, 2025b). Diese Zahlen erlauben keine pauschalen Aussagen über die Unterrichtsqualität und rechtfertigen insbesondere keine Abwertung von Quer- oder Seiteneinsteiger:innen. Sie verweisen jedoch auf veränderte organisatorische Bedingungen, unter denen Zuständigkeiten, verfügbare Interaktionszeit und kontinuierliche Lernbegleitung gesichert werden müssen.

Unter Knappheitsbedingungen können sich drei kommunikativ relevante Verschiebungen ergeben. *Erstens* wird Interaktionszeit knapper: Rückfragen, formative Rückmeldungen und Beziehungsarbeit stehen stärker unter Zeitdruck. *Zweitens* werden Teilaufgaben häufiger delegiert, etwa an Materialien, digitale Medien, Peer-Strukturen oder weiteres pädagogisches Personal. *Drittens* wächst der Druck zur Standardisierung, obwohl die Lernvoraussetzungen heterogen bleiben. Keine dieser Verschiebungen folgt automatisch aus Personalmangel; sie bezeichnet vielmehr Risiken, die in konkreten schulischen Situationen geprüft werden müssen.

Strukturelle Massnahmen gegen Lehrkräftemangel bleiben prioritär, etwa in Ausbildung, Rekrutierung und Arbeitsbedingungen (Rackles 2024). Technische Systeme lösen diese Aufgaben nicht. Der folgende Zugriff ist enger: Er untersucht, wie kommunikative Teilfunktionen in bereits bestehenden Mangelsituationen unterstützt werden können, ohne Unterricht auf Technik zu verlagern oder professionelle Verantwortung zu unterlaufen.

3. Pädagogische Kommunikation: Raster und Grenzen des Zugriffs

Um KI-gestützte pädagogische Kommunikation nicht allein nach der sprachlichen Plausibilität einzelner Outputs zu beurteilen, wird ein dreidimensionales Raster verwendet. Es knüpft an Arbeiten zur Unterrichtsqualität, formativen Diagnostik und Feedback an (Black und Wiliam 1998; Hamre et al. 2013; Hattie und Timperley 2007; Klieme et al. 2009; Pianta et al. 2008; Praetorius et al. 2018). Das Raster unterscheidet Informationsvermittlung, Beziehungsgestaltung sowie individuelle Förderung und Feedback. Es ist eine analytische Linse, kein vollständiges Modell von Unterricht oder Schule.

Informationsvermittlung. Diese Ebene umfasst Verständlichkeit, Strukturierung, passende Beispiele, Aktivierung von Vorwissen und kognitive

Aktivierung (Baumert et al. 2010; Klieme et al. 2009). Erklärungen sollen Orientierung geben, Lernschritte nachvollziehbar machen und Rückfragen ermöglichen. LLM-basierte Systeme können Erklärvarianten rasch erzeugen. Pädagogisch relevant ist jedoch, ob diese fachlich korrekt, zielgebunden und lernaktivierend sind, statt lediglich fertige Lösungen bereitzustellen.

Beziehungsgestaltung. Diese Ebene umfasst Vertrauen, Zugehörigkeit, Anerkennung, Ermutigung und einen konstruktiven Umgang mit Fehlern. Positive Beziehungsqualität hängt mit Engagement und Lernerfolg zusammen (Cornelius-White 2007; Roorda et al. 2011). Beziehung entsteht über Kontinuität, Verlässlichkeit und sensible situative Deutung. Ein System kann freundlich formulieren, aber keine pädagogische Beziehung im professionellen Sinn übernehmen. Die Simulation von Nähe kann vielmehr falsche Erwartungen und Abhängigkeiten erzeugen.

Individuelle Förderung und Feedback. Diese Ebene umfasst lernstandsbezogene Rückmeldungen, Fehlerdiagnosen, adaptive Hilfen und Reflexionsanlässe. Wirkungsvolles Feedback hilft Lernenden, den nächsten Schritt zu identifizieren und das eigene Vorgehen zu verbessern (Hattie und Timperley 2007; Shute 2008). Feedback kann jedoch auch negative Effekte entfalten, wenn es unangemessen oder fehlerhaft ist (Kluger und DeNisi 1996). Formative Diagnostik erfordert kontinuierliche Rückkopplung und eine Anpassung von Aufgaben an den Lernprozess (Black und Wiliam 1998; Shavelson et al. 2008).

Die Konzentration auf kommunikative Funktionen ist bewusst begrenzt. Unterricht umfasst auch institutionelle Ordnung, Fachlichkeit, Sozialisation, Macht- und Anerkennungsverhältnisse sowie Urteilsbildung. Pädagogische Beziehungen sind strukturell asymmetrisch, und professionelles Handeln bleibt durch situative Ungewissheit geprägt. Es verlangt fallbezogene Deutung, verantwortete Entscheidungen und die Bearbeitung widersprüchlicher Anforderungen (Helsper 2021; Oevermann 1996). Diese Dimensionen lassen sich nicht als standardisierte Funktionen auslagern. Das Raster macht daher unterstützbare Teilbereiche sichtbar, ohne Unterricht funktionalistisch auf Kommunikation zu reduzieren.

Aus dieser Begrenzung folgt ein zentraler Bewertungsmaßstab. Je näher ein Einsatz an Beziehung, Diagnostik, Bewertung oder Schutzentscheidungen rückt, desto weniger genügt technische Plausibilität. Erforderlich sind menschliche Aufsicht, institutionell geklärte Verantwortung und die Möglichkeit, Entscheidungen zu prüfen und zu korrigieren.

4. Vertretende Kommunikation: Begriff, Abgrenzung und Typologie

4.1 Begriffliche Bestimmung

Vertretende Kommunikation bezeichnet im Folgenden ein pädagogisches Arrangement, in dem ein LLM-basiertes System kommunikative Teilfunktionen übernimmt, unterstützt oder ergänzt, die andernfalls einer Lehrkraft zukämen. Der Begriff bezieht sich auf die Funktion des Systems innerhalb einer konkreten Situation, nicht auf eine Zuschreibung menschlicher Intentionalität. Das System trägt keine pädagogische Verantwortung; verantwortlich bleiben Personen und Institutionen, die Ziele setzen, Einsatzbedingungen bestimmen und Ergebnisse prüfen.

Das Konzept besitzt drei aufeinander bezogene Ebenen. *Erstens* dient es analytisch-deskriptiv dazu, Gegenstand und Umfang technischer Delegation zu bestimmen: Welche Funktion wird in welcher Situation übernommen? *Zweitens* eröffnet es eine normative Bewertung: Welche Folgen ergeben sich für Schutz, Fairness, Autonomie, Beziehung und professionelle Verantwortung? *Drittens* lassen sich daraus praktische Designanforderungen ableiten. Diese Reihenfolge ist wichtig. Vertretende Kommunikation ist primär ein Analysebegriff und weder ein bildungspolitisches Ersatzprogramm noch eine technische Machbarkeitsleiter.

Vier Fragen strukturieren die Analyse: Welche kommunikative Funktion wird delegiert? In welchem Umfang geschieht dies? Wer setzt Ziele und kontrolliert Outputs? Welche Möglichkeiten zur Korrektur, zum Widerspruch und zum menschlichen Eingreifen bestehen? Damit wird sichtbar, dass dieselbe Technik je nach Einbettung unterschiedliche pädagogische Rollen einnehmen kann.

4.2 Abgrenzung zu benachbarten Konzepten

Der Begriff schliesst an Debatten über automatisierte beziehungsweise kommunikative KI an, konkretisiert sie jedoch für schulische Situationen eingeschränkter Lehrkraftverfügbarkeit (Hepp et al. 2022). Von *mediatisierter Kommunikation* unterscheidet er sich durch den engeren Fokus auf die Delegation pädagogischer Teilfunktionen und die damit verbundenen Verantwortungsketten (Hepp und Hasebrink 2017). Von *digitaler Lernassistenz*

unterscheidet er sich dadurch, dass auch Ersatzszenarien als kritische Grenzfälle analysiert werden. Von *adaptiven Lernsystemen* unterscheidet sich das Konzept dadurch, dass nicht primär die algorithmische Anpassung von Aufgaben oder Lernpfaden an Lernstände, sondern die Delegation lehrkraftbezogener kommunikativer Teilfunktionen einschliesslich ihrer Verantwortungs- und Kontrollstrukturen im Vordergrund steht. Die Abgrenzung zu klassischen *Intelligent Tutoring Systems* wird in Kapitel 5 vertieft.

Die Typologie kann auf den ersten Blick an das SAMR-Modell erinnern, das technologische Nutzung als Substitution, Augmentation, Modification und Redefinition kategorisiert (Puentedura 2006). Diese Nähe ist begrenzt. SAMR fokussiert die Veränderung von Aufgaben durch Technik und wird unter anderem wegen seiner hierarchischen Lesart sowie der unzureichenden Berücksichtigung von Kontext kritisiert (Hamilton et al. 2016). Die hier entwickelte Typologie beschreibt dagegen keine aufsteigende Qualitätsleiter. Sie ordnet den Grad vertretener Kommunikation ein und fragt nach pädagogischen Folgen, Kontrollmöglichkeiten und normativen Grenzen. Ergänzende Kommunikation ist daher nicht automatisch «höherwertig», Ersatzkommunikation nicht bloss eine niedrigere Entwicklungsstufe.

4.3 Typologie vertretender Kommunikation

Auf Basis des Drei-Ebenen-Rasters lassen sich drei in der Praxis teilweise überlappende Formen unterscheiden. Die Typologie dient dazu, Chancen, Risiken und Verantwortlichkeiten präziser zu lokalisieren.

1. **Vollständige Ersatzkommunikation als heuristische Grenzkonstellation**
Ein System erklärt Inhalte, stellt Aufgaben, reagiert auf Antworten, gibt Feedback und strukturiert Lernprozesse weitgehend selbstständig, während eine Lehrkraft nicht unmittelbar eingreifen kann. Dieser Typ ist kein pädagogisches Leitbild und keine Empfehlung für den schulischen Regelbetrieb. Er dient als zugespitzter Grenzfall, an dem sichtbar wird, welche Dimensionen nicht funktional substituiert werden können. Besonders kritisch sind Beziehung, Schutz, Diagnostik und Bewertung. Sprachlich plausible Ausgaben sichern weder fachliche Verlässlichkeit noch professionelle Verantwortung. Bei Minderjährigen müssen menschliche Präsenz, Aufsicht und klar definierte Eskalationswege erhalten bleiben. Aus lehrendenzentrierter Perspektive entsteht andernfalls eine

potenzielle Schadensdimension, weil Verantwortung ohne ausreichende Kontrolle fortbesteht (Harvey et al. 2025).

2. Unterstützende Assistenzkommunikation

Die Lehrkraft bleibt Regieinstanz; das System übernimmt begrenzte Teilaufgaben, etwa alternative Erklärungen, Übungsvarianten, strukturierte Rückfragen oder vorläufiges Feedback. Ziele, Auswahl und Prüfung bleiben menschlich verantwortet. Assistenz kann vor allem Informationsvermittlung sowie klar eingegrenzte Förder- und Feedbackprozesse entlasten, ohne die Beziehungsebene zu ersetzen.

Auch Assistenz ist nicht risikofrei. Wenn Vorschläge dauerhaft als zuverlässig erlebt werden, kann Verantwortung schleichend verlagert werden. Erforderlich sind deshalb Transparenz über maschinell erzeugte Inhalte, Kontrollmöglichkeiten, definierte Qualitätskriterien und ein Fehlermanagement mit klaren Zuständigkeiten.

3. Ergänzende Kommunikation

Ergänzende Kommunikation ersetzt keine Lehrkraftkommunikation, sondern eröffnet zusätzliche Lern- und Reflexionsräume, etwa durch metakognitive Impulse, Lernjournale, Rollenperspektiven oder strukturierte Dialoge. Auch Peer-Kommunikation kann pädagogisch gerahmt und datenschutzsensibel unterstützt werden.

Dieser Typ ist besonders anschlussfähig an Medienbildung und AI Literacy. Lernende sollen Outputs prüfen, Unsicherheiten erkennen und Rückmeldungen bewusst in ihren Lernprozess integrieren (Jörissen und Marotzki 2009; Long und Magerko 2020; Ng et al. 2021). Das System tritt dabei als Reflexionsmedium, nicht als pädagogische Autorität auf.

Die Typologie ordnet Einsatzweisen, nicht Technologien. Ein und dasselbe LLM-basierte System kann abhängig von Setting, Aufsicht und Aufgabenstellung unterschiedliche Rollen einnehmen. Für die Bewertung ist daher nicht nur die Modellleistung relevant, sondern vor allem die konkrete institutionelle und didaktische Einbettung.

5. ITS und LLM-basierte Systeme: Paradigmenwechsel ohne Qualitätsautomatismus

Intelligent Tutoring Systems (ITS) bilden einen zentralen Bezugspunkt in Debatten über KI in Bildung. Metaanalysen zeigen, dass solche Systeme in klar strukturierten Szenarien wirksam sein können, besonders wenn sie auf definierte Inhalte ausgerichtet sind und Lernende schrittweise durch Aufgaben führen (Alkhatlan und Kalita 2018; Kulik und Fletcher 2016). Klassische ITS beruhen häufig auf domänenspezifischer Wissensmodellierung, vorab definierten Lösungswegen und eingeschränkten Dialogstrukturen. Entwicklung und Anpassung sind aufwendig; Adaptivität bleibt meist auf eng umrissene Lernziele begrenzt.

LLM-basierte Systeme markieren einen Wandel, weil sie Sprache flexibel erzeugen und in vielen Themenfeldern anschlussfähige Beiträge generieren können, ohne dass für jede Domäne umfangreiche Dialogstrukturen vorab modelliert werden müssen (Kasneci et al. 2023). Sie können Erklärungen, Beispiele und Rückfragen variieren. Gerade diese Flexibilität birgt jedoch ein medienpädagogisches Problem: Sprachliche Natürlichkeit kann pädagogische Qualität vorschnell suggerieren. Antworten können fachlich ungenau, didaktisch ungeeignet oder lernzielfern sein. Fehlerdiagnosen können falsch ausfallen, Lösungen zu früh präsentiert und Verantwortlichkeiten verschleiert werden (Dzindolet et al. 2003; Kasneci et al. 2023).

LLM-basierte Systeme sind daher keine bloße Weiterentwicklung klassischer ITS. Während ITS typischerweise auf didaktisch modellierten Regeln und domänenspezifischen Strukturen beruhen, erzeugen Sprachmodelle Beiträge statistisch aus Mustern. Didaktische Qualität entsteht nicht automatisch, sondern durch gezielte Gestaltung und institutionelle Einbettung (Zawacki-Richter et al. 2019). Relevante Ansätze sind kuratierte Wissensbestände, retrievalgestützte Verfahren, Rollenbegrenzungen, Prüfmechanismen und mehrstufige Antwortprozesse, in denen zunächst Verständnisfragen gestellt werden, bevor Rückmeldungen erfolgen (Lewis et al. 2020).

Technische Erweiterungen ersetzen jedoch keine professionelle Verantwortungsstruktur. Auch feinabgestimmte oder retrievalgestützte Systeme bleiben fehlbar. Entscheidend ist deshalb weniger, ob LLM-basierte Systeme grundsätzlich einsetzbar sind, sondern unter welchen Bedingungen ihre Beiträge prüfbar, korrigierbar und pädagogisch verantwortbar in den Unterricht integriert werden können.

6. Selektive indikative Evidenz: Potenziale und eingeschränkte Übertragbarkeit

Die folgende Einordnung ist keine systematische Literaturübersicht und kein schulformspezifischer Wirksamkeitsnachweis. Sie bündelt selektiv Studien, die mögliche Wirkpfade veranschaulichen. Viele Untersuchungen stammen aus Hochschulkontexten, kontrollierten Settings oder klar strukturierten Aufgabenformaten. Ihre Ergebnisse lassen sich daher nicht unmittelbar auf schulische Mangelsituationen übertragen. Sie erlauben Plausibilitätsannahmen, aber keine Empfehlung für den schulischen Regelbetrieb.

Für vollständige Ersatzkommunikation liegt bislang keine hinreichend belastbare Evidenz vor. Zwar legen Kestin et al. (2025) eine randomisierte Studie vor, in der ein speziell designter KI-Tutor gegenüber aktivem Präsenzunterricht höhere Lernzuwächse bei geringerem Zeitaufwand erzielte. Der Tutor folgte jedoch gezielt entwickelten didaktischen Prinzipien, und die Untersuchung bildet weder schulische Aufsichtspflichten noch die Beziehungsebene angemessen ab. Der Befund verweist daher auf Potenziale strukturierter Informationsvermittlung, nicht auf die Substituierbarkeit von Unterricht.

Für assistierende Szenarien liegen mehr anschlussfähige Hinweise vor. Wang et al. (2025) zeigen, dass ein System, das Tutor:innen in Echtzeit Vorschläge macht, Lernleistungen steigern kann, besonders bei weniger erfahrenen Tutor:innen. Pardos und Bhandari (2024) berichten, dass automatisch generierte Hinweise in klar eingegrenzten mathematischen Aufgabenformaten ähnlich wirksam sein können wie menschlich formulierte Hinweise. Diese Befunde sprechen für Assistenz in strukturierten Situationen, sofern Ziele geklärt, Outputs prüfbar und menschliche Kontrolle erhalten bleiben.

Ergänzende Kommunikation zielt stärker auf zusätzliche Lern- und Reflexionsräume. Fischer et al. (2025) zeigen, dass KI-Tutorierung Lernzuwächse unterstützen kann, ohne automatisch zu geringerer Eigenaktivität zu führen, wenn die Nutzung didaktisch gestaltet ist. Thomas et al. (2025) verdeutlichen zugleich, dass die Wirkung nicht allein von der Outputqualität abhängt, sondern davon, ob Lernende Feedback bewusst auswählen und in ihren Lernprozess integrieren.

Systematische Reviews betonen die Heterogenität der Befundlage. Positive Effekte sind häufig an Aufgabenstruktur, Feedbackgestaltung, kuratier- te Materialien und klare Verantwortlichkeiten gebunden; wiederkehrende

Risiken betreffen Fehlantworten, Bias, Datenschutz und Überabhängigkeit (Guizani et al. 2025; Shi et al. 2025). Zudem moderiert digitale Kompetenz die Nutzung von Feedback (Yaseen et al. 2025). Für schulische Kontexte folgt daraus ein Forschungsbedarf: Notwendig sind realitätsnahe Evaluationen, die neben Lernzuwächsen auch Schutz, Nebenfolgen, organisatorische Bedingungen und unterschiedliche Altersgruppen berücksichtigen.

7. Risiken, Nebenfolgen und ethische Leitlinien

Für die medienpädagogische Bewertung vertretender Kommunikation lassen sich mehrere verbundene Risikoachsen unterscheiden. Eine zentrale betrifft *Bias und Fairness*. Grosse Sprachmodelle reproduzieren Muster aus Trainingsdaten und können Verzerrungen verstärken, was Diskriminierung, Ausschluss oder die Verfestigung von Ungleichheiten begünstigen kann (Bender et al. 2021; Weidinger et al. 2022). Im schulischen Kontext wiegt dies besonders schwer, denn Rückmeldungen prägen Selbstbilder, Motivation und Bildungswege. Fairness ist daher Bestandteil pädagogischer Verantwortung und kein technisches Zusatzkriterium (NIST 2023).

Eng damit verbunden sind *Datenschutz und Datenökonomie*. Generative KI ist häufig in Plattforminfrastrukturen eingebettet, in denen Lern- und Interaktionsdaten ökonomisch relevant werden können. Diese Datafizierung verschiebt Bildungspraktiken in Umgebungen, deren Logiken nicht primär pädagogisch motiviert sind (van Dijck, Poell und de Waal 2018). Besonders problematisch ist dies bei sensiblen Daten, Minderjährigen und asymmetrischen Machtverhältnissen. Die UNESCO (2023) betont deshalb Datenschutz, Altersangemessenheit und klare Governance-Strukturen als Voraussetzungen für den Einsatz generativer KI in Bildung.

Eine weitere Achse betrifft *Abhängigkeit und Delegationsdrift*. Die Automationsforschung zeigt, dass Menschen automatisierte Vorschläge insbesondere unter Zeitdruck übernutzen, unzureichend prüfen oder unkritisch übernehmen können (Dzindolet et al. 2003; Parasuraman und Riley 1997). In Bildungskontexten ist dies heikel, weil Urteilsbildung selbst ein Bildungsziel ist. Problematisch wird Delegation insbesondere dann, wenn Assistenz schleichend professionelle Entscheidungen ersetzt, etwa bei Diagnostik, Feedback oder Bewertung.

Die Beziehungsebene verlangt besondere Aufmerksamkeit. Menschen adressieren Technik sozial und schreiben ihr Intentionalität zu (Nass und

Moon 2000). Menschenähnliche Sprache und TTS können diese Zuschreibungen verstärken. Dadurch kann die Grenze zwischen hilfreicher Interaktion und Irreführung verschwimmen (Peter et al. 2025; Placani 2024). Systeme dürfen deshalb weder strategische Nähe noch pädagogische Autorität inszenieren. Gerade gegenüber Minderjährigen müssen Funktionsgrenzen erkennbar bleiben.

AI Literacy ist vor diesem Hintergrund Teil einer kritisch-reflexiven Medienbildung. Sie umfasst die Fähigkeit, Outputs einzuordnen, Quellen und Unsicherheiten zu prüfen, Grenzen zu erkennen und über den Einsatz von Ergebnissen verantwortlich zu entscheiden (Long und Magerko 2020; Ng et al. 2021; UNESCO 2023). Diese Kompetenz darf nicht als individuelle Bringschuld verstanden werden. Schulen und Anbieter müssen Systeme so gestalten, dass kritische Prüfung möglich und zumutbar bleibt.

Aus den Risikoachsen lassen sich sechs Leitlinien als Arbeitsrahmen ableiten (Harvey et al. 2025; NIST 2023): *Erstens* gilt Datensparsamkeit, möglichst verbunden mit kontrollierbaren Datenflüssen. *Zweitens* braucht es Transparenz über den maschinellen Status, Datenflüsse und Funktionsgrenzen. *Drittens* ist Fairness fortlaufend zu prüfen. *Viertens* müssen Autonomie, Opt-out, Einsicht und korrigierbare Entscheidungen gesichert sein. *Fünftens* sind Verantwortungsketten für Auswahl, Aufsicht und Eskalation klar festzulegen. *Sechstens* braucht es Beziehungsgrenzen: *Systeme dürfen keine menschliche Nähe oder Autorität vortäuschen.*

Vertretende Kommunikation ist damit keine rein technische Frage. Sie betrifft institutionelle Gestaltung, pädagogische Verantwortung und normative Zielklarheit. In Kapitel 8 wird anhand des IEC illustriert, wie assistierende und ergänzende Kommunikation gestaltet werden können, ohne den Prototyp als Wirksamkeitsnachweis zu missverstehen.

8. Praxisartefakt: IEC als illustrativer Gestaltungsprototyp

Der *Individual Educational Chatbot* (IEC) wird im Rahmen dieses Beitrags als illustrativer Gestaltungsprototyp eingeordnet. Er nutzt lokal betriebene Modelle und erlaubt die Konfiguration von Rollenprofilen, Systemprompts und Wissensbereichen (Pietrusky 2024, 2025). Der IEC ist ausdrücklich nicht als Ersatz für Lehrkräfte konzipiert. Er dient als Beispiel dafür, wie Anforderungen aus der Typologie technisch und didaktisch konkretisiert

werden können. Seine Darstellung ersetzt weder eine schulformspezifische Evaluation noch einen Wirksamkeitsnachweis.

In der Typologie adressiert der IEC vor allem assistierende und ergänzende Kommunikation. Er kann Erklärungen, Beispiele und strukturierende Rückfragen variieren. Zugleich kann die Konfiguration selbst zum Lerngegenstand werden: Wenn Lernende Prompts und Rollenprofile entwickeln, klären sie Ziele, prüfen Annahmen und reflektieren, wie technische Vorgaben Dialoge strukturieren. Der Chatbot wird dadurch weniger als Antwortmaschine denn als Medium metakommunikativer Reflexion eingesetzt.

IEC-Merkmal	Bezug zur Typologie	Pädagogische Funktion	Schutzanforderung
lokal betriebene Modelle	Assistenz / Ergänzung	kontrollierbare Datenflüsse; begrenzte technische Abhängigkeit	Datensparsamkeit; geregelte Zugriffe; transparente Speicherung
konfigurierbare Wissensbereiche	Assistenz	fachliche Eingrenzung und nachvollziehbare Materialien	kuratierte Quellen; Kennzeichnung von Unsicherheit
Rollenprofile und Systemprompts	Assistenz / Ergänzung	sichtbare Rollenbegrenzung; Reflexion über Vorgaben	keine simulierte Autorität oder strategische Nähe
strukturierende Rückfragen	Assistenz	Aktivierung statt vorschneller Lösungsausgabe	Prüfbarkeit; Eskalation bei Unsicherheit
gemeinsame Reflexion von Outputs	Ergänzung	Aufbau von AI Literacy und Urteilskompetenz	pädagogische Begleitung; Widerspruchsmöglichkeit

Tab. 1: Zuordnung ausgewählter IEC-Merkmale zur Typologie vertretender Kommunikation.

Die Entscheidung für lokal betriebene Modelle erleichtert kontrollierbare Datenflüsse, löst aber nicht automatisch didaktische oder ethische Probleme. Erforderlich bleiben Rollenbegrenzungen, kuratierte Materialien, transparente Protokollierung und klar definierte Zuständigkeiten. Der IEC illustriert damit eine Designrichtung: Technische Konfiguration soll Agency nicht verdecken, sondern sichtbar und pädagogisch bearbeitbar machen.

9. Diskussion

Die Diskussion folgt einer medienpädagogischen Leitfrage: Wie verändern LLM-basierte Systeme Bildungsarrangements, wenn sie in pädagogische Kommunikation eingebunden werden? Im Mittelpunkt steht daher nicht nur, ob einzelne Antworten brauchbar sind. Entscheidend ist, wie technische Strukturen Lern- und Handlungsmöglichkeiten eröffnen, begrenzen und normativ prägen (Jörissen und Marotzki 2009; Spanhel 2011). Die weiteren Theorieperspektiven werden als Prüfsteine genutzt, nicht zu einer Gesamtheorie zusammengeführt.

Aus verständigungsorientierter Perspektive ist zu fragen, ob die Beiträge eines Systems wirklich Verständigung unterstützen oder nur den Eindruck von Verständigung erzeugen (Habermas 1981). Gerade bei vollständiger Ersatzkommunikation kann ein solcher Eindruck problematisch werden, weil Wahrhaftigkeit, situative Angemessenheit und Verantwortungsbezug nicht technisch garantiert sind. Eine systemtheoretische Perspektive lenkt den Blick stärker auf Anschlussfähigkeit (Luhmann 1981). Dann geht es nicht nur um einzelne Antworten, sondern auch um Routinen, die durch Datenbasis, Retrieval-Materialien, Plattformlogiken und Protokollierung entstehen.

Praxistheoretisch betrachtet hängt der Einsatz nicht allein vom System ab. Entscheidend ist, wer es in welcher Situation nutzt, welche Routinen dabei entstehen und welche Organisationskultur den Einsatz rahmt (Hepp und Hasebrink 2017; Mascheroni und Siibak 2021). Professionstheoretisch zeigt sich zugleich eine Grenze: Pädagogisches Handeln bleibt fallbezogen, unsicher und verantwortungsgebunden. Beziehung, Anerkennung, Diagnostik und Bewertung lassen sich deshalb nicht als einzelne Funktionen auslagern (Helsper 2021; Oevermann 1996).

Daran schliesst die Frage nach Agency an. Wer legt Rollen fest? Wer wählt Wissensbestände aus? Wer prüft Feedback, entscheidet über Eskalation und trägt Verantwortung? In KI-gestützten Arrangements kann sich Agency unbemerkt in technische Vorgaben und Plattformstrukturen verschieben (Esposito 2024; Hepp et al. 2022). Lokale und konfigurierbare Systeme können Transparenz und Datensouveränität stärken. Sie ersetzen aber keine pädagogische Begleitung, keine institutionellen Regeln und keine kritische Prüfung der Outputs.

Der theoretische Eigenbeitrag des Konzepts liegt damit in einer doppelten Klärung. Vertretende Kommunikation macht sichtbar, welche

lehrkraftbezogenen Kommunikationsanteile technisch übernommen, unterstützt oder ergänzt werden. Zugleich verbindet der Begriff diese Delegation mit professioneller Verantwortung, normativen Grenzen und medienpädagogischer Gestaltung. So lassen sich verschiedene Einsatzweisen vergleichen, ohne Pädagogik auf technisch bearbeitbare Funktionen zu reduzieren.

10. Fazit und Ausblick

Der Beitrag hat «vertretende Kommunikation» als heuristisch-analytisches Konzept eingeführt. Er beschreibt, in welchem Umfang LLM-basierte Systeme kommunikative Teilfunktionen übernehmen, assistieren oder ergänzen und welche pädagogischen Folgen daraus entstehen. Die Verbindung mit dem Drei-Ebenen-Raster aus Informationsvermittlung, Beziehungsgestaltung sowie individueller Förderung und Feedback ermöglicht eine differenzierte Bewertung. Zugleich wurden die Grenzen des Rasters ausdrücklich benannt: Unterricht und Schule gehen nicht in kommunikativen Funktionen auf.

Vollständige Ersatzkommunikation ist als heuristische Grenzkonstellation zu verstehen, nicht als Leitbild. Sie macht sichtbar, dass Beziehung, Schutz, Diagnostik, Bewertung und professionelle Verantwortung nicht durch sprachlich plausible Ausgaben gesichert werden. Assistenzkommunikation ist realistischer, weil die Lehrkräfte Regieinstanz bleibt und das System sie bei klar eingegrenzten Teilaufgaben unterstützt. Ergänzende Kommunikation ist besonders anschlussfähig, wenn sie Selbststeuerung, Reflexion und AI Literacy stärkt und Systeme als Reflexionsmedien statt als Autoritäten positioniert.

Für Forschung und Entwicklung ergeben sich drei Desiderate. *Erstens* braucht es schulformspezifische Evaluationen unter realistischen Bedingungen, die Lernzuwächse, Nebenfolgen, Schutzfragen und organisatorische Bedingungen gemeinsam berücksichtigen. *Zweitens* ist Designforschung zu Rollenprofilen, kuratierten Wissensbeständen, Feedbacklogiken und transparentem Fehlermanagement erforderlich. *Drittens* bedarf es einer normativ-theoretischen Klärung, welche Mindeststandards menschlicher Präsenz und Verantwortung in pädagogischen Situationen unverzichtbar sind.

Viele Risiken existieren auch in der Mensch-zu-Mensch-Kommunikation. Der Unterschied liegt jedoch in ihrer Skalierung und Struktur. Technische Systeme können problematische Muster kontextübergreifend reproduzieren und Verantwortlichkeiten verdecken; zugleich lassen sich ihre Vorgaben prinzipiell dokumentieren und prüfen. Vertretende Kommunikation ist deshalb weder eine einfache Notlösung noch ein Ersatzprogramm. Sie ist ein Anlass, medienpädagogisch genauer zu bestimmen, welche Formen technischer Unterstützung Bildungsprozesse stärken und wo institutionell gesicherte Grenzen gezogen werden müssen.

Transparenzhinweis zum KI-Einsatz

Teile des Manuskripts wurden an einzelnen Stellen sprachlich mit ChatGPT 5.5 überarbeitet; zudem wurde ChatGPT 5.5 zur Unterstützung bei der Literaturrecherche (Suche nach Vornamen) genutzt. Übersetzungen erfolgten mit DeepL. Alle KI-Vorschläge wurden manuell geprüft und ggf. substantiell überarbeitet. Autorenschaft und Verantwortung liegen beim Autor.

Literatur

- Alkhatlan, Ali, und Jugal Kalita. 2018. «Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments». Preprint. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1812.09628>.
- Baumert, Jürgen, Mareike Kunter, Werner Blum, Martin Brunner, Thamar Voss, Alexander Jordan, Uta Klusmann, Stefan Krauss, Michael Neubrand, und Yi-Miau Tsai. 2010. «Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress». *American Educational Research Journal* 47 (1): 133–80. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>.
- Bender, Emily M., Timnit Gebru, Angelina McMillan-Major, und Shmargaret Shmitchell. 2021. «On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big?» In *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–23. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>.
- Black, Paul, und Dylan Wiliam. 1998. «Assessment and classroom learning». *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 5 (1): 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>.
- Cornelius-White, Jeffrey H. D. 2007. «Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta-analysis». *Review of Educational Research* 77 (1): 113–43. <https://doi.org/10.3102/003465430298563>.

- Dohmen, Dieter. 2024. *Lehrkräftemangel! Und kein Ende in Sicht* (FiBS-Forum Nr. 79). Berlin: Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS).
- Dzindolet, Mary T., H. Patrick Beck, Leigh G. Pierce, und Lisa A. Dawe. 2003. «The role of trust in automation reliance». *International Journal of Human-Computer Studies* 58 (6): 697–718. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00038-7).
- Espósito, Elena. 2024. *Kommunikation mit unverständlichen Maschinen*. Wien, Salzburg: Residenz-Verlag.
- Fischer, Mira, Holger A. Rau, und Rainer Michael Rilke. 2025. «AI tutoring enhances student learning without crowding out reading effort». IZA Discussion Paper No. 18338. <https://docs.iza.org/dp18338.pdf>.
- Geis-Thöne, Wido. 2022. *Lehrkräftebedarf und -angebot bis 2035: Szenariorechnungen zum INSM-Bildungsmonitor* (Gutachten für die INSM). Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.
- Guizani, Sana, Talha Mazhar, Taimoor Shahzad, Waseem Ahmad, Aisha Bibi, und Hakim Hamam. 2025. «A systematic literature review to implement large language model in higher education: Issues and solutions». *Discover Education* 4 (Article 35). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00424-7>.
- Habermas, Jürgen. 1981. *Theorie des kommunikativen Handelns*. 2 Bde. Frankfurt a. M.
- Hamilton, Erica R., Joshua M. Rosenberg, und Mete Akcaoglu. 2016. «The substitution augmentation modification redefinition (SAMR) model: A critical review and suggestions for its use». *TechTrends* 60 (5): 433–41. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>.
- Hamre, Bridget K., Robert C. Pianta, Jason T. Downer, Jamie DeCoster, Andrew J. Mashburn, Stephanie M. Jones, Julia L. Brown, Emily Cappella, Marc Atkins, Sandra E. Rivers, Marc A. Brackett, und Atsushi Hamagami. 2013. «Teaching through interactions: Testing a developmental framework of teacher effectiveness in over 4,000 classrooms». *The Elementary School Journal* 113 (4): 461–87. <https://doi.org/10.1086/669616>.
- Harvey, Emma, Allison Koenecke, und René F. Kizilcec. 2025. «Don't forget the teachers: Towards an educator-centered understanding of harms from large language models in education». In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25)*. <https://doi.org/10.1145/3706598.3713210>.
- Hattie, John, und Helen Timperley. 2007. «The power of feedback». *Review of Educational Research* 77 (1): 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>.
- Helsper, Werner. 2021. *Professionalität und Professionalisierung pädagogischen Handelns: Eine Einführung*. Opladen und Toronto: Barbara Budrich. <https://doi.org/10.36198/9783838554600>.
- Hepp, Andreas, und Uwe Hasebrink. 2017. «Kommunikative Figurationen. Ein konzeptioneller Rahmen zur Erforschung kommunikativer Konstruktionsprozesse in Zeiten tiefgreifender Mediatisierung». *Medien & Kommunikationswissenschaft* 65 (2): 330–47. <https://doi.org/10.5771/1615-634X-2017-2-330>.

- Hepp, Andreas, Wiebke Loosen, Stephan Dreyer, Julian Jarke, Sabine Kannengießer, Christian Katzenbach, Rainer Malaka, Michaela Pfadenhauer, Cornelius Puschmann, und Wolfgang Schulz. 2022. «Von der Mensch-Maschine-Interaktion zur kommunikativen KI: Automatisierung von Kommunikation als Gegenstand der Kommunikations- und Medienforschung». *Publizistik* 67 (4): 449–74. <https://doi.org/10.1007/s11616-022-00758-4>.
- Jörissen, Benjamin, und Winfried Marotzki. 2009. *Medienbildung – eine Einführung: Theorie – Methoden – Analysen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kasneci, Enkelejda, Katharina Sessler, Stefan Küchemann, Maria Bannert, Darja Dementieva, Frank Fischer, Urs Gasser, Georg Groh, Stephan Günemann, Eyke Hüllermeier, Stephan Krusche, Gitta Kutyniok, Tomer Michaeli, Christian Nerdel, Jürgen Pfeffer, Oleksandra Poquet, Michael Sailer, Andreas Schmidt, Tina Seidel, Matthias Stadler, Jörg Weller, Johannes Kuhn, und Gabriele Kasneci. 2023. «ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education». *Learning and Individual Differences* 103: 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>.
- Kestin, Greg, Kelly Miller, Anna Klaes, Timothy Milbourne, Fadel Reif, et al. 2025. «AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting». *Scientific Reports* 15 (Article 17458). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97652-6>.
- Klemm, Klaus. 2022. *Entwicklung von Lehrkräftebedarf und -angebot in Deutschland bis 2035* (Gutachten im Auftrag des Verbandes Bildung und Erziehung). Frankfurt a. M.: Verband Bildung und Erziehung.
- Klemm, Klaus, und Dirk Zorn. 2024. *Weniger Geburten, mehr Lehrkräfte: Spielraum für die Grundschulentwicklung*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Klieme, Eckhard, Christina Pauli, und Kurt Reusser. 2009. «The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms». In *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom*, herausgegeben von Tomáš Janík und Tina Seidel, 137–60. Münster: Waxmann.
- Kluger, Avraham N., und Angelo DeNisi. 1996. «The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory». *Psychological Bulletin* 119 (2): 254–84. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.119.2.254>.
- Kulik, James A., und J. D. Fletcher. 2016. «Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review». *Review of Educational Research* 86 (1): 42–78. <https://doi.org/10.3102/0034654315581420>.
- Lewis, Patrick, Ethan Perez, Aleksandra Piktus, Fabio Petroni, Vladimir Karpukhin, Naman Goyal, Heinrich Küttler, Mike Lewis, Wen-tau Yih, Tim Rocktäschel, Sebastian Riedel, und Douwe Kiela. 2020. «Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks». arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.11401>.

- Long, Duri, und Brian Magerko. 2020. «What is AI literacy? Competencies and design considerations». In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>.
- Luhmann, Niklas. 1981. «Die Unwahrscheinlichkeit der Kommunikation». In *Soziologische Aufklärung 3: Soziales System, Gesellschaft, Organisation*, 25–34.
- Mascheroni, Giovanna, und Andra Siibak. 2021. *Datafied childhoods*. Bern: Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/b17460>.
- Nass, Clifford, und Youngme Moon. 2000. «Machines and mindlessness: Social responses to computers». *Journal of Social Issues* 56 (1): 81–103. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>.
- National Institute of Standards and Technology (NIST). 2023. *Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0)* (NIST AI 100-1). <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/nist.ai.100-1.pdf>.
- Ng, Daniel T. K., Jessica K. L. Leung, Kevin W. S. Chu, und Maggie S. Qiao. 2021. «Conceptualizing AI literacy: An exploratory review». *Computers and Education: Artificial Intelligence* 2: 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>.
- Oevermann, Ulrich. 1996. «Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns». In *Pädagogische Professionalität: Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns*, herausgegeben von Arno Combe und Werner Helsper, 70–182. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Parasuraman, Raja, und Victor Riley. 1997. «Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse». *Human Factors* 39 (2): 230–53. <https://doi.org/10.1518/001872097778543886>.
- Pardos, Zachary A., und Shreya Bhandari. 2024. «ChatGPT-generated help produces learning gains equivalent to human tutor-authored help on mathematics skills». *PLOS ONE* 19 (5): e0304013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304013>.
- Peter, Sandra, Kai Riemer, und Jevin D. West. 2025. «The benefits and dangers of anthropomorphic conversational agents». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 122 (22): e2415898122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2415898122>.
- Pianta, Robert C., Karen M. La Paro, und Bridget K. Hamre. 2008. *Classroom Assessment Scoring System (CLASS) manual, K-3*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Pietrusky, Stefan. 2024. «Promoting AI literacy in higher education: Evaluating the IEC-V1 chatbot for personalized learning and educational equity». Preprint. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.16165>.
- Pietrusky, Stefan. 2025. *INDIVIDUAL EDUCATIONAL CHATBOT (IEC) V2* (Version 1.0.0) [Computer software]. <https://github.com/stefanpietrusky/IEC>.
- Placani, Adriana. 2024. «Anthropomorphism in AI: Hype and fallacy». *AI and Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00419-4>.
- Praetorius, Anna-Katharina, Eckhard Klieme, Benjamin Herbert, und Pia Pinger. 2018. «Generic dimensions of teaching quality: The German framework of Three Basic Dimensions». *ZDM Mathematics Education* 50 (3): 407–26. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>.

- Puentedura, Ruben R. 2006. «Transformation, Technology, and Education». Präsentation im Rahmen der Workshops *Strengthening Your District Through Technology*, 18. August. Hippasus. Zugriff am 3. Juni 2026. <https://hippasus.com/resources/tte/>.
- Rackles, Mark. 2024. Maßnahmen gegen den Lehrkräftemangel 2024: Systematisierung bisheriger Vorschläge und Praxisansätze sowie Bewertung für 20 Einzelmaßnahmen. GEW / Max-Traeger-Stiftung. <https://www.gew.de/fileadmin/media/publikationen/hv/Schule/Lehrerarbeitsmarkt/20240916-GEW-MTS-Studie-Massnahmen-gegen-Lehrkraeftemangel-web-final.pdf>.
- Roorda, Debora L., Helma M. Y. Koomen, Janneke L. Spilt, und Frans J. Oort. 2011. «The influence of affective teacher–student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach». *Review of Educational Research* 81 (4): 493–529. <https://doi.org/10.3102/0034654311421793>.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK). 2025. *Lehrkräfteeinstellungsbedarf und -angebot in der Bundesrepublik Deutschland 2024–2035* (Dokumentation Nr. 2). Statistische Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz. <https://urlz.fr/v2iE>.
- Shavelson, Richard J., D. Brian Young, C. C. Ayala, Paul R. Brandon, Erin M. Furtak, María A. Ruiz-Primo, Mary K. Tomita, und Yao Yin. 2008. «On the impact of curriculum embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers». *Applied Measurement in Education* 21 (4): 295–314. <https://doi.org/10.1080/08957340802347647>.
- Shi, Yuhong, Kun Yu, Yifei Dong, und Fang Chen. 2025. «Large language models in education: A systematic review of empirical applications, benefits, and challenges». *Computers and Education: Artificial Intelligence* 10: 100529. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100529>.
- Shute, Valerie J. 2008. «Focus on formative feedback». *Review of Educational Research* 78 (1): 153–89. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>.
- Spanhel, Dieter. 2011. «Medienbildung als Grundbegriff der Medienpädagogik: Begriffliche Grundlagen für eine Theorie der Medienpädagogik». In *Medienbildung und Medienkompetenz: Beiträge zu Schlüsselbegriffen der Medienpädagogik*, herausgegeben von Heinz Moser, Petra Grell, und Horst Niesyto, 95–120. München: kopæd.
- Statistisches Bundesamt (Destatis). 2025a. «Gut jede zehnte Lehrkraft an allgemeinbildenden Schulen war im Schuljahr 2023/24 Quer- oder Seiteneinsteigerin und -einsteiger» (Pressemitteilung Nr. N030, 4. Juni). <https://urlz.fr/v2iN>.
- Statistisches Bundesamt (Destatis). 2025b. «Teilzeitquote bei Lehrkräften an allgemeinbildenden Schulen auf 43,1 Prozent im Schuljahr 2023/24 gestiegen» (Pressemitteilung Nr. N042, 13. August). <https://urlz.fr/v2iO>.
- Thomas, Danielle R., Conrad Borchers, Shambhavi Bhushan, Erin Gatz, Shivang Gupta, und Kenneth R. Koedinger. 2025. «LLM-generated feedback supports learning if learners choose to use it». arXiv. <https://arxiv.org/abs/2506.17006>.

- Tulodziecki, Gerhard, Bardo Herzig, und Silke Grafe. 2021. *Medienbildung in Schule und Unterricht: Grundlagen und Beispiele*. 3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn/Stuttgart: Julius Klinkhardt/UTB. <https://doi.org/10.36198/9783838557465>.
- UNESCO. 2023. *Guidance for generative AI in education and research*. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>.
- van Dijck, José, Thomas Poell, und Martijn de Waal. 2018. *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190889760.001.0001>.
- Wang, Rose E., Ana T. Ribeiro, Carly D. Robinson, Susanna Loeb, and Dorottya Demszky. (2025). «Tutor CoPilot: A Human-AI Approach for Scaling Real-Time Expertise». EdWorkingPaper No. 24-1056. Retrieved from Annenberg Institute at Brown University: <https://doi.org/10.26300/81nh-8262>.
- Weidinger, Laura, Lisa Anne Hendricks, Laura Rimell, William Isaac, Jeffrey Haas, Seán Legassick, Georg Irving, und Iason Gabriel. 2022. «Taxonomy of risks posed by language models». In *Proceedings of the 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*. New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533088>.
- Yaseen, Husam, Abdelaziz Saleh Mohammad, Najwa Ashal, Hesham Abusaimeh, Ahmad Ali, und Abdel-Aziz Ahmad Sharabati. 2025. «The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive AI tools on student engagement: The moderating role of digital literacy». *Sustainability* 17 (3): 1133. <https://doi.org/10.3390/su17031133>.
- Zawacki-Richter, Olaf, Victoria I. Marín, Melissa Bond, und Franziska Gouverneur. 2019. «Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators?» *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 16 (Article 39). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.