

Künstliche Intelligenz in der Grundschule

Einleitung

Dieses Positionspapier baut auf der Stellungnahme „Primarstufenbildung und digitale Transformation“ (DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe, 2022) auf und fokussiert dabei Konsequenzen, die sich für die Grundschule und die auf die Grundschule bezogene Forschung aufgrund aktueller Entwicklungen zu Künstlicher Intelligenz ergeben.

Künstliche Intelligenz (KI) bewirkt diverse Transformationsprozesse in menschlichen Erfahrungen und Beziehungen. Es stellen sich Fragen dazu, wie KI die Art, wie Menschen leben, lernen und arbeiten verändert. KI kann erstmals kognitiv-kreative Aufgaben übernehmen, die bisher ausschließlich Menschen vorbehalten waren. Dies stellt Grundannahmen über menschliche Einzigartigkeit (Coeckelbergh, 2020) und Bildungsziele in Frage.

Auch im unterrichtlichen Handeln sind die Begleitung und Strukturierung von schulischen Praktiken und Lernprozessen durch KI möglich. Grundschulkinder interagieren bereits heute vielfach bewusst und unbewusst mit algorithmischen Empfehlungs- und Sprachassistenzsystemen oder Lern-Apps (Scheiter et al., 2025). Erstmals wachsen Kinder dabei in einer Welt auf, in der sie erleben, dass KI-Systeme in kognitiven Bereichen menschliche Leistungen übertreffen. Dies führt zu bisher unbekannten psychologischen Herausforderungen und Forschungsdesiderata (bspw. Fragen der Identitätsentwicklung, Lernmotivation, Beziehungskompetenz) (Hoffman et al., 2021). Zudem sind KI-Systeme vielfach in Kinderspielzeug inkludiert, sind in Suchmaschinen und Smartphones integriert und begegnen Kindern auch in digitalen Assistenzsystemen wie Siri oder Alexa (Irion & Kuzu, 2025). Dies ist eine Entwicklung, die durch die rapide digitale Durchdringung unserer Gesellschaft aller Voraussicht nach weiter zunehmen wird und es bedeutsam erscheinen lässt, ein kritisches Verständnis dafür zu kultivieren, wie KI gesellschaftliche und kulturelle Transformationsprozesse prägt und diese mitgestaltet werden können. Zugleich eröffnen regulatorische Initiativen wie der EU AI Act (European Parliament, 2025), die EU-Empfehlung für Lehrkräfte (European Commission: Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, 2022) oder die KMK-Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen (KMK, 2024), aber auch das OECD-Literacy Framework for Primary and Secondary Education (OECD, 2025), einen normativen Rahmen, in dem Schutzinteressen, Teilhaberechte und Bildungsaufträge der Schule neu kalibriert und dabei auch ethische Fragen thematisiert werden. Allerdings wird mit diesen Initiativen nur ein Bruchteil der Chancen und Herausforderungen adressiert; zudem sind diese angesichts der dynamischen Entwicklungslage fortwährend auf Aktualität und Passung hin zu prüfen.

Eine frühzeitige Gestaltung KI-bezogener Lehr-Lernprozess in der Primarstufe ist essenziell, um informationsethische Urteilsfähigkeit, algorithmische Literalität und inklusionsorientierte Partizipationskompetenz als Grundlage selbstbestimmter Teilhabe in einer KI-dominierten Gesellschaft zu kultivieren. Angesichts einer Gesellschaft, die zunehmend von KI-Technologien und Artefakten KI-durchdrungen ist und der damit verbundenen gesellschaftlich-kulturellen Transformationen, werden in diesem Papier in fünf Fokusbereichen Impulse für die Weiterentwicklung der Grundschulbildung in der Grundschule postuliert: (1) Erweiterung der Digitalen Grundbildung um AI-Literacy; (2) Lehren und Lernen in einer KI-geprägten Welt; (3) Inklusion und Verringerung von sozialen Ungleichheiten durch Künstliche Intelligenz; (4) Professionalisierung im Kontext von Künstlicher Intelligenz; (5) Grundschulbezogene Forschung zu Künstlicher Intelligenz.

Fokusbereich 1: Erweiterung der Digitalen Grundbildung um AI-Literacy

Im Hinblick auf die Entwicklungen im Bereich Künstlicher Intelligenz stellt sich die Frage, wie das im vorhandenen Positionspapier der DGfE-Kommission (2022) postulierte Konzept der Digitalen Grundbildung um Kompetenzen für die digital-medial geprägte und gestaltbare Welt (Irion, 2020) um primarstufenspezifische AI-Literacy zu erweitern ist. Welche Kompetenzen bezogen auf Grundschullehrkräfte und Grundschulkinder im Spezifischen bedeutsam sind, gilt es zukünftig zu klären. Aufbauend auf dem Konzept der Digitalen Grundbildung

kann das RANG-Modell (Reflexion, Analyse, Nutzung, Gestaltung) als Orientierung für die primarstufenspezifische Ausdifferenzierung von AI-Literacy genutzt werden, um Einseitigkeiten in der Auseinandersetzung mit der Thematik zu verhindern und Diskussionen zu notwendigen Gegenwarts- und Zukunftskompetenzen anzuregen (Autenrieth et al., 2025/i.D.; Irion et al., 2023).

In dem derzeit in Entwurfsfassung vorliegenden¹ AI-Literacy Framework der OECD wird AI-Literacy beschrieben in Bezug auf Wissen, Kompetenzen und Haltungen für einen souveränen und kritischen Umgang mit Künstlicher Intelligenz (OECD, 2025). In PISA 2029 werden erstmals KI-Kompetenzen (*Media & Artificial Intelligence Literacy, MAIL*) erfasst. Die Förderung von AI-Literacy kann durch die Berücksichtigung basaler und kindgemäßer Informatikkonzepte angebahnt werden (z.B. zu Algorithmen, Promptingprozessen bzw. -engineering, Datencodierung und zur Funktionsweise vernetzter Informatiksysteme) (Pohlmann-Rother et al., 2025; Schmid et al., 2018). Darüber hinaus ist es erforderlich, didaktische Zugänge zu entwickeln, die aktuelle KI-Entwicklungen berücksichtigen, welche weniger der klassischen Logik von Algorithmen folgen, sondern in Analogie zu menschlichen Bedeutungsbildungsprozessen und durch kontinuierliche Anpassungen auf große Datenmengen operieren (Li et al., 2025). Fragen der konkreten Umsetzung und didaktischen Gestaltung sind dabei noch vertieft zu untersuchen (vgl. Fokusbereich 5). Aus grundschulpädagogischer Perspektive ist dabei insbesondere die Bedeutung kindlicher Perspektiven (Duit, 1997) und kindlicher Kulturen (Nießeler, 2020) für den Aufbau von AI-Literacy zu berücksichtigen.

Durch die multimodalen generativen und kommunikativen Potenziale Künstlicher Intelligenz ist dieses grundlegende KI-Verständnis interdisziplinär einzubetten in bestehende Wissensbestände zur digitalen Bildung, um Wissen zu medialen Strukturen und Funktionen, zu gesellschaftlichen und kulturellen Wechselwirkungen sowie zu individuellen Interaktions- und Nutzungsformen grundschulpädagogisch ausdifferenzieren (Brinda et al., 2019; Peschel et al., 2025). AI-Literacy gilt es dabei universell und barrierefrei zu implementieren, um digitale Exklusionsrisiken zu minimieren und Chancengerechtigkeit in KI-geprägten Bildungskontexten zu gewährleisten.

Des Weiteren können als Zukunftskompetenzen im Hinblick auf KI-Entwicklungen spezifiziert werden: Empathie und Resonanzfähigkeit als Fähigkeit, echte Verbindungen zu anderen Menschen zu schaffen sowie Gemeinschaftsorientierung; Visionäres Leadership (z.B. Fragen der Zielorientierung und Zielkommunikation für die Steuerung von KI-Systemen); Intrinsische Motivation und Neugier (in Zeiten, in denen KI viele Antworten kennt); Resilienz und Ambiguitätstoleranz (für den Umgang mit kontinuierlicher Ungewissheit und Wandel); Lebenslanges Lernen als Haltung und Praxis sowie Selbstwertregulation.

Fokusbereich 2: Lehren und Lernen in einer KI-geprägten Welt

Empirische Untersuchungen zum Nutzen von digitalen Medien im Grundschulunterricht belegen seit langem, dass positive Lerneffekte nur dann verlässlich eintreten, wenn digitale Medien durchdacht orchestriert und elaboriert in einem qualitativ hochwertigen Unterricht eingesetzt werden (Böhme et al., 2020; Hattie, 2023; Prieto et al., 2011; Schaumburg, 2018); dazu bedarf es einer grundlegenden Änderung von Lehr- und Lernprozessen vor dem Hintergrund der Kultur der Digitalität (Hauck-Thum, 2021; Irion & Knoblauch, 2021).

Künstliche Intelligenz kann Lehrkräfte bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts unterstützen. Auch Kinder können in ihren Lernprozessen in der Wahrnehmung und Nutzung des Unterrichtsangebots insbesondere durch sanktionsfreie Rückmeldesysteme, multimediale Assistenzsysteme (Schulz & Schmid-Meier, 2024) sowie eine differenzierte Erfassung des Lernstands und adaptive Lernbegleitung gefördert werden. Auf diese Weise können auch Tiefenstrukturen des Unterrichts, wie kognitive Aktivierung oder Strukturierung, aber auch die effektive Nutzung von Lernzeit unterstützt werden. Durch die Nutzung von Künstlicher Intelligenz sind zukünftig auch datengestützte Adaptionen von technologischen Lehr-Lern-Systemen an spezifische Kontext- und Lernvoraussetzungen bei Lernenden, Lehrkräften und Schulen möglich.

Im Grundschulalter kann die Auseinandersetzung mit KI vor allem spielerisch und alltagsnah erfolgen, damit Kinder früh ein Grundverständnis dafür erwerben, wie KI funktioniert. Sie können erfahren, welche Chancen und

¹ Stand: 27.8.2025

Grenzen KI im eigenen Lernen und in ihrem Alltag hat. Zugleich kann der Anthropomorphisierung von KI entgegengewirkt werden.

Formate der Leistungsfeststellung und Leistungsrückmeldung gilt es im Zeitalter von KI kritisch zu überdenken und kreativ weiterzuentwickeln, um den komplexen Lernprozessen in KI-geprägten Lernumgebungen gerecht zu werden (Hauck-Thum, 2025; KMK, 2024).

Die Nutzung von Künstlicher Intelligenz im Unterricht birgt aber auch die Gefahr der Verkürzung von Bildungsprozessen auf technologisch instruktional ausgerichtete Wissens- und Kompetenzvermittlungsprozesse, in denen explorierend-entdeckende, kooperative, problem- und lebensweltorientierte Lernerfahrungen und entsprechende selbstgesteuerte Kompetenzentwicklungen unberücksichtigt bleiben. Damit diese Verengung vermieden wird und die Potenziale von Künstlicher Intelligenz bildungsorientiert wirksam werden, ist sowohl die Professionalisierung der Lehrkräfte als auch die Orientierung an neuen Lern-, Lehr- und Prüfungsverfahren in der Digitalität (vgl. etwa KMK, 2021) von besonderer Bedeutung (vgl. Fokusbereich 4).

Fokusbereich 3: Inklusion und Verringerung von sozialen Ungleichheiten durch Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz ist hinsichtlich der gravierenden und stabilen sozialen Ungleichheiten im Bildungssystem in Deutschland (Bachsleitner et al., 2022) zugleich als Chance wie auch als Herausforderung und Risiko zu sehen. KI-Tools können bisherige Möglichkeiten für die Gestaltung inklusiver Lernumgebungen, mit denen allen Kindern individualisierte Unterstützungsmöglichkeiten angeboten werden, revolutionieren und dazu beitragen, dass Benachteiligungen im Unterricht stärker abgebaut werden (Beudt et al., 2024); zugleich bergen sie jedoch das Risiko, bestehende Ungleichheiten durch unkritische Nutzung oder selektive Zugänglichkeit zu verstärken. Künstliche Intelligenz bietet dabei sowohl im häuslichen Umfeld als auch im Unterricht Chancen, Lernprozesse zu individualisieren und (zum Beispiel sprachliche) Barrieren abzubauen. So kann die Teilhabe von Schüler:innen mit diversen Lernvoraussetzungen durch Multimodalität, Interaktivität und Adaptivität ermöglicht werden (z.B. Frisch et al., 2025). Darüber hinaus können Text-Bild-Sprach-Übersetzungen und Übertragungen sprachbezogene Diskriminierung (Lange et al., 2024) im Unterricht verringern und es so ermöglichen, dass mehrsprachige Kinder ihre sprachlichen Ressourcen im Unterricht lernförderlicher nutzen (Kuzu, 2025; Kuzu et al., 2025; Lange & Pohlmann-Rother, 2025; Schulz & Gunkel, 2025).

Die einfache und kostenlose Nutzung von KI (die durch den Staat für alle Kinder gewährleistet sein müsste) kann gerade Kindern aus benachteiligten Familien Unterstützungsmöglichkeiten bieten, um entwicklungs- und bildungsbezogene Herausforderungen entgegenzuwirken, die sich durch fehlende Ressourcen und Bildungsnähe im familiären Kontext ergeben. Den Grundstein für einen zielgerichteten, effizienten Umgang mit KI-Systemen gilt es in der Grundschule zu legen. Voraussetzungen dafür sind: (1) Technische Infrastruktur (flächendeckender Zugang zu qualitativ hochwertigen, entwicklungsgerechten KI-Tools); (2) Pädagogische Konzepte; (3) Lehrkräftequalifikation (Kompetenzen für adaptive und komplementäre KI-Nutzung); (4) Systemische Unterstützung (Schulentwicklung und Ressourcen für nachhaltige Implementation); (5) eine gezielte Diagnose und Förderung von Kompetenzen der Kinder; (6) Beratungsangebote für Erziehungsberechtigte, um die Kinder bei der Nutzung und beim Kompetenzerwerb zu unterstützen.

Gleichzeitig können Vorurteile verstärkt werden, wenn Trainingsdaten verzerrt sind oder Kinder mit nur eingeschränktem Zugang zu Künstlicher Intelligenz (auf Grund von Bezahlschranken) von qualitativ hochwertigeren KI-Modellen ausgeschlossen werden. Langfristig ist der Anstieg von sozialer Ungleichheit zu befürchten, wenn AI-Literacy (für die produktive und selbstbestimmte Nutzung von Künstlicher Intelligenz unabdingbar) nicht gezielt im Grundschulbereich bei allen Kindern gefördert wird (siehe Fokusbereich 1).

Fokusbereich 4: Professionalisierung im Kontext von Künstlicher Intelligenz

Bereits im Positionspapier von 2022 wurde konstatiert, dass die Professionalität von Grundschullehrkräften in Fragen der Digitalität entwickelt werden soll. Dies gilt verstärkt unter den neuen Herausforderungen und Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz: Aus Sicht der DGfE-Kommission werden unverändert die individuelle Beziehungsgestaltung und Lernbegleitung durch die Lehrkraft sowie die Beziehungen zwischen Lehrkraft,

Lerngruppen bzw. Klassen und anderen professionell an Schulen Tätigen konstitutive Elemente von Bildungsprozessen an Grundschulen bleiben.

Lehrkräfte an Grundschulen stehen dabei vor einer dreifachen Herausforderung: In Bezug auf die Lernenden ist es 1) ihre Aufgabe, den Aufbau von AI-Literacy der Kinder zu begleiten. Dabei sind 2) geschützte Erfahrungsräume für Kinder zu schaffen, die, orientiert an der außerschulischen Lebenswelt der Kinder, auch datenrechtlich sichere Verfahren zum Erwerb dieser Kompetenzen (OECD, 2025) ermöglichen. Darüber hinaus stehen sie 3) vor der Herausforderung, ihre eigene AI-Literacy weiterzuentwickeln, darauf bezogene Lerngelegenheiten und Fortbildungsangebote zu nutzen sowie ihre eigene Rolle als Lehrkraft in Bezug auf Fragen der Digitalität zu reflektieren. Professionelle AI-Literacy sollte sich dabei nicht auf rein anwendungsorientierte Aspekte (Tool-Picking) beziehen, sondern – orientiert an Modellen für Digitalitätsprofessionalisierung – auch die Reflexion der Wechselwirkungen von Kultur, Gesellschaft und KI berücksichtigen und sich nicht nur auf technologische Entwicklungen beschränken (Brinda et al., 2019; Thyssen et al., 2023). Dazu bedarf es der Bereitschaft, grundlegende habituelle Muster zu reflektieren und zu verändern sowie mit Unsicherheiten und mit Nicht-Wissen produktiv umzugehen (Autenrieth, 2025)

Für eine bildungswirksame Integration von Künstlicher Intelligenz in den Unterricht ist vor diesem Hintergrund die Professionalisierung von Lehrkräften von besonderer Bedeutung, um einen reflektierten und kontrollierten Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Bildungsprozessen zu erzielen, beispielsweise bei der KI-gestützten Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen (Kuzu et al., 2025). Lehrkräfte benötigen ein Verständnis davon, wie Künstliche Intelligenz ihre eigene Arbeit – von automatisierter Aufgabenerstellung bis zu Lernstandsanalysen – aber auch das Lernen und Aufwachsen von Kindern verändert. Gleichzeitig brauchen Lehrkräfte eine Vorstellung davon, wie KI die Kompetenzentwicklung von Schüler:innen sowie ihre eigene pädagogische Arbeit sinnvoll unterstützen kann. Zugleich müssen Lehrkräfte darauf vorbereitet werden, KI-gestützte Transformationsprozesse beständig in ihrer Praxis aktiv zu gestalten und im Sinne transformativer Bildung kritisch-reflexiv in ihre pädagogische Praxis zu integrieren.

Die drei Phasen der Lehrkräftebildung sollten Lehrkräfte dazu befähigen, algorithmische Verzerrungen zu erkennen, Schutzrechte von Kindern zu wahren und KI gezielt zur Förderung von barrierefreier Teilhabe einzusetzen. Eine besondere Rolle spielt dabei der Einsatz von Systemen der Künstlichen Intelligenz, die durch eine geprüfte Benutzendenfreundlichkeit (Usability) und Zugänglichkeit (Accessibility) für alle Kinder nutzbar sind – auch für Kinder in noch frühen Phasen des Schriftspracherwerbs. Ein kohärentes Professionalisierungskonzept bedarf der Verzahnung der drei Phasen der Lehrkräftebildung: Grundlagenwissen, ethische Reflexionen und wissenschaftlich fundierte sowie evaluierte Unterrichtsexperimente im Studium, begleitete Unterrichtsversuche im Referendariat und schulbezogene Fortbildungscluster im Beruf. Die kontinuierliche und schnelle Weiterentwicklung von KI-Systemen impliziert Bedarfe für Fort- und Weiterbildungen für berufstätige Lehrkräfte auch unter dem Gesichtspunkt von lebenslangem Lernen im Lehrberuf.

Fokusbereich 5: Grundschulbezogene Forschung zu Künstlicher Intelligenz

Bezogen auf alle zuvor ausgeführten Fokusbereiche steht die Grundschulforschung vor der Aufgabe, in den spezifisch grundschulpädagogischen und -didaktischen Fragen zügig zu fundierter empirischer Evidenzbasierung zu kommen.

Dazu gehört es, altersangemessene, transdisziplinäre Bildungskonzepte für AI-Literacy zu entwickeln und deren Umsetzung zu evaluieren (Yim, 2024), ferner standardisierte Instrumente zur Messung von AI-Literacy zu entwickeln und zu evaluieren (Chung et al., 2025), um den Erwerb und die Weiterentwicklung von AI-Literacy sichtbar zu machen. Eine adäquate individuelle Förderung von AI-Literacy erfordert zudem die Entwicklung von passenden Diagnoseinstrumenten (vgl. Theurer et al., 2024). Ebenso ist die alters- und entwicklungspsychologisch fundierte Beobachtung der Entwicklung im Primarbereich zum Thema KI erforderlich, um zu klären, ab wann Kinder spezifische Konzepte – etwa die Unterscheidung zwischen menschlichen und maschinellen Akteur:innen in robotischen Kontexten – kognitiv fassen und reflektieren können.

Für die Unterrichtsforschung ist angesichts der hohen Dynamik von KI-Systemen grundlagenorientierte Forschung zur KI-Nutzung um iterative Entwicklungs- und Forschungsmethoden wie z.B. Design-Based-Research-Ansätze zu erweitern, um so Einblicke in Interaktionsprozesse zwischen Lehrenden, Lernenden und KI-Systemen zu bekommen, um die Komplexität des Praxisfelds Schule und Chancen und Hürden des KI-Einsatzes zu analysieren (Jocham et al., 2025; Kuzu, 2025). In geschützten Forschungsräumen gilt es, innovative Lösungen zu entwickeln, um die Zukunftsfähigkeit von Forschungsergebnissen zu gewährleisten.

Des Weiteren bedarf es empirischer Studien, in denen die Professionalisierungsprozesse von Lehrkräften evaluiert werden, indem die Wirksamkeit verschiedener Aus- und Fortbildungsformate verglichen werden. Zudem ist zu überprüfen, wie Schulentwicklungsprozesse mit KI-Schwerpunkt langfristig Lernkulturen beeinflussen.

Bedeutsam für die kritisch-konstruktive Weiterentwicklung einer Digitalen Grundbildung unter Berücksichtigung von KI ist es, neben den Potenzialen auch die Risiken zu analysieren, um darauf aufbauend zu Handlungssicherheit für alle relevanten Akteur:innen zu kommen. Es gilt, gerade auch die Ambivalenzen von Künstlicher Intelligenz hinsichtlich Persönlichkeitsrechten und sozialer Ungleichheiten (Autenrieth et al., 2025/i.D.) systematisch zu untersuchen, etwa durch Studien zu bias-sensibler Bildung, durch didaktische Entwicklungsforschung für geeignete Tools und Praktiken oder durch Wirkungsanalysen adaptiver Lern-Apps für Kinder mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen.

Ausblick

Künstliche Intelligenz konfrontiert die Grundschule grundlegend mit der Aufgabe, Basiskompetenzen zu sichern und zugleich Zukunftskompetenzen aufzubauen, ohne soziale Spaltungen zu vertiefen. Dabei gilt es auch Probleme der KI-Entwicklung für das Aufwachsen von Kindern, aber auch allgemein für die Gesellschaft im Blick zu behalten. Gelingt dies, kann die Grundschule zu einem Ort werden, an dem Kinder früh lernen, die Funktionsweisen von KI zu verstehen und die Ergebnisse und Auswirkungen kritisch zu reflektieren, kreativ und lernförderlich zu nutzen, um so zu mündigen Gestalter:innen ihrer KI-geprägten Welt heranzuwachsen.

Sinnvoll eingesetzt können KI-Technologien durch adaptive Förderkonzepte insbesondere auch den Erwerb grundlegender Kulturtechniken unterstützen. Sie können zudem dazu genutzt werden, um den Erwerb von Gegenwarts- und Zukunftskompetenzen zu unterstützen. Dafür braucht es empirische Grundschulforschung, die Praxisnähe mit interdisziplinärer Tiefe verbindet und eine Lehrkräftebildung, die eingebunden ist in gesellschaftliche Entwicklungsprozesse und Fragen der Schulentwicklung und Technikinnovation mit demokratischer Teilhabe und Schutz von Kinderrechten verschränkt.

Autor:innen: *Thomas Irion, Sarah Désirée Lange, Sanna Pohlmann-Rother (im Auftrag des Vorstands)*

Critical Friends: *Larissa Ade, Daniel Authenrieth, Nadine Bergner, Petra Büker, Uta Hauck-Thum, Ilonca Hardy, Andreas Hartinger, Taha Ertuğrul Kuzu, Dirk Menzel, Sabine Martschinke, Markus Peschel, Lea Schulz*

Literaturangaben:

- Autenrieth, D. (2025). *Transformative Bildungsprozesse und Partizipation. Eine empirische Untersuchung im Kontext von Künstlicher Intelligenz und der Lehrkräftebildung*. München: kopaed.
- Autenrieth, D., Schluchter, J.-R. & Schulz, L. (2025/i.D.). AI is all you need? Künstliche Intelligenz, gesellschaftliche Teilhabe und Perspektiven transformativer Bildung auf die Herausforderungen eines AI Divide. *Zeitschrift für Inklusion*.
- Bachsleitner, A., Lämmchen, R. & Maaz, K. (Hrsg.) (2022). *Soziale Ungleichheit des Bildungserwerbs von der Vorschule bis zur Hochschule. Eine Forschungssynthese zwei Jahrzehnte nach PISA*. Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830996248>
- Beudt, S., Feichtenbeiner, R., Blanc, B. & Pinkwart, N. (2024). Inklusion durch künstliche Intelligenz? Zur Rolle und Bedeutung KI-gestützter Assistenztechnologien für Menschen mit Behinderungen. In K. Gondlach, B. Brinkmann, M. Brinkmann & J. Plath (Hrsg.), *Regenerative Zukünfte und künstliche Intelligenz*. Band 2: PEOPLE (S. 143–161). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-44852-3_12
- Böhme, R., Munser-Kiefer, M. & Prestridge, S. (2020). Lernunterstützung mit digitalen Medien in der Grundschule: Theorie und Empirie zur Wirkweise zentraler Funktionen und Gestaltungsmerkmale. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00066-3>
- Brinda, T., Brüggem, N., Diethelm, I., Knaus, T., Kommer, S., Kopf, C. et al. (2019). Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt - ein interdisziplinäres Modell. In A. Pasternak (Hrsg.), *Informatik für alle 18. GI-Fachtagung Informatik und Schule* (S. 25–34). Dortmund: Gesellschaft für Informatik.
- Chung, K., Kim, S., Jang, Y., Choi, S. & Kim, H. (2025). Developing an AI literacy diagnostic tool for elementary school students. *Education and Information Technologies*, 30, 1013–1044. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13097-w>
- Coeckelbergh, M. (2020). *AI Ethics. The MIT Press Essential Knowledge Series*. Cambridge, MA: The MIT press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/12549.001.0001>
- DGfE-Kommission Grundschulforschung und Pädagogik der Primarstufe (2022). *Positionspapier Primarstufenbildung und digitale Transformation*. Verfügbar unter: https://www.dgfe.de/fileadmin/OrdnerRedakteure/Sektionen/Sek05_SchPaed/GFPP/2022_Stellungnahmepapier_Digitalisierung_Grundschulforschung.pdf [Zugriff am 28.08.2025].
- Duit, R. (1997). Alltagsvorstellungen und Konzeptwechsel im naturwissenschaftlichen Unterricht – Forschungsstand und Perspektiven für den Sachunterricht der Primarstufe. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.), *Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt* (S. 233–246). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- European Commission: Directorate-General for Education, Youth Sport Culture. (2022). *Ethische Leitlinien für Lehrkräfte über die Nutzung von KI und Daten für Lehr- und Lernzwecke*. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union. <https://doi.org/10.2766/494>
- European Parliament (2025). *EU AI Act: first regulation on artificial intelligence*. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence> [Zugriff am 28.08.2025].
- Frisch, H., Ratz, C., Warmdt, J. & Pohlmann-Rother, S. (2025). “Hands on iPad” – How do students with intellectual disability participate in media aspects of digital and inclusive teaching? *Research in Developmental Disabilities*, 160, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2025.104961>
- Hattie, J. (2023). *Visible learning, the sequel: A synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>
- Hauck-Thum, U. (2025). Generative KI bereits in der Grundschule? *Grundschule*, 57(2), 7–9.

- Hauck-Thum, U. (2021). Grundschule und die Kultur der Digitalität. In U. Hauck-Thum & J. Noller (Hrsg.), *Was ist Digitalität? Philosophische und pädagogische Perspektiven* (S. 73-82). Stuttgart: Metzler.
- Hoffman, A., Owen, D. & Calvert, S. L. (2021). Parent Reports of Children's Parasocial Relationships with Conversational Agents: Trusted Voices in Children's Lives. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(4), 606–617. <https://doi.org/10.1002/hbe2.271>
- Irion, T. (2020). Digitale Grundbildung in der Grundschule: Grundlegende Bildung in der digital geprägten und gestaltbaren, mediatisierten Welt. In M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter. Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 49–81). München: kopaed.
- Irion, T. & Knoblauch, V. (2021). Lernkulturen in der Digitalität. Von der Buchschule zum zeitgemäßen Lebens- und Lernraum im 21. Jahrhundert. In M. Peschel (Hrsg.), *Kinder lernen Zukunft. Didaktik der Lernkulturen* (Reihe Beiträge zur Reform der Grundschule, 153, S. 122–145). Frankfurt am Main: Grundschulverband. <https://doi.org/10.25656/01:24387>
- Irion, T. & Kuzu, T. E. (2025). Künstliche Intelligenz in der Primarstufe – Chancen, Herausforderungen, Perspektiven. *Grundschule aktuell*, 170, 3–6. <https://doi.org/10.25656/01:33137>
- Irion, T., Peschel, M. & Schmeinck, D. (2023). Grundlegende Bildung in der Digitalität. Was müssen Kinder heute angesichts des digitalen Wandels lernen? In T. Irion, M. Peschel & D. Schmeinck (Hrsg.), *Grundschule und Digitalität: Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele* (Reihe Beiträge zur Reform der Grundschule, 155, S. 18–42). Frankfurt am Main: Grundschulverband. <https://doi.org/10.25656/01:25820>
- Jocham, T., Wilhelm, H. & Lange, S. D. (2025). Professionalisierung von angehenden Grundschullehrkräften zum Thema Algorithmen – Entwicklung eines Seminarkonzepts mit Design-Based Research. In S. Pohlmann-Rother, U. Schmid, T. Jocham, S. D. Lange & A. Gärtig-Dauchs (Hrsg.), *Informatische Bildung in der Grundschule* (Reihe Grundschule heute). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf [Zugriff am 28.08.2025].
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2024). *Handlungsempfehlung für die Bildungsverwaltung zum Umgang mit Künstlicher Intelligenz in schulischen Bildungsprozessen. Themenspezifische Handlungsempfehlung (Beschluss der Bildungsministerkonferenz vom 10.10.2024)*. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_10_10-Handlungsempfehlung-KI.pdf [Zugriff am 28.08.2025].
- Kuzu, T. E. (2025). Using ChatGPT and 'multilingualism cards' in multilingual classrooms - An explorative action-research study of Primary School learners' translanguaging processes. In S. Schnebel, T. E. Kuzu, A. Kürzinger, S. Immerfall, G. Bernhard & R. Grassinger (Hrsg.), *Heterogenität gestalten – starke Grundschulen entwickeln* (Band 6, S. 185–206). Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783818850340>
- Kuzu, T. E., Irion, T. & Bay, W. (2025). AI-based task development in teacher education: an empirical study on using ChatGPT to create complex multilingual tasks in the context of primary education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13673-8>
- Lange, S. D., Alhallak, Z. & Ploher, A. (2024). „Sie dürfen sich nicht auf ihrer Muttersprache unterhalten und das finde ich tatsächlich auch gut“ – Sprachbezogene Diskriminierung in der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 17, 247–262. <https://doi.org/10.1007/s42278-024-00212-6>
- Lange, S. D. & Pohlmann-Rother, S. (2025). Didaktische Funktionen zum lernförderlichen Nutzen von Familiensprachen im Grundschulunterricht – Perspektivierungen aus grundschultheoretischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 71(4), 509–529. <https://doi.org/10.3262/zp2504509>

- Li, Y., Michaud, E. J., Baek, D. D., Engels, J., Sun, X. & Tegmark, M. (2025). The Geometry of Concepts: Sparse Autoencoder Feature Structure. *Entropy*, 27(4), 344. <https://doi.org/10.3390/e27040344>
- Nießeler, A. (2020). *Kulturen des Sachunterrichts. Bildungstheoretische Grundlagen und Perspektiven der Didaktik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [OECD] (2025). *Empowering learners for the age of AI: An AI literacy framework for primary and secondary education (Review draft)*. Verfügbar unter https://ailiteracyframework.org/wp-content/uploads/2025/05/AILitFramework_ReviewDraft.pdf [Zugriff am 28.08.2025].
- Peschel, M., Gryl, I., Goll, T., Dunker, N., Kosler, T., Struck, C. et al. (2025). Sachunterricht und KI. *Grundschule aktuell*, 170, 16–17.
- Pohlmann-Rother, S., Jocham, T., Schmid, U., Lange, S. D. & Gärtig-Daug, A. (2025). *Informatische Bildung in der Grundschule* (Reihe Grundschule heute). Stuttgart: Kohlhammer.
- Prieto, L. P., Dlab, M. H., Gutiérrez, I., Abdulwahed, M. & Balid, W. (2011). Orchestrating technology enhanced learning: a literature review and a conceptual framework. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(6), 583–598. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2011.045449>
- Schaumburg, H. (2018). Empirische Befunde zur Wirksamkeit unterschiedlicher Konzepte des digital unterstützten Lernens. In: N. McElvany, F. Schwabe, W. Bos, H. G. Holtappels (Hrsg.), *Digitalisierung in der schulischen Bildung - Chancen und Herausforderungen* (S. 27-40). Münster: Waxmann.
- Scheiter, K., Bauer, E., Omarchevska, Y., Schumacher, C. & Sailer, M. (2025). *Künstliche Intelligenz in der Schule: Eine Handreichung zum Stand in Wissenschaft und Praxis*. Verfügbar unter https://www.empirische-bildungsforschung-mbfsfj.de/img/KI_Review_20250318_Veroeffentlichung.pdf [Zugriff am 28.08.2025].
- Schmid, U., Weitz, K. & Gärtig-Daug, A. (2018). Informatik in der Grundschule. *Informatik-Spektrum*, 41(3), 200–207. <https://doi.org/10.1007/s00287-018-1103-4>
- Schulz, L. & Gunkel, G. (2025). Der Einsatz generativer KI zur Förderung des Textverstehens im schulischen Fachunterricht. Strategien zur Individualisierung des Lernprozesses. In L. Baum & G. Günay (Hrsg.), *Künstliche Intelligenz in DaF/DaZ* (Reihe DaF/DaZ in Forschung und Lehre, Band 7, S. 163–176).
- Schulz, L. & Schmid-Meier, C. (2024). Assistive Technologien und Künstliche Intelligenz: Ein KI-Kompetenzmodell zum Einsatz im Klassenzimmer. *#schuleverantworten*, 1, 35–43. <https://doi.org/10.53349/schuleverantworten.2024.i1.a397>
- Theurer, C., Jocham, T. & Pohlmann-Rother, S. (2024). Digitalkompetenzen von Grundschulkindern: Unfassbar und vermessen?! *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 57, 165–195. <https://doi.org/10.21240/mpaed/57/2024.04.30.X>
- Thyssen, C., Huwer, J., Irion, T. & Schaal, S. (2023). From TPACK to DPACK: The „Digitality-Related Pedagogical and Content Knowledge“-Model in STEM-Education. *Education Sciences*, 13(8), 769. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/8/769>
- Yim, I. H. Y. (2024). A critical review of teaching and learning artificial intelligence (AI) literacy: Developing an intelligence-based AI literacy framework for primary school education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100319>