

Langwagen, Imo; Menke, Marvin; Thörner, Mattis; Tran, Quynh; Zeqiri, Adrian

Article — Published Version

Potentiale der Inklusion in der Schule mithilfe von KI

HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik

Provided in Cooperation with:

Springer Nature

Suggested Citation: Langwagen, Imo; Menke, Marvin; Thörner, Mattis; Tran, Quynh; Zeqiri, Adrian (2025) : Potentiale der Inklusion in der Schule mithilfe von KI, HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, ISSN 2198-2775, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, Vol. 62, Iss. 6, pp. 1383-1403, <https://doi.org/10.1365/s40702-025-01220-5>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/335088>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



Potentiale der Inklusion in der Schule mithilfe von KI

Imo Langwagen · Marvin Menke · Mattis Thörner · Quynh Tran ·
Adrian Zeqiri

Eingegangen: 22. August 2025 / Angenommen: 20. Oktober 2025 / Online publiziert: 11. November 2025
© The Author(s) 2025

Zusammenfassung Diese Studie untersucht, wie KI-gestützte Anwendungen zur Förderung inklusiver Lernprozesse für Schüler:innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf gestaltet werden können. Auf Basis des Design-Science-Research-Ansatzes werden theoretische Modelle mit praxisorientiertem Designwissen und qualitativen Expert:inneninterviews verknüpft. Daraus entstehen Gestaltungsprinzipien für sieben Förderschwerpunkte, die in einem exemplarischen Unterrichtsszenario veranschaulicht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass KI Lehrkräfte insbesondere bei der Strukturierung, Differenzierung und beim Feedback unterstützen kann, pädagogische Beziehungen jedoch unersetzlich bleiben. Wirksamkeit zeigt sich vor allem in homogenen Gruppen mit kognitiven oder motorischen Bedarfen, während in heterogenen Klassen persönliche Interaktionen zentral bleiben. Übergreifend fördern Struktur, Stabilität, Individualisierung und soziale Integration den Erfolg KI-gestützter Lernumgebungen. Das Szenario verdeutlicht das Potential von KI unter idealen Bedingungen, macht zugleich aber deutlich, dass eine vollständige Umsetzung in der schulischen Praxis derzeit kaum realistisch ist. Der Beitrag liefert damit einen

Imo Langwagen · Marvin Menke · ✉ Mattis Thörner · Quynh Tran · Adrian Zeqiri
Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung: Service-Informationssysteme, Technische Universität
Braunschweig, Braunschweig, Deutschland
E-Mail: mattis.thoerner@tu-braunschweig.de

Imo Langwagen
E-Mail: i.langwagen@tu-braunschweig.de

Marvin Menke
E-Mail: marvin.menke@tu-braunschweig.de

Quynh Tran
E-Mail: quynh.tran@tu-braunschweig.de

Adrian Zeqiri
E-Mail: a.zeqiri@tu-braunschweig.de

theoretisch fundierten und praxisorientierten Rahmen zur Entwicklung inklusiver KI-Lösungen im schulischen Kontext.

Schlüsselwörter Inklusion · KI · Lernen · Schule · Sonderpädagogik

Potentials of Inclusion in Schools through the Use of Artificial Intelligence

Abstract This paper explores how AI-supported applications can foster inclusive learning for students with special educational needs. Following a Design Science Research approach, it combines theoretical frameworks with conceptual design work and qualitative expert insights. The study develops design principles for seven areas of special educational support, illustrated through an exemplary classroom scenario. Findings indicate that AI can effectively assist teachers in structuring, differentiating, and providing feedback, yet cannot replace pedagogical relationships. The approach proves particularly beneficial in more homogeneous groups with cognitive or motor needs, while heterogeneous settings still rely on strong personal interaction. Structure, stability, individualization, and social integration emerge as key success factors for inclusive learning environments. The scenario illustrates the potential of AI under ideal conditions but also highlights that full implementation in everyday school practice remains difficult to achieve. The paper thus provides a theoretically grounded and practice-oriented framework for developing inclusive AI solutions in education.

Keywords Inclusion · AI · Learning · School · Special education

1 Einleitung

Das Recht auf inklusive Bildung gilt in Deutschland seit 2009 durch das Inkrafttreten der UN-Behindertenrechtskonvention (Kroworsch 2023). Dennoch bleiben strukturelle Herausforderungen für Schulen und inhaltliche Barrieren für Schüler:innen bestehen (Kroworsch 2023). Inklusion bedeutet dabei, einen gleichberechtigten Zugang zur Bildung durch den Abbau von Hindernissen und Ausgrenzungen zu ermöglichen. Das heißt, Schüler:innen können unabhängig von ihren individuellen Fähigkeiten oder Beeinträchtigungen gemeinsam lernen. Gleichzeitig geht es um die barrierefreie Gestaltung von Inhalten und Anwendungen, damit jeder aktiv und selbstbestimmt am Unterricht teilnehmen kann. Dabei gibt es Kinder mit unterschiedlichen Stärken und Unterstützungsbedarfen. Manche Schüler:innen benötigen nur punktuelle Förderung, während andere einen sonderpädagogischen Förderbedarf haben und von gezielten Anpassungshilfen im Schulunterricht profitieren. Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) können hierbei Potentiale zur verbesserten Inklusion für Schüler:innen darstellen (Cornelsen Verlag GmbH 2025), um bedarfsgerechte Unterstützungsmöglichkeiten bereitzustellen. Der Einsatz von KI gewinnt zunehmend an Relevanz im Bildungsbereich (UNESCO 2021). Mehr als jede:r Zwei-

te (53 %) in Deutschland hat bereits generative KI genutzt, laut Umfrage der Forsa im Auftrag des TÜV-Verbands im Oktober 2024 (Künstner 2024). Dieser Wert verzeichnete ein Wachstum zum Vorjahr von über 40 % (Wert aus Oktober 2023 37 %).

Bislang ist der Stand der Forschung zum Einsatz von KI im Zusammenhang mit den sonderpädagogischen Förderschwerpunkten gering (Rice und Dunn 2023). Es werden größtenteils spezifische Einsatzbereiche für die Nutzung von KI in der Bildung behandelt oder allgemeinpädagogische Unterstützungskontexte untersucht. Es mangelt an konkreten Gestaltungsprinzipien für das Lernen und Lehren, die für jeden Förderschwerpunkt zugeschnitten und in multistrukturellen Bildungsinstitutionen einsetzbar sind.

Aus diesem Grund untersucht die vorliegende Arbeit, wie KI-gestützte Anwendungen zur inklusiven Schulbildung für Schüler:innen mit sonderpädagogischem Förderbedarf gestaltet werden können. Dabei werden sowohl technologische als auch pädagogische Rahmenbedingungen einbezogen und durch Expert:innen-Einschätzungen ergänzt, um bestehende Herausforderungen systematisch zu adressieren.

2 Vorgehensweise

2.1 Grundsätze des Design-Science-Research

Die Vorgehensweise im Projekt orientiert sich an den Grundsätzen des Design-Science-Research (DSR), wie sie Hevner (Hevner et al. 2004, 2007) in seinem Drei-Zyklen-Modell darstellt.

Das DSR der Wirtschaftsinformatik folgt dem Prinzip des Forschens durch Gestalten und vereint dabei praktische Relevanz mit wissenschaftlicher Rigorosität. Hevner (Hevner et al. 2004, 2007), ein wesentlicher Begründer des DSR stellt hierzu die entsprechende Forschung in drei Zyklen dar. Kern ist der Design-Zyklus, der ein Artefakt, z. B. eine Software, aber auch gesamte Informationssysteme, gestaltet und evaluiert. Dabei kommt der Anstoß für dieses Artefakt aus der Praxis, beispielsweise aus einer praktischen Problemstellung. In einem Relevance-Cycle stößt diese die Gestaltung des Artefakts an und gibt, als Zielstellung Gestaltungshinweise oder einen evaluierten Prototyp an die Praxis zurück. Die Gestaltung des Artefakts wiederum baut auf bestehendem Wissen auf, z. B. aus Theorien angrenzender Wissenschaften, wie der Psychologie. In einem sogenannten Rigor-Cycle wird dieses Wissen in die Gestaltung einbezogen, und, nach Evaluation des Artefakts, wird die Wissensbasis um neues Wissen ergänzt. Dabei entsteht in der Wirtschaftsinformatik insbesondere auch Gestaltungswissen in Form von Design-Prinzipien. Diese sind bereits mehrfach geprüfte Gestaltungshinweise, die sich häufig erst über mehrere Forschungsvorhaben bewähren. Erste Gestaltungsvorschläge werden häufig als Design-Guidelines bezeichnet.

Es ist demnach für ein Projekt nach den Prinzipien des DSR wichtig, dass es

1. von einer Problemstellung ausgeht, die aus der Praxis kommt,
2. die Gestaltung eines Artefakts auf Basis bereits bestehenden Wissens vornimmt,

3. anstrebt, letztlich zu Gestaltungswissen beizutragen, und
4. die Erkenntnisse des Projekts auch evaluiert.

2.2 Vorgehensweise im Projekt

Im vorliegenden Projekt ergibt sich die Problemstellung aus dem bereits in der Einleitung angesprochenen Recht auf inklusive Bildung in Deutschland, mit einem Fokus auf Schulen. Das angestrebte Artefakt ist die Gestaltung eines Klassenraums, der mithilfe von Künstlicher Intelligenz eine inklusive Bildung aller Schüler:innen erlaubt. Da die Wissensbasis bestehender Theorien und Konzepte hierzu bislang, nach den vorliegenden Recherchen, nur sehr wenige Erkenntnisse umfasst, wurde zunächst auf Wissen zu unterschiedlichen Beeinträchtigungen bei Schüler:innen, auf bestehendes Wissen zu den Potentialen von KI sowie auf Erkenntnisse zum Lernen und Lehren mithilfe von Technologien zurückgegriffen. Auf dieser Basis entstanden Ideen, wie KI bei unterschiedlichen Formen von Beeinträchtigung unterstützen kann (vgl. Kap. 4 – Designwissen). Diese veranschaulichten Ideen sowie die daraus abgeleiteten ersten Ansätze für Design-Guidelines wurden in teilstandardisierten Interviews von Expert:innen aus der Lehre von Kindern mit Beeinträchtigungen evaluiert (vgl. Kap. 5 – Ergebnisse). Es ergeben sich daraus evaluierte Gestaltungsprinzipien, die zum Teil allgemein, zum Teil aber nur für verschiedene Gruppen von Schüler:innen mit Beeinträchtigungen gelten. Als Ergebnis können diese zu einem Szenario für einen inklusiven Klassenraum mit Kindern mit unterschiedlichen Beeinträchtigungen zusammengeführt werden.

2.3 Problemidentifikation und Zieldefinition

Technologische Hilfsmittel werden in Schulen bislang kaum systematisch genutzt (Kroworsch 2023) und dabei bietet insbesondere Künstliche Intelligenz Potentiale zur besseren Inklusion von Schüler:innen mit Beeinträchtigungen. Bildungsangebote könnten dadurch individueller für alle Schüler:innengruppen gestaltet werden, um den Anspruch auf inklusive Bildung gerecht zu werden. Es fehlt jedoch an adaptiven, zielgruppenspezifischen und technologiegestützten Lösungen in vielen Schulen. Darüber hinaus mangelt es an inklusiv gestalteten Unterrichtsräumen, die flexibel nutzbar und an die unterschiedlichen Förderbedarfe angepasst sind.

Ziel dieses wissenschaftlichen Artikels ist die Entwicklung von Gestaltungsprinzipien für die sieben Förderbedarfsschwerpunkte – Lernen, Sprache, Emotionale und soziale Entwicklung, Geistige Entwicklung, Körperliche und Motorische Entwicklung, Hören und Sehen. Es werden sowohl die Potentiale als auch die Grenzen von KI untersucht und Gestaltungsprinzipien für die Integration von KI-gestützten Systemen in Lernumgebungen entwickelt, die inklusivere Bildungsprozesse im schulischen Kontext fördern und ermöglichen.

3 Wissensbasis

3.1 Sonderpädagogischer Förderbedarf

Unter Personen mit sonderpädagogischem Förderbedarf werden Personen verstanden, die bei Entwicklung, Lernen und Bildung zusätzliche zum Unterricht weitere Unterstützungsmaßnahmen benötigen (Niedersächsisches Kultusministerium 2005). Zudem beschränkt sich der Begriff auf Schüler:innen. Sonderpädagogischer Förderbedarf kann dabei in sieben Förderschwerpunkte unterteilt werden. Dazu gehören: Emotionale und Soziale Entwicklung, Geistige Entwicklung, Hören, Körperliche und Motorische Entwicklung, Lernen, Sehen und Sprache (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen 2025). Die einzelnen Förderschwerpunkte werden für diese Forschung genutzt, um alle Lern- und Entwicklungsstörungen einzubeziehen. Sie bilden zugleich die Grundlage für das in dieser Arbeit entwickelte Designwissen.

3.2 Konzepte und Technologien für inklusives Lernen

Dieses Unterkapitel vereint mit TPACK, UDL und KI drei sich ergänzende Konzepte, die theoretische Grundlagen für eine digital gestützte und inklusive Unterrichtsgestaltung bieten.

Das TPACK-Modell (Technological Pedagogical Content Knowledge) von Mishra und Koehler (2006) bietet einen theoretischen Rahmen zur Analyse und Förderung professioneller Medienkompetenz von Lehrkräften. Es beruht auf der Integration von Fachwissen (CK), fachdidaktischem Wissen (PK) und technologischem Wissen (TK) (Mishra und Koehler 2006). Besonders relevant sind die Schnittmengen dieser Wissensbereiche sowie das zentrale TPACK als integrative Verbindung aller drei Domänen (Schmid und Brianza 2020). Effektiver digitaler Unterricht erfordert die flexible Verknüpfung dieser Dimensionen. Wohlfart und Wagner (2025) betonen in einer Umbrella-Review die Praxistauglichkeit von TPACK für die Lehrerbildung sowie die Rolle von Kontextfaktoren und technologischer Dynamik.

Im Kontext von Künstlicher Intelligenz (KI) liefert TPACK wertvolle Impulse: Die Verbindung technologischen, didaktischen und fachlichen Wissens ist entscheidend für die Gestaltung adaptiver Lernumgebungen (Schmid und Brianza 2020). Dabei sollte der Kompetenzaufbau des pädagogischen Personals mitgedacht werden.

KI kann im Bildungsbereich auf verschiedenen Ebenen eingesetzt werden: als unterstützendes Werkzeug für Lehrkräfte oder als Lernhilfe für Schüler:innen. Studien zeigen, dass KI-gestützte Tools die Früherkennung von Lernschwierigkeiten verbessern können, sofern ethische und didaktische Rahmenbedingungen beachtet werden (Qusef et al. 2025). Auch der Einsatz auf Lernendenseite kann positive Effekte zeigen, etwa im Bereich des Grafikdesigns, wo KI die Kreativität fördert (Alsswey 2025). Dabei wird betont, dass KI als unterstützendes, nicht als ersetzendes Element verstanden werden sollte. In der Praxis bietet KI bereits vielseitige Einsatzmöglichkeiten.

Um digitale Technologien wie KI inklusiv nutzbar zu machen, ist ein pädagogisches Design erforderlich, das Vielfalt und Zugänglichkeit von Beginn an berücksichtigt. Das Konzept des Universal Design for Learning (UDL), entwickelt vom CAST unter anderem von Anne Meyer und David Rose, bietet dafür einen geeigneten Rahmen (Edyburn 2005). UDL basiert auf neurowissenschaftlichen Erkenntnissen zur Lernvariabilität und legt den Fokus auf individuelle Bedürfnisse, Stärken und Präferenzen (CAST 2018, 2025).

Die UDL-Richtlinien orientieren sich an drei zentralen Prinzipien: Engagement, Repräsentation sowie Aktion und Ausdruck (CAST 2018). Sie adressieren die motivationalen, kognitiven und strategischen Aspekte des Lernens. Lerninhalte sollen in verschiedenen Formaten angeboten werden, um unterschiedlichen Zugängen gerecht zu werden (CAST 2025). Gleichzeitig sollen Wahlmöglichkeiten und Selbstregulation gefördert sowie verschiedene Ausdrucksformen des Lernens ermöglicht werden (CAST 2018).

Auf Grundlage der UDL-Prinzipien lassen sich vielfältige Einsatzmöglichkeiten von KI im Bildungskontext identifizieren, die gezielt auf individuelle Bedarfe reagieren. So können adaptive Lernpfade durch KI-Datenanalysen Inhalte und Schwierigkeitsgrad an das jeweilige Lernniveau anpassen und so personalisierte Lernprozesse fördern (ASU Prep Global 2025). KI-gestützte Feedbacksysteme ermöglichen unmittelbare Rückmeldungen, die Lernende in ihrer Selbstregulation unterstützen (ASU Prep Global 2025). Für Lernende mit Seh- oder Leseschwierigkeiten bieten Text-to-Speech-Tools wie *Speechify* eine barrierefreie Aufbereitung von Texten, während Spracherkennungs- und Transkriptionsfunktionen, wie z. B. in *Microsoft Teams* gesprochene Inhalte in Schriftform überführen. Auch integrierte Funktionen wie die Windows-Bildschirmleupe können Barrieren bei visuellen Einschränkungen reduzieren. Darüber hinaus unterstützen KI-gestützte Kreativwerkzeuge die Gestaltung individueller und ansprechender Lernmaterialien, die unterschiedliche Repräsentationsformen ermöglichen und dadurch Zugänglichkeit und Motivation fördern (ASU Prep Global 2025).

Zusammen zeigen TPACK, UDL und aktuelle KI-Anwendungen, wie digitale Technologien lernwirksam und inklusiv gestaltet werden können. Während TPACK die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften strukturiert, UDL eine zugängliche didaktische Grundlage schafft, und KI konkrete Potentiale zur Individualisierung von Lernprozessen bietet, immer vorausgesetzt, sie werden pädagogisch reflektiert eingesetzt.

4 Designwissen

Auf Basis der Förderschwerpunkte und des in dieser Arbeit aufbereiteten theoretischen Wissens wurde in einem kreativen Workshop vorab Designwissen entwickelt. Im Folgenden werden die einzelnen Förderschwerpunkte dargestellt und die daraus abgeleiteten Ansätze für mögliche Unterstützungsformen zusammengefasst. Dieses Kapitel stellt damit die konzeptionelle Vorarbeit dar, die in Kap. 6 durch die Ergebnisse der Expert:inneninterviews ergänzt und kritisch reflektiert wird. Das hier dargestellte Designwissen basiert teilweise auf den in Abschn. 3.2 beschriebenen,

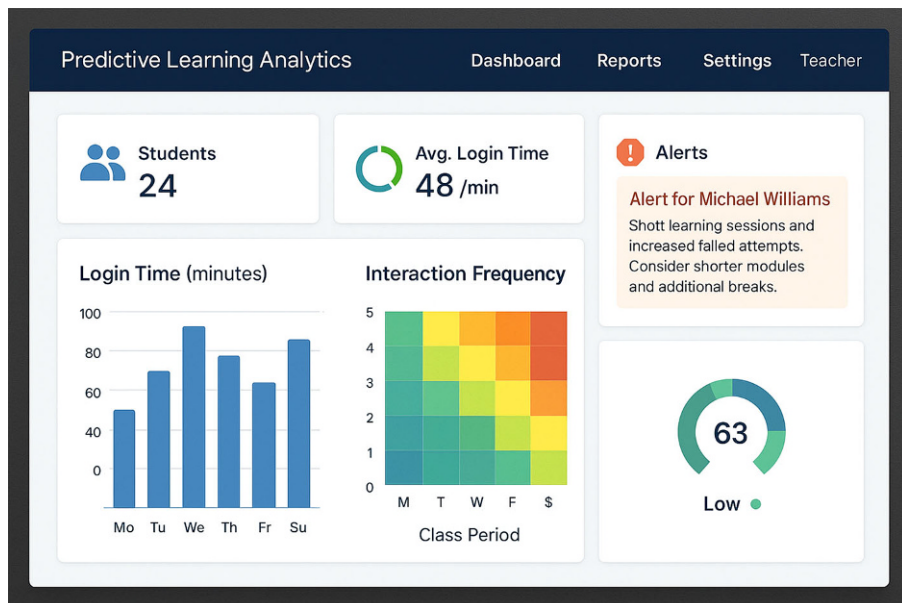


Abb. 1 Mockup einer Plattform zur Analyse von Lerndaten (generiert mit ChatGPT)

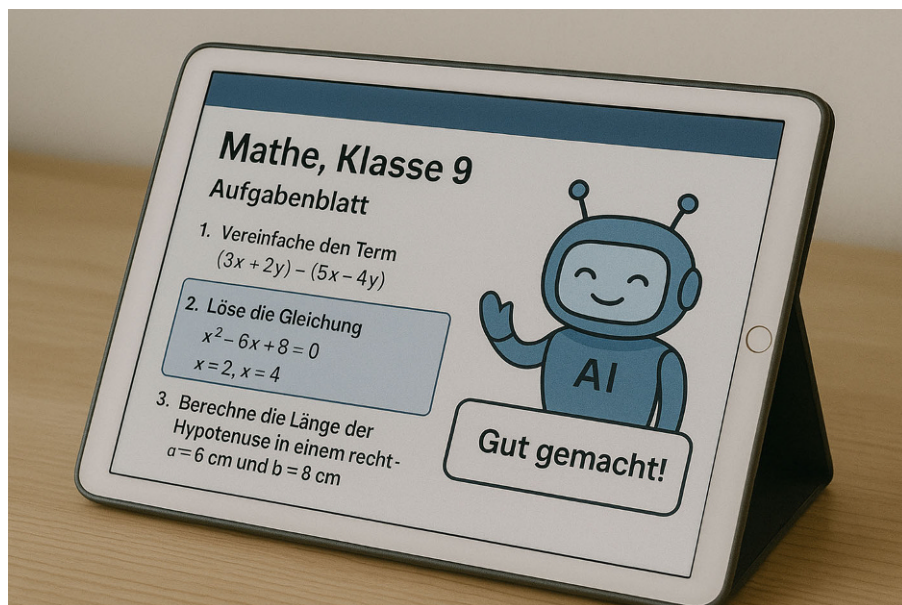


Abb. 2 KI-Copilot, der Schüler:innen Sofort-Feedback zu den Aufgaben gibt

aktuellen Einsatzmöglichkeiten von KI. Nicht alle Aspekte sind im Zusammenhang mit KI bzw. mit KI als Unterstützung zu sehen. Die enthaltenen Abbildungen sind KI-generiert und stellen nur eine kleine Auswahl dar. Es handelt sich um von ChatGPT generierte Mockups.

Beim Förderschwerpunkt Lernen können Schüler:innen eine Vielzahl von Beeinträchtigungen haben, die sich auf einige Bereiche auswirken. Darunter fallen bspw. Denken und Lernstrategien (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Um Lernprozesse individuell zu unterstützen, können *adaptive Lernpfade*, mit der Möglichkeit von Anpassung des Schwierigkeitsgrades und des Tempos, helfen. Weiterhin können mithilfe von *Chunking* komplexe Lerninhalte in kleinere Lerneinheiten aufgeteilt werden. Ergänzend könnten *motivationsfördernde Elemente* (z. B. Gamification-Elemente wie Fortschrittsbalken) die Lernbereitschaft erhöhen. *Bedarfsorientierte Hilfestellungen*, wie bspw. zusätzliche Hinweise können beim Abbau von Frust helfen, während *Sofort-Feedback* direkt Lernerfolge sichtbar macht. Abb. 1 zeigt ein Mockup einer Plattform, die die Lerndaten von Schüler:innen analysiert und damit ggf. bei der Umsetzung von adaptiven Lernpfaden helfen könnte. Abb. 2 zeigt einen KI-Copiloten, der Schüler:innen Sofort-Feedback zu den gelösten Aufgaben gibt.

Schüler:innen, die dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung zugeordnet werden können, haben unter anderem Beeinträchtigungen in den Bereichen Kommunikation, Wahrnehmung und Denken. Die Entwicklung wird bspw. durch die individuellen Voraussetzungen und Fähigkeiten beeinflusst (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Zur Unterstützung der kognitiven Prozesse kann eine *visuelle Strukturierung*, z. B. mit Mindmaps, dabei helfen, die Zusammenhänge besser darzustellen. Das Einprägen von Inhalten könnte mit *Wiederholungs- und Ankerhilfen* erleichtert werden. Eine *transparente Zeitgestaltung* kann für eine bessere Orientierung sorgen und die *Verwendung von einfacher Sprache* in Kombination mit *übersichtlichen Layouts* ggf. zum Verständnis beitragen. Des Weiteren könnte *multi-sensorische Unterstützung*, also eine Kombination aus Text, Bild und ggf. haptischen Elementen, dabei helfen die Lerninhalte besser zu verinnerlichen.

Der sonderpädagogische Förderbedarf im Schwerpunkt Emotionale und Soziale Entwicklung zeigt sich durch ein von der Norm abweichendes Verhalten. Schüler:innen mit diesem Förderschwerpunkt haben Förderbedarf unter anderem in den Bereichen Selbstwertgefühl, Lernmotivation und Ängste sowie Aufmerksamkeitssteuerung (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). *Niedrigschwellige Beteiligungsformen*, wie anonyme Frageboxen oder digitale Pinnwände, könnten für zurückhaltende Schüler:innen eine Möglichkeit bieten sich einzubringen. Zudem können *strukturierte Gesprächsformate*, wie kurze und regelmäßige Gesprächskreise Raum für Austausch bieten. Auch *Gruppenarbeiten mit festen oder wechselnden Partner:innen* könnten eine Hilfestellung für betroffene Schüler:innen sein. Zusätzlich könnten in den Unterricht *Atemübungen* zum Stressabbau oder *stärkenorientiertes Feedback* für die Stärkung des Selbstwertgefühls eingebaut werden.

Zu dem Förderschwerpunkt Körperliche und Motorische Entwicklung gehören Schüler:innen mit geringem körperlichen und motorischen Förderbedarf als auch Schüler:innen mit schwerer Behinderung. Unter anderem bestehen Förderbedarfe, die unterschiedlich stark ausgeprägt sein können in den Bereichen Körpermotorik

und Wahrnehmung (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Um barrierefreie Lernmöglichkeiten anbieten zu können, könnten *alternative Eingabemethoden*, wie Sprach- oder Gestensteuerung möglich gemacht werden. Eine barrierefreie Nutzung der Räumlichkeiten könnte bspw. durch *ergonomische Anpassungen*, wie höhenverstellbare Arbeitsflächen, realisiert werden. Weiterhin kann man die Lerninhalte durch die *Reduzierung von feinmotorischen Anforderungen*, wie Multiple-Choice und Drag-and-Drop-Aufgaben, zugänglicher machen. *Minimierter Bewegungsaufwand* und *Pausen- und Erholungszyklen* könnten beim Schonen der Körperstrukturen der Schüler:innen helfen. Zusätzlich könnten bspw. Stift und Maus durch andere *Hilfsmittel*, wie Joysticks, ersetzt werden. Außerdem kann man den Schüler:innen *visuelles Feedback* zur Körperhaltung geben, das zu aufrechterer Haltung anleiten könnte.

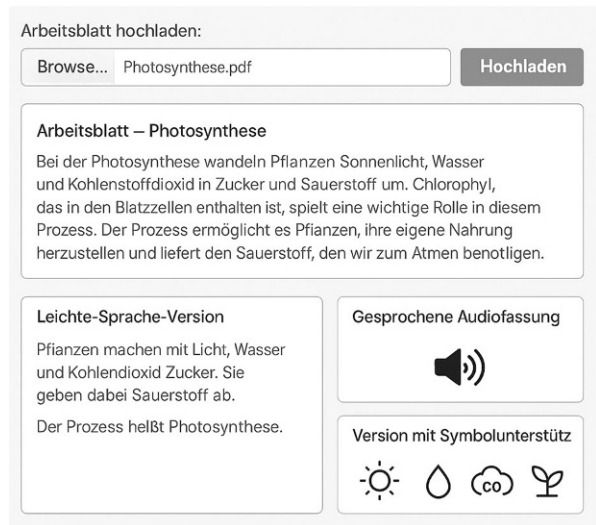
Sprache ist Grundlage, um in der Schule erfolgreich zu lernen. Im Förderschwerpunkt Sprache haben die Schüler:innen Förderbedarf, z. B. in den Bereichen Auditive Wahrnehmung, Schriftsprache, Artikulation und Grammatik oder auch Kommunikation (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Bei dem Schwerpunkt könnte es helfen, den *Inhalt auf mehreren Kanälen*, wie etwa durch Text, Audio oder Symbole, bereitzustellen. Eine *adaptive Schreibunterstützung* kann bspw. Rechtschreibvorschläge oder erklärende Hinweise geben. Um den Leseaufwand zu reduzieren und gleichzeitig trotzdem genug Lerninhalt zu vermitteln, könnte man *Text-to-Speech-Anwendungen* einsetzen.

Beim Förderschwerpunkt Hören haben Schüler:innen unter anderem Förderbedarfe in den Bereichen Gebärdenerwerb und -einsatz, Kommunikation, Absehen und Hörerziehung (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Eine *gute Akustik* im Raum und eine klare und deutliche Schrift auf den Aufgaben können hierbei ggf. schon weiterhelfen. Eine *Speech-to-Text Anwendung* könnte

Abb. 3 Mockup eines Gebärdensprach-Avatars, der gesprochene Inhalte in Echtzeit übersetzt (generiert mit ChatGPT)



Abb. 4 Webinterface zeigt Upload eines Arbeitsblatts und die automatisch generierten inklusiven Versionen (generiert mit ChatGPT)



zudem Schüler:innen mit sehr eingeschränktem Hörvermögen dabei helfen, die Inhalte zu verstehen. Auch *die Bereitstellung von Gebärdensprache* ist bei diesem Förderschwerpunkt möglicherweise sinnvoll. In Abb. 3 ist ein Mockup eines Gebärdensprache-Avatars bei einem Video zu sehen.

Schüler:innen im Förderschwerpunkt Sehen haben bspw. Förderbedarf in den Bereichen der Schrift- und Mediennutzung, Orientierung und in der taktilen Wahrnehmung (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Eine *klare und deutliche Textdarstellung* oder eine *Lupe zur Vergrößerung* bestimmter Inhalte könnte in diesem Schwerpunkt sinnvoll sein. Weiterhin können bei Abbildungen ein *hoher Kontrast* und ein *klares Farbschema* helfen. Auch *ausreichende und gleichmäßige Beleuchtung* eines Raumes wäre eine Möglichkeit Schüler:innen mit diesem Schwerpunkt unterstützen zu können.

Die Abb. 4 zeigt ein Webinterface, bei dem man bspw. ein Arbeitsblatt hochladen und dieses automatisch in verschiedene inklusive Versionen übersetzen kann.

5 Evaluation

5.1 Expert:inneninterviews

Zur Evaluation des in Kap. 4 abgeleiteten Designwissens wurden qualitative Expert:inneninterviews durchgeführt, um Relevanz, Anwendbarkeit und Vollständigkeit aus Sicht erfahrener Fachkräfte einzuschätzen. Damit bildete das Designwissen als theoretische Grundlage zugleich einen Diskussionsanreiz für die Gespräche. Befragt wurden vier Expert:innen aus dem relevanten Anwendungsfeld: ein Schulleiter, der Konrektor einer inklusiven Gesamtschule sowie zwei Fachkräfte einer Autismusambulanz. Die Gespräche fanden online statt, dauerten jeweils 30 bis 60 min und wurden mit Zustimmung der Teilnehmenden aufgezeichnet.

Als Grundlage diente ein semistrukturierter Leitfaden mit fünf zentralen Themenbereichen. Zunächst ging es um aktuelle Bedarfe und Hemmnisse im schulischen Alltag, insbesondere im Hinblick auf den Einsatz digitaler bzw. KI-gestützter Unterstützungslösungen. Daran anschließend wurden bereits eingesetzte Maßnahmen erfragt und deren Wirksamkeit sowie Grenzen aus Sicht der Befragten bewertet. Dabei diente das in Kap. 4 erarbeitete Designwissen als methodische Verbindung, wobei im ersten Teil des Interviews offen Bedürfnisse, Hindernisse und bestehende Unterstützungsmaßnahmen besprochen wurden, um ein möglichst unverzerrtes Bild der Praxis zu gewinnen. Im Hauptteil wurde dann das entwickelte Designwissen vorgestellt, um eine Einschätzung ihrer Praxisrelevanz und möglicher Einsatzfelder zu erhalten, die anschließend als Diskussionsanreiz geprüft, relativiert und durch weiteres Wissen ergänzt wurden. Ein weiterer Block widmete sich den Erwartungen an digitale und KI-gestützte Hilfen, etwa welche Funktionen als besonders hilfreich eingeschätzt werden und wo die größten Potentiale liegen. Im vierten Themenbereich standen Implementationsbedingungen im Vordergrund, etwa Fragen zu Ressourcen, technischer Ausstattung, Akzeptanz bei Lehrkräften und Schüler:innen sowie zur organisatorischen Einbettung. Abschließend wurden die Befragten gebeten, zentrale Erfolgsindikatoren zu benennen und eine Priorisierung vorzunehmen, welche Faktoren aus ihrer Sicht für eine wirksame Gestaltung den größten Stellenwert haben.

Der Schlussteil eröffnete den Expert:innen die Möglichkeit, eigene Ergänzungen einzubringen, etwa unberücksichtigte Zielgruppen oder bislang wenig beachtete Herausforderungen. Die Audioaufzeichnungen wurden anschließend vollständig transkribiert und bilden die Grundlage der nachfolgenden Auswertung.

5.2 Auswertung der Expert:inneninterviews

Die Auswertung der Interviews erfolgte mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2016), um eine systematische und nachvollziehbare Auswertung der erhobenen Daten zu gewährleisten. Der Ansatz sieht eine regelgeleitete Kategorienbildung vor, die sowohl deduktiv auf Basis des Interviewleitfadens als auch induktiv aus dem Material entwickelt wurde. Für die Auswertung wurden die vier Expert:innen mit T1 bis T4 abgekürzt.

Zunächst wurden alle Interviewtranskripte vollständig erfasst und als Analysematerial festgelegt. Anschließend erfolgte die Kontextanalyse (Interviewhintergrund, Rolle der Befragten) sowie die Festlegung der Analyseeinheiten (Aussagen oder Sinnabschnitte). Auf Basis der Leitfragen wurden erste Oberkategorien deduktiv gebildet, etwa zu *aktuellen Bedarfen, Hemmnissen, Erwartungen an digitale oder KI-gestützte Lösungen, Implementationsbedingungen und Erfolgsindikatoren*. Ergänzend wurden die im Leitfaden vorgesehenen Förderschwerpunkte als zentrale Oberkategorien angelegt, um die Aussagen systematisch entlang der verschiedenen Unterstützungsbedarfe erfassen zu können. Während der Kodierung wurden weitere Unterkategorien induktiv aus den Antworten entwickelt, beispielsweise zu Unterstützungsbedarfen bei inklusiven Lernsettings, zu Herausforderungen in der praktischen Umsetzung oder zu kritischen Einschätzungen bestimmter digitaler Werkzeuge.

Nach einer Überarbeitung des Kategoriensystems, bei der ähnliche Kategorien zusammengeführt und unscharfe Bezeichnungen präzisiert wurden, erfolgte die Zu-

sammenfassung und Interpretation der kodierten Daten. Dadurch konnten zentrale thematische Schwerpunkte sowie wiederkehrende Muster identifiziert werden, die in direktem Bezug zu den in dieser Arbeit entwickelten Gestaltungsprinzipien stehen. So spiegeln sich in den Aussagen der Expert:innen nicht nur Bedarfe und Herausforderungen wider, sondern auch konkrete Impulse für die Gestaltung unterstützender digitaler und KI-gestützter Lösungen. Diese Erkenntnisse bilden somit eine empirische Grundlage zur Validierung und Weiterentwicklung des zuvor theoretisch erarbeiteten Designwissens. Einige Expert:innen betonten das Motivationspotential von Gamification, während andere auf Risiken wie Überforderung oder Frustration hinwiesen. Diese unterschiedlichen Einschätzungen wurden in die Reflexion der Gestaltungsprinzipien integriert und im folgenden Kapitel bei deren Ausarbeitung berücksichtigt.

6 Gestaltungsprinzipien im inklusiven Unterricht

6.1 Förderschwerpunkt Lernen

Im Förderschwerpunkt Lernen besteht ein Unterstützungsbedarf in den Bereichen Denken, Wahrnehmung, Kommunikation und sozialem Handeln (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Das bedeutet, Lernende fühlen sich bei langen Aufgabenstellungen schnell überfordert und haben Schwierigkeiten, komplexe Inhalte zu verstehen. Lernfortschritte gelingen hier vor allem durch kleinschrittige Strukturierung, klare Visualisierung und individuelles Lerntempo.

Das Chunking komplexer Inhalte in kurze Einheiten zur Vermeidung von Überforderung und zur Förderung des Verständnisses wurde durchgehend als wirksam beschrieben. T1 wies jedoch auf begrenzte Ressourcen als Haupthindernis hin. T2 unterstrich die Bedeutung adaptiver Lernpfade, warnte jedoch vor zu hohen technischen Anforderungen; Unterstützung durch Lehrkräfte sei unverzichtbar.

Visuelle Aufbereitungen sind hilfreich, wenn sie klar strukturiert sind, und können somit im Bereich Wahrnehmung unterstützen. Komplexe Formate wie Mindmaps führten nach Einschätzung von T2 jedoch häufig zu Überforderung und seien für Schüler:innen mit Lern- und Entwicklungsstörungen „schon zu abstrakt“. Auch motivationsfördernde Elemente wurden nicht einhellig positiv bewertet: T3 und T4 betonten, dass Gamification für einige Lernende zwar attraktiv sei, andere sie jedoch als störend empfänden und dadurch eher Frust entstände.

Zeitnahes Feedback steigert Motivation und Selbstwirksamkeit. Digitale Systeme können den Förderbedarf im Kommunikationsbereich und im sozialen Handeln unterstützen, sofern sie niedrigschwellig gestaltet und pädagogisch begleitet werden. Fehlende Geräte, unzureichende Ausstattung und begrenzte Personalressourcen erschweren jedoch den Einsatz. Digitale Unterstützung wirkt nur nachhaltig, wenn sie einfach, visuell klar und adaptiv gestaltet ist und von persönlicher Begleitung getragen wird. „Ohne die persönliche Bindung laufen die besten Tools ins Leere“ (T2).

6.2 Förderschwerpunkt geistige Entwicklung

Bei dieser Zielgruppe stehen kognitive Beeinträchtigungen im Vordergrund wie eine verlangsamte Informationsverarbeitung oder ein eingeschränktes Abstraktionsvermögen. Dies führt zu einer erschwerten Erfassung und Verarbeitung von Informationen. Daher sind stark vereinfachte, visuell gestützte und individuell anpassbare Lernangebote entscheidend, um den unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen und Fähigkeiten der Schüler:innen gerecht zu werden. Inhalte sollten reduziert, klar visualisiert und in Alltagssprache vermittelt werden und können somit die kognitiven Prozesse unterstützen. T1 betonte: „Das Runterbrechen, das Vereinfachen, das Visualisieren ist immer eine gute Sache“.

Die Heterogenität erfordert flexible Anpassungen. Multisensorische Formate wie die Kombination aus Text, Bild und haptischen Elementen können Verständnis fördern und Überforderung vorbeugen. Während visuelle Strukturierungen grundsätzlich als hilfreich eingeschätzt wurden, bewertete T2 den Einsatz von Mindmaps kritisch: Für viele Lernende im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung seien solche Darstellungsformen zu abstrakt und damit überfordernd.

Reizarme Umgebungen, vorhersehbare Abläufe und klare Routinen wirken stabilisierend. Individuelle Begleitung bleibt unverzichtbar, da technische Hilfen ohne kontinuierliche Unterstützung schnell an Grenzen stoßen. KI kann hier unterstützen, indem sie Inhalte anpasst und Reizintensität steuert, sofern sie nahtlos in den Unterricht eingebunden und als Ergänzung zur persönlichen Interaktion verstanden wird.

6.3 Förderschwerpunkt Emotionale und Soziale Entwicklung

Schüler:innen mit diesem Förderschwerpunkt haben Beeinträchtigungen auf sozial-emotionaler Ebene, was unter anderem die Bereiche Bindungssicherheit, Verhaltenssteuerung und Sozialverhalten in Gruppen betrifft (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Zentrale Faktoren für diese Zielgruppe sind aus diesem Grund stabile Beziehungen, Vertrauen und klare Strukturen. Alle Befragten betonten, dass persönliche Bindung eine zentrale Voraussetzung für wirksame Förderung darstellt. T2 formulierte es deutlich: „Gerade im Verhaltensbereich ist das A und O die persönliche Bindung“.

Sozial-emotionale Förderbedarfe gehen oft mit geringer Frustrationstoleranz, hohem Gerechtigkeitsempfinden und impulsiven Reaktionen einher. Reizarme Lernumgebungen, Kleingruppenarbeit und eine kontinuierliche Begleitung durch vertraute Bezugspersonen wurden wiederholt als stabilisierende Maßnahmen genannt.

Digitale Hilfen wurden deutlich zurückhaltender bewertet. Vorschläge wie anonyme Frageboxen oder digitale Pinnwände, die zurückhaltenden Schüler:innen Möglichkeiten zur Beteiligung eröffnen sollten, wurden von T1 kritisch eingeordnet: In der Praxis seien die Betroffenen eher laut und fordernd, sodass der Nutzen solcher Tools gering sei. Auch Gruppenarbeiten mit festen Partner:innen wurden ambivalent beurteilt (T2): Sie können Bindung stärken, werden aber durch Konflikte im Alltag schnell instabil.

Insgesamt können digitale Instrumente allenfalls punktuell unterstützen, etwa durch strukturierte Gesprächsformate, dürfen jedoch die persönliche Interaktion nicht ersetzen. In der Praxis sind sie nur dann sinnvoll, wenn sie soziale Einbindung fördern und in Zusammenarbeit mit Fachkräften eingesetzt werden. Besonders im inklusiven Setting kann die Größe der Lerngruppen zum Problem werden. T1 schilderte den ständigen Spagat zwischen der Unterstützung einzelner und der Aufrechterhaltung des Unterrichts für die gesamte Klasse. Hier stoßen selbst gut geplante digitale Lösungen an ihre Grenzen, wenn personelle Ressourcen fehlen.

6.4 Förderschwerpunkt Sprache

Verständnis- und Ausdrucksbarrieren erschweren in diesem Förderschwerpunkt die aktive Teilnahme am Unterrichtsgeschehen. Dies führt dazu, dass Aufgabenstellungen oder Lerninhalte nicht vollständig verstanden werden und die Teilnahme am Unterricht dadurch erschwert ist. Die Befragten waren sich einig, dass niedrigschwellige, adaptive Hilfen wie Text-to-Speech bei Leseschwierigkeiten, Speech-to-Text bei Problemen im schriftlichen Ausdruck und vereinfachte Sprache besonders wirksam sind. Ergänzend können multimodale Formate wie Piktogramme oder Audiodateien sprachliche Hürden abbauen, sofern ihre Qualität gesichert und sie auf das Sprachniveau der Lernenden abgestimmt sind.

T4 betonte, dass Bilder in manchen Fällen mehr leisten können als textliche Erklärungen („Manchmal hilft ein Bild mehr als drei Sätze“). Gleichzeitig warnte sie jedoch vor einer unkoordinierten Nutzung mehrerer visueller Systeme, da dies die Schüler:innen schnell überfordern könne.

Wesentlich ist deshalb die Integration der Hilfsmittel in den Unterrichtsablauf, sodass ihre Nutzung zu einer selbstverständlichen Praxis wird. Technik allein reicht nicht aus; entscheidend ist die kontinuierliche Anpassung an individuelle sprachliche Fähigkeiten und der enge Einbezug pädagogischer Fachkräfte in die Auswahl und Anwendung der Tools.

6.5 Förderschwerpunkt Hören

Für Lernende mit Hörbeeinträchtigung steht der eingeschränkte Zugang auf auditiver Ebene im Vordergrund, weshalb technische Hilfen wie FM-Anlagen, Untertitel oder visuelle Rückmeldungen zentrale Unterstützungselemente sind. Diese können sprachliche Signale verstärken, Gesprochenes schriftlich zugänglich machen und Lerninhalte in Bildern darstellen. Dadurch kann die Hörumgebung verbessert und ein schriftlicher bzw. visueller Ausgleich geschaffen werden, was die Inklusion in den Unterrichtsalltag für Schüler:innen mit Hörbeeinträchtigungen erleichtert. Mehrere Befragte berichteten, dass die Wirksamkeit dieser Systeme stark von ihrer Verfügbarkeit und konsequenten Integration in den Unterricht abhängt. T2 wies darauf hin, dass vorhandene Technik ohne passgenaue Anwendung häufig ungenutzt bleibt.

Neben der technischen Ausstattung ist auch eine optimierte Akustik im Klassenraum entscheidend. Dazu zählen Reizreduktion, gute Sprachverständlichkeit und klare visuelle Signale. Kritisch wurde angemerkt, dass spezialisierte Anlagen in

der Praxis häufig raumgebunden sind und nach einem Schulwechsel oftmals nicht weitergenutzt werden können, was zu ineffizientem Ressourceneinsatz führt (T2).

Eine kontinuierliche Schulung des pädagogischen Personals ist notwendig, um die Geräte fachgerecht einzusetzen und flexibel an unterschiedliche Unterrichtssituationen anzupassen. Erst wenn Technik, Raumgestaltung und didaktische Umsetzung zusammenspielen, wird eine gleichberechtigte Teilhabe erreicht.

6.6 Förderschwerpunkt Sehen

Beeinträchtigungen des Sehvermögens können in unterschiedlicher Form und Ausprägung auftreten. Diese betreffen unter anderem eine verminderte Sehschärfe, Lichtempfindlichkeit und Kontrastwahrnehmung. Für Lernende mit Sehbeeinträchtigung sind daher technische Hilfen wie Bildschirmvergrößerung, Kontrastanpassung und Sprachausgabe zentrale Unterstützungsmittel. Diese Tools können Schüler:innen mit Sehbeeinträchtigungen bei der Erfassung sowie Verarbeitung von Lerninhalten helfen und sie besser in den gemeinschaftlichen Unterrichtsalltag inkludieren. Ergänzend können vergrößerte Arbeitsmaterialien sowie die Reduktion visueller Reize bei Überempfindlichkeit die Zugänglichkeit verbessern.

Die Befragten betonten, dass diese Technologien flexibel anpassbar und ohne zusätzlichen Aufwand in den Unterricht integrierbar sein müssen. Beispiele wie die Nutzung von Tablets zur individuellen Vergrößerung von Smartboard-Inhalten zeigen, dass passgenaue Lösungen den Zugang zu Lerninhalten erheblich verbessern können (T1). Zugleich wurde kritisch angemerkt, dass die Einführung solcher Lösungen in der Praxis oft langwierig und technisch störanfällig ist, sodass sie nicht in allen Fällen zuverlässig zur Verfügung stehen (T1).

Entscheidend ist daher die reibungslose Einbettung in bestehende Strukturen, damit Hilfen nicht als Sonderlösung, sondern als selbstverständlicher Teil des Unterrichts wahrgenommen werden.

6.7 Förderschwerpunkt Körperliche und Motorische Entwicklung

Schüler:innen mit körperlichen und motorischen Beeinträchtigungen benötigen Unterstützung in den Bereichen Körpermotorik, Wahrnehmung, Sprache und Sprechen sowie Lernen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 2024). Dabei geht es um die Schwierigkeiten beim Schreiben, bei der Nutzung von Eingabegeräten, beim Ausführen feinmotorischer Handlungen oder beim längeren Arbeiten in derselben Sitzposition. Technologien wie Augen- oder Sprachsteuerung, alternative Eingabegeräte und ergonomisch angepasste Arbeitsplätze erleichtern in diesem Förderschwerpunkt den Zugang zu Lerninhalten. Die Befragten beschrieben die technische Grundversorgung in vielen Fällen als bereits vorhanden, betonten jedoch, dass der entscheidende Faktor die individuelle Anpassung und der geschulte Umgang mit den Hilfsmitteln bleibt.

T2 äußerte sich zudem zurückhaltend gegenüber der Entwicklung neuer spezifischer KI-Lösungen für diesen Bereich: Bei entsprechender Ausstattung könnten die Schüler:innen am regulären Unterricht teilnehmen und sollten daher nicht isoliert betrachtet werden. Kritisch gesehen wurden vor allem organisatorische Hürden wie

langwierige Genehmigungsprozesse oder das Fehlen von Ersatzgeräten im Störfall, die die Verlässlichkeit der Hilfsmittel erheblich einschränken.

Neben größeren technischen Lösungen kamen auch kleine Unterstützungsangebote wie Fidget Toys zur Sprache. Dabei wurde betont, dass solche Hilfen nahtlos in den Unterricht integriert werden sollten, idealerweise so, dass sie allen Schüler:innen gleichermaßen zugänglich sind. Nur wenn diese Materialien nicht als Sonderausstattung wahrgenommen werden, können sie zur Entlastung beitragen, ohne einzelne Lernende zu stigmatisieren.

Nachhaltige Wirkung entfalten diese Hilfen nur, wenn sie kontinuierlich verfügbar sind, von Fachkräften routiniert eingesetzt werden und fest im Unterrichtsalltag verankert sind.

6.8 Übergreifende Erkenntnisse und Gelingensbedingungen

Die Gesamtauswertung dieser Arbeit zeigt vier zentrale Prinzipien, die unabhängig vom Förderschwerpunkt für den erfolgreichen Einsatz von KI-gestützten Unterstützungssystemen im inklusiven Unterricht maßgeblich sind. Sie wurden aus der qualitativen Analyse der Expert:inneninterviews abgeleitet, bei der wiederkehrende Muster und gemeinsame Kernaussagen der Befragten herausgearbeitet wurden. Kritische Anmerkungen flossen dabei ebenso ein wie bestätigende Aussagen zu wirksamen Unterstützungsstrategien. Im Abgleich mit den theoretischen Grundlagen konnten diese Ergebnisse verdichtet und in vier übergreifende Prinzipien zusammengeführt werden, die im Folgenden dargestellt werden.

1. KI kann entlasten, aber nicht ersetzen

Technologie kann Lehrkräfte bei der Strukturierung, Differenzierung und Organisation unterstützen, bleibt jedoch stets ergänzend zur pädagogischen Beziehung. Die Befragten waren sich einig, dass persönliche Nähe, Vertrauen und kontinuierliche Begleitung Schlüsselfaktoren für Lernerfolge sind und nicht durch technische Lösungen substituiert werden können.

2. Struktur, Stabilität und Individualisierung als Grundpfeiler

Klare Tagesabläufe, verlässliche Bezugspersonen und individuell angepasste Lernangebote schaffen Orientierung, reduzieren Überforderung und fördern die aktive Teilhabe. Die konsequente Vereinfachung und visuelle Aufbereitung von Lerninhalten erwies sich in allen Förderschwerpunkten als förderlich.

3. Hilfsmittel wirken nur durch soziale Integration

Digitale und analoge Hilfen entfalten ihre Wirkung am stärksten, wenn sie allen Lernenden zugänglich sind. Dies vermeidet Stigmatisierung, senkt Barrieren und verankert ihre Nutzung als selbstverständlichen Bestandteil des Unterrichts. „Zugänglichkeit für alle, das wäre eine Hürde weniger“ (T3).

4. Differenzierter Einsatz nach Förderbedarf und Rahmenbedingungen

Technik muss auf die kognitiven und organisatorischen Voraussetzungen vor Ort abgestimmt werden. Komplexe Visualisierungen wie Mindmaps können für manche Lernenden zu abstrakt sein, weshalb Darstellungen an individuelle Möglichkeiten angepasst und schrittweise eingeführt werden sollten.

Für alle vier Prinzipien gilt: Nachhaltige Wirkung entsteht nur, wenn technische Lösungen in bestehende schulische Strukturen und Prozesse integriert werden, klare pädagogische Ziele verfolgen und die soziale Teilhabe fördern. Die kontinuierliche Qualifizierung des pädagogischen Personals ist dabei ebenso unverzichtbar wie eine reflektierte Haltung gegenüber neuen Technologien.

7 Diskussion

7.1 Szenario: idealtypischer Schulalltag mit inklusiver KI-gestützter Lernumgebung

Das folgende Szenario beschreibt ein idealtypisches Beispiel dafür, wie KI-gestützte Lernumgebungen im inklusiven Unterricht eingesetzt werden könnten. Es zeigt Potentiale, verdeutlicht aber zugleich Grenzen und die notwendige pädagogische Begleitung.

In einer inklusiven Gesamtschule besucht eine sechste Klasse mit 24 Schüler:innen eine Mathematik-Doppelstunde zum Thema „Sachaufgaben im Zahlenraum bis 1000“. Sechs Kinder haben einen sonderpädagogischen Förderbedarf: zwei mit Lese-Rechtschreib-Schwäche (LRS), ein Kind mit Förderbedarf im Bereich Lernen, eines mit leichter motorischer Einschränkung sowie zwei mit emotional-sozialem Förderbedarf.

Die Stunde beginnt im Plenum. Die Lehrkraft stellt über das Smartboard eine Sachaufgabe vor, während die KI-gestützte Lernumgebung diese automatisch auf die Tablets der Schüler:innen überträgt. Sofort werden individuelle Anpassungen sichtbar: Die Kinder mit LRS sehen die Aufgabe in größerer Schrift und können sich den Text vorlesen lassen. Für das Kind mit Förderbedarf im Bereich Lernen wird die Aufgabe in kurze Schritte (Chunking-Prinzip) zerlegt und mit Symbolbildern ergänzt. Das motorisch eingeschränkte Kind arbeitet über ein barrierearmes Tablet mit Augensteuerung, während die Mitschüler:innen Stift oder Touchscreen nutzen.

Während die Klasse arbeitet, gibt die Plattform direktes Feedback: Richtige Teilschritte werden durch grüne Häkchen bestätigt, bei Fehlern erscheinen kurze Hilfestellungen wie „Achte noch einmal auf die Rechenoperation“. Die Kinder reagieren unterschiedlich: Die Schüler:innen mit LRS nutzen die Vorlesefunktion regelmäßig und arbeiten zunehmend selbstständig; das lernbeeinträchtigte Kind profitiert von der kleinschrittigen Strukturierung. Auf dem Dashboard erkennt die Lehrkraft, wo Unterstützungsbedarf besteht, und greift gezielt ein.

Die beiden Kinder mit emotional-sozialem Förderbedarf reagieren hingegen sensibler. Während eines unruhig wird und die Aufmerksamkeit verliert, nutzt das andere die Fortschrittsanzeige motiviert, reagiert jedoch stark auf Fehlerhinweise. Hier

zeigt sich die zentrale Rolle der Lehrkraft: Durch persönliche Ansprache, Lob und situative Anpassung kann sie Frustration abfedern und die Lernumgebung wieder zugänglich machen.

Im Gruppenarbeitsabschnitt ordnet die KI automatisch Partner:innen zu, doch die Lehrkraft wählt gezielt stabile Teams, um Konflikte zu vermeiden. In einer Kleingruppe erweisen sich KI-generierte Mindmaps als zu abstrakt; eine einfache Bildsequenz der Lehrkraft schafft Klarheit. Zum Abschluss visualisiert die Plattform individuelle Lernfortschritte und liefert der Lehrkraft ein differenziertes Bild: Kognitive und motorische Förderbedarfe konnten gezielt adressiert werden, während sozial-emotionale Herausforderungen weiterhin persönliche Zuwendung erfordern.

Das Szenario verdeutlicht, dass KI-gestützte Lernumgebungen wirksame Unterstützung in strukturierenden, visualisierenden und adaptiven Lernprozessen bieten können. Zugleich zeigt sich, dass Empathie, Beziehung und situatives Handeln unersetzlich bleiben. KI kann Lehrkräfte entlasten und differenzieren helfen, ist aber auf pädagogische Steuerung und soziale Einbettung angewiesen.

Trotz der stimmigen Verzahnung bleibt das Szenario ein Idealbild. Eine solche Umsetzung ist unter realen Schulbedingungen nur schwer erreichbar. Oft fehlen stabile Netzwerke, barrierefreie Anwendungen und verlässlicher technischer Support. Auch die zeitlichen und fachlichen Ressourcen für pädagogische Steuerung sind begrenzt, und Lehrkräfte sind nicht immer ausreichend qualifiziert, um komplexe Systeme zu betreuen. Hinzu kommen datenschutzrechtliche, organisatorische und ethische Herausforderungen, insbesondere beim Umgang mit sensiblen Schüler:innendaten. Schließlich kann KI in heterogenen Klassen soziale und emotionale Dynamiken nur begrenzt erfassen, weshalb Beziehung und situatives Handeln zentral bleiben. Das Szenario zeigt damit ein wünschenswertes Zukunftsbild, das die Potentiale von KI für inklusive Bildung verdeutlicht, zugleich aber die Grenzen realer schulischer Rahmenbedingungen aufzeigt. Das Szenario ist als idealtypische Illustration zu verstehen; die Übertragbarkeit auf reale Schulkontexte ist aufgrund der genannten Rahmenbedingungen nur eingeschränkt gegeben.

7.2 Limitationen

Die Limitationen dieses Papers ergeben sich aus mehreren Faktoren, die sowohl die theoretische als auch die empirische Basis der Untersuchung betreffen. Zum einen war die Verfügbarkeit einschlägiger Literatur eingeschränkt. Da der Einsatz von KI-gestützten Lernumgebungen im inklusiven Schulkontext ein junges und kaum erforschtes Feld darstellt, lagen nur wenige belastbare wissenschaftliche Studien und systematische Übersichtsarbeiten vor. Diese begrenzte Forschungsgrundlage führte dazu, dass Erkenntnisse teilweise auf Einzelstudien und praxisorientierte Berichte gestützt werden mussten, was die Tiefe und Validität der theoretischen Einbettung einschränken.

Zum anderen war die empirische Erhebung durch organisatorische und praktische Rahmenbedingungen limitiert. Geplant war ursprünglich, eine breitere Basis qualitativer Daten durch mehrere leitfadengestützte Expert:inneninterviews zu erheben. Aufgrund zahlreicher Absagen von potentiellen Interviewpartner:innen konnten jedoch lediglich vier Interviews geführt werden. Dadurch ist die Datengrundlage

schmal und es besteht das Risiko, dass die Ergebnisse die Vielfalt an Perspektiven nicht vollständig widerspiegeln, die für dieses komplexe Themenfeld erforderlich wäre.

Zusätzlich ist zu betonen, dass dieses Forschungsfeld nicht nur jung, sondern auch in der Schulpraxis noch nicht umfassend implementiert ist. Viele Konzepte und Lösungen befinden sich derzeit in Pilotphasen oder frühen Implementierungsstadien. Entsprechend basieren einige Annahmen dieser Arbeit auf theoretischen Überlegungen oder Zukunftserwartungen, was die Aussagekraft weiter einschränkt.

Gleichzeitig unterstreichen diese Limitationen die Relevanz des Themas: Mit zunehmender Digitalisierung von Bildungsprozessen und wachsender gesellschaftlicher Bedeutung von Inklusion ist zu erwarten, dass das Interesse an Forschung zur sinnvollen Integration von KI-Systemen in heterogene Lerngruppen künftig deutlich steigen wird. Weitere empirische Untersuchungen und systematische Analysen sind erforderlich, um die Potentiale, Grenzen und ethischen Implikationen solcher Ansätze fundiert bewerten zu können.

8 Fazit

Diese Arbeit basiert auf dem Design-Science-Research-Ansatz und entwickelt Gestaltungsprinzipien für sieben sonderpädagogische Förderschwerpunkte. Sie verbindet theoretische Modelle mit konzeptionellem Designwissen und überprüft die Ergebnisse explorativ durch vier Expert:inneninterviews. Ziel war es, Potentiale und Grenzen von KI-gestützten Lernumgebungen für inklusive Bildung aufzuzeigen und daraus praxisnahe Gestaltungsprinzipien abzuleiten.

Das in Kap. 7 dargestellte Szenario verdeutlicht, wie KI adaptive Lernprozesse unterstützen und die Teilhabe von Schüler:innen mit unterschiedlichen Förderbedarfen verbessern kann. Zugleich zeigt sich, dass die Umsetzung in der schulischen Praxis durch infrastrukturelle, organisatorische, pädagogische und ethische Faktoren begrenzt ist. KI kann somit entlasten und differenzieren, bleibt jedoch auf pädagogische Begleitung und soziale Einbettung angewiesen.

Aus den theoretischen und empirischen Befunden ergeben sich vier zentrale Prinzipien für den erfolgreichen Einsatz von KI im inklusiven Unterricht. Erstens kann KI Lehrkräfte unterstützen, ersetzt jedoch keine pädagogischen Beziehungen. Zweitens sind Struktur, Stabilität und Individualisierung zentrale Voraussetzungen für gelingende Förderung. Drittens entfalten Hilfen ihre Wirkung nur, wenn sie sozial integriert, zugänglich und entstigmatisierend gestaltet sind. Viertens hängt die Wirksamkeit technischer Lösungen vom differenzierten Einsatz und der Anpassung an individuelle sowie organisatorische Rahmenbedingungen ab.

Unter diesen Voraussetzungen kann KI einen Beitrag zu inklusiver Bildung leisten. Sie erweitert pädagogische Handlungsspielräume, ohne sie zu ersetzen. Für Forschung und Praxis ergibt sich daraus, dass die Entwicklung solcher Systeme partizipativ mit Lehrkräften und Lernenden erfolgen sollte. Ebenso ist ihre Einbettung in schulische Strukturen entscheidend, die technische Ausstattung, Fortbildung, Supportstrukturen und Datenschutzprozesse umfasst. Weitere empirische Untersuchun-

gen sollten die hier abgeleiteten Prinzipien in realen Unterrichtskontexten prüfen und dabei die ethische Dimension des KI-Einsatzes vertieft betrachten.

Insgesamt zeigt die Arbeit, dass KI keine umfassende Lösung für alle Förderbedarfe bietet, aber tragfähige Bausteine für eine gerechtere und individuellere Unterrichtspraxis bereitstellen kann.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Interessenkonflikt I. Langwagen, M. Menke, M. Thörner, Q. Tran und A. Zeqiri geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Alsswey A (2025) Examining students' perspectives on the use of artificial intelligence tools in higher education: a case study on AI tools of graphic design. *Acta Psychol* 258:105190. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105190>
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2024) Sonderpädagogische Förderschwerpunkte. <https://www.km.bayern.de/lernen/schularten/foerderschulen/sonderpaedagogische-foerderschwerpunkte>. Zugegriffen: 21. Aug. 2025
- CAST (2018) UDL and the learning brain. Wakefield, MA. <https://www.cast.org/resources/tips-articles/udl-learning-brain-neuroscience/>. Zugegriffen: 2. Juli 2025
- CAST (2025) <https://www.cast.org/what-we-do/universal-design-for-learning/>. Zugegriffen: 2. Juli 2025
- Cornelsen Verlag (2025) Mit KI in der Bildung zu Demokratisierung, Vielfalt und Inklusion. Cornelsen Magazin. <https://www.cornelsen.de/magazin/beitraege/mit-ki-in-der-bildung-zu-demokratisierung-vielfalt-und-inklusion>. Zugegriffen: 13. Juli 2025
- Edyburn DL (2005) Universal design for learning. *Special Educ Technol Pract* 7(5):16–22 (https://ocali.org/storage/ocali-ims-sites/ocali-ims-ocali/documents/UDL_SETPT7.pdf). Zugegriffen: 02.07.2025)
- Hevner A (2007) A three cycle view of design science research. *Scand J Inf Syst* 19
- Hevner A, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *Manag Inf Syst Q* 28
- Kroworsch S (2023) Rechte von Menschen mit Behinderungen. Deutsches Institut für Menschenrechte. <https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/publikationen/detail/inklusive-schulbildung>. Zugegriffen: 25. Juni 2025
- Künstner S (2024) Zwei Jahre ChatGPT: Erstmals nutzt eine Mehrheit KI-Anwendungen – Sorge vor Wahlmanipulation und Desinformation. <https://www.tuev-verband.de/pressemitteilungen/zwei-jahre-chatgpt>. Zugegriffen: 8. Aug. 2025
- Mayring P (2016) Qualitative Inhaltsanalyse – Grundlagen und Techniken, 11. Aufl. Beltz
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen Sonderpädagogische Förderung. <https://www.schulministerium.nrw/sonderpaedagogische-foerderung>. Zugegriffen: 15. Aug. 2025
- Mishra P, Koehler MJ (2006) Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Rec* 108(6):1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Niedersächsisches Kultusministerium (2005) Sonderpädagogische Förderung (RdErl. d. MK v. 01.02.2005 – 32 – 81027 VORIS 22410). In: Niedersächsisches Schulverwaltungsblatt, Bd 2/2005, S 49–75

- (https://www.mk.niedersachsen.de/download/113556/Erlass_Sonderpaedagogische_Foerderung.pdf. Gesehen: 15.08.2025)
- Prep Global ASU (2025) AI in education: Examples of artificial intelligence in the classroom. ASU Prep Global. <https://www.asuprepglobal.org/news/ai-in-education-examples/> (Erstellt: 19.05.). Zugriffen: 15. Aug. 2025
- Qusef A, Murad S, Alsalihi NR, Gharaibeh FA (2025) Leveraging artificial intelligence to identify students with learning challenges. *Int J Learn Teach Educ Res* 24(5):644–661. <https://doi.org/10.26803/ijlter.24.5.32>
- Rice MF, Dunn S (2023) The use of artificial intelligence with students with identified disabilities: a systematic review with critique. *Comput Sch* 40(4):370–390. <https://doi.org/10.1080/07380569.2023.2244935>
- Schmid M, Brianza EDP (2020) Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Comput Human Behav* 115:106586. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106586>
- Song Y, Weisberg LR, Zhang S, Tian X, Boyer KE, Israel M (2024) A framework for inclusive AI learning design for diverse learners. *Comput Educ Artif Intell* 6:100212. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100212>
- UNESCO (2021) Artificial intelligence and education: Guidance for policy-makers. (Beijing Consensus). UNESCO <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
- Wohlfart O, Wagner I (2025) Das TPACK Modell – ein vielversprechender Ansatz zur Modellierung der Digitalkompetenzen von (angehenden) Lehrkräften? Beltz Juventa, Weinheim

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.