

Generative künstliche Intelligenz im Geographieunterricht

Möglichkeiten, Grenzen und geographiedidaktische Perspektiven

Generative Artificial Intelligence in the Geography Classroom: Possibilities, Limitations, and Perspectives From Geography Education

Inteligencia Artificial Generativa en el aula de Geografía: posibilidades, limitaciones y perspectivas desde la enseñanza de la Geografía

Josef Kerscher  , Hannes Scharnagl , Moritz Stoller ,
Steffen Höhnle , Hanna Velling , Jan Christoph Schubert 

Zusammenfassung Der zunehmende Einsatz generativer künstlicher Intelligenz (KI) verändert Schule und Unterricht grundlegend und stellt die Geographiedidaktik vor konkrete Herausforderungen und Chancen. Der Beitrag stellt im Sinne eines ordnenden Überblicks erste strukturierende Orientierungspunkte für die (deutschsprachige) geographiedidaktische Diskussion zur KI-Integration in schulischen und geographiebezogenen Kontexten bereit. Zunächst wird generative KI im geographiedidaktischen Diskurs über Algorithmen und Digitalität verortet, bevor allgemein- und fachdidaktisch adaptierte Modelle zur KI-Integration sowie empirische Erkenntnisse skizziert werden. Anschließend werden Möglichkeiten (interaktive Simulationen, erweiterte Zugänge zur Raumanalyse, adaptive Lernumgebungen), Grenzen (Bias, Halluzinationen, Kartenkompetenzen) und Perspektiven (neu gedachte basiskonzeptionelle Zugänge) des KI-Einsatzes im Geographieunterricht diskutiert und in einer heuristischen geographiedidaktischen Ordnung zusammengeführt. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf empirische Forschungsdesiderate für die Geographiedidaktik.

Schlüsselwörter künstliche Intelligenz, Geographieunterricht, Geographiedidaktik, generative KI, Basiskonzepte

Abstract The growing use of generative artificial intelligence (GenAI) is fundamentally transforming schools and teaching, presenting geography education with challenges as well as opportunities. This article is intended as a structuring overview that establishes initial reference points for the (German-language) geography education discussion on GenAI integration. First, GenAI is situated within the geography education discourse on algorithms and digitality, before general and subject-specific models for GenAI integration, as well as empirical findings, are outlined. Subsequently, possibilities (interactive simulations, expanded approaches to spatial analyses, and adaptive learning environments), limitations (bias, hallucinations, and map literacy), and perspectives (newly conceived geographical basic concepts) of GenAI use in geography instruction are discussed and integrated in an organizing heuristic for geography education. The article concludes with an outlook on empirical research desiderata.

Keywords artificial intelligence, geography education, generative AI, geographical concepts

Resumen El creciente uso de la inteligencia artificial generativa (IAGen) está transformando, fundamentalmente, las escuelas y los procesos de enseñanza, sometiendo a la educación geográfica tanto a desafíos como oportunidades. Este artículo pretende ofrecer una visión estructurada que establezca puntos de referencia iniciales para el debate (en alemán) sobre la integración de la IAGen en la educación geográfica. En primer lugar, la IA generativa se sitúa dentro del discurso de la educación geográfica sobre algoritmos y digitalidad, antes de esbozar tanto modelos generales y específicos de la materia para la integración de la IA, como hallazgos empíricos. Posteriormente, se analizan e integran, en una heurística organizadora para la educación geográfica, las posibilidades (simulaciones interactivas, enfoques ampliados para el análisis espacial y entornos de aprendizaje adaptativos), las limitaciones (sesgos, alucinaciones y alfabetización cartográfica) y las perspectivas (conceptos geográficos básicos de nueva concepción) del uso de la IA en las clases de Geografía. El artículo concluye con una perspectiva sobre las necesidades pendientes de investigación empírica.

Palabras clave inteligencia artificial, enseñanza de la geografía, IA generativa, conceptos geográficos

1. Hinführung

Der flächendeckende Zugang zu generativer künstlicher Intelligenz wie ChatGPT seit Ende 2022 markierte einen Wendepunkt in der bildungspolitischen und fachdidaktischen Diskussion über den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) in schulischen Kontexten: von theoretischen Überlegungen zum Potenzial von KI hin zu praktischen Herausforderungen ihrer konkreten Integration (BAHROUN ET AL., 2023; CHANG & KIDMAN, 2023; CROMPTON & BURKE, 2023).

KI umfasst dabei Technologien, die menschliche Kognition nachahmen (RUSSELL & NORVIG, 2021). Neben klassischen regelbasierten KI-Systemen zeichnen sich moderne generative KI-Systeme (*generative artificial intelligence*; GenAI) durch die Fähigkeit aus, auf Basis umfangreicher Datensätze neue Inhalte zu erstellen (BAHROUN ET AL., 2023; LANE, 2025; UNESCO, 2023). Diese Systeme basieren häufig auf *large language models* (LLMs), die Muster aus großen Datenmengen lernen und kontextspezifische Antworten generieren (BROWN ET AL., 2020; LANE, 2025; MITCHELL, 2023). Neben textbasierten LLMs umfasst GenAI auch bild-, video- und audio-basierte Systeme, die multimodale Inhalte generieren können (TAHA, 2026). Im Folgenden wird vereinfachend von KI gesprochen, auch wenn primär generative KI-Systeme gemeint sind.

Für die Geographie ergeben sich aus dieser Entwicklung Veränderungen auf zwei Ebenen. Zum einen verändern sich sowohl der Gegenstandsbe- reich der Geographie selbst als auch geographische Erkenntnispraktiken: Räume werden vermehrt algorithmisch geprägt, ein Prozess, der nicht erst mit der Verfügbarkeit von KI einsetzte (FUCHS ET AL., 2021), durch sie jedoch in neuer Qualität fortgeführt wird. Auch hybride und digitale Räume gewinnen an Bedeutung und KI-gestützte Big-Data-Analysen ermöglichen neue Formen der Raumforschung (LEE ET AL., 2025; ZHOU, 2023). Zum anderen und daraus resultierend birgt die Verfügbarkeit

von KI-Systemen für den Geographieunterricht vielfältige Potenziale und Herausforderungen: Lehrkräfte können KI beispielsweise zur differenzierten Materialgenerierung, zur Erstellung raumanalytischer Inhalte oder zur Simulation geographischer Prozesse nutzen (LANE, 2025). Potenziale zur Förderung geographischer Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern durch KI-Tools gehen mit der gleichzeitigen Notwendigkeit und Herausforderung eines kritisch-reflektierten Umgangs mit KI einher (CHANG & KIDMAN, 2023; LEE ET AL., 2025).

Dabei stellt sich die grundlegende Frage, wie KI-gestützte Lernprozesse mit zentralen geographiedidaktischen Prinzipien wie Multiperspektivität, Kontroversität sowie Problem- und Lösungsorientierung vereinbar sind. Der vorliegende Beitrag zielt darauf ab, diese Möglichkeiten, Grenzen und Perspektiven des KI-Einsatzes aus einer spezifisch geographiedidaktischen Perspektive zu beleuchten. Dazu wird der KI-Einsatz zunächst im geographiedidaktischen Diskurs über Algorithmen und Digitalität verortet sowie durch bestehende allgemein- und fachdidaktische Modelle zur KI-Integration und den bisherigen empirischen Forschungsstand gerahmt (Kap. 2). Auf dieser Grundlage wird die Zielsetzung des Beitrags konkretisiert (Kap. 3), bevor Möglichkeiten (Kap. 4) und Grenzen (Kap. 5) des KI-Einsatzes im Geographieunterricht diskutiert werden. Zudem werden Perspektiven für die geographiedidaktische Praxis dargestellt (Kap. 6) sowie zukünftige Forschungsperspektiven formuliert (Kap. 7). Der Beitrag bietet abschließend einen ordnenden Überblick (Kap. 7), um erste Grundlagen für eine geographiedidaktisch fundierte Auseinandersetzung mit KI zu legen und Orientierungspunkte für zukünftige, insbesondere empirische Forschung und Modellbildung in der Geographiedidaktik bereitzustellen.

2. Theoretische und empirische Rahmung

Zur Einordnung des KI-Einsatzes im Geographieunterricht wird im Folgenden zunächst der theoretische Rahmen in drei Schritten aufgespannt: Ausgehend von der Verortung generativer KI im geographiedidaktischen Diskurs über Algorithmen und Digitalität (2.1.1) werden allgemeindidaktische Modelle und Kompetenzrahmen zur KI-Integration skizziert (2.1.2), bevor geographiedidaktisch spezifizierte Modelle und bestehende fachspezifische Perspektiven dargestellt werden (2.1.3). Daran anschlie-

ßend wird die vergleichsweise überschaubare empirische Forschungslandschaft aufbereitet (2.2).

2.1 Theoretische Grundlagen

2.1.1 Algorithmen, Digitalität und geographische Bildung

Die Auseinandersetzung mit KI in der geographischen Bildung im deutschsprachigen Raum beginnt nicht erst mit der breiten Verfügbarkeit generativer

KI-Systeme. Sie schließt an einen geographiedidaktischen Diskurs über Digitalisierung und Digitalität an, der mit dem Positionspapier des Hochschulverbands für Geographiedidaktik (HGD, 2020) einen zentralen Bezugspunkt erhalten hat und von PETTIG und GRYL (2023a) entlang von zehn Perspektiven ausgearbeitet wurde. Eine Schnittstelle dieses Diskurses bilden Algorithmen: FUCHS ET AL. (2021) beschreiben sie mit dem Konzept der Algorithmenkulturen nicht nur als bloße technische Werkzeuge der Geographie. Algorithmen sortieren und filtern raumbezogene Informationen, etwa in sozialen Medien oder Navigationsdiensten, und prägen damit, wie Schülerinnen und Schüler Räume wahrnehmen und in ihnen handeln. Für die geographische Bildung folgt daraus im Anschluss an den *Spatial-Citizenship*-Ansatz der Anspruch, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, solche algorithmischen Einflüsse auf Raumkonstruktionen zu erkennen und zu reflektieren (FUCHS ET AL., 2021; SCHULZE ET AL., 2015).

Generative KI-Systeme lassen sich in diesem Diskurs als jüngere Form algorithmischer Systeme verorten, weisen gegenüber den bislang in der geographiedidaktischen Diskussion betrachteten Anwendungen jedoch eine neue Qualität auf. Algorithmische Systeme können je nach Funktion Informationen sortieren und priorisieren, Muster klassifizieren oder Vorhersagen erzeugen. Im bisherigen geographiedidaktischen Diskurs wurden insbesondere solche algorithmischen Systeme thematisiert, die durch Sortierung und Filterung die Sichtbarkeit raumbezogener Informationen und damit Raumwahrnehmungen beeinflussen (vgl. z. B. DORSCH ET AL., 2021; PESCHEL ET AL., 2023). Generative KI-Systeme erzeugen demgegenüber auf Grundlage gelernter Muster selbst neue textliche, visuelle oder multimodale Inhalte und treten Schülerinnen und Schülern als unmittelbar und interaktiv adressierbare Systeme gegenüber (BROWN ET AL., 2020; OECD & EUROPEAN COMMISSION, 2026). Diese Unterscheidung zeigt sich auch in der Differenzierung zwischen *predictive AI* und *generative AI* (OECD & EUROPEAN COMMISSION, 2026). Wie sich der Einsatz solcher Systeme im Unterricht ordnen lässt, wurde bislang vor allem in allgemeindidaktischen Modellen und Kompetenzrahmen gefasst.

2.1.2 Allgemeindidaktische Modelle und Kompetenzrahmen zur KI-Integration

Zur Integration und Strukturierung der vielfältigen Neuerungen hinsichtlich des Einsatzes von KI in unterrichtlichen Kontexten wurden in den vergangenen Jahren verschiedene allgemeindidaktisch orientierte Modelle entwickelt. Ein bereits etabliertes Modell ist das SAMR-Modell nach PUENTEDURA (2006, 2014), das ursprünglich zur Integration digi-

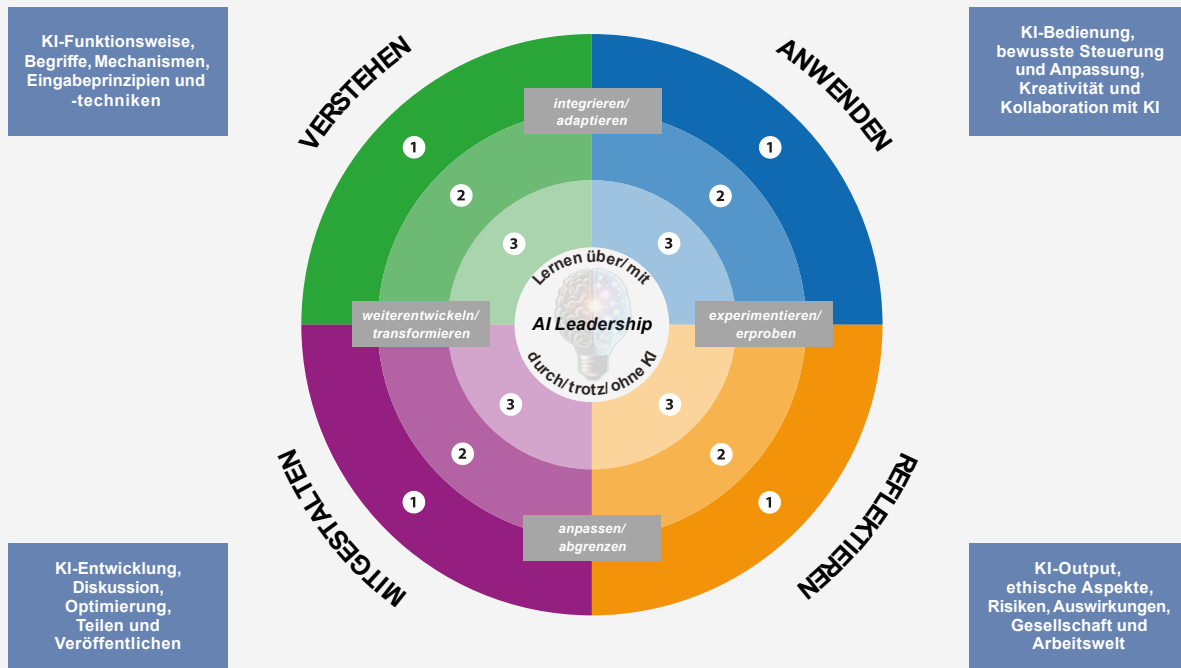
taler Technologien in den Unterricht entwickelt wurde, jedoch auch auf KI-Systeme angewendet werden kann (HAMILTON ET AL., 2016; LEE ET AL., 2025). Es unterscheidet vier Stufen der Technologieintegration: *substitution*, *augmentation*, *modification* und *redefinition*. Während die ersten beiden Stufen der *enhancement*-Phase (Verbesserung bestehender Aufgaben durch KI) zugeordnet werden, bilden die letzten beiden Stufen die *transformation*-Phase (grundlegende Neugestaltung und Ermöglichung neuer Lernaktivitäten durch KI) (HAMILTON ET AL., 2016; LEE ET AL., 2025). Das Modell bietet dabei einen analytischen Rahmen, um zu bewerten, auf welcher Ebene KI in Lehr-Lern-Prozesse integriert wird: von reiner Effizienzsteigerung bis hin zur grundlegenden Transformation von Lernaktivitäten.

Weiterhin wurde im deutschsprachigen Raum das KI-Kompetenzmodell von ALLES ET AL. (2025) entwickelt (vgl. Fig. 1). Es unterscheidet vier Kompetenzbereiche (Verstehen, Anwenden, Reflektieren, Mitgestalten) und betont im Zentrum den Begriff der *AI leadership*, verstanden als Fähigkeit, die Kontrolle über KI-Systeme zu bewahren, ihre Ergebnisdarstellungen kritisch zu bewerten und eigenständige Entscheidungen über deren Einsatz zu treffen (WESSELS, 2024). Besonders relevant ist die Differenzierung verschiedener Modi der KI-Integration, die von FALCK (2025) in Bezug auf Unterricht in fünf Dimensionen dargestellt werden: Lernen *über* KI (Verständnis über Funktionsweise und Grenzen von KI-Systemen), Lernen *mit* KI (aktiver Einsatz von KI-Tools als Werkzeug zur Unterstützung eigener Lernprozesse), Lernen *durch* KI (adaptive Lern- und Tutorsysteme, die individualisiertes Feedback bereitstellen), Lernen *trotz* KI (Reflexion darüber, warum Schülerinnen und Schüler überhaupt noch lernen sollen, was Maschinen besser können und wie intrinsische Motivation gefördert werden kann) und Lernen *ohne* KI (bewusste Bildungsräume ohne KI). Diese fünf Dimensionen sollen einen multiperspektivischen Blick auf KI-Integration in den Unterricht ermöglichen und verdeutlichen, dass es sowohl um technische Anwendung als auch um kritisch-reflektierende Auseinandersetzung geht. Sie dienen im weiteren Verlauf des Beitrags als Orientierungsrahmen, auf den bei der Betrachtung des KI-Einsatzes im Geographieunterricht wiederholt zurückgegriffen wird. Da der Beitrag konkret den Einsatz von generativer KI im Geographieunterricht fokussiert, wird die Dimension „Lernen *ohne* KI“ (FALCK, 2025) nicht eigenständig betrachtet.

Auf internationaler Ebene liegt mit dem *AI literacy framework* (OECD & EUROPEAN COMMISSION, 2026) zudem ein Kompetenzrahmen vor, der *AI literacy* als Verbindung von technischem Wissen, überdauernden Fähigkeiten und Haltungen fasst und die

KI-Kompetenzen

für Lehrende & Lernende



CC-BY 4.0 Susanne Alles/Joscha Falck/Manuel Flick/Regina Schulz

Fig. 1. Allgemeines KI-Kompetenzmodell für Lehrende und Lernende (Quelle: ALLES ET AL., 2025, S. 4; unverändert übernommen; CC BY 4.0)

anzustrebenden Kompetenzen vier Domänen zugeordnet (*engage with AI, create with AI, manage AI, shape AI*). Mit der Anbindung an das geplante PISA-2029-Assessment zur *media and artificial intelligence literacy* verweist es zugleich auf die bildungspolitische Erwartung, KI-bezogene Kompetenzen künftig systematisch zu fördern und zu erfassen.

Den skizzierten Modellen und Rahmenwerken ist ihre fächerübergreifende Anlage gemein: Sie benennen, welche Kompetenzen und Integrationsstufen anzustreben sind, lassen jedoch offen, wie diese entlang fachlicher Gegenstände, Arbeitsweisen und Medien konkretisiert werden können. Hier setzen fachdidaktische Ansätze an.

2.1.3 Geographiedidaktische Modelle und Ideen zur KI-Integration

LANE (2025) entwickelt ein Modell zur Integration von generativer KI in die geographische und umweltbezogene Bildung mit zehn zentralen Leitlinien. Diese umfassen beispielsweise Innovationsbereitschaft im Geographieunterricht sowie die Nutzung spezifischer Potenziale von GeoAI – der Verbindung von KI-Methoden mit Geodaten und raumbezogenen Analysen (LI, 2020), die, anders als rein textbasierte Systeme, auch räumliche Zusammenhänge erfassen kann. Ergänzend zählt dazu die Nutzung

generativer KI-Systeme zur Vertiefung des geographischen Verständnisses und zur Herstellung interdisziplinärer Bezüge. LANE (2025) hebt auch die Einführung ethischer Protokolle, d. h. verbindlicher Regeln für einen transparenten, verantwortungsvollen KI-Einsatz im Unterricht, hervor. Sein Modell zielt darauf ab, KI so zu integrieren, dass geographische Denkweisen erhalten bleiben und zugleich effizient gefördert werden, wenngleich geographiedidaktische Spezifizierungen weitgehend ausbleiben.

LEE ET AL. (2025) konkretisieren ein KI-Integrationsmodell für die geographische Bildung, indem sie das SAMR-Modell systematisch auf vier zentrale Dimensionen des Geographieunterrichts anwenden: *curriculum, pedagogy, assessment* und *field-work*. Sie zeigen für jede Dimension auf, wie KI von reiner Substitution bis hin zur Redefinition eingesetzt werden kann, und liefern damit mögliche Ansätze für eine differenzierte fachdidaktische Planung des Geographieunterrichts (für eine ausführliche Darstellung vgl. LEE ET AL., 2025).

Auch innerhalb der deutschsprachigen Geographiedidaktik liegen erste Beiträge zum Einsatz generativer KI vor, allerdings mit stärker praxisorientierter Ausrichtung. SCHULZ ET AL. (2023) loten in einem Impulsbeitrag die Funktionsweise, allgemeine Nutzungsmöglichkeiten und Grenzen sprachbasier-

ter KI für das Unterrichten und Lernen im Fach aus und deuten deren Einzug in den (Geographie-)Unterricht als Anstoß eines Wandels der Lernkultur. RÜTHER und MEHREN (2024) konkretisieren dies für die Unterrichtsplanung und benennen zugleich damit verbundene Grenzen: Ohne fachdidaktisches Qualitätsverständnis von Unterricht auf Seiten der Lehrkraft bleibe KI-gestützte Planung auf allenfalls befriedigendem Niveau. Ergänzt werden diese Beiträge durch eine wachsende Zahl praxisorientierter Materialien, etwa Handreichungen aus der Lehrkräftebildung (z.B. AST ET AL., 2025) oder unterrichtspraktische Impulse zu Bildgenerierung und Prompting-Strategien (z.B. BERGER, 2026) oder zu kontroversen geographischen Themen (z.B. NEUHAUS, 2023).

Einerseits verdeutlichen die skizzierten Modelle, dass KI-Integration in den Geographieunterricht über rein technologische Fragen hinausgeht und pädagogische, ethische sowie fachdidaktische Überlegungen systematisch einbeziehen muss. Andererseits zeigt sich, dass international vorliegende Ansätze entweder stark modellgeleitet und abstrakt bleiben, wie etwa SAMR-basierte Anwendungen, oder dass sie, wie bei LANE (2025), geographiedidaktische Spezifizierungen weitgehend offenlassen, während der deutschsprachige Diskurs bislang überwiegend praxisorientiert-impulsgebend verläuft. Ob und unter welchen Bedingungen die vorliegenden Ansätze lernwirksam sind, ist darüber hinaus eine empirische Frage, weshalb im Folgenden der empirische Forschungsstand skizziert wird.

2.2 Empirischer Forschungsstand

Empirische Untersuchungen zur Integration von KI in den Geographieunterricht befinden sich noch in einem relativ frühen Stadium. Erste internationale Befunde deuten darauf hin, dass generative KI-Tools das geographische Denken von Schülerinnen und Schülern fördern können: So zeigen BUENO-PICAZO und TIRADO-OLIVARES (2026) in einer quasi-experimentellen Studie mit Grundschulkindern in Spanien, dass konversationsbasiertes KI-gestütztes

Lernen mit ChatGPT im Vergleich zu traditionellen Websuchen signifikante Verbesserungen im geographischen Denken und Faktenwissen hervorrufen kann. DONMEZ BAYRAKCI (2025) führt in einem quasi-experimentellen Ansatz im Kontext der IGEO-Olympiaden-Vorbereitung aus, dass KI-gestützte geographische Bildung positive Effekte auf räumliches Denken und Problemlösefähigkeiten von Schülerinnen und Schülern haben kann. Auf Hochschulebene zeigt beispielsweise YANG (2026) in einer Mixed-Methods-Studie mit Geographiestudentinnen und -studenten in Großbritannien, dass 80 % der befragten Personen generative KI für akademische Zwecke nutzen, vorwiegend für Brainstorming (63,3 % der KI-nutzenden Studentinnen und Studenten) und zur Umformulierung oder Verbesserung eigener Gedanken und Texte (60 %). Gleichzeitig äußern sie Bedenken bezüglich akademischer Integrität – etwa im Hinblick auf Plagiate im Zusammenhang mit dem Einsatz von KI oder hinsichtlich übermäßiger Abhängigkeit von den Systemen – und präferieren vor diesem Hintergrund authentische Prüfungsformate wie projektbasiertes Lernen und Feldarbeit, um diesen Risiken zu begegnen. Mit Blick auf die Lehrkräfteperspektive zeigt LEE (2026) in einer Mixed-Methods-Studie mit Sekundarschullehrerinnen und -lehrern in Südkorea, dass fachspezifische Fortbildungsprogramme technologische und psychologische Hürden beim Einsatz generativer KI senken sowie die Nutzung ihrer Potenziale unterstützen können. Qualitative Interviews deuten zudem darauf hin, dass die Fortbildungsprogramme eine Weiterentwicklung des beruflichen Rollenverständnisses begünstigen können – weg vom Bild der Wissensvermittlerin bzw. des Wissensvermittlers hin zur Moderation kritischer Denkprozesse. Die vorliegenden Studien sind jedoch überwiegend im englischsprachigen Ausland verortet und fokussieren oftmals nicht explizit schulische Lernarrangements. Für den deutschsprachigen Schulkontext stehen empirische Befunde, etwa zu Schulformen, curricularer Einbettung oder Lehrkräfteperspektiven, bislang noch weitgehend aus.

3. Zielsetzung des Beitrags

Aus der dargelegten theoretischen und empirischen Forschungslandschaft lassen sich zwei zentrale Desiderate ableiten. Erstens liegen aus theoretischer Perspektive bislang überwiegend allgemeindidaktisch ausgerichtete Modelle zur KI-Integration vor. Vereinzelte Übertragungen auf den Geographieunterricht im englischsprachigen Raum sind zumeist stark modellgeleitet, sodass es ihnen infolge dieser Enge an geographiedidaktischer Spezifität mangelt.

Zweitens befindet sich die empirische Forschungslage insgesamt noch in einem relativ frühen Entwicklungsstadium und ist zudem überwiegend englischsprachig geprägt. Aus diesen beiden Forschungslücken ergibt sich das Ziel des vorliegenden Beitrags, einen explorativ-ordnenden Überblick über den Einsatz von KI im Geographieunterricht aus genuin geographiedidaktischer Perspektive zu geben. Auf dieser Grundlage sollen Impulse für

die zukünftige, insbesondere deutschsprachige und empirische Forschung in der Geographiedidaktik gesetzt werden. Zugleich kann der Überblick als Ausgangspunkt für eine geographiedidaktische Theorie- und Modellbildung dienen, die nicht lediglich aus der allgemeinen Unterrichtsforschung übertragen wird.

Die zugrunde liegende Literaturarbeit erfolgte theorie- und problemorientiert: Den Ausgangspunkt bildeten einschlägige Arbeiten zu KI in der geographischen und geographiedidaktischen Bildung sowie ergänzend Beiträge zum geographiedidaktischen Diskurs über Digitalität und Algorithmisierung. Diese wurden um Arbeiten zu den im Beitrag

fokussierten Anwendungsfeldern und Problembereichen (Kap. 4 bis 6) erweitert. Aus dieser Literaturarbeit heraus werden im Folgenden Möglichkeiten, Grenzen und Perspektiven des KI-Einsatzes entlang dreier Leitfragen dargestellt:

- (1) Welche spezifischen Möglichkeiten bietet KI für die Förderung geographischer Kompetenzen?
- (2) Wo liegen spezifische Grenzen von KI im Geographieunterricht?
- (3) Welche geographiedidaktischen Perspektiven wären zukünftig bei der Integration von KI in den Geographieunterricht denkbar?

4. Möglichkeiten

KI eröffnet neue didaktische Räume für geographische Lehr- und Lernprozesse. Sie ermöglicht es nicht nur, komplexe globale Zusammenhänge greifbarer zu machen und Analysemethoden, die bislang Expertinnen und Experten vorbehalten waren, in das Klassenzimmer zu holen, sondern kann auch (geographische) Lernprozesse individueller gestalten. Basierend auf dem aktuellen Diskurs werden im Folgenden drei zentrale Handlungsfelder identifiziert, in denen KI den Geographieunterricht bereichern kann.

4.1 Interaktive Simulationen: Das Abstrakte konkret machen

Eine Herausforderung des Geographieunterrichts ist es, abstrakte oder räumlich weit entfernte Phänomene für die Lernenden möglichst konkret und anschaulich aufzubereiten. Ein Beispiel hierfür ist der Klimawandel: Aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler werden die gravierenden Folgen des Klimawandels häufig in erster Linie in weit vom eigenen Wohnort entfernt liegenden Regionen verortet, während das eigene lokale Umfeld als relativ wenig vom Klimawandel betroffen eingeschätzt wird (KERSCHER ET AL., 2025). Diese Wahrnehmung ist nicht nur fachlich gesehen unzutreffend, sondern gerade mit Blick auf Handlungsbereitschaft problematisch. Vor dem Hintergrund der fachdidaktischen Notwendigkeit, den Klimawandel als ein räumlich unterschiedlich wirkendes und zugleich lokal für den eigenen Wohn- bzw. Schulstandort hoch relevantes Problem im Geographieunterricht zu konzeptualisieren, ergibt sich für Lehrkräfte die Herausforderung, für den jeweiligen Schulstandort lokale Folgen des Klimawandels herauszuarbeiten, statt auf überregionale Schulbuchbeispiele o. Ä. zurückzugreifen. Mithilfe KI-gestützter Anwendungen (LANE, 2025) können vorlie-

gende Klimadaten und Modellergebnisse für selbst gewählte lokale Raumbeispiele aufbereitet, exploriert und visualisiert werden, wodurch Schülerinnen und Schüler Szenarien für ihre Region interaktiv erkunden können (analog zur Dimension „Lernen mit KI“; FALCK, 2025). Davon ausgehend können wiederum gezielte lokale Anpassungsmaßnahmen für den eigenen Schulstandort entwickelt werden. Im Sinne eines problem- bzw. lösungs- und zugleich handlungsorientierten Unterrichts kann so nicht nur das Systemverständnis gefördert werden, sondern auch ein Beitrag zur Entwicklung der Urteils- und Handlungskompetenz der Schülerinnen und Schüler geleistet werden, da die KI-Nutzung das aktive Gestalten im Nahraum ermöglicht bzw. vereinfacht.

4.2 Erweiterte Zugänge zur Raumanalyse

KI eröffnet den Zugang zu Analysemethoden, die bislang Expertinnen und Experten vorbehalten waren oder erhebliche Hürden hinsichtlich der Software und des technischen Know-hows mit sich brachten (LI, 2020). Ein mögliches Anwendungsfeld ist die Fernerkundung und die Arbeit mit Satellitenbildern, etwa über Plattformen wie Google Earth Engine (CAO ET AL., 2021). Zwar können KI-gestützte Anwendungen raumanalytische Arbeitsschritte mittlerweile weitgehend automatisiert ausführen und deren Ergebnisse vereinfacht aufbereiten, aus fachdidaktischer Sicht ist jedoch entscheidend, dass eine vollständige Substitution durch die KI (im Sinne des SAMR-Modells) nicht zielführend ist. Vielmehr bleibt die eigene Analyse von Satellitenbildern eine zentrale geographische Arbeitsweise und somit eine unverzichtbare Kompetenz für die Schülerinnen und Schüler (analog zur Dimension „Lernen trotz KI“; FALCK, 2025). Gleichzeitig bietet die Technologie dabei neue didaktische Potenziale: Schülerinnen und Schüler können exemplarisch einen kleinen

Raumausschnitt, etwa hinsichtlich der Flächennutzung, zunächst eigenständig ohne KI analysieren. Anschließend überträgt die KI diese Erkenntnisse auf größere Areale (analog zur Dimension „Lernen mit KI“; FALCK, 2025). Dies gewährleistet einerseits den Kompetenzerwerb in der Satellitenbildanalyse und ermöglicht andererseits großräumige Betrachtungen und Vergleiche, die durch eigene Analysen allein kaum im Unterricht realisierbar wären.

Als weiterer Aspekt lässt sich zudem anführen, dass KI den unterrichtlichen Zugang zu *geospatial big data* erheblich erleichtert bzw. Zugangshürden deutlich senkt (FARGHER, 2018; LEE, 2023). Die zunehmende Verfügbarkeit riesiger offener Datensätze – seien es Verkehrsdaten, Wetterdaten oder Bevölkerungsstatistiken (LEE, 2023) – bliebe ohne technologische Unterstützung im Unterricht weitgehend unzugänglich. KI-basierte Verfahren können hier als unterstützende Werkzeuge dienen, um große Datenmengen zu filtern, (räumliche) Muster zu erkennen und diese für Schülerinnen und Schüler aufzubereiten und zu visualisieren (FARGHER, 2018; LI, 2020; analog zur Dimension „Lernen mit KI“; FALCK, 2025).

Dabei ist es essentiell, auch das Blackbox-Phänomen zu thematisieren. Es reicht nicht aus, dass Schülerinnen und Schüler allein durch KI Ergebnisse generieren können. Sie sollen ein Grundverständnis dafür entwickeln, wie diese Ergebnisse zustande kommen. Einige Systeme stellen dabei erklärende Zwischenschritte oder verschiedene Zusammenfassungen ihrer Verarbeitung bereit. Diese können zwar das Nachvollziehen erleichtern, sind jedoch selbst modellgenerierte Darstellungen und nicht mit einem verlässlichen Einblick in die interne Modelllogik gleichzusetzen (vgl. z. B. TURPIN ET AL., 2023), wodurch auch sie Gegenstand kritischer Prüfung sein sollten. So kann die KI vom reinen Werkzeug auch zum Gegenstand der Reflexion und somit selbst zum Lerngegenstand werden (analog zur Dimension „Lernen über KI“; FALCK, 2025), im Geographieunterricht etwa mit Blick auf die (Geo-)Datengrundlagen KI-generierter Karten.

4.3 Adaptive Lernumgebungen und Prozessdiagnostik

Wie LEE ET AL. (2025) hervorheben, besitzt KI das Potenzial, sowohl Lehr- als auch Lernprozesse grundlegend zu verändern. Gerade im Geographieunterricht, der oft komplexe systemische Zusammenhänge zum Gegenstand hat, bietet KI besondere Potentiale zur umfassenden Binnendifferenzierung. Über Differenzierungen nach Lernstand, Lerntempo etc. und entsprechende Materialien und Feedbacks hinausgehend, die bislang etwa aufgrund begrenzter Zeitkapazitäten von Lehrkräften

in der Regel nur für Gruppen von Lernenden umsetzbar sind, ermöglichen KI-gestützte Systeme adaptive Lernarrangements, die auf die individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler zugeschnitten sind (analog zur Dimension „Lernen durch KI“; FALCK, 2025). Zur fachlichen Absicherung kann der Einsatz von *retrieval-augmented generation* (RAG) einen wichtigen Beitrag leisten. Statt Antworten ausschließlich aus den Trainingsdaten eines Sprachmodells (wie ChatGPT, Gemini oder Claude) zu generieren, wird in diesem Verfahren auf eine externe, von der Lehrkraft zusammengestellte Wissensbasis zurückgegriffen. So können qualitativ hochwertige Fachtexte oder Fallbeispiele hinterlegt werden, die als Grundlage für die Textgenerierung dienen. Dies reduziert das Risiko von inhaltlichen Fehlern (Halluzinationen) und bindet die KI stärker an den fachlichen Kontext des Unterrichts.

Auf dieser kuratierten Wissensbasis liefert die KI der Lehrkraft zudem wertvolle diagnostische Einblicke. Zu vielen geographischen Themen wie der Entstehung von Jahreszeiten haben Schülerinnen und Schüler bereits vor dem Unterricht alltagsweltlich geprägte Vorstellungen entwickelt, die im Unterricht als wichtige Lernausgangslage aufgegriffen werden sollten, da sie zugleich Quelle für fachliche Missverständnisse sein können (REINFRIED & TEMPELMANN, 2014). Mittels RAG-gestützter Analysen lassen sich Antworten von Schülerinnen und Schülern automatisiert mit den hinterlegten Materialien abgleichen und auf solche konzeptionellen Missverständnisse prüfen. Darauf aufbauend kann das System konkrete Hilfestellungen anbieten, die Schülerinnen und Schüler gezielt zum wissenschaftlich fundierten Konzept im Sinne der Conceptual-Change-Theorie führen. Zwar war eine solche Differenzierung prinzipiell schon immer durch die Lehrkraft selbst möglich, doch kann der Einsatz von KI die Arbeitsbelastung bei der Diagnose und Materialerstellung erheblich reduzieren, sodass gewonnene Kapazitäten für andere pädagogische und fachdidaktische Arbeiten frei werden.

In der Zusammenschau der an den Beispielen aufgezeigten drei Handlungsfelder lässt sich ableiten, dass KI hier zunächst als **Werkzeug geographischer Erkenntnis** wirksam wird: Geographische Analyse- und Simulationsprozesse können erweitert werden, indem beispielsweise Zugänge zur Raumanalyse erleichtert und Lernwege adaptiv gestaltet werden können.

5. Grenzen

Trotz der sich durch KI im Unterricht bietenden Möglichkeiten dürfen eine Reihe von Grenzen nicht unerwähnt bleiben. Diese umfassen u. a. die Kompetenzen der Lehrkräfte, die fachdidaktische Integration von KI in Unterrichtsabläufe, Ungleichheiten in der Infrastruktur und im Zugang, Sicherheits- und Datenschutzbedenken, potenzielle Abhängigkeiten von KI sowie die Korrektheit der KI-Inhalte (LEE ET AL., 2025). Der vorliegende Beitrag richtet den Fokus hier weniger auf fächerübergreifende, sondern vielmehr auf fachspezifisch besonders relevante Grenzen des KI-Einsatzes.

Geographische Themen weisen oftmals eine hohe Komplexität auf. Der Geographieunterricht kann dieser Herausforderung u. a. durch Komplexitätsreduktion begegnen. Zugleich sollten Schülerinnen und Schüler jedoch lernen, mit hoher Komplexität umzugehen, um geographische Probleme eigenständig durchdringen, abwägen und beurteilen zu können (MEHREN ET AL., 2015; SCHEUNPFLUG & SCHRÖCK, 2000). Der Einsatz von KI sollte diese Eigenständigkeit nicht ersetzen (LANE, 2025; LEE ET AL., 2025; ZELLNER, 2023), denn kritisches, systemisches und moralisch-ethisches Denken sind unverzichtbar, gerade bei komplexen Nachhaltigkeitsthemen (MEHREN ET AL., 2016). Daher müssen Geographielehrkräfte ein angemessenes Verhältnis zwischen der Nutzung der Möglichkeiten von KI und der Förderung der Entwicklung wesentlicher Fähigkeiten finden, die durch KI nicht vollumfänglich ersetzt werden können bzw. sollten (analog zur Dimension „Lernen trotz KI“; FALCK, 2025).

Ein weiteres zentrales Risiko des KI-Einsatzes im Geographieunterricht sind Verzerrungen (sog. *Bias*) in der Datenbasis, die zu einseitigen oder verfälschenden Darstellungen geographischer Themen führen können (LANE, 2025; LEE ET AL., 2025; MISHRA ET AL., 2023; WILBY & ESSON, 2024; YAN ET AL., 2024). Diese Verzerrungen können einerseits unbewusst aus bestehenden gesellschaftlichen Stereotypen reproduziert werden. So zeigen KERCHE ET AL. (2026) am Beispiel von ChatGPT, dass etwa Länder Subsahara-Afrikas und der arabischen Halbinsel in Vergleich zu künstlerischer Begabung oder kulinarischer Qualität systematisch schlechter dargestellt werden als Länder mit umfangreicherer englischsprachiger Dokumentation, obwohl dies nicht auf tatsächliche Unterschiede, sondern auf die ungleiche digitale Verfügbarkeit entsprechender Inhalte zurückzuführen ist (sog. *availability bias*). Verzerrungen können andererseits auch bewusst durch Akteure (z. B. Staaten) zur Verbreitung eigener Perspektiven geschaffen werden (SCHROEDER ET AL., 2026).

Ein Beispiel ist das pro-russische *Pravda*-Netzwerk: Es produziert gezielt Inhalte, die auf eine Aufnahme in künftige KI-Trainingsdaten ausgelegt sind (sog. *LLM grooming*; SCHROEDER ET AL., 2026, S. 355). Auf diesem Weg können verzerrte geopolitische Narrative in KI-Systemen verankert werden, deren Outputs solche Perspektiven wiederum unkritisch reproduzieren.

Eine zusätzliche Grenze stellen sogenannte Halluzinationen dar (FADEL ET AL., 2024; LANE, 2025; LEE ET AL., 2025; ŞANLI, 2025; UNESCO, 2023). Die Modelle können sprachlich plausible Aussagen erzeugen, ohne die faktische Richtigkeit zu prüfen, so dass auch fachlich falsche Erklärungen überzeugend wirken können. Hinzu kommen erfundene Quellenangaben, was wissenschaftliche Integrität unmittelbar gefährdet. Hierdurch können alltagsweltliche Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu geographischen Themen und Regionen über unpräzise Prompts und scheinbar stimmige KI-Antworten reproduziert und verfestigt werden. Dies zeigt sich etwa, wenn bei Wüstentypen nur Sandwüsten (keine Eis-, Stein- oder Salzwüsten; vgl. Fig. 2) erscheinen oder fehlerhafte Darstellungen zum Grundwasser und zum Treibhauseffekt generiert werden, die auch die geographiedidaktische Vorstellungsforschung bereits vielfach dokumentiert hat (vgl. REINFRIED, 2007; SCHUBERT, 2013; SCHULER, 2011). Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass KI wichtige lokale Kontexte und Besonderheiten übersieht, da die Datengrundlage auf anderen Räumen bzw. allgemeinen Informationen beruht. Dies ist ein besonders relevantes Problem im Geographieunterricht, da hier ebendiese lokalen Kontexte und kulturellen Besonderheiten oft von entscheidender Bedeutung sind.

Mit Blick auf Karten als zentrales Medium der Geographie (HÜTTERMANN ET AL., 2012) zeigen sich ebenfalls deutliche Grenzen des KI-Einsatzes. Diese beziehen sich auf alle Teilbereiche der Kartenkompetenz (Karten erstellen, Karten auswerten, Karten kritisch reflektieren; ULMRICH & HEMMER, 2024), denn KI kann Karten erzeugen, ohne dass die entscheidenden fachlichen Konventionen transparent werden (z. B. Maßstab und Generalisierungen). Gerade diese Entscheidungen bestimmen jedoch, welche Muster *sichtbar* werden und welche Zusammenhänge verschwinden. Besonders auffällig sind Halluzinationen von KI beim Erstellen von Karten (vgl. Fig. 3; z. B. falsche Ortsnamen), aber auch bei der Auswertung von und Reflexion über Karten können KI-Systeme erhebliche Schwächen zeigen. Demnach ist eine unreflektierte Auslagerung der Kartenkompetenz an KI nicht nur vor diesem Hintergrund

wenig sinnvoll. Neben diesen spezifischen Einschränkungen in Bezug auf Karten ist zudem anzuführen, dass LLMs gegenwärtig Schwierigkeiten haben, räumliche Beziehungen zwischen geographischen Merkmalen zu erfassen und mit mehreren

geographischen Datenformaten (z. B. mit der Kombination von Satellitenfotos, Standortdaten und Karten) gleichzeitig umzugehen (BHANDARI ET AL., 2023; LANE, 2025; ROBERTS ET AL., 2023).



Fig. 2. Stereotype Darstellung eines KI-generierten Bildes von Wüsten; generiert mit ChatGPT, basierend auf GPT-5.2 Thinking (DALL·E) am 12.12.2025, Prompt: *Erstelle Bilder verschiedener Wüstentypen* (Quelle: Autorin und Autoren)



Fig. 4. KI-generierte Karte Deutschlands; generiert mit ChatGPT, basierend auf GPT-5.2 Thinking (DALL·E) am 12.12.2025, Prompt: *Erstelle eine Karte Deutschlands mit den wichtigsten Städten* (Quelle: Autorin und Autoren)

Über die einzelnen Grenzen hinaus verweisen Bias, Halluzinationen und die Schwächen im räumlichen Denken auf einen gemeinsamen Kern: Sie zeigen, dass KI selbst zum **Gegenstand geographischer**

Reflexion werden kann, an dem sich Fragen zu Daten, Modellen, Verzerrungen und Unsicherheiten fachbezogen bearbeiten lassen.

6. Perspektiven

Vor dem Hintergrund der skizzierten Möglichkeiten und Grenzen wird deutlich, dass KI im Geographieunterricht nicht allein als weiteres digitales Werkzeug zu verstehen ist. Vielmehr verändert KI selbst Räume – ein Prozess, der, wie in Kapitel 2.1.1 dargestellt, nicht erst mit generativer KI beginnt (FUCHS ET AL., 2021). Neu ist jedoch die Qualität dieser Prägung: KI-Systeme sortieren und priorisieren nicht mehr nur bestehende Informationen, sondern greifen zunehmend eigenständig in räumliche Prozesse ein, etwa in autonomen Verkehrssystemen oder algorithmisch koordinierten Mobilitäts- und Lieferdiensten (CUGURULLO ET AL., 2024; ECKER & STRÜVER, 2023). CUGURULLO (2020) begreift diesen Übergang als Verschiebung „from automation to autonomy“ (S. 1). Schülerinnen und Schüler bewegen sich damit in Räumen, die von zunehmend autonom agierenden Systemen mitgestaltet werden, deren Entscheidungslogiken sich unmittelbarer Nachvollziehbarkeit entziehen können.

Damit rückt die Frage in den Vordergrund, wie geographische Mündigkeit im Sinne einer mündigkeitsorientierten Bildung (Struktur- und Selbstreflexivität, Sich-seiner-selbst-bewusst-Sein und Autonomie; vgl. ausführlich in KANWISCHER & DORSCH, 2023) in durch KI zunehmend daten- und algorithmisch geprägten Räumen erhalten und entwickelbar bleibt (vgl. Kap. 6.1). Zugleich wird sichtbar, dass die entscheidenden Stellschrauben weniger in *Tool-Listen* liegen, sondern vielmehr in der Weiterentwicklung der Aufgaben- und Prüfungskultur, in verbindlichen Routinen der Qualitätssicherung sowie in einer fachspezifisch profilierten Lehrkräftebildung unter den neuen KI-beeinflussten Bedingungen (vgl. Kap. 6.2; LANE, 2025; LEE ET AL., 2025).

6.1 Konsequenzen für geographische Fachlichkeit und zentrale basiskonzeptionelle Zugänge

Geographieunterricht sollte bzw. muss perspektivisch das Lernen in daten- und algorithmisch geprägten Räumen fokussieren. *Digitale Geographien* bzw. hybride Raumkonstellationen rücken dabei als Thema stärker ins Zentrum. PETTIG und GRYL (2023b) verstehen Raum vor diesem Hintergrund als Prozess hybrider Beziehungen zwischen physischer und digitaler Welt („transduzierter Raum“, S. 253): So

werden Räume nicht nur von Menschen wahrgenommen und beschrieben, sondern zunehmend auch durch Modelle, Datenflüsse und letztlich KI-gestützte Prognosen mitproduziert (z. B. in Mobilität, Stadtplanung, Konsum- und Medienräumen). Konsequenter weitergedacht bedeutet dies, dass basiskonzeptionelle Zugänge (AGNEW, 2011; TAYLOR, 2011) neu zu justieren bzw. weiterzuentwickeln sind: Mit Blick auf den Raum ist insbesondere die zunehmende Bedeutung digitaler/hybrider Räume relevant (vgl. dazu auch PETTIG & GRYL, 2023b). Hinsichtlich der Maßstabsebenen rücken dynamische, in Echtzeit verschaltete Skalen ebenso in den Vordergrund wie eine ständige Neudefinition dessen, was unter den einzelnen räumlichen Ebenen unter dem Einfluss von KI verstanden werden kann. Das Konzept Macht ist in Bezug auf Machtwirkungen algorithmischer Systeme weiterzuentwickeln, die sich etwa aus Datenzugängen, Modellentscheidungen, proprietären Infrastrukturen und begrenzter Nachvollziehbarkeit bzw. Interpretierbarkeit ergeben (TANG & Su, 2024; UNESCO, 2023). Übergreifend stellt sich jeweils auch grundsätzlich die Frage, welche Sichtbarkeiten und Unsichtbarkeiten KI erzeugt. Für die Algorithmisierung haben JEKEL und PICHLER (2023) einen solchen Weg bereits skizziert: Sie plädieren dafür, *Algorithmizität* nicht als eigenständiges, übergreifendes Konzept zu fassen, sondern integrativ in bestehende Basiskonzepte aufzunehmen. Mit der breiten Verfügbarkeit generativer KI-Systeme, die algorithmisch erzeugte Inhalte unmittelbar in Lernprozesse einspeisen, gewinnt dieses Plädoyer an Dringlichkeit. Letztlich spiegeln sich hier aktuelle Diskussionen über Risiken wie Bias, Intransparenz oder Halluzinationen generativer Systeme vor dem Hintergrund einer postulierten Verbindung von Fachlichkeit und reflexiver Medien- und Wissenschaftsorientierung wider.

In der Folge und konkret auf den Geographieunterricht bezogen gewinnt der Erkenntnisprozess selbst an Gewicht: Im KI-Zeitalter wird es in Verbindung mit einer mündigkeitsorientierten Bildung von enormer Bedeutung sein, nicht nur zu fragen, was der Befund ist, sondern auch, wie dieser zustande kommt (Datenbasis, Modellannahmen, Training, Prompt, Validierung, Unsicherheit ...) und was dies für räumliche Phänomene und Fragen bedeuten kann.

6.2 Schule als Lernort: Routinen, Infrastruktur und eine KI-reflexive Aufgabenkultur im Geographieunterricht

Für die schulische Praxis zeichnet sich ab, dass Geographie stärker als bislang fachspezifisch geprägte KI-Routinen etablieren sollte, um den KI-Einsatz nicht beliebig werden zu lassen, sondern ihn an Qualitätsstandards auszurichten. Hierbei wären Dokumentationspflichten (z. B. von Tools und Prompts) oder Verfahren der Validierung (z. B. durch den Abgleich mit Fachmaterial) denkbar (UNESCO, 2023). Parallel wird eine KI-bezogene Infrastruktur für geographisches Lernen bedeutsam, z. B. kuratierte lokale Datensätze, Messreihen, Kartensammlungen, schulische Datenräume und datenschutzkonforme Arbeitsumgebungen. In Bezug auf Curricula spricht vieles dafür, Lehrpläne und Kompetenzformulierungen so weiterzuentwickeln, dass KI-bezogene Praktiken nicht additiv, sondern als Teil geographischer Kompetenzentwicklung konzeptionell integriert werden sollten.

Notwendig ist zudem eine Weiterentwicklung der Aufgabenkultur: Es steigt die Relevanz von Aufgaben, die Begründungen, Modell- und Quellenkritik sowie Abwägungen und Aushandlungen in den Mittelpunkt rücken. Aufgaben sollten so konstru-

iert sein, dass geographisches Denken (z. B. Maßstabswechsel, Perspektivenwechsel, Systemdenken) beobachtbar, überprüfbar und reflektierbar bleibt (LEE ET AL., 2025).

Über die angeführten Perspektiven hinausgehend besteht in einem breiteren Sinne die Notwendigkeit, die Lehrkräftebildung stärker auf die Entwicklung von Steuerungs- und Prüfungskompetenzen im Hinblick auf KI auszurichten. Perspektivisch kann dies im Sinne einer *symbiotischen Intelligenz* (d. h. einer wechselseitig ergänzenden Zusammenarbeit zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz; JOHNSON ET AL., 1998; KRUMSVIK, 2025; LICKLIDER, 1960; ZHOU ET AL., 2021) gefasst werden: Lehrkräfte gestalten Lernumgebungen so, dass KI-Unterstützung genutzt wird, ohne dass zentrale geographische Kompetenzen (bspw. räumliches Denken, Systemdenken, Urteil/Handlung) ausgelagert, sondern vielmehr vor dem Hintergrund von KI weiter ausdifferenziert werden. Auch die Prüfungskultur und Leistungsbewertung müssen grundlegend stärker performanz- und reflexionsorientiert ausgerichtet werden.

Die skizzierten Perspektiven zeigen letztlich, dass KI **geographische Wirklichkeit mitgestalten** sowie Räume, Sichtbarkeiten und räumliche Entscheidungen prägen kann.

7. Fazit, Limitationen und Ausblick

Der vorliegende Beitrag hat im Sinne eines ordnenden Überblicks eine geographiedidaktische Standortbestimmung zu generativer KI im Geographieunterricht vorgenommen. Dabei wurden drei zentrale Handlungsfelder identifiziert: interaktive Simulationen zur Konkretisierung abstrakter Raumphänomene, erweiterte Zugänge zur Raumanalyse durch GeoAI und Big Data sowie adaptive Lernumgebungen mit diagnostischem Potenzial. Diesen Möglichkeiten werden Grenzen gegenübergestellt: Bias und Stereotypisierungen in der KI-generierten Darstellung von Räumen und Kulturen, Halluzinationen mit Blick auf fachliche Korrektheit sowie grundlegende Schwächen aktueller KI-Systeme in den Bereichen räumliches Denken und Kartenkompetenz. Die skizzierten Perspektiven verweisen darauf, dass sich mit KI auch geographische Fachlichkeit verändert – von basiskonzeptionellen Zugängen bis hin zu fachlichen Erkenntnisprozessen.

Aus der Zusammenschau leiten wir somit ab, dass sich KI aus geographiedidaktischer Perspektive in drei miteinander verschränkten Facetten fassen lässt:

(1) als fachliches Werkzeug, das geographische Analyse-, Simulations- und Lernprozesse erweitern kann,

(2) als Lern- und Reflexionsgegenstand, der eine fachbezogene Auseinandersetzung mit Daten, Modellen, Bias und Unsicherheiten erfordert, und

(3) als mitgestaltender Faktor geographischer Wirklichkeit, der Räume, Sichtbarkeiten und räumliche Entscheidungen mitprägt.

Die drei Facetten sind dabei nicht trennscharf, sondern können ineinandergreifen, etwa wenn in unterrichtlichen Kontexten der Werkzeugeinsatz unmittelbar die Reflexion über Verzerrungen erfordert. Für den Unterricht folgt daraus das didaktisch leitende Prinzip, KI dort einzusetzen, wo sie fachliche Erkenntnis- und Handlungsmöglichkeiten erweitert, ohne zentrale Denk-, Urteils- und Reflexionsprozesse zu ersetzen – umsetzbar entlang der Lernmodi nach FALCK (2025; vgl. Kap. 2.1.2). Dieser Versuch einer Ordnung versteht sich als Heuristik, die den bislang verstreuten Forschungsstand auf das fachliche Spezifische des Geographieunterrichts bezieht (vgl. Fig. 4).

Aus dieser Ordnung lassen sich schließlich Forschungsdesiderate für die deutschsprachige Geographiedidaktik ableiten: (1) Wie nehmen Geographielehrkräfte Möglichkeiten und Grenzen von KI

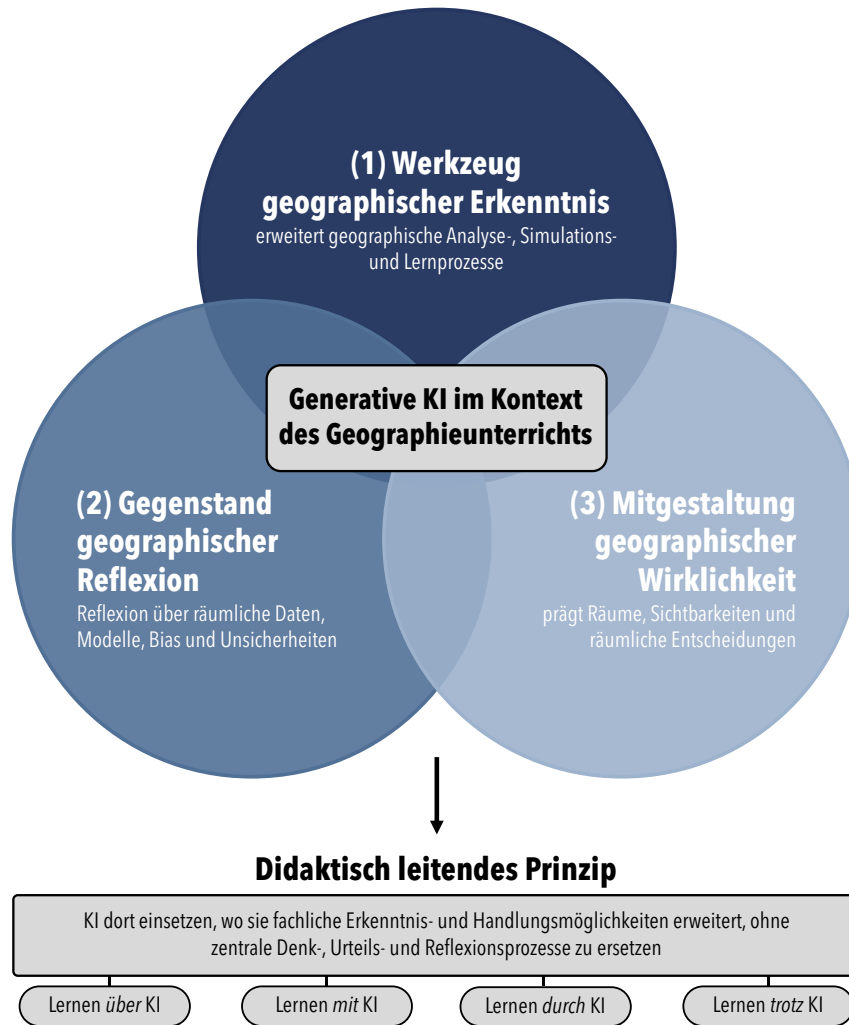


Fig. 4. Heuristische Ordnung generativer KI im Kontext des Geographieunterrichts (Quelle: Autorin und Autoren)

in ihrem Fach wahr, und welche Kompetenzen benötigen sie für einen reflektierten Einsatz? (2) Welche Vorstellungen und Nutzungspraktiken entwickeln Schülerinnen und Schüler im Umgang mit KI-generierten geographischen Inhalten? (3) Welche Wirkungen haben KI-gestützte Lernarrangements (z. B. RAG-basierte adaptive Systeme, GeoAI-Simulationen) auf den Erwerb geographischer Kompetenzen? (4) Wie verändern KI-generierte Raumdarstellungen das räumliche Denken und die räumliche Wahrnehmung von Schülerinnen und Schülern?

Zugleich sind die Limitationen des Beitrags zu benennen: Als Überblicksbeitrag erhebt er keinen

Anspruch auf Vollständigkeit, zudem bedürfen die getroffenen Einschätzungen einer empirischen Überprüfung. Des Weiteren kann die rasante Weiterentwicklung von KI-Systemen einzelne Aussagen schnell überholen (so liefern neuere Modelle etwa zu den im Beitrag thematisierten Wüstenarten bereits deutlich differenziertere Darstellungen). Ob und in welcher Form sich die skizzierten Facetten von KI im Geographieunterricht bewähren, muss die künftige empirische Forschung – insbesondere im deutschsprachigen Raum – zeigen. Der vorliegende Beitrag möchte hierfür eine erste Grundlage anbieten.

Literatur

- AGNEW, J. A. (2011). [Space and Place](#). In J. AGNEW & D. N. LIVINGSTONE (Hg.), *The SAGE Handbook of Geographical Knowledge* (S. 316–330). SAGE Publications.
- ALLES, S., FALCK, J., FLICK, M., & SCHULZ, R. (2025). [KI-Kompetenzen für Lehrende und Lernende: Aus der Praxis für die Praxis – eine adaptierbare Basis](#). VK:KIWA.
- AST, L., SCHILLING, M., SCHWERDT, L., TIEDEMANN, F., & ZIEMER, O. (2025). [Handreichung zur Förderung einer KI-Kompetenz am Beispiel eines Portfolios zum Thema Migration](#). Universität Potsdam.
- BAHROUN, Z., ANANE, C., AHMED, V., & ZACCA, A. (2023). [Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational](#)

- [Settings Through Bibliometric and Content Analysis](#). *Sustainability*, 15(17), Artikel 12983.
- BERGER, S.-K. (2026). [Prompting Paradise: Wenn Schülerinnen und Schüler ihre Traumreise von einer KI zeichnen lassen](#). Nachhaltigkeit im Unterricht: Der Blog für BNE in der Schule (Klett).
- BHANDARI, P., ANASTASOPOULOS, A., & PFOSE, D. (2023). [Are Large Language Models Geospatially Knowledgeable?](#) In M. L. DAMIANI, M. RENZ, A. ELDAWY, P. KRÖGER, & M. A. NASCIMENTO (Hg.), *Proceedings of the 31st ACM International Conference on Advances in Geographic Information Systems* (S. 424–427). Association for Computing Machinery.
- BROWN, T. B., MANN, B., RYDER, N., SUBBIAH, M., KAPLAN, J., DHARIWAL, P., NEELAKANTAN, A., SHYAM, P., SASTRY, G., ASKELL, A., AGARWAL, S., HERBERT-VOSS, A., KRUEGER, G., HENIGHAN, T., CHILD, R., RAMESH, A., ZIEGLER, D. M., WU, J., WINTER, C., ... AMODEI, D. (2020). [Language Models Are Few-Shot Learners](#) (Version 4). arXiv.
- BUENO-PICAZO, M., & TIRADO-OLIVARES, S. (2026). [Generative AI in Geography Education: Content Creation and Conversational AI-Supported Learning to Promote Environmental Awareness](#). *European Journal of Geography*, 17(2), 34–48.
- CAO, B., YU, L., NAIPAL, V., CIAIS, P., LI, W., ZHAO, Y., WEI, W., CHEN, D., LIU, Z., & GONG, P. (2021). [A 30 m Terrace Mapping in China Using Landsat 8 Imagery and Digital Elevation Model Based on the Google Earth Engine](#). *Earth System Science Data*, 13(5), 2437–2456.
- CHANG, C.-H., & KIDMAN, G. (2023). [The Rise of Generative Artificial Intelligence \(AI\) Language Models: Challenges and Opportunities for Geographical and Environmental Education](#). *International Research in Geographical and Environmental Education*, 32(2), 85–89.
- CROMPTON, H., & BURKE, D. (2023). [Artificial Intelligence in Higher Education: The State of the Field](#). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), Artikel 22.
- CUGURULLO, F. (2020). [Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City](#). *Frontiers in Sustainable Cities*, 2, Artikel 38.
- CUGURULLO, F., CAPROTTI, F., COOK, M., KARVONEN, A., MCGUIRK, P., & MARVIN, S. (2024). [The Rise of AI Urbanism in Post-smart Cities: A Critical Commentary on Urban Artificial Intelligence](#). *Urban Studies*, 61(6), 1168–1182.
- DONMEZ BAYRAKCI, L. (2025). [The Effect of Artificial Intelligence-Supported Sustainable Geography Education on the Preparation Process for the IGEO Olympiad](#). *Sustainability*, 17(16), Artikel 7450.
- DORSCH, C., FUCHS, L., & KANWISCHER, D. (2021). [Unberechenbar? Algorithmenkulturen und ihre räumlichen Implikationen nebst einigen Bemerkungen zur geographischen Bildung](#). *GW-Unterricht*, (163), 19–31.
- ECKER, Y., & STRÜVER, A. (2023). [Plattformurbanismus](#). In F. PETTIG & I. GRYL (Hg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 173–180). Springer Spektrum.
- FADEL, C., BLACK, A., TAYLOR, R., SLESINSKI, J., & DUNN, K. (2024). *Education for the Age of AI*. Center for Curriculum Redesign.
- FALCK, J. (2025, 13. Dezember). [Lernen und Künstliche Intelligenz: Fünf Dimensionen für den Unterricht](#). Blog für Schulentwicklung, Digitalisierung, Fortbildung, Unterricht & KI. Abgerufen am 06.09.2026.
- FARGHER, M. (2018). [WebGIS for Geography Education: Towards a GeoCapabilities Approach](#). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), Artikel 111.
- FUCHS, L., KANWISCHER, D., & DORSCH, C. (2021). [Algorithmic Cultures: A Missing Link of Spatial Citizenship Education](#). *GI_Forum*, 9(2), 54–64.
- HAMILTON, E. R., ROSENBERG, J. M., & AKCAOGLU, M. (2016). [The Substitution Augmentation Modification Redefinition \(SAMR\) Model: A Critical Review and Suggestions for Its Use](#). *TechTrends*, 60(5), 433–441.
- HGD (HOCHSCHULVERBAND FÜR GEOGRAPHIEDIDAKTIK). (2020). [Der Beitrag des Fachs Geographie zur Bildung in einer durch Digitalisierung und Medialisierung geprägten Welt: Positionspapier des Hochschulverbands für Geographiedidaktik \(HGD\) e. V.](#)
- HÜTTERMANN, A., KIRCHNER, P., SCHULER, S., & DRIELING, K. (Hg.). (2012). *Räumliche Orientierung: Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht*. Westermann.
- JEKEL, T., & PICHNER, H. (2023). [Basiskonzepte als Ausgangspunkte fachlich-unterrichtlicher Erschließungen digitaler Kulturen: Grundorientierung und Ergänzungsnotwendigkeiten](#). In F. PETTIG & I. GRYL (Hg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 101–110). Springer Spektrum.
- JOHNSON, N. L., RASMUSSEN, S., JOSLYN, C., ROCHA, L., SMITH, S., & KANTOR, M. (1998). *Symbiotic Intelligence: Self-Organizing Knowledge on Distributed Networks Driven by Human Interaction* (SFI Working Paper 98-05-039). Santa Fe Institute.
- KANWISCHER, D., & DORSCH, C. (2023). [Mündigkeit als Leitwert geographischer Bildung in einer](#)

- [Kultur der Digitalität](#). In F. PETTIG & I. GRYL (Hg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 139-147). Springer Spektrum.
- KERCHE, F. W., ZOOK, M., & GRAHAM, M. (2026). [The Silicon Gaze: A Typology of Biases and Inequality in LLMs Through the Lens of Place](#). *Platforms & Society*, 3, Artikel 29768624251408919.
- KERSCHER, J., SCHUBERT, J. C., GÖLITZ, D., VELLING, H., & HÖHNLE, S. (2025). [Ist der Klimawandel noch ein Fernraumthema? Eine empirische Untersuchung der Wahrnehmung räumlicher Betroffenheit durch den Klimawandel bei Schülerinnen und Schülern](#). *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education (ZGD)*, 53, 78-91.
- KRUMSVIK, R. J. (2025). [Symbiotic Intelligence and Supervision in the Education Sector: The Need for Epistemological, Conceptual and Research-Based Clarifications](#). *Nordic Journal of Digital Literacy*, 20(2), 67-74.
- LANE, R. (2025). [Mitigating Risks, Embracing Potential: A Framework for Integrating Generative Artificial Intelligence in Geographical and Environmental Education](#). *International Research in Geographical and Environmental Education*.
- LEE, J. (2023). [Beyond Geospatial Inquiry: How Can We Integrate the Latest Technological Advances Into Geography Education?](#) *Education Sciences*, 13(11), Artikel 1128.
- LEE, J. (2026). [Changes in Teacher Perceptions Through Professional Development on Integrating Generative AI Into Geography Inquiry Activities](#). *Journal of Geography*, 125(2), 45-54.
- LEE, J., CIMOVÁ, T., FOSTER, E. J., FRANCE, D., KRAJŇÁKOVÁ, L., MOORMAN, L., REWHORN, S., & ZHANG, J. (2025). [Transforming Geography Education: The Role of Generative AI in Curriculum, Pedagogy, Assessment, and Fieldwork](#). *International Research in Geographical and Environmental Education*, 34(3), 237-253.
- LI, W. (2020). [GeoAI: Where Machine Learning and Big Data Converge in GIScience](#). *Journal of Spatial Information Science*, 20, 71-77.
- LICKLIDER, J. C. R. (1960). [Man-Computer Symbiosis](#). *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1, 4-11.
- MEHREN, M., MEHREN, R., OHL, U., & RESENBERGER, C. (2015). Die doppelte Komplexität geographischer Themen: Eine lohnenswerte Herausforderung für Schüler und Lehrer. *Geographie aktuell & Schule*, (216), 4-11.
- MEHREN, R., REMPLER, A., ULLRICH-RIEDHAMMER, E.-M., BUCHHOLZ, J., & HARTIG, J. (2016). [Systemkompetenz im Geographieunterricht: Ein theoretisch hergeleitetes und empirisch überprüftes Kompetenzstrukturmodell](#). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22, 147-163.
- MISHRA, P., WARR, M., & ISLAM, R. (2023). [TPACK in the Age of ChatGPT and Generative AI](#). *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235-251.
- MITCHELL, M. (2023). [AI's Challenge of Understanding the World](#). *Science*, 382(6671), Artikel eadm8175.
- NEUHAUS, C. (2023). [Künstliche Intelligenz \(KI\) im Geographieunterricht nutzen](#). GeWi-im-Unterricht.de. Geschichte, Geographie, Politik und Wirtschaft (Klett).
- OECD & EUROPEAN COMMISSION. (2026). [Empowering Learners for the Age of AI: An AI Literacy Framework for Primary and Secondary Education](#). OECD Publishing.
- PESCHEL, M., BACH, S., & SEIBERT, I. (2023). [Algorithmisches Lernen im Sachunterricht: Kompetenter Umgang mit Daten am Beispiel von digitalen Geomedien](#). In F. PETTIG & I. GRYL (Hg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 299-310). Springer Spektrum.
- PETTIG, F., & GRYL, I. (Hg.). (2023a). [Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre](#). Springer Spektrum.
- PETTIG, F., & GRYL, I. (2023b). [Hybridität, Code, Netzwerk: Konturen eines neuen Raumkonzepts für die Geographiedidaktik?](#) In F. PETTIG & I. GRYL (Hg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 253-266). Springer Spektrum.
- PUENTEDURA, R. (2006). [Transformation, Technology, and Education](#). Hippasus.
- PUENTEDURA, R. (2014, 22. August). [Building Transformation: An Introduction to the SAMR Model](#). Hippasus.
- REINFRIED, S. (2007). [Welche Unterrichtsstrategien verändern geographische Alltagsvorstellungen nachweislich? Eine empirische Studie zum Conceptual Change am Beispiel subjektiver Theorien über Grundwasser](#). *Geographie und ihre Didaktik | Journal of Geography Education (GuiD)*, 35(1), 20-40.
- REINFRIED, S., & TEMPELMANN, S. (2014). [Wie Vorwissen das Lernen beeinflusst: Eine Lernprozessstudie zur Wissenskonstruktion des Treibhauseffekt-Konzepts](#). *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education (ZGD)*, 42(1), 31-56.
- ROBERTS, J., LÜDDECKE, T., DAS, S., HAN, K., & ALBANIE, S. (2023). [GPT4GEO: How a Language Model Sees the World's Geography](#) (Version 1). arXiv.

- RUSSELL, S. J., & NORVIG, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.
- RÜTHER, L., & MEHREN, R. (2024). Wie plane ich Geographieunterricht mit ChatGPT? *Praxis Geographie*, 54(11), 54–56.
- ŞANLI, C. (2025). [Artificial Intelligence in Geography Teaching: Potentialities, Applications, and Challenges](#). *International Journal of Current Educational Studies*, 4(1), 47–76.
- SCHEUNPFLUG, A., & SCHRÖCK, K. (2000). *Globales Lernen: Einführung in eine pädagogische Konzeption zur entwicklungsbezogenen Bildung*. Brot für die Welt.
- SCHROEDER, D. T., CHA, M., BARONCHELLI, A., BOSTROM, N., CHRISTAKIS, N. A., GARCIA, D., GOLDENBERG, A., KYRYCHENKO, Y., LEYTON-BROWN, K., LUTZ, N., MARCUS, G., MENCZER, F., PENNYCOOK, G., RAND, D. G., RESSA, M., SCHWEITZER, F., SONG, D., SUMMERFIELD, C., TANG, A., ... KUNST, J. R. (2026). [How Malicious AI Swarms Can Threaten Democracy](#). *Science*, 391(6783), 354–357.
- SCHUBERT, J. C. (2013). [Schülvorstellungen zur Desertifikation: Ergebnisse einer qualitativen Interviewstudie zu vorunterrichtlichen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse](#). *Geographie und ihre Didaktik | Journal of Geography Education (GuiD)*, 41(4), 173–196.
- SCHULER, S. (2011). *Alltagstheorien zu den Ursachen und Folgen des globalen Klimawandels: Erhebung und Analyse von Schülvorstellungen aus geographiedidaktischer Perspektive*. Europäischer Universitätsverlag.
- SCHULZ, B., BRENDL, N., & LORENZ, T. (2023). Game-changer sprachbasierte Künstliche Intelligenz (KI)?! Wie sie das Unterrichten und Lernen verändern kann. *Praxis Geographie*, 53(7–8), 62–64.
- SCHULZE, U., GRYL, I., & KANWISCHER, D. (2015). [Spatial Citizenship: Zur Entwicklung eines Kompetenzstrukturmodells für eine fachübergreifende Lehrerfortbildung](#). *Zeitschrift für Geographiedidaktik | Journal of Geography Education (ZGD)*, 43(2), 139–164.
- TAHA, K. (2026). [Generative AI for Multimodal Content: A Survey With Empirical and Experimental Evaluations](#). *Artificial Intelligence Review*, 59(6), Artikel 140.
- TANG, L., & SU, Y.-S. (2024). [Ethical Implications and Principles of Using Artificial Intelligence Models in the Classroom: A Systematic Literature Review](#). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 25–36.
- TAYLOR, L. (2011). Key concepts in de aardrijkskundeles [Basiskonzepte im Geographieunterricht]. *Geografie*, 20(6), 54–57.
- TURPIN, M., MICHAEL, J., PEREZ, E., & BOWMAN, S. R. (2023). [Language Models Don't Always Say What They Think: Unfaithful Explanations in Chain-of-Thought Prompting](#) (Version 2). arXiv.
- ULMRICH, T., & HEMMER, M. (2024). Kartenkompetenz im Geographieunterricht: Theoretische Grundlagen und unterrichtspraktische Implikationen. *Praxis Geographie*, 54(5), 4–11.
- UNESCO. (2023). [Guidance for Generative AI in Education and Research](#).
- WESSELS, D. (2024). [AI Leadership als Königsdisziplin. changement!](#)
- WILBY, R. L., & ESSON, J. (2024). [AI Literacy in Geographic Education and Research: Capabilities, Caveats, and Criticality](#). *The Geographical Journal*, 190(1), Artikel e12548.
- YAN, L., GREIFF, S., TEUBER, Z., & GAŠEVIĆ, D. (2024). [Promises and Challenges of Generative Artificial Intelligence for Human Learning](#). *Nature Human Behaviour*, 8(10), 1839–1850.
- YANG, H. (2026). [Advancements in Artificial Intelligence and the Reframing of Student Assessment in Geography Education](#). *Journal of Geography in Higher Education*.
- ZELLNER, A. (2023). [Asking the Right Questions: The Meaning of Teaching and Learning in the Age of Generative AI](#). *Irish Journal of Technology Enhanced Learning*, 7(2), 52–60.
- ZHOU, L., PAUL, S., DEMIRKAN, H., YUAN, L., SPOHRER, J., ZHOU, M., & BASU, J. (2021). [Intelligence Augmentation: Towards Building Human-Machine Symbiotic Relationship](#). *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 13(2), 243–264.
- ZHOU, T. (2023). [Application of Artificial Intelligence in Geography](#). *Journal of Physics: Conference Series*, (2646), Artikel 012006.

Autorin und Autoren

✉ Josef Kerscher

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
josef.kerscher@fau.de

Hannes Scharnagl

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
hannes.scharnagl@fau.de

Moritz Stoller

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
moritz.stoller@fau.de

PD Dr. habil. Steffen Höhnle

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
steffen.hoehnle@fau.de

Hanna Velling

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
hanna.velling@fau.de

Prof. Dr. Jan Christoph Schubert

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Didaktik der Geographie
Regensburger Straße 160
90478 Nürnberg
jan.christoph.schubert@fau.de