

Warum passen Geographische Informationssysteme gut in den Schulunterricht? – Ein Beitrag zur Verankerung digitaler Geomedien in der Lehrerbildung

Katharina Fabisch, Sascha Henninger

(Dr. Katharina Fabisch, RPTU Kaiserslautern-Landau, katharina.fabisch@rptu.de)
(Prof. Dr. Sascha Henninger, RPTU Kaiserslautern-Landau, sascha.henninger@ru.rptu.de)

1 ABSTRACT

Die fortschreitende Digitalisierung des Bildungssystems sowie die zunehmende Relevanz raumbezogener Daten in gesellschaftlichen, ökonomischen und politischen Kontexten rücken Geographische Informationssysteme (GIS) immer mehr in den Fokus kompetenzorientierter Lehr-Lern-Prozesse. Obwohl insbesondere das geographische Fachcurriculum, aber ebenso die Curricula natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Fächer, zahlreiche inhaltliche und didaktische Anknüpfungspunkte für den Einsatz digitaler Geomedien bereitstellen, findet eine systematische Integration von GIS in der schulischen Praxis bislang nur in begrenztem Umfang statt. Eine zentrale Voraussetzung für eine nachhaltige Verankerung von GIS im Unterricht ist die Professionalisierung angehender Lehrkräfte sowie entlang der gesamten Lehrerbildungskette.

Wird der Einsatz digitaler Geodaten in der Schule aus einer medienpädagogischen Perspektive in den Blick genommen, wird deutlich, dass sich daraus erhebliche Bildungspotenziale ableiten lassen. Die Arbeit mit geobezogenen Informations- und Analysewerkzeugen trägt wesentlich zur Entwicklung jener digitalen, analytischen und reflexiven Kompetenzen bei, die Schülerinnen und Schüler für eine selbstbestimmte, kritische und verantwortungsvolle Teilhabe in einer hochgradig digitalisierten Gesellschaft benötigen (vgl. Kultusministerkonferenz, 2021). Damit wird nicht nur ein Zugang zur Förderung fachlicher Kompetenzen eröffnet, sondern zugleich auch ein Beitrag zur allgemeinen Medien- und Datenbildung im Sinne einer zeitgemäßen schulischen Bildung (Pettig & Gryl, 2023a, S. 68) geleistet.

Auf Basis von Erfahrungen aus der universitären Lehrpraxis werden Erfolgsbedingungen und typische Herausforderungen der GIS-Integration in der Lehrerbildung identifiziert: technische und organisatorische Rahmenbedingungen, notwendige Unterstützungsstrukturen sowie der Umgang mit heterogenen Vorerfahrungen. Zusätzlich soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten zur Beschaffung von Geodaten aktuell bestehen, insbesondere mit Blick auf das wissenschaftliche Arbeiten und die Verfügbarkeit verlässlicher Daten. Abschließend wird herausgearbeitet, dass GIS nicht als zusätzliches „Add-on“, sondern als integraler Bestandteil eines kompetenzorientierten, digital gestützten Fachunterrichts verstanden werden können. Die konsequente Verankerung digitaler Geomedien in der Lehrerbildungskette erweist sich dabei als Schlüssel, um das bestehende Potenzial von GIS für schulisches Lernen langfristig zu erschließen.

Keywords: Geographische Informationssysteme, kompetenzorientierter Unterricht, Higher Education, Lehrerbildung, Geodaten

2 EINLEITUNG

Geographische Informationssysteme (GIS) haben sich in den vergangenen Jahren als zentrale Analyse- und Entscheidungsunterstützungssysteme in einer Vielzahl von Anwendungsfeldern etabliert, darunter insbesondere in der Stadt- und Raumplanung, dem Umweltmanagement sowie im Katastrophen- und Notfallmanagement. Durch ihre Fähigkeit zur integrierten Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Visualisierung raumbezogener Daten ermöglichen GIS eine differenzierte Abbildung komplexer räumlicher Zusammenhänge und bilden somit eine fundierte Grundlage für evidenzbasierte Entscheidungsprozesse in Wissenschaft, Verwaltung und Praxis.

Vor dem Hintergrund der fortschreitenden Digitalisierung wird in der Bildungsforschung und -praxis die systematische Integration digitaler Medien – insbesondere digitaler Geomedien wie beispielsweise GIS – zunehmend als didaktische Notwendigkeit angesehen, um Lernende adäquat auf die Anforderungen einer digital geprägten Gesellschaft vorzubereiten ((Pettig & Gryl, 2023b, S. 22) und (Li et al., 2022, S. 2697)). Der Einsatz von GIS und digitalen Geotools im Erdkundeunterricht zielt nicht allein auf den Erwerb technischer Fertigkeiten ab, sondern primär auf die kognitive Anregung der Schüler und Schülerinnen ab, um deren systematisches Analysepotential und die Fähigkeit zu fundierten Entscheidungen zu stärken (Pungel & Steinbach, 2023, S. 67). Durch die Bearbeitung komplexer, raumbezogener Problemvorstellungen

entwickeln die Lernenden ein fachliches Tiefenverständnis sowie überfachliche Medienkompetenzen, die als essenzielle Voraussetzung für ein mündiges Leben in der digitalisierten Gesellschaft des 21. Jahrhunderts gelten (Pungel & Steinbach, 2023, S. 71).

Empirische Studien belegen, dass eine frühzeitige Implementierung von GIS-basierten Lernsettings signifikante positive Effekte auf das räumliche Denken sowie auf das Verständnis komplexer geographischer und raumbezogener Sachverhalte hat. Lernende, die regelmäßig mit GIS arbeiten, weisen ein vertieftes Verständnis räumlicher Interdependenzen auf und zeigen eine gesteigerte Fähigkeit zur Analyse, Interpretation und Bewertung geographischer Daten. Diese Befunde unterstreichen die bildungspolitische und didaktische Relevanz einer curricularen Verankerung von GIS im Schulunterricht zur Vorbereitung auf die Herausforderungen einer dynamischen und sich stetig wandelnden Welt (Kerski, 2003, 134f).

Dervorliegende Beitrag analysiert die Bedeutung von GIS im schulischen Bildungskontext und argumentiert, dass die systematische Integration digitaler Geomedien in der Lehrerbildung nicht nur zur Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler beiträgt, sondern zugleich die Professionalisierung von Lehrkräften in ihrer didaktisch-methodischen Praxis unterstützt. Ziel ist es aufzuzeigen, wie GIS als wertvolles Werkzeug zur Förderung von interdisziplinärem Lernen und zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen genutzt werden kann, um die Bildung im 21. Jahrhundert zu bereichern.

3 DIE ROLLE VON GIS IM BILDUNGSKONTEXT

3.1 Geographische Informationssysteme in unserem Alltag

In Zeiten von Smartphones, Smartwatches und Tablets ist es kaum verwunderlich, dass nahezu alle Menschen mit Geodaten oder Geographischen Informationssystemen in Kontakt sind, auch wenn diese in den meisten Situationen nicht als zentrale Information wahrgenommen werden. Geographische Informationssysteme spielen eine entscheidende Rolle in vielen Aspekten unseres Alltags, indem sie Daten analysieren und visualisieren sowie Entscheidungen unterstützen.

Die folgende Grafik verdeutlicht die verschiedenen Anwendungsbereiche von GIS sowie die spezifischen Rollen, die diese Systeme in unterschiedlichen Kontexten einnehmen. Sie zeigt, dass GIS nicht nur als technisches Werkzeug, sondern auch als integraler Bestandteil von Entscheidungsprozessen, Planung und Kommunikation fungiert.



Abbildung 1: Die multifunktionale Rolle von GIS in verschiedenen Anwendungsbereichen (Eigene Darstellung)

Sowohl die Anwendungsbereiche als auch die verschiedenen Rollen sind in dieser Darstellung nicht gewichtet zu betrachten. Vielmehr soll Abbildung 1 zeigen, dass alle dargestellten Bestandteile gleichwertig

sind und gemeinsam zu einem ganzheitlichen System beitragen. Diese integrative Perspektive unterstreicht die Interdependenz der verschiedenen Anwendungsbereiche und Rollen von GIS, die zusammenwirken, um die Effektivität und Relevanz von Geoinformationssystemen in der modernen Gesellschaft zu maximieren.

Gleichzeitig soll Abbildung 1 verdeutlichen, dass sich die Anwendungsbereiche nicht nur mit geographischen Schwerpunktthemen verbinden lassen, sondern auch interdisziplinär und fächerübergreifend genutzt werden können. Dabei liegen die jeweiligen Fächer nicht nur im naturwissenschaftlichen, sondern auch im gesellschaftswissenschaftlichen und sprachlichen Bereich. Die genannten Rollen können im Rahmen solcher Unterrichtseinheiten oder auch schulinternen Projekten von den Schülerinnen und Schülern in unterschiedlichen Intensitäten wahrgenommen werden. Hierfür muss allerdings gewährleistet sein, dass die Schülerschaft die entsprechenden Voraussetzungen für eine solche Rolle mitbringen.

3.2 Lehrplananalytische Betrachtung unter dem Schwerpunkt GIS

Betrachtet man den Einsatz digitaler Geodaten im schulischen Kontext aus der Perspektive der Medienbildung, wird deutlich, dass dieser über die Vermittlung fachlicher Inhalte hinausgeht und zugleich die Entwicklung zentraler Medien- und Datenkompetenzen fördert, die als Grundlage für ein selbstständiges, reflektiertes und mündiges Leben in einer zunehmend digitalisierten Gesellschaft anzusehen sind (Pungel & Steinbach, 2023, S. 68). Dies zeigt sich auch mit Blick auf die unterschiedlichen Themenfelder im Unterrichtsfach Erdkunde. Der Lehrplan für die Mainzer Studienstufe in Rheinland-Pfalz ist hinsichtlich der fachlichen Inhalte kompetenzorientiert und methodenoffen formuliert, wodurch sich für den Einsatz digitaler Geomedien gerade auch mit Blick auf den Einsatz von GIS, weitreichende didaktische Anschlussmöglichkeiten ergeben. Auch wenn die Suchergebnisse nach Wörtern wie beispielsweise „GIS“, „Geographische Informationssysteme“ oder auch „Geodaten“ auf den ersten Blick keine Treffer anzeigen, lassen sich bei genauerer Betrachtung der Methoden und Lernfelder die jeweiligen Anknüpfungspunkte ausfindig machen. Allgemein lässt sich an dieser Stelle formulieren, dass der Einsatz von GIS immer dann sinnvoll ist, wenn Mensch-Umwelt-Beziehungen oder auch die nachhaltige Raumentwicklung thematisiert werden sollen, indem die Analyse komplexer Wechselwirkungen zwischen naturräumlichen Gegebenheiten, anthropogenen Eingriffen und Risiken (wie beispielsweise Naturgefahren) zentrale Kompetenzanforderungen darstellen.

Unter Berücksichtigung der in den einzelnen Lernfeldern zu schulenden und weiterzuentwickelnden Methoden zeigt sich, dass vor allem die Lernfelder 3, 7 und 10.1 der gymnasialen Oberstufe einen GIS-methodischen Schwerpunkt aufweisen (vgl. Tabelle 1). Da im Lernfeld 7: „Städtische Siedlungen im Wandel“ neben den verpflichtenden Kompetenzen auch zusätzlich noch vier anregende Kompetenzbeispiele genannt werden, soll dieses näher betrachtet werden:

Die in diesem Lernfeld formulierten Kompetenzanforderungen zielen unter anderem auf die Analyse und Erklärung städtischer Strukturen, sozialräumlicher Disparitäten sowie funktionaler Differenzierungen und Nutzungskonflikte ab und verlangen von den Lernenden, räumliche Prozesse zu untersuchen, zu bewerten und planerische Handlungsoptionen zu reflektieren. Die im Lehrplan geforderte Fähigkeit, raumbezogene Strukturen und Prozesse unter Einbezug unterschiedlicher Standortfaktoren zu analysieren sowie Erreichbarkeiten und Nutzungskonflikte zu beurteilen, korrespondiert in hohem Maße mit zentralen Funktionalitäten von GIS, da sie hier eine systematische Auswertung räumlicher Muster, die Visualisierung komplexer Zusammenhänge sowie die modellhafte Situation planerischer Eingriffe aufweisen. Sie erweisen sich damit als fachtypisches Instrument zur Umsetzung der intendierten Analyse- und Bewertungskompetenzen.

Unter Berücksichtigung der Lehrplaninhalte und der verpflichtenden methodischen Vorgabe wird in Lernfeld 7 der Einsatz digitaler Geomedien im Lehrplan konkretisiert. Der Kompetenzschwerpunkt liegt auf der Analyse städtischer Strukturen unter Nutzung digitaler Karten sowie von Luft- und Satellitenbildern. Damit wird die Fähigkeit der Lernenden gefordert, Raumstrukturen datenbasiert zu erfassen, zu interpretieren und in ihren funktionalen sowie sozialräumlichen Ausprägungen zu erklären. Die explizite Bezugnahme auf digitale kartographische Darstellungsformen weist auf eine methodische Nähe zu GIS-gestützten Arbeitsweisen hin. Da diese eine integrierte Analyse und Visualisierung räumlicher Informationen ermöglichen und über rein statistische Karten hinausgehen. Darüber hinaus regt der Lehrplan im Rahmen des Lernfeldes ausdrücklich die Nutzung und den vergleichenden Einsatz von Geodaten aus diversen Geoportalen an, um beispielsweise Informationen über unterschiedliche Stadtviertel

auszuwerten (Ministerium für Bildung – Rheinland-Pfalz, 2022, S. 51). Diese methodische Vorgabe impliziert die Arbeit mit raumbezogenen Daten unterschiedlicher Herkunft sowie deren kritische Auswahl, Auswertung und Bewertung. In diesem Kontext kann GIS als fachtypisches Instrument verstanden werden, das die im Lehrplan intendierte Analyse-, Methoden- und Urteilskompetenz unterstützt, indem es den systematischen Vergleich räumlicher Strukturen, die Verknüpfung verschiedener Datensätze sowie die reflektierte Auseinandersetzung mit digitalen Raumdarstellungen ermöglicht. Lernfeld 7 stellt damit eines der wenigen Beispiele im Lehrplan dar, in dem der Einsatz digitaler Geomedien nicht nur implizit nahegelegt, sondern in Form konkreter methodischer Zugänge ausdrücklich eingefordert wird.

| | | M3 | M3 | M3 | M3 | M4 | M4 | M4 | M4 | M7 | M7 | M8 |
|--------------------|--|-----------|---------------------|--|------------|--|--|-----------------------------|------------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Lernfelder | Lehrplan | Exkursion | virtuelle Exkursion | Befragung, Interview, Expertengespräch | Kartierung | Informationen aus digitalen & analogen Quellen | Informationen aus Karten-, Luft- & Satelliten-bildern, Fernerkundung | fragengeleitete Raumanalyse | Geoportale | Kartenskizze, Karte, Storymap | Konzepte, Planungen, papier | Szenarien, Simulationen, Modelle, Theorien, Indikatoren und Klassifikationen |
| Pflicht | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Globaler Wandel – Der geographische Blick | | | | | | | | | | | |
| 2 | Klima – ein System im Wandel | | | | | | | | | | | |
| 3 | Dynamik landschaftsformenden Prozesse | | | | | | | | | | | |
| 4 | Rohstoffe und Energieversorgung für die Zukunft | | | | | | | | | | | |
| 5 | Agrarwirtschaft und Ernährungs-sicherung | | | | | | | | | | | |
| 6 | Produktion und Dienstleistungen in einer globalisierten Welt | | | | | | | | | | | |
| 7 | Städtische Siedlungen im Wandel | | | | | | | | | | | |
| 8 | Disparitäre Entwicklungen | | | | | | | | | | | |
| 9 | Migration – Herausforderungen eines globalen Prozesses | | | | | | | | | | | |
| Wahlpflicht | | | | | | | | | | | | |
| 10.1 | Tourismus als raumprägender Faktor | | | | | | | | | | | |
| 10.2 | Mobilität und Verkehr in einer vernetzten Welt | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | Bedeutung und Belastung der Meere | | | | | | | | | | | |
| 10.4 | Nutzung vulnerabler Räume | | | | | | | | | | | |

Tabelle 1: Matrix der GIS-Methoden und ihrer Anwendung in den einzelnen Lernfeldern des Erdkunde-Lehrplans (Leistungskurs EK- Rheinland-Pfalz) nach Pflicht (orange) und Anregung (grün); (Eigene Darstellung, nach Ministerium für Bildung – Rheinland-Pfalz, 2022)

Die detaillierte Analyse des Lehrplans für den Erdkunde Leistungskurs der Oberstufe verdeutlicht, dass Geographische Informationssysteme im Curriculum weniger als explizit normiertes Unterrichtswerkzeug, sondern vielmehr als implizit angelegtes methodisches Querschnittsinstrument zu verstehen sind. Die Analyse der einzelnen Lernfelder zeigt, dass GIS insbesondere dort eine fachlich konsequente Umsetzung der intendierten Kompetanzanforderungen ermöglicht, wo komplexe räumliche Strukturen, Nutzungskonflikte und raumbezogene Entscheidungsprozesse im Mittelpunkt stehen. GIS wird somit nicht zum Selbstzweck, sondern fungiert als Mittel zur vertieften Raumanalyse, zur Förderung datenbasierter Urteilsbildung und zur reflektierten Auseinandersetzung mit digitalen Raumdarstellungen.

Zugleich macht die lehrplanbezogene Betrachtung deutlich, dass die methodenoffene Formulierung der Kompetenzziele den Einsatz von GIS zwar nicht zwingend vorschreibt, ihn jedoch in zentralen Lernfeldern fachlich nahelegt. Daraus ergibt sich für den Erdkundeunterricht das Potential, GIS als integrativen Bestandteil einer zeitgemäßen geographischen Bildung zu etablieren, der die sechs Kompetenzbereiche der Geographie zielorientiert miteinander verknüpft. Vor diesem Hintergrund kommt der Professionalisierung von Lehrkräften im Umgang mit digitalen Geomedien eine Schlüsselrolle zu, um die im Lehrplan angelegten Potentiale didaktisch reflektiert und lernwirksam auszuschöpfen.

4 GIS-WERKZEUGE FÜR DEN UNTERRICHT

In diesem Kapitel wird eine systematische Übersicht über geeignete GIS-Werkzeuge für den Schulunterricht gegeben, die den technologischen Wandel von komplexen Expertensystemen zu niedrigschwelligen, webbasierten Anwendungen mit hoher schulischer Zugänglichkeit in Bezug auf Bedienbarkeit, technische Voraussetzungen und Unterrichtseinbindung dokumentiert. Die ausgewählten Werkzeuge werden hinsichtlich ihrer funktionalen Eignung und ihres didaktischen Mehrwerts kategorisiert, um Lehrkräften eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Integration von GIS in den Unterricht zu bieten.

Bei der Auswahl von Applikationen, Webanwendungen oder anderen Tools, die in den Unterricht eingebettet werden sollen, steht häufig die zentrale Frage im Raum: „Welches Tool ist für meinen spezifischen Einsatz am besten geeignet?“ In Anbetracht der didaktischen und methodischen Zielsetzungen gestaltet sich die Auswahl oft als umfangreich und komplex. Die Vielzahl an Optionen kann dazu führen, dass viele Lehrkräfte das Interesse an der weiteren Auseinandersetzung mit den verfügbaren Werkzeugen verlieren. Vor diesem Hintergrund wäre es von Vorteil, wenn ein oder zwei ausgewählte Tools existieren würden, die eine Vielzahl von Anwendungsbereichen für den Schulunterricht abdecken.

Abbildung 2 veranschaulicht eine systematische Einordnung von GIS-Werkzeugen hinsichtlich ihres funktionalen Komplexitätsgrades sowie ihrer jeweiligen Zielgruppenorientierung.

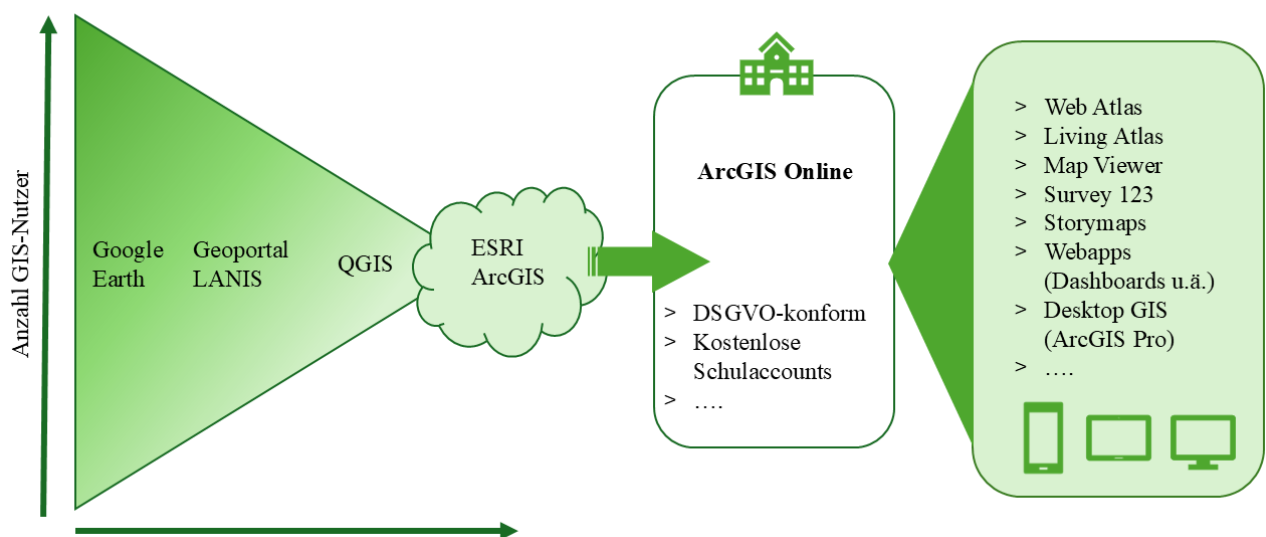


Abbildung 2: Systematisierung von GIS-Werkzeugen nach funktionaler Komplexität und Zielgruppen und deren Anpassung für den Bildungsbereich in Schulen (Eigene Darstellung)

Auf der linken Seite der Darstellung sind niedrigschwellige Viewer und digitale Globen für den Massenmarkt verortet (z. B. Google Earth), die primär der Exploration, Visualisierung und ersten räumlichen Orientierung dienen. Diese Anwendungen zeichnen sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit und geringe technische Einstiegshürden aus und eignen sich insbesondere für einen ersten Zugang zu raumbezogenen Fragestellungen sowie zur Förderung grundlegender räumlicher Vorstellungen. Digitale Globen oder auch Viewer eignen sich für den Schulunterricht, da sie ein Werkzeug zur Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung darstellen und bieten die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler eigenständig topographische Profile, wie beispielsweise Geländemodelle in der eigenen Stadt, untersuchen.

Auf einer mittleren Ebene sind Web-GIS-Applikationen positioniert, die einen erweiterten Funktionsumfang zur Analyse und Interpretation raumbezogener Daten zur Verfügung bereitstellen. Hier bieten vor allen

nationale Geoportale wie zum Beispiel das Landschaftsinformationssystem der Naturschutzverwaltung Rheinland-Pfalz (LANIS RLP) Plattformen zur Beschaffung von Geodaten, die bei deutschen Behörden vorliegen (vgl. Kap.5 – Geodatenauskunfts- und Bereitstellungssysteme). Diese Geoportale ermöglichen die Nutzung thematischer Layer, den Vergleich unterschiedlicher Datensätze und eine stärker problemorientierte Auseinandersetzung mit konkreten räumlichen Fragestellungen. Diese Tool-Kategorie stellt eine zentrale Schnittstelle zwischen professioneller GIS-Nutzung und schulischer Anwendbarkeit dar, da sie sowohl fachlich relevante Analyseprozesse unterstützt als auch unter schulischen Rahmenbedingungen mit Blick auf Nutzung verschiedener Endgeräte oder der Internetverfügbarkeit, praktikabel bleibt.

An der Spitze der Hierarchie befinden sich leistungsfähige GIS-Umgebungen wie QGIS oder ESRI ArcGIS eingeordnet, die ein umfassendes Spektrum an Analyse-, Modellierungs- und Visualisierungsfunktionen bereitstellen. Diese Systeme sind primär für professionelle Anwendungsfelder konzipiert und setzen ein hohes Maß an fachlichem Vorwissen sowie technischer Kompetenz voraus. Im schulischen und bildungsbezogenen Kontext der GIS-Nutzung wird dagegen häufig zwischen Open-Source-Lösungen (wie QGIS) und kommerziellen Softwareprodukten des Anbieters ESRI ArcGIS unterschieden. QGIS zeichnet sich als quelloffene Software insbesondere durch seine Kostenfreiheit, hohe Flexibilität und breite Community-Unterstützung aus. Es ermöglicht den Zugriff auf ein umfangreiches Spektrum an Analyse- und Visualisierungsfunktionen und eignet sich aufgrund seiner Offenheit gut für eine transparente Auseinandersetzung mit Geodaten, Datenformaten und Analyseprozessen. Gleichzeitig stellen die vergleichsweise komplexe Benutzeroberfläche und die Vielzahl an Funktionen insbesondere im schulischen Bereich eine didaktische Herausforderung dar, da ohne gezielte Reduktion und Anleitung eine Überforderung der Lernenden und Lehrenden möglich ist.

Die Software-Produkte von ESRI ArcGIS bieten demgegenüber eine integrierte, professionell entwickelte GIS-Umgebung mit hoher Stabilität, umfangreicher Dokumentation und didaktisch aufbereiteten Zusatzangeboten, etwa in Form von webbasierten Anwendungen, Storymaps oder den Field Apps, die auch im offline-Modus bearbeitet werden können. Zusätzlich wird für Schulen in Deutschland, der Schweiz und Österreich eine kostenlose Education-Lizenz angeboten, mit der Möglichkeit eigene Klassenräume zu generieren, Daten vorzubereiten und zu teilen sowie an Schulungen oder Webinaren für Lehrkräfte teilzunehmen. Durch die Verwendung von ArcGIS Online wird den Lehrkräften ein webbasiertes Tool angeboten, welches aus fachdidaktischer Sicht eine didaktische Reduktion im Programmlayout enthält und gleichzeitig die Chance bietet, alle Bausteine einer durchdachten GIS-Anwendung zu nutzen. So können beispielsweise mit Survey123 Daten erhoben, mit dem MapViewer aufbereitet und die Ergebnisse mittels Dashboards oder einer Storymap visualisiert werden (MEVAP-Prinzip). Diese Aspekte erleichtern insbesondere Lehrkräften den Einstieg in die GIS-Welt und eröffnen strukturierte Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden und Umfängen. Ergänzt wird die Produktpalette durch die administrative Verwaltung auf Seiten der Schule, wodurch die Schule als Controller fungiert und alle personenbezogenen Daten verwaltet. Diese Daten werden auf europäischen Servern gespeichert und nicht an die Rechenzentren in den USA weitergegeben (Schomakers & Kijftenbelt, o.A., o.A.).

Aus didaktischer Perspektive lässt sich festhalten, dass weder QGIS noch ESRI ArcGIS per se „besser“ oder „schlechter“ zu bewerten sind, sondern ihre Eignung maßgeblich vom jeweiligen Einsatzkontext abhängt. Gleichzeitig soll auch aufgezeigt werden, dass der Wunsch nach einem Programm/ Tool, welches eine breitere Produktpalette anbietet, bei ESRI ArcGIS realisierbar ist, was den Lernprozess sowohl für die Schülerinnen und Schüler als auch für die Lehrkräfte erleichtert.

4.1 Erwerben von GIS-Kompetenzen – ein Future Skill?

Die digitale Durchdringung nahezu aller Lebens- und Arbeitsbereiche bewirkt eine epochale Veränderung des Mensch-Umwelt-Verhältnisses, in der räumliche Informationen zu einer grundlegenden Ressource gesellschaftlichen Handelns avancieren. Der souveräne Umgang mit Geoinformationen entwickelt sich in diesem Kontext zu einer digitalen Kulturtechnik, deren Beherrschung weit über fachspezifische Anwendungsfelder hinausreicht (Pettig & Gryl, 2023a, S. 8). Das Erreichen von GIS-Kompetenzen erfordert allerdings eine Verschiebung des Fokus: weg vom isolierten „Lernen über GIS“ hin zu einem integrativen „Lernen mit GIS“ im Sinne eines geographischen Werkzeugs. Die empirischen Befunde unterstreichen somit die Notwendigkeit, GIS systematisch in die Lehrerbildung, schulinterne Curricula und fachdidaktische Konzepte einzubetten, um den Anspruch an GIS als Future Skill nicht nur normativ zu formulieren, sondern

auch praktisch einzulösen (Höhnle et al., 2012, S. 56). Vor diesem Hintergrund lässt sich die Frage, ob GIS als Future Skill zu bewerten ist, nicht allein technisch, sondern primär kompetenz- und gesellschaftsbezogen beantworten. Ein zentrales Argument für die Einordnung von GIS als Future Skill ergibt sich nämlich aus seiner wachsenden Relevanz für den Arbeitsmarkt. GIS-Kenntnisse werden in einer Vielzahl von Berufsfeldern – etwa im Bereich Naturschutz, Stadt- und Raumplanung, im Umweltmanagement oder in datengetriebenen Wirtschaftssektoren – explizit nachgefragt (Sailer et al., 2023, S. 220). Gleichzeitig entstehen neue professionsspezifische Tätigkeitsprofile wie „Geospatial Data Scientist“ oder „Geospatial Software Engineer“, die neben technischem Know-how, vor allem analytische, interpretative und kommunikative Kompetenzen im Umgang mit räumlichen Daten erfordern. Die Fähigkeit, räumliche Problemstellungen datenbasiert zu analysieren und lösungsorientiert aufzubereiten, wird damit zu einer zentralen Qualifikation einer zukunftsfähigen Arbeitnehmerschaft und formuliert zugleich einen klaren Bildungsauftrag an die Schulen und Hochschulen/ Universitäten (Sailer et al., 2023, 220f).

GIS kommt darüber hinaus eine herausragende Bedeutung für die Entscheidungsunterstützung und das Krisenmanagement zu. In praxisrelevanten Anwendungsfeldern wie dem Hochwasserrisikomanagement oder der Katastrophenvorsorge bzw. -bewältigung, bilden GIS eine zentrale Grundlage für Lageerfassung, Prognose und datenbasierte Entscheidungsprozesse (Fabisch et al., 2023, 23f). Der eigentliche Mehrwert dieses Future Skill liegt dabei weniger in der reinen Datenverarbeitung als vielmehr in der Fähigkeit, heterogene Geodaten entlang eines Kontinuums der Erkenntnisgewinnung in belastbares, handlungsrelevantes Wissen zu transformieren. Dies erfordert Kompetenzen zur Verknüpfung verschiedener Datenquellen, zur Bewertung von Unsicherheiten sowie zur adressatengerechten Geokommunikation – Fähigkeiten, die für eine zunehmend datenbasierte Gesellschaft konstruktiv sind (Thomas et al., 2025, S. 182).

Mit Blick auf den Bildungskontext, d.h. der kognitiven Ebene, zielt die GIS-Bildung auf die Entwicklung eines kritischen räumlichen Denkens (criticalspatialthinking), das Lernende befähigt, räumliche Muster zu erkennen, Wechselwirkungen systematisch zu erfassen und die Aussagekraft sowie Grenzen räumlicher Daten reflektiert zu beurteilen (Bearman et al., 2016, S. 394). Der Umgang mit GIS fördert dabei nicht nur die Problemlösekompetenzen, sondern auch das systemische Denken, welches für die Bearbeitung komplexer globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Urbanisierung oder Ressourcenknappheit unerlässlich ist (Schulze & Gryl, 2022, S. 155). In diesem Sinne positioniert sich die Geographie durch GIS als zukunftsorientierte Analysewissenschaft mit einem klaren methodischen Alleinstellungsmerkmal.

Ein weiterer zentraler Aspekt der Einordnung von GIS als Future Skill liegt in seiner Bedeutung für Mündigkeit und gesellschaftliche Partizipation. Konzepte wie „Spatial Citizenship Education“ betonen die Notwendigkeit, Lernende nicht nur zu kompetenten Nutzerinnen und Nutzern von Geomedien auszubilden, sondern sie befähigen, räumliche Informationen aktiv als Kommunikations- und Partizipationsinstrumente einzusetzen (Kanwischer & Dorsch, 2023, S. 144). In digitalen Öffentlichkeiten, die zunehmend durch Karten, Dashboards und räumliche Visualisierungen geprägt sind, umfasst dies auch die Fähigkeit, eigene räumliche Repräsentationen zu erstellen, zu verarbeiten und deren Konstruiertheit kritisch zu reflektieren. GIS-Kompetenz schließt somit eine reflexive Kartenkompetenz mit ein, die es erlaubt, Machtstrukturen, narrative und potenzielle Manipulationen in digitalen Raumdarstellungen zu erkennen und zu dekonstruieren ((Pungel & Steinbach, 2023, S. 80) sowie (Gryl, 2016, S. 8)).

Die Vermittlung dieser vielfältigen Kompetenzdimensionen lässt sich methodisch mit dem MEVAP-Modell strukturieren. Dieses Modell bildet den vollständigen Workflow geographischer Erkenntnisgewinnung ab: von der Modellierung über Erfassung, Verarbeitung und Analyse bis hin zur Präsentation. Dieser Prozess fördert in besonderem Maße die Data Literacy und verankert GIS nicht als isolierte technische Anwendung, sondern als integratives Instrument geographischer Analyse- und Urteilskompetenz (Sailer et al., 2023, S. 221).

Zusammenfassend zeigt sich also, dass die Vermittlung von GIS-Kompetenzen im Sinne einer „Spatial Citizenship“ für das Schulfach Erdkunde ein zentrales Alleinstellungsmerkmal darstellt, das seine Zukunftsfähigkeit und Unverzichtbarkeit im Kanon schulischer Unterrichtsfächer nachhaltig stärkt. Diese Position lässt sich fachlich dadurch untermauern, dass GIS-Kompetenzen weit über eine spezialisierte technische Fähigkeit hinausgehen und zentrale Anforderungen einer (geo-)digitalisierten Gesellschaft adressieren (Sailer et al., 2023, S. 234). Als Future Skill des 21. Jahrhunderts verbindet sie

arbeitsmarktrelevante Qualifikationen mit der Förderung kritischen räumlichen Denkens, datenbasierter Urteilsfähigkeit sowie demokratischer Teilhabe. Eine curriculare Verankerung von GIS trägt somit nicht nur zur Vorbereitung Lernender auf verantwortungsvolles, reflektiertes Handeln in datengetriebenen Kontexten bei, sondern positioniert das Fach Geographie zugleich als zukunftsorientierte Analyse- und Bildungswissenschaft, die einen substanziellen Beitrag zur Allgemeinbildung leistet.

5 GEODATENAUSKUNFTS- UND BEREITSTELLUNGSSYSTEME

Die Verfügbarkeit amtlicher Geodaten hat sich in den letzten 20 Jahren durch technologische Entwicklungen und politische Vorgaben grundlegend verbessert. Die EU-Richtlinie „Infrastructure for Spatial Information in Europe“ (kurz: INSPIRE) bildet die rechtliche Basis, um zehntausende harmonisierte Datensätze aus den Mitgliedstaaten zur allgemeinen Nutzung bereitzustellen (Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE), 2007, o.A.).

Für Fragestellungen im Bildungskontext ergeben sich zwei Hauptbereiche, die als Geodatenauskunftssystem fungieren können.

(1) Damit Schülerinnen und Schüler lernen mit fachlich korrekten Daten deutscher Behörden zu arbeiten, sind die jeweiligen Geoportale der Bundesländer eine gute Anlaufstelle zur Beschaffung der jeweiligen Geodaten. Die abgedeckten Themenfelder reichen von der öffentlichen Daseinsvorsorge und dem Liegenschaftskataster über digitale Geländemodelle bis hin zu spezifischen Fachdaten der Landesämter für Statistik in den jeweiligen Bundesländern. In den meisten Fällen sind die Daten der Geoportale in WEB-GIS-Anwendungen der Behörden integriert und können dort in Karten dargestellt werden. Zusätzlich gibt es oft die Funktion, Datensätze in Form von Shapefiles herunterzuladen und mit einem GIS der Wahl zu bearbeiten, zu verändern und zu analysieren. Dies bringt für den schulischen Kontext den entscheidenden Vorteil mit, dass die Daten auf die jeweilige Fragestellung und die Zielgruppe und deren Kompetenzen zugeschnitten werden können.

Der Blick in den Lehrplan (vgl. Kapitel 3.2) zeigt bereits, dass die Arbeit mit Geoportalen lediglich in Lernfeld 7 konkret genannt wird, jedoch sollte klar sein, dass Material, welches in den anderen Lernfeldern verwendet wird, entweder aus den Daten der Geoportale resultiert oder im besten Fall mit den aktuellen Daten aus den Geoportalen von den Lehrkräften aufbereitet und den Schülerinnen und Schülern zur Verfügung gestellt wird.

Der Zugriff auf amtliche Geodaten verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern die Relevanz und Bedeutung solcher Datenquellen. Im Gegensatz zu OpenData-Portalen, in denen die Nutzer ihre „Geodaten“ teilen können, jedoch die Metadaten häufig nicht transparent sind, ermöglicht dieser Zugang eine fundierte Analyse und den Vergleich der Datenqualität. Dies fördert das Verständnis für die Unterschiede in der Zuverlässigkeit und Validität von Geodaten und unterstützt die Entwicklung kritischer Bewertungsfähigkeiten im Umgang mit Informationen.

(2) Neben den amtlichen Geodaten gibt es zusätzlich die Möglichkeit über verschiedene Plattformen Geodaten zu beziehen. Hier eignet sich für den schulischen Gebrauch die Schnittstelle von ArcGIS Online sowohl mit den rein behördlichen Daten, aber auch zum Datenaustausch von projekteigenen Daten. Dadurch können Datensätze direkt auf ihre Metadaten geprüft, Layer eingefügt und analysiert werden. Gleichzeitig bietet ArcGIS Online die Möglichkeit auf den ArcGIS Living Atlas of the World zuzugreifen. Hierbei handelt es sich um eine von ESRI ArcGIS initiierte Plattform zum digitalen Austausch von Geodaten, Kartenmaterialien oder auch Datenlayern und geographischen (Attribut-)Informationen (Dagermond).

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Geographische Informationssysteme sind längst fester Bestandteil des Alltags, auch wenn ihre Nutzung häufig unbewusst erfolgt. Mobile Endgeräte und digitale Anwendungen ermöglichen die kontinuierliche Erhebung, Analyse und Visualisierung raumbezogener Daten, wodurch GIS-Kompetenzen zunehmend auch außerhalb klassischer Fachkontexte an Bedeutung gewinnen. Angesichts neuer Berufsfelder, in denen der reflektierte Umgang mit Geodaten, räumlicher Analyse und kritischer Visualisierung zentral ist, ergibt sich ein klarer Bildungsauftrag, GIS stärker im schulischen Kontext zu verankern. Dies steht im Einklang mit

dem Ziel der Kultusministerkonferenz, Lernende zu mündigen Bürgerinnen und Bürgern zu befähigen, die digitale Informationsräume kompetent und verantwortungsvoll nutzen können.

Mit der Weiterentwicklung des Lehrplans für die Mainzer Studienstufe hat Rheinland-Pfalz hierfür eine wichtige Grundlage geschaffen, indem GIS-bezogene Visualisierungen und die Arbeit mit Geodaten in mehreren Lernfeldern verbindlich berücksichtigt werden. GIS wird damit als methodisches Querschnittsinstrument sichtbar, das fachliche Analyseprozesse unterstützt und zugleich zur Entwicklung von Medien-, Daten- und Urteilskompetenz beiträgt. Eine zielgruppenorientierte GIS-Didaktik fördert dabei nicht nur technische Fertigkeiten, sondern insbesondere kritisches räumliches Denken und die Fähigkeit, komplexe raumbezogene Fragestellungen evidenzbasiert zu bearbeiten. Empirische Befunde unterstreichen die positiven Effekte eines frühen GIS-Einsatzes auf das räumliche Vorstellungsvermögen und das Verständnis geographischer Zusammenhänge und stärken damit die bildungspolitische Legitimation einer curricularen Verankerung.

Die Lehrplananalyse zeigt insgesamt, dass GIS in der gymnasialen Oberstufe als integratives Analysewerkzeug angelegt ist, das insbesondere in raumbezogenen Themenfeldern wie der Stadtentwicklung substanzielle Lernpotenziale eröffnet. Daraus ergibt sich für die Zukunft die Aufgabe, die curricular angelegten Möglichkeiten durch gezielte Lehrerbildung, didaktisch reduzierte Materialien und praxistaugliche Unterrichtskonzepte systematisch auszuschöpfen, um GIS-Kompetenz als Bestandteil einer zeitgemäßen geographischen Bildung nachhaltig zu etablieren.

Trotz dieser positiven Aspekte gibt es jedoch signifikante Barrieren, die einer effektiven Integration von GIS in den Schulunterricht entgegenstehen. Damit Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe mit GIS arbeiten können, müssen bereits die grundlegenden Kompetenzen in der Mittelstufe erworben und vertieft werden. Dies bedeutet, dass die Lehrpläne in diesem Bereich ebenfalls modifiziert werden müssen. Im gleichen Zuge müssen in allen drei Phasen der Lehrerbildung Lehrkräfte im Umgang mit GIS geschult werden, weshalb Fort- und Weiterbildungen unabdingbar sind. Hierfür benötigen die Lehrkräfte in zweierlei Hinsicht Zeit:

(1) Werden Weiterbildungsangebote für Lehrkräfte angeboten, müssen sie ausreichend Zeit dafür haben, sich mit den „neuen“ und „unbekannten“ Methoden vertraut zu machen und diese in einem geschützten Kontext auszuprobieren.

(2) Die Lehrpläne aller deutschen Bundesländer zeigen eine Vielzahl an inhaltlichen Vorgaben und methodisch-verpflichtenden Bausteinen. Erfahrungsgemäß ist es für die Lehrkräfte meist sehr schwer alle Forderungen zielgruppenorientiert in den Unterricht zu integrieren. Daher müssen Zeiträume hierfür angepasst werden, damit die Lehrkräfte auch die Möglichkeit haben die Inhalte und Methoden für ihre Zielgruppe aufzubereiten.

Die nachhaltige Verankerung von GIS als Bestandteil zeitgemäßer geographischer Bildung ist untrennbar mit einer Modernisierung der Lehrkräftebildung verbunden. Soll GIS-Kompetenz tatsächlich als Future Skill wirksam werden, bedarf es einer strukturellen Weiterentwicklung geographiedidaktischer Ausbildungsinhalte, die GIS nicht als isoliertes Spezialwerkzeug, sondern als integratives Instrument fachlicher Erkenntnisgewinnung begreift. In diesem Zusammenhang ist es zentral, bestehende Barrieren systematisch in verschiedenen Forschungsfeldern zu identifizieren, um gezielte Strategien zu ihrer Überwindung zu entwickeln. Neben der Professionalisierung der Lehrkräfte im Umgang mit digitalen Geomedien sind die Bereitstellung geeigneter technischer Ressourcen sowie der Aufbau eines unterstützenden schulischen Umfelds wesentliche Voraussetzungen, um GIS dauerhaft als Bestandteil einer modernen Geographiebildung zu etablieren.

Zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten sich daher verstärkt auf praxisorientierte Fortbildungsmodelle konzentrieren, die sowohl technische als auch didaktische Dimensionen des GIS-Einsatzes berücksichtigen. Lehrkräfte benötigen Lerngelegenheiten, in denen sie GIS-gestützte Analyseprozesse selbst erproben, reflektieren und auf unterschiedliche Unterrichtskontexte übertragen können. Parallel dazu erscheint eine kontinuierliche Weiterentwicklung curricularer Vorgaben notwendig, um den dynamischen Anforderungen einer digitalisierten und datenbasierten Gesellschaft gerecht zu werden. Die stärkere Einbindung von GIS in alle Phasen der Lehrkräftebildung ist somit als strategische Aufgabe zu verstehen, die darauf abzielt, Lernende auf komplexe, interdisziplinär geprägte Raumfragen vorzubereiten. GIS eröffnet hier besondere Potenziale für fachübergreifendes Lernen, da die Analyse räumlicher Daten in

ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Kontexten verankert werden kann und damit ein vertieftes Verständnis systemischer Zusammenhänge fördert.

Insgesamt wird deutlich, dass GIS nicht nur als technisches Werkzeug, sondern als zentrale Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhunderts zu begreifen ist. Die Verbindung arbeitsmarktrelevanter Qualifikationen mit der Förderung kritischen räumlichen Denkens, datenbasierter Urteilskompetenz und gesellschaftlicher Teilhabe unterstreicht die bildungspolitische Relevanz einer systematischen curricularen Verankerung. Eine entsprechend ausgerichtete Lehrkräftebildung stellt dabei den entscheidenden Hebel dar, um die Potenziale von GIS langfristig in eine lernwirksame Unterrichtspraxis zu überführen und die Geographie als zukunftsorientierte Analyse- und Bildungswissenschaft nachhaltig zu stärken.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- Bearman, N., Jones, N., André, I., Cachinho, H. A. & DeMers, M. (2016). The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers. *Journal of Geography in Higher Education*, 40(3), 394–408. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729>
- Dagermond, J. ArcGIS Living Atlas of the World.
- Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (INSPIRE), EUR-Lex (2007). <http://data.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>
- Fabisch, M., Abrahamczyk, L. & Maiwald, H. (2023). Real-time sensor networks and systems for the industrial IoT. *WasserWirtschaft*(9), 16–20.
- Gryl, I. (Hrsg.). (2016). *Diercke /Weltatlas. Diercke – Reflexive Kartenarbeit: Methoden und Aufgaben*. Westermann.
- Höhnle, S., Schubert, J. C. & Uphues, R. (2012). Lernen mit Geoinformation(ssystemen) aus der Perspektive deutscher Geographielehrer, 49–68. <https://doi.org/10.18452/25100>
- Kanwischer, D. & Dorsch, C. (2023). Mündigkeit als Leitwert geographischer Bildung in einer Kultur der Digitalität: Dimensionen und Konzepte. In F. Pettig & I. Gryl (Hrsg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 139–147). Springer Spektrum.
- Kerski, J. J. (2003). The Implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education (Nr. 3). *Journal of Geography*, 102, S. 128–137.
- Kultusministerkonferenz. (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt: Die ergänzende Empfehlung zur Strategie "Bildung in der digitalen Welt"*.
- Li, J., Xia, H., Qin, Y., Fu, P., Guo, X., Li, R. & Zhao, X. (2022). Web GIS for Sustainable Education: Towards Natural Disaster Education for High School Students. *Sustainability*, 14(5), 2694. <https://doi.org/10.3390/su14052694>
- Ministerium für Bildung – Rheinland-Pfalz. (2022). *Lehrplan für die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer – Erdkunde, Geschichte, Sozialkunde*.
- Pettig, F. & Gryl, I. (Hrsg.). (2023a). *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre*. Springer Spektrum.
- Pettig, F. & Gryl, I. (Hrsg.). (2023b). *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre*. Springer Spektrum.
- Pungel, S. & Steinbach, D. (2023). Mit WebGIS und digitalen Geowerkzeugen Fach- und Medienkompetenzen für das 21. Jahrhundert entwickeln: Herausforderungen, Gelingensbedingungen und Unterrichtsbeispiele. In F. Pettig & I. Gryl (Hrsg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre*. Springer Spektrum.
- Sailer, C., Engel, M., Otto, J. & Wilkening, J. (2023). GIS-Kompetenz als Future Skill für geographiespezifische Berufsfelder: Fünf Good-Practice-Beispiele und ihre didaktische Konzeption. In F. Pettig & I. Gryl (Hrsg.), *Geographische Bildung in digitalen Kulturen: Perspektiven für Forschung und Lehre* (S. 219–235). Springer Spektrum. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-66486-5_18
- Schomakers, J. & Kijftenbelt, T. (o.A.). *DSGVO – Hilfestellung zu ArcGIS: ArcGIS Online – von ESRI verwaltete Software (Szenario B)*. <https://www.esri.de/de-de/rechtliches/datenschutz/dsgvo-hilfestellung-zu-arcgis>
- Schulze, U. & Gryl, I. (2022). Geographische Bildung in der digitalen Welt: Die digitale Transformation im Fokus der Geographiedidaktik. In V. Frederking & R. Romeike (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen: Band 14. Fachliche Bildung in der digitalen Welt: Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken* (S. 143–173). Waxmann. https://duepublico2.uni-due.de/servlets/MCRFileNodeServlet/duepublico_derivate_00081769/Schulze_et_al_2022_Geographische_Bildung.pdf
- Thomas, J., Schindler, M. & Paffenholz, J.-A. (2025). Die Relevanz von Geodaten und GIS im Hochwasserkrisismanagement: The Relevance of Geodata and GIS in Flood Crisis Management. *avn*, 04/2025, 182–132. <https://doi.org/10.14627/avn.2025.4.4>