

Uwe Schulze & Inga Gryl

Geographische Bildung in der digitalen Welt

Die digitale Transformation im Fokus der Geographiedidaktik

Die Debatte um das fachliche Lernen mit digitalen Medien im Geographieunterricht ist kein neues Phänomen, das dem derzeitigen Digitalisierungstrend im Bildungswesen geschuldet ist, sondern besteht aus Sicht der Geographiedidaktik seit ca. zwanzig Jahren. Den Ausgangspunkt hierfür markiert die Verbreitung ‚Geographischer Informationssysteme‘ (GIS) im fachwissenschaftlichen Kontext der deutschsprachigen Geographie spätestens seit den 1990er Jahren und davon ausgehend, die Einführung von GIS als methodischer Gegenstandsbereich des Geographieunterrichts. Mit GIS werden computerbasierte Systeme und Anwendungen zur Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von Informationen mit einem erdräumlichen Bezug, sogenannte Geoinformationen, bezeichnet. Sie dienen der Beantwortung räumlicher Frage- und Problemstellungen insbesondere in administrativen, planerischen und wissenschaftlichen Zusammenhängen. Zu nennen sind z. B.: Wo befinden sich brachliegende Baugrundstücke in der Stadt? Wo ist der beste Standort für einen neuen LKW-Parkplatz an der Autobahn? Welche Siedlungsgebiete Europas werden vom prognostizierten Meeresspiegelanstieg betroffen sein? GIS unterscheiden sich von anderen computerbasierten Informationssystemen durch zwei Eigenschaften: 1. Sie verbinden eine Datenbank mit einer Kartographiefunktion zur alphanumerischen und graphischen Datenverarbeitung. 2. Sie dienen der räumlichen Analyse, d. h. der Vermessung, Abfrage und Statistik von georeferenzierten Daten, die konkrete Objekte der Umwelt (z. B. Haus, Straße, Deich) und abstrakte räumliche Zustände (z. B. ‚Baulücke‘, ‚ruhender Verkehr‘, ‚überschwemmungsgefährdet‘) abbilden. Spätestens mit dem Aufkommen der Web-2.0-basierten, digitalen Kartenapplikationen OpenStreetMap und Google Maps seit dem Jahr 2005 und der damit einsetzenden quasi-ubiquitären Verfügbarkeit von Geoinformationen im Alltagsgeschehen sind GIS und die ihnen zugrundeliegende Geoinformations- und Kommunikationstechnologie (Geo-IKT)¹ zu einem festen Bestandteil alltagsweltlicher Infrastrukturen, gesellschaftlicher Entwicklungsprozesse und Handlungsroutinen geworden. Während Kainz (2009) in diesem Zusammenhang für die 2000er Jahre noch von einem Geo-Hype spricht, haben sich GIS – ausgelöst durch verschiedene zeitgleiche Entwicklungen, d. h. die Miniaturisierung von Computern, die Entwicklung des Smartphones, die globale Freigabe des GPS-Signals für nicht-militärische Nutzungen, die Ausweitung des

1 Geoinformationstechnologie, im Englischen *Geospatial Technology* (GST), umfasst alle computer- und netzwerkbasierten Technologien und Methoden der sensorischen, terrestrischen und satellitenbasierten Verarbeitung von Geodaten (Strobl, 2009).

Web 2.0 als Voraussetzung der Sozialen Medien sowie die Entstehung globaler Geodateninfrastrukturen im „Post-GIS-Zeitalter“ (Harvey, 2013) – gegenwärtig zu einer Mainstream-Technologie der massenmedialen Kommunikation räumlicher Informationen entwickelt (Ash, Kitchin & Leszczynski, 2018; Sui & Goodchild, 2011). Unsere gegenwärtige Art und Weise der Kommunikation räumlichen Wissens in der Gesellschaft durch die Erzeugung, Speicherung und Übermittlung orts-basierter Informationen ist geprägt durch den Umgang mit digitalen Geomedien² als neue Kulturtechnik (Kanwischer, 2014).

Die fachdidaktische Auseinandersetzung mit digitalen Geomedien und Geo-IKT als Gegenstandsbereich des Geographieunterrichts und der geographischen Lehrkräftebildung ist dementsprechend vielfältig. Sie adressiert bereits länger diejenigen Themenbereiche, die auch seitens der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK, 2016) angesprochen werden. Dies ist zum einen die Frage nach der Bildungsrelevanz digitaler Geomedien im Sinne einer „Bildung in einer durch Digitalisierung und Mediatisierung beeinflussten Welt“ (ebd., S. 2) und damit verknüpfter Perspektiven auf diesen fachspezifischen Gegenstandsbereich, d.h. die informationstechnologische Perspektive, die Perspektive der Mediatisierung bzw. der Entwicklung der digitalen Medien sowie die Perspektive informatisch-medialer Systeme (ebd.). Im Kontext der sich fortwährend entwickelnden digitalen Geographien (Bork-Hüffer, Füller & Straube, 2021) sind hiermit u. a. Aspekte veränderter gesellschaftlicher Kommunikations- und Handlungspraktiken der materiellen und immateriellen Formatierungen des Raumes durch Soziale Medien verknüpft, wie sie z.B. in Form viraler Raumkonstruktionen zu beobachten sind (Kanwischer & Schlottmann, 2017). Zum anderen wird die Frage fachlicher und überfachlicher Kompetenzen im Kontext formaler, non-formaler und informeller geographischer Bildungskontexte diskutiert. Damit verbunden sind curriculare, anwendungszentrierte, medienpädagogische sowie forschungsbezogene Aspekte der Gestaltung des Geographieunterrichts sowie der geographischen Lehrkräfteaus- und -weiterbildung.

Damit ist der Ausgangspunkt dieses Beitrags markiert. Im Folgenden (1) werden wir zunächst unter Betrachtung der internationalen Forschungsliteratur die Relevanz digitaler Geomedien für das fachliche Lernen im Geographieunterricht skizzieren. Dies ist die Grundlage, um anschließend den Blick auf die damit verbundenen fachlichen (2), überfachlichen (3) und fachlich-digitalen (4) Kompetenzen sowie auf die Perspektive digitaler personaler Bildung (5) zu lenken. Abschließend zeigen wir die Herausforderungen auf, die sich aus der aktuellen Debatte der Digitalisierung in der Hochschule insbesondere für die Lehrkräftebildung im Fach Geographie ergeben (6).

2 Digitale Geomedien, im Englischen *New Spatial Media* bzw. *Locative Media*, bezeichnen alle Formen der Web-2.0-basierten medialen Kommunikation räumlicher Repräsentationen mit einem konkreten Ortsbezug, die in ihrer Gesamtheit das sogenannte *Geoweb* konstituieren (Kitchin, Lauriault & Wilson, 2017; Gryl & Schulze, 2013; Gryl & Jekel, 2012; Elwood & Leszczynski, 2012; Wilken, 2012).

1. Geographie und Geographiedidaktik im Zeichen digitaler Transformation

Unsere räumlichen Handlungen im Sinne des täglichen ‚Geographie-Machens‘ im lokalen wie globalen Maßstab von der individuellen Ebene der Subjekte bis hin zur institutionellen Ebene von Politik, Ökonomie und Wissenschaft (vgl. Werlen, 2017) sind mehr denn je bestimmt von der Erzeugung und Verarbeitung von Geoinformation in Form des *Ubiquitous Computing*³ und von Big Data. Die Beispiele hierfür sind vielfältig. Der Umgang mit Geoinformation begegnet uns im Alltag in Form standortbezogener Geodienste (Location-based Services), wie z. B. die satellitenbasierte Navigation im Auto, das Tracking und Routing beim Radfahren und Wandern, in Form von Apps zur Paketverfolgung und Wettervorhersage in Echtzeit, zum Kartieren von Schlaglöchern, Obstbäumen und Singvögeln (*Volunteered Geographic Information*) und in den Möglichkeiten, durch zusätzliche digitale Inhalte und Informationen, ortsbasiert den physischen Raum zu erweiterten (*Augmented Reality*). Viele Menschen nutzen regelmäßig die lage- und kriterienbezogene Hotelsuche auf Reiseportalen und erkunden vom heimischen Schreibtisch aus vorab den nächsten Urlaubsort. Geoinformationen werden täglich in Form der unzähligen Fotos, Videos und Hashtags, die durch einen konkreten Koordinatenbezug auf der Erdoberfläche räumlich referenziert sind (Geotagging bzw. *Geocoding*), als Bestandteil Sozialer Medien produziert und als Inhalte digitaler Karten im Internet gespeichert und visualisiert (*Webmapping*).

Neben diesen Anwendungsbeispielen, bei denen der Umgang mit Geodaten und sie verarbeitende Algorithmen mehr oder weniger bewusst durch die Nutzer*innen erfolgt, gibt es auch Anwendungsbereiche, in denen dies unbewusst, d. h. ‚im Hintergrund‘, geschieht. Um nur einige Beispiele zu nennen: die Ortung und Speicherung des eigenen mobilen Endgeräts in Mobilfunkzellen oder in lokalen Netzwerken via Wlan und NFC; die videobasierte Personenverfolgung in Einkaufszentren, an öffentlichen Plätzen, Flughäfen, usw. (*Videotracking*); das ‚Verorten‘ von Subjekten und Objekten innerhalb virtueller Grenzen und Areale (*Geofencing*), z. B. für ortsbasierte Werbung per Push-Nachricht des stationären Einzelhandels (*Mobile Marketing, Geotargeting*), aber auch zur Bewertung des sozioökonomischen Status‘ bei Kreditvergaben aufgrund des Wohnortes (*Redlining*). Ebenfalls zu nennen ist die mittlerweile große Bedeutung von Geodateninfrastrukturen zur technischen und organisatorischen Vernetzung von Geoinformationen aus verschiedenen öffentlich-administrativen Kontexten der kommunalen Verwaltungsebenen Deutschlands (GDI-DE). Darüber hinaus geht es in wissenschaftlichen Anwendungsfeldern z. B. um Forschung zum Biodiversitätsmanagement und Umweltmonitoring mittels digitaler Erdbeobachtung durch Satelliten und

3 Der hier thematisierte Gegenstandsbereich ist maßgeblich durch die internationale Diskussion geprägt. Daher übernehmen wir etablierte englischsprachige Begriffe ohne Übersetzung, um deren originäre Bedeutung nicht zu verfälschen, wie z. B. *education* versus Bildung. Solche feststehenden Begriffe kennzeichnen wir kursiv.

Drohnen oder um wirtschaftsgeographische Fragen der Steuerung von globalen Waren- und Produktionsketten. Diese Beispiele mögen ausreichen, um die Bedeutung von Geo-IKT als eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts aufzuzeigen (Gewin, 2004). Der damit verbundene Umgang mit Geoinformationen im Sinne ihrer gemeinschaftlichen, referentiellen und algorithmischen Produktion, Nutzung und Weiterverarbeitung als kulturelle Ausdrucks- und Kommunikationsform ist mittlerweile ein fester Bestandteil unserer digitalen Kultur (Stalder, 2016; Wilson, 2015). Die Bedeutung, die dabei insbesondere den digitalen Geomedien für die Produktion und Wahrnehmung räumlicher Repräsentationen und somit für die gesellschaftliche (Re-)Produktion geographischer ‚Weltsichten‘ zukommt, haben Quade und Felgenhauer (2013, S. 262) wie folgt zusammengefasst:

„Digital geomeia are not merely another set of new technologies for which geography is the frame, surface or context in which they are embedded. Rather, geography must be understood as the constitutive element of digital geomeia – they have geography as their content.“

Der Umgang mit digitalen Geomedien im Sinne digitaler „Narrative räumlichen Wissens“ (Elwood & Leszczynski, 2012, eigene Übersetzung) ist mit zwei zentralen Fragestellungen verbunden. Aus fachwissenschaftlicher Sicht wird gefragt, inwiefern die neuen Praktiken digitaler Geomedien auch zu einer veränderten ‚digitalen Geographie‘ und damit auch zu veränderten Formen und Formaten der Wissensgenerierung führen (Boeckler, 2014; Goodchild, 2007; Zook, Dodge, Aoyama & Townsend, 2004):

„While we do maintain that there is a need to think critically about the relationship between geography and the digital, thinking of ‚digital geographies‘ as a turn *towards* the digital as object and subject of inquiry in geography, and as a simultaneous inflection of geographical scholarship *by* digital phenomena, is more meaningful in that it allows us to think about how the digital reshapes many geographies, mediates the production of geographic knowledge, reconfigures research relationships, and itself has many geographies“ (Ash, Kitchin & Leszczynski, 2019, S. 5, Hervorh. im Original).

Aus fachdidaktischer Sicht wird gefragt, was die neuen Geographien der digitalen Alltagskultur für Schule und andere Bildungsbezüge bedeuten (in Anlehnung an Felgenhauer & Gäbler, 2019), und welche Konsequenzen sich hieraus konkret für die Vermittlung von geographischem Wissen in der Geoinformationsgesellschaft ergeben (Kanwischer, 2014):

„Der alltägliche Einsatz von digitalen Geomedien verändert unseren Blick auf die Welt durch räumliche, soziale und technische Filterung oder Konstruktion, was wiederum Einfluss auf unsere alltäglichen Handlungen hat. Diese Filterungs- und Konstruktionseffekte sichtbar zu machen, ist die eigentliche große Herausforderung, der sich die geographische Bildung heutzutage im Zusammenhang mit digitalen Geomedien stellen muss, damit Aspekte wie Mündigkeit, Handlungsfähigkeit und Selbstbestimmung im Bildungsverlauf nach wie vor berücksichtigt werden.“ (ebd., S. 15).

Die soziotechnischen Veränderungen der massenmedialen Kommunikation raumzeitlicher Sachverhalte bedeutet für Bildungskontexte allgemein, dass der bislang dominierende instrumentelle Charakter von Geo-IKT um den kommunikativen Charakter digitaler Geomedien ergänzt werden muss. Wie Gryl und Jekel (2012) in Anlehnung an Jürgen Habermas ausführen, spiegelt sich hierin der gesellschaftliche Bedeutungswandel von GIS als originärem Instrument der technologischen Wissensproduktion hin zu einem Medium sozial-kommunikativer Handlungspraktiken wider, das auch dem praktischen und dem emanzipatorischen Erkenntnisinteresse dient. Die damit verbundene technologische Befähigung von Laien zum Umgang mit GIS als einem Expertensystem zur Geoinformationsverarbeitung, d. h. der Umgang ohne fachliches Wissen und Können in diesem Expertise-Bereich, kann zwar im Sinne einer Demokratisierung von GIS und Geo-IKT interpretiert werden (Sui & Goodchild, 2003; Goodchild, 2007; Pickles, 2006). In der empirischen Betrachtung der Nutzungspraktiken zeigen sich aber Grenzen der Demokratisierungsthese, die Ungleichgewichte beispielsweise zu Gunsten bestimmter Statusgruppen (gebildet, weiß, männlich) deutlich machen (Neis, 2014). Sozialwissenschaftliche Ansätze der Kartographie-, GIS- und Geoweb-Forschung, die eine kritische Perspektive auf GIS und Geo-IKT und damit verbundene Machtstrukturen werfen, versuchen, diese Exklusionslinien aufzuzeigen und zu überwinden (vgl. Glasze, 2014).

Es kann festgehalten werden, dass die Bildungsrelevanz digitaler Geomedien und der ihnen zugrunde liegenden Geo-IKT an die geomediale Mündigkeit des Subjekts in einer digitalen Welt geknüpft ist (Schulze, Gryl & Kanwischer, 2015). Hieraus entfaltet sich ihre Bedeutung für das fachliche Lernen im Geographieunterricht. Gegenwärtig wie zukünftig ist der kritisch-reflexive Umgang mit digitalen Geomedien im Sinne ihrer technischen und inhaltlichen Formatierung ebenso relevant wie selbstverständlich, so wie dies für den Umgang mit Karten als kulturtechnische Leistung bislang typisch gewesen ist (Schulze, 2017). Aus dem geoinformationstechnischem ‚Wo ist was?‘ der Pionierjahre von GIS ist durch die geotechnologische Evolution und die Dominanz der sogenannten *Big Five*, d. h. Amazon, Apple, Facebook, Google und Microsoft, sukzessive auch ein ‚Wo du bist? Hier! Gespeichert! Teilen?‘ geworden. Die Implikationen für eine veränderte Rezeption der Bedeutung von digitalen Geomedien im Lehr- bzw. Lerngeschehen dürften sowohl für fachliche und gesellschaftliche Bildungsaspekte bei Schüler*innen als auch für Studierende und darüber hinaus auch für die fachliche Lehrkräftebildung tiefgreifend sein. Denn neben drängenden Fragen zu fachlich-inhaltlichen, methodischen, überfachlichen, pädagogischen und curricularen Aspekten beinhaltet das Lehren und Lernen unter Einbezug digitaler Geomedien eine fortwährende Auseinandersetzung mit dem Verhältnis von Technik und Didaktik zur gelingenden Konfiguration von digitalen Geomedien als Lehr- bzw. Lernmedien im Unterrichtsgeschehen. Zwar wurde das hiermit angesprochene Kernproblem von ‚High-Tech und/oder High-Teach‘ bereits vor mehr als einem Jahrzehnt in der Debatte um GIS im Unterricht adressiert (Kanwischer, Reudenbach & Schulze, 2009). Dennoch existiert nach wie vor ein Spannungsverhältnis von Bildungsrelevanz und geographiedidaktischer Forschung in diesem Gegenstandsbereich. Dies

gilt auch für das internationale Forschungsinteresse hinsichtlich der technischen, fachlichen und pädagogischen Bezüge für das ‚Lernen in digitalen Welten‘ (Tate & Unwin, 2009), welches immer noch überwiegend theoretisch-konzeptionell und exemplarisch-anwendungsbezogen, aber weniger empirisch gelagert ist (vgl. Baker et al., 2015). Dies ist insofern bedenkenswert, da gleichwohl aus normativer Sicht – d.h. im Bewusstsein der Werteorientierung von Bildung und der Notwendigkeit, angesichts gesellschaftlicher Implikationen von Digitalisierung Stellung zu beziehen – hierzulande nicht nur bildungspolitische, sondern auch fachliche Setzungen vorgenommen werden. Dies gilt beispielsweise für das Positionspapier der Arbeitsgruppe ‚Geographische Bildung und Digitalisierung‘ des Hochschulverbands Geographiedidaktik (HGD, 2020), das thesenhaft formuliert, was der Zusammenhang von geographischer Bildung und Digitalisierung ist. Dabei werden vielfältige Bezüge über bloße digitale Kompetenzen hinaus hergestellt und mit einer Abschätzung der Veränderungen des Fachs verbunden. Dementsprechend wären die von der Kultusministerkonferenz (KMK, 2017) vorgelegten Standards zur ‚Bildung in der digitalen Welt‘ nicht nur im Hinblick auf eine allgemeine Berücksichtigung der Rolle der Fachzentrierung von Kompetenzen zu ergänzen, sondern auch hinsichtlich ihrer ausbaufähigen Orientierung an einer (fachlichen) Metaebene auf den Gegenstand ‚Digitalisierung‘, die u. a. auch das Fach Geographie mehr und mehr einnimmt.

2. Fachliche Kompetenzen im Geographieunterricht digital fördern

Die Dynamik der Transformation komplexer GIS hin zu Geomedienanwendungen und die parallelen Bestrebungen zu ihrer fachdidaktischen Adaption sind mit einer Vielzahl von Herausforderungen für die Unterrichtsarbeit verbunden – Herausforderungen, die wahrscheinlich grundsätzlicher Natur sind. Denn zum einen sind weder digitale Geomedien im Allgemeinen noch GIS im Besonderen *per se* als Lehr- bzw. Lernmedien konzipiert. Insbesondere GIS sind anwendungsorientierte Expertensysteme der Geoinformationsverarbeitung zur Lösung räumlicher Problem- und Fragestellungen. Ihre technisch-methodische Handhabung ist daher auch komplex, sowohl für diejenigen, die mit ihnen lernen, als auch für diejenigen, die mit ihnen lehren. Für den Umgang mit GIS im Unterricht sind neben dem Bezug zu Fachwissen und geographischen Basiskonzepten (v. a. Raum, Zeit, Maßstab, System), insbesondere auch technisch-methodische und mediendidaktische Kenntnisse und Fertigkeiten bei Lehrkräften notwendig – gleiches gilt für den Einsatz von digitalen Geomedien. Darin begründete Hindernisse für eine beständige Arbeit mit GIS im Unterricht belegen internationale Untersuchungen zum schulischen GIS-Einsatz aus der Sicht von Lehrkräften (Tan & Chen, 2015). Zum anderen existiert weder für die hochschulische Geoinformations(aus)bildung im Bereich der Lehrer*innenbildung noch für den schulischen GIS-Einsatz hierzulande ein begründeter didaktischer Handlungsrahmen. Darüber hinaus ist der hier

angesprochene Gegenstandsbereich als fachlicher Lern- und Kompetenzbereich des Geographieunterrichts inhaltlich nicht ausreichend bestimmt, was die Frage des Aufbaus und der Förderung fachlicher bzw. überfachlicher Kompetenzen bei Schüler*innen anbelangt. Somit stellt sich für die folgenden Ausführungen die Frage, an welchen domänenspezifischen Gegenstandsbereich die fachbezogene Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen in der Geographie geknüpft ist und welche Implikationen sich hieraus für das fachliche digitale Lernen ergeben.

2.1 Domänenspezifische Einordnung

Die Zielbestimmung des fachlichen Lehrens und Lernens in einer digitalen Welt ist aus Sicht der Geographiedidaktik mit dem fachspezifischen Bezug zur Beobachtung, Beschreibung und Analyse der wechselseitigen Beziehung (erd-)räumlicher Phänomene, Strukturen und Prozesse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen verbunden. Zur Bearbeitung von Problemen und Fragestellungen im Kontext des Gesellschaft-Umwelt-Verhältnisses bietet die ‚geographische Perspektive‘ vielfältige theoretische und methodische Konzepte zur Beschreibung, Analyse und Interpretation räumlicher Aspekte unserer Umwelt sowie des damit verbundenen wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns und gesellschaftlichen Handelns (Rhode-Jüchtern, 2015; Hard, 2003; Golledge, 2002). Hierzu zählt zweifelsohne auch der originäre Umgang mit digitalen Geoinformationen und den computerbasierten Technologien für ihre Verarbeitung und Kommunikation (Kerski, 2015, 2008; Dobson, 2004; Sui, 1995). Der dementsprechende Gegenstandsbereich der Geoinformationswissenschaft wird international als *Geoinformation Science (GI-Science)* bezeichnet. Gemeinsam mit den beiden Bereichen *Geospatial Technology* sowie *Application of GI-Science & Technology* begründet die *GI-Science* das interdisziplinäre Wissenschafts- und Anwendungsfeld der *Geographic Information Science and Technology Domain*, kurz *GIS&T*. Diese Domäne ist sowohl mit der Geographie als auch mit der Informationswissenschaft verknüpft (DiBiase et al., 2006). Der hierzu korrespondierende Begriff der ‚*GIS&T education infrastructure*‘, der originär auf den US-amerikanischen Bildungsraum bezogen ist, bezeichnet ein „interwoven network of educational, social and cultural resources‘ that supports the cumulative process by which individuals learn throughout their lifetimes“ (ebd., S. 15). Im engeren Sinne umfasst dieser Bereich alle formalen Bildungsebenen von der Primarstufe bis hin zur beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildung. Im Sinne des lebenslangen Lernens bezieht er sich nicht nur auf das fachspezifische Wissen und Können im Umgang mit Hard- und Software und Geodaten, sondern auch auf die Bedeutungen, Chancen und Grenzen von *GIS&T* in gesellschaftlichen Anwendungskontexten und informellen Bildungsbezügen.

Der hier vorgenommene Bezug zur internationalen *GIS&T-Domain* ist notwendig, weil im deutschsprachigen Raum kein vergleichbarer eigenständiger Gegenstandsbereich existiert, welcher das multidisziplinäre Wissen, die Theorien, Methoden und Konzepte im Bereich der Geoinformationsverarbeitung definiert und damit verbundene fachliche Anforderungen, Kompetenzen und Qualifikationen

im Sinne der Geoinformationsausbildung⁴ beschreiben würde. Zwar bildete sich ab Mitte der 1990er Jahre die Geoinformatik⁵ als wissenschaftliche Fachdisziplin heraus (de Lange, 2013). Allerdings fand gleichzeitig keine systematische Curriculumentwicklung für einen gestuften Geoinformationsbezug von der Schule, über hochschulische Fächerbezüge bis hin zur beruflichen Aus- und Weiterbildung statt, wie dies z. B. im US-amerikanischen Bildungsraum seit Anfang der 1990er Jahre der Fall ist und sich damit als internationaler Standard etabliert (s. DiBiase et al., 2006; Baker et al., 2015; Kemp & Wiggins, 2003; Goodchild & Kemp, 1992). Die Betonung der konsekutiven Perspektive ist in diesem Zusammenhang wichtig, weil sie mit der Frage verbunden ist, wann und wie welche fachlichen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten im Umgang mit GIS und digitalen Geomedien als Kulturtechnik bei Lernenden entwickelt werden, bzw. wie diese Kompetenzfacetten zielgerichtet gefördert werden können (vgl. Schulze, Kanwischer & Reudenbach, 2010). Dies gilt auch im Kontext der beruflichen Perspektiven am Arbeitsmarkt wie für den Bereich der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung.

Während im deutschsprachigen Raum unterschiedliche Begriffe des Geoinformationsbezugs als Lehr- bzw. Lerngegenstand innerhalb der Geographie existieren, hatte sich in der internationalen Forschungsliteratur zunächst der Begriff der ‚*GIS in Education*‘ als Leitbegriff für das geoinformationsbasierte Lehren und Lernen in Schule und Hochschule etabliert (Kerski, 2008). Durch die Weiterentwicklung und Öffnung des engen technologischen Bezugs von *GIS* hin zu *GST* hat dort in den letzten Jahren aber zunehmend der umfassendere Begriff ‚*GST and Learning*‘⁶ Verbreitung gefunden. Die bislang im Lehr- bzw. Lerngeschehen dominierenden GIS werden folglich durch die Anwendungsfelder Fernerkundung, Globale Satellitennavigationssysteme und digitale Globen erweitert (Baker et al., 2015; Solari, Demirci & van der Schee, 2015).

Interessanterweise ist der Bereich *GIS in Education* viele Jahre vor allem durch den fachlichen Diskurs über den Einsatz von DesktopGIS-Anwendungen im schulischen Unterrichtsgeschehen geprägt gewesen (Milson, Demirci & Kerski, 2012).

4 Mit dem Begriff der Geoinformationsausbildung ist jener domänenspezifische Lehr- bzw. Lernbereich gemeint, der sich mit der Entwicklung und qualifizierenden Vermittlung relevanter Kompetenzen im Feld der Geoinformationsverarbeitung bzw. im Umgang mit Geo-IKT im Allgemeinen und GIS im Besonderen, in unterschiedlichen formalen Bildungskontexten, befasst (Schulze, 2017).

5 „Die Geoinformatik widmet sich der Entwicklung und Anwendung von Methoden und Konzepten der Informatik zur Lösung raumbezogener Fragestellungen unter besonderer Berücksichtigung des räumlichen Bezugs von Informationen. Die Geoinformatik beschäftigt sich mit der Erhebung oder Beschaffung, mit der Modellierung, mit der Aufarbeitung und vor allem der Analyse sowie mit der Präsentation und der Verbreitung von Geodaten“ (de Lange, 2013, S. 5).

6 Mit dieser Schwerpunktverschiebung verbunden ist auch der Ruf nach einer systematischen Entwicklung der Lehr- bzw. Lernforschung in diesem Gegenstandsbereich unter dem Stichwort *Research on GST in learning* (Baker et al., 2015). Die hiermit adressierte Forschungsagenda umfasst Fragestellungen zu curricularen, anwendungs- und lernzentrierten, pädagogischen und forschungsmethodischen Aspekten.

Der GIS-Einsatz wurde insbesondere durch die Möglichkeiten zur computergestützten Analyse und kartographischen Visualisierung geographischer Sachverhalte im schulischen Lerngeschehen (K-12) und der damit verbundenen Entwicklung und gezielten Förderung spezifischer fachlicher und überfachlicher Fertigkeiten begründet (vgl. Demirci, 2015; NRC, 2006). Neben dem allgemeinen Bezug zur Geoinformationsverarbeitung als technisch-methodisches Anwendungsfeld innerhalb geographischer bzw. geowissenschaftlicher Arbeitsweisen sind dies im Speziellen:

- der Aufbau geographischen Fachwissens, z.B. topographisches Faktenwissen, regionalgeographische Kenntnisse, Systemwissen Erde;
- die Förderung des Verständnisses lebensweltlicher Bezüge geographischer Problem- und Fragestellungen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen (*Geographic Literacy*);
- die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten im Bereich des räumlichen Denkens (*Spatial Thinking*) und des Problemlösens (*Problem Solving*).

Demgegenüber ist der GIS-Bezug auf Hochschulebene in unterschiedlichen raum- und umweltwissenschaftlichen Fächerbezügen nach wie vor auf die Berufsqualifizierung von Studierenden aus Sicht der multidisziplinären *GIS&T-Domain* ausgerichtet, die auf *GIS&T* als Wissenschaftsdisziplin, Technologie und Produkt in formalen, non-formalen und informellen Anwendungs- und Lernumgebungen abstellt (Wikle & Fagin, 2014; Sinton, 2012). Als zentrale fachliche und überfachliche Kompetenzen lassen sich hier zusammenfassend folgende Aspekte benennen (u. a. Demirci, 2015; Sinton, 2012):

- der fachliche Bezug zu den Inhalten, Konzepten, Methoden und Technologien der Geoinformationsverarbeitung (*GI-Science*);
- das methodische Arbeiten mit numerischen Daten, die elektronische Datenverarbeitung sowie statistische Analysen und kartographische Darstellungen (*Quantitative Literacy and Visualization*);
- Fähigkeiten im Bereich des räumlichen Denkens (*Spatial Thinking*), insbesondere mit Bezug zu raumwissenschaftlichen Konzepten;
- Förderung geographischen Systemdenkens (*Geospatial Thinking and Reasoning*), Problemlösekompetenz (*Problem Solving*) sowie multiperspektivisches analytisches Denken (*Critical Thinking*).

Wie dieser Blick auf die internationale Forschungsliteratur zeigt, ist der Umgang mit GIS im Lehr- und Lerngeschehen auf der Ebene von Schule und Hochschule zwar mit unterschiedlichen Zielstellungen, aber durchaus vergleichbaren Kompetenzen verbunden⁷. Neben den fachlich-methodischen Kenntnissen und Fertigkeiten im Bereich der Geoinformationsverarbeitung findet dabei insbesondere die Förderung

⁷ Für eine Analyse der curricularen Kompetenzorientierung der hochschulischen Geoinformationsausbildung unter Betrachtung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen im internationalen Vergleich s. Schulze, Kanwischer und Reudenbach (2013).

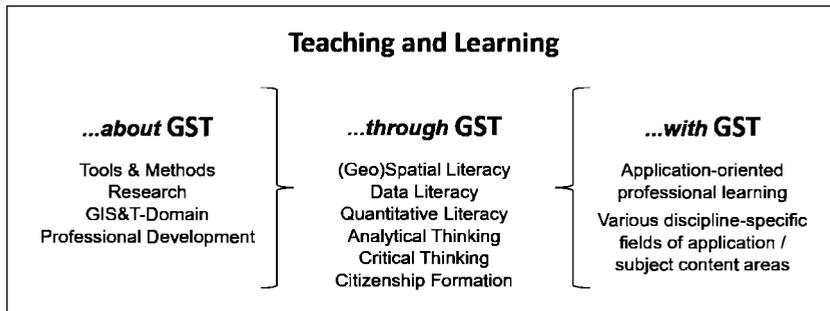


Abb. 1: Ansätze des Lehrens und Lernens mittels Geo-IKT im Kontext der internationalen Debatte um *Geospatial Technology and Learning*.

Quelle: eigene Abbildung.

spezifischer kognitiver Fähigkeiten im fachlichen Zusammenspiel geographischer und geowissenschaftlicher Anwendungsbereiche Betonung. Hierfür liefert eine metaanalytische Zusammenfassung empirischer Forschungsergebnisse zur Wirkung von GIS im Lehr- und Lerngeschehen ($n = 26$ Einzelstudien) entsprechende Evidenzen (Schulze, 2020). Besonders gilt dies für drei Bereiche: 1. die topographische Verankerung von geographischem Fachwissen; 2. die positive Förderung kognitiver Fähigkeiten des räumlichen Denkens (*spatial habits of minds*), des kritischen räumlichen Denkens (*critical spatial thinking*) sowie des systemischen Denkens (*geospatial relational thinking*); 3. die Förderung motivationaler Aspekte im Lerngeschehen, wie bspw. die Steigerung von Lerninteresse und Selbstwirksamkeitserfahrungen von Lernenden im Umgang GIS. Inwiefern diese Ergebnisse zum Lernen mit GIS auch auf das Lernen mit Geo-IKT übertragbar sind, ist derzeit offen.

Zumindest zeichnet sich in diesem Zusammenhang aber eine Weiterentwicklung des theoretisch-normativ begründeten didaktischen Zugangs zu Geo-IKT im Lehr- bzw. Lerngeschehen ab. Das bedeutet, dass das bis dato gültige Gegensatzpaar des Lehrens und Lernens ‚über‘ und ‚mit‘ GIS – *Teaching and Learning about vs. with GIS* (Sui, 1995; Kerski, 2008) – um das Lernen ‚durch‘ Geo-IKT (*through GST*) weiterentwickelt wird (Pokraka, Schulze, Gryl & Lehner, 2021; Baker et al., 2015). Abbildung 1 verdeutlicht die damit verbundenen Ansätze und Schlagworte unter Bezug zur internationalen Debatte.

Es zeigt sich, dass zusätzlich zum technisch-methodisch ausgerichteten Lehren und Lernen ‚über‘ Geo-IKT und dem anwendungsorientierten Bezug im fachlichen Lerngeschehen ‚mit‘ Geo-IKT die gezielte Förderung kognitiver und überfachlicher Fähigkeiten ‚durch‘ Geo-IKT bedeutsam geworden ist. Dies gilt insbesondere für das Denken in absoluten und relationalen Raumbezügen, das analytische Denken sowie das kritisch-reflexive Denken. Zudem erlangen neben den instrumentellen und systemischen Fertigkeiten der multidisziplinären *GIS&T-Domain* auch interpersonelle Kompetenzen wie Kommunikation, Argumentation, Partizipation und Gestaltung mittels digitaler räumlicher Repräsentationen in Form von Web-Karten, Hashtags und anderen georeferenzierten Medienartefakten des Geoweb eine Höherbewertung (Schulze, Kanwischer, Gryl & Budke, 2020). Dies ergibt sich aus

der fachdidaktischen Forderung des lebensweltbezogenen, kontextbasierten und authentischen Lernens zur Förderung des mündigen Umgangs mit (Geo-)Technologie in der Gesellschaft (Pokraka, Gryl, Schulze, Kanwischer & Jekel, 2017). Neben den bislang dominierenden Selbstzweck des Technologiebezugs tritt somit auch ein humanistisch begründetes Bildungsanliegen.

Vor diesem Hintergrund ist neben der Berücksichtigung des holistischen Kompetenzverständnisses mit dem Fokus auf allgemeine Problem- und Handlungszentrierung im Sinne des Kompetenzbegriffs nach Weinert in Zukunft zu prüfen, inwiefern die in Abb. 1 zusammengefassten Facetten des auf Geo-IKT bezogenen Lehrens und Lernens nicht auch explizit um den Bezug zu digitalen Geomedien erweitert werden müssen, damit die dominierende technische Wissensproduktion im Umgang mit Geo-IKT um die Kategorien des praktischen und des emanzipatorischen Erkenntnisinteresses Ergänzung findet (vgl. Gryl & Jekel, 2012). Für den zukünftigen Diskurs in Schule und Hochschule über geographische Bildung im digitalen Kontext sind zwei Aspekte richtungsweisend: 1. die Erkenntnis, dass die mittlerweile vielfältigen Möglichkeiten der alltagsweltlichen Nutzung von Geo-IKT durch Laien überwiegend mit medialen Anwendungs- und Beteiligungsformen an der Kommunikation ortsbasierten Wissens in Sozialen Medien und in standortbasierten mobilen Geodiensten verbunden sind. Wenn Wilson (2015, S. 178) also argumentiert „*GIS work is media work*“, dann gilt im übertragenen Sinne auch, dass das Lehren und Lernen mit Geo-IKT auch gleichzeitig das Lehren und Lernen mit digitalen Geomedien umfasst. 2. Aus der Perspektive sich gegenwärtig konstituierenden digitalen Geographien ergeben sich neue Anknüpfungspunkte der sozialwissenschaftlichen Auseinandersetzung mit der digitalen Alltagskultur in Bildungskontexten. Hier argumentieren Felgenhauer und Gäbler (2019) aus mediengeographischer Perspektive (in Anlehnung an Ash et al., 2018), dass die Geographien des Digitalen – im Sinne einer Unterscheidung von „*geographies through the digital, geographies produced by the digital, and geographies of the digital*“ (ebd., S. 11, Hervorh. im Original) – sowohl als fachlicher Unterrichtsgegenstand als auch im Sinne fachdidaktischer Konzepte und Praktiken zukünftig Eingang in den Geographieunterricht finden sollten. Theoretische, fachliche und anwendungsbezogene Beispiele hierfür werden in Kapitel 3 und 4 aufgegriffen.

2.2 Fachdidaktische Einordnung

Die Debatte um digitale fachliche Kompetenzen im Geographieunterricht im deutschsprachigen Raum ist mit drei Entwicklungssträngen verbunden: a) das Konzept der technisch-instrumentellen ‚GIS-Ausbildung‘ der späten 1990er und 2000er Jahre, analog zum englischsprachigen Verständnis von *GIS in Education*; b) die Entwicklung des weiter gefassten Konzepts ‚Lernen mit Geoinformationen‘, das den GIS-Fokus im Unterricht nicht nur auf neue geomediale Anwendungen wie WebGIS und digitale Globen erweiterte, sondern auch in Richtung anderer Unterrichtsfächer und im Sinne des ‚*Learning with Geoinformation*‘ international öffnete; c) die Ausbildung eines relativ breit gefassten Begriffsverständnisses unter dem Stichwort ‚Geomedien im Geographieunterricht‘, das alle medialen Formen

und Formate der digitalen Speicherung und Übertragung von Geoinformation berücksichtigt (Gryl & Schulze, 2013). Diese drei Strömungen sind nicht trennscharf voneinander abgrenzbar, sondern existieren nebeneinander im Fachdiskurs. In ihnen spiegeln sich die von der GMK (2016) adressierten drei Perspektiven einer „Bildung in einer durch Digitalisierung und Mediatisierung beeinflussten Welt“ (ebd., S. 2) wider:

1. Die erste Perspektive bezeichnet informationstechnologische und informatische Aspekte im Bereich der Geoinformationsverarbeitung, d.h. Hardware, Software, Algorithmen, Vernetzung, Programmierung, Datenbanksysteme, Cloud-Computing usw. Diese findet in der ‚GIS-Ausbildung‘ und im ‚Lernen mit Geoinformation‘ Berücksichtigung.
2. Aus der zweiten Perspektive, d.h. der Mediatisierung und Entwicklung digitaler Medien, werden im Bereich der ‚Geomedien im Geographieunterricht‘ insbesondere die soziotechnischen, medialen und kommunikativen Anwendungskontexte thematisiert.
3. Die dritte Perspektive umfasst die informatisch-medialen Systeme. In diesen steht die technologische Verschmelzung klassischer Medienfunktionen im Vordergrund, d.h. das Verschmelzen von Produktion und Kommunikation geographischer Wissensinhalte in Form der Eigenschaften und Fähigkeiten von GIS bzw. Geo-IKT auf der einen und den geomedialen und kartographischen Repräsentationen auf der anderen Seite.

Für die fachdidaktische Ausgestaltung der digitalen Förderung fachlicher Kompetenzen im Geographieunterricht stellt die beschriebene Passung der fachlichen Perspektiven auf Bildung im Zeichen von Digitalisierung und Mediatisierung zweifelsohne eine günstige Situation dar. Allerdings ist der Gegenstandsbereich der Geoinformationsverarbeitung innerhalb der Geographie sehr umfassend, wie bspw. der Blick in das Standardlehrbuch der Geographie von Gebhardt, Glaser, Radtke, Reuber und Vött (2020) verdeutlicht: Neben den klassischen und selbst bereits schon sehr umfangreichen methodischen Anwendungsgebieten GIS, Fernerkundung und Computerkartographie spielen zum einen auch neue Formen und Formate des offenen und kollaborativen Umgangs mit bzw. der Anwendung von Geodaten als Teil des Web 2.0 eine Rolle, wie bspw. Offene (Geo)Daten, Crowdsourcing, Bürgerwissenschaften (*Citizen Science*) sowie virtuelle Forschungsumgebungen. Zum anderen wird auch eine kritische Perspektive auf Technik und Anwendung gefordert, wie bspw. bei der Frage der Bewertung der Qualität von Geodaten und ihren Nutzungsrechten. Der traditionelle Methodenbereich der ‚Geokommunikation und Geomatik‘ verändert sich in Richtung einer (digitalen) Geographie 4.0 (ebd.). Für die Ausgestaltung kompetenzorientierter Curricula und Lehr- bzw. Lerninhalte innerhalb der Lehrkräftebildung im Fach Geographie, bzw. für den Übertrag auf das fachliche Unterrichtsgeschehen selbst, ist daher eine präzise fachliche Zielbestimmung des Bezugs zu Geo-IKT bzw. digitalen Geomedien zwingend erforderlich (Schulze, 2017).

2.3 Fachliche Kompetenzorientierung

Die Erörterung der unterrichtlichen Förderung fachlicher Kompetenzen im Kontext digitaler Anwendungs- und Handlungsfelder der Geographie orientiert sich an den Kompetenzbereichen des Faches, wie sie in den Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG, 2020) beschrieben sind. Hervorzuheben ist hierbei im Vergleich zu anderen Fächern, dass die Bildungsstandards für das Fach Geographie sechs Kompetenzbereiche umfassen: Fachwissen, Räumliche Orientierung, Methoden, Kommunikation, Beurteilung/Bewertung und Handlung (s. Tab. 1). Diese Dimensionierung spiegelt nicht nur die Bedeutung des Faches als „Brückenfach zwischen natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Denkweisen“ (ebd., S. 8) wider. Sie verweist mit dem Kompetenzbereich ‚Räumliche Orientierung‘ auch auf ein Alleinstellungsmerkmal des Faches, denn „der spezielle Beitrag des Faches **Geographie** zur Welterschließung liegt in der Auseinandersetzung mit den Wechselbeziehungen zwischen Natur und Gesellschaft in Räumen verschiedener Art und Größe“ (ebd., S. 5, Hervorh. im Original).

| Kompetenzbereich | Zentrale Kompetenzen |
|-----------------------------------|---|
| Fachwissen (F) | Fähigkeiten, Räume auf den verschiedenen Maßstabebenen als natur- und humangeographische Systeme zu erfassen und Wechselbeziehungen zwischen Mensch und Umwelt analysieren zu können. |
| Räumliche Orientierung (O) | Fähigkeit, sich in Räumen orientieren zu können (topographisches Orientierungswissen, Kartenkompetenz, Orientierung in Realräumen und die Reflexion von Raumwahrnehmungen). |
| Erkenntnisgewinnung/ Methoden (M) | Fähigkeit, geographisch/geowissenschaftlich relevante Informationen im Realraum sowie aus Medien gewinnen und auswerten sowie Schritte zur Erkenntnisgewinnung in der Geographie beschreiben zu können. |
| Kommunikation (K) | Fähigkeit, geographische Sachverhalte zu verstehen, zu versprachlichen und präsentieren zu können sowie sich im Gespräch mit anderen darüber sachgerecht austauschen zu können. |
| Beurteilung/ Bewertung (B) | Fähigkeit, raumbezogene Sachverhalte und Probleme, Informationen in Medien und geographische Erkenntnisse kriterienorientiert sowie vor dem Hintergrund bestehender Werte in Ansätzen beurteilen zu können. |
| Handlung (H) | Fähigkeit und Bereitschaft, auf verschiedenen Handlungsfeldern natur- und sozialraumgerecht handeln zu können. |

Tab. 1: Kompetenzbereiche des Faches Geographie. (Quelle: DGfG, 2020, S. 9)

Das Leitziel des Geographieunterrichts ist mit der Perspektive auf den ‚Raum‘ als zentrale Kategorie des fachlichen Lehr- bzw. Lerngeschehens verknüpft, nämlich Schüler*innen „die Einsicht in die Zusammenhänge zwischen natürlichen Gegebenheiten und gesellschaftlichen Aktivitäten in verschiedenen Räumen der Erde und eine darauf aufbauende raumbezogene Handlungskompetenz“ zu ermöglichen (ebd.). Damit eng verbunden ist die fachliche Förderung von Multiperspektivität und Reflexion sowie systemischen und problemlösenden Denkens. Für den Aufbau allgemein- und regionalgeographischer Wissensstrukturen bei Schüler*innen in

Verbindung mit der Entwicklung kognitiver Fähigkeiten zur räumlichen Orientierung sowie für die Bearbeitung geographischer Problem- und Fragestellungen greift der Geographieunterricht nicht nur in vielfältiger Art und Weise auf exemplarische regionale Raumbeispiele zurück, sondern ist in diesem Zusammenhang auch ein „methoden- und medienintensives Fach; Anschaulichkeit und Aktualität spielen in ihm eine große Rolle“ (ebd., S. 6).⁸ Fachspezifisches Leitmedium ist die Karte. Ziel der Kartenarbeit im Unterricht ist die Entwicklung von ‚Kartenkompetenz‘ (O3) bei Schüler*innen im Sinne von Fertigkeiten und Fähigkeiten der Auswertung von in Karten gespeicherten räumlichen Informationen und Sachverhalten der Umwelt sowie der Konstruktion und Dekonstruktion kartographischer Repräsentationen der Wirklichkeit. Damit verbunden ist der Umgang mit Karten und anderen Hilfsmitteln (Kompass, GPS) zur ‚Orientierung in Realräumen‘ (O4) sowie ‚Fähigkeiten zur Reflexion von Raumwahrnehmung und -konstruktion‘ (O5). Als Pendant im Kompetenzbereich ‚Erkenntnisgewinnung / Methoden‘ (M) sind hiermit insbesondere die Bereiche ‚Informationsbeschaffung‘ (M1), ‚Informationsgewinnung‘ (M2) sowie ‚Informationsauswertung‘ (M3) verknüpft.

Aus der im Rahmen der bisherigen Ausführungen verdeutlichten Bedeutung von Geo-IKT bzw. digitalen Geomedien in Geographie und Geographiedidaktik wird mit Blick auf die erläuterten Kompetenzstandards deutlich, dass sich viele verschiedene Anknüpfungspunkte für eine gezielte digitale Förderung fachlicher Kompetenzen ergeben:

- So können für die Kartenarbeit im Unterricht heute selbstverständlich neben papiergebundenen thematischen und physischen Karten auch digitale Karten in Ergänzung zum Atlas, aber auch als eigenständige digitale Web-Anwendungen im Unterricht eingesetzt werden.
- Mittels WebGIS-Angeboten von Schulbuchverlagen, aber auch von kommerziellen und öffentlichen Anbietern, können fachlich aufbereitete interaktive Kartendienste genutzt werden, um z.B. mittels einfacher tabellarischer Abfragen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen frage- und problemorientiert räumliche Informationen zu gewinnen, auszuwerten und in eigenen digitalen Karten aufzubereiten.
- Umfangreiche Möglichkeiten zur Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Präsentation von Geoinformationen im Unterrichtsgeschehen bietet die Arbeit mit Open-Source- und proprietärer GIS-Software als Desktop- und Online-Anwendungen, die mittlerweile standardmäßig u. a. auch Zugriff auf weltweite Geodaten (Geo-Basisdaten, Fachdaten, Luft-/Satellitenbilder usw.) bieten.
- Interaktive digitale Unterrichtsgloben (z.B. Westermann Verlag, Ernst Klett Verlag), bieten vielfältige Möglichkeiten, digitale Atlaskarten nicht nur mit weltweiten, online-verfügbaren Basiskarten, Luft- und Satellitenbildern sowie

⁸ Hierunter fallen gleichermaßen elektronische wie auch nichtelektronische Informationsquellen und Medienformate, d.h. Internet, Presse, Sachbuch, Erzählung, Film, Foto, Luft- und Satellitenbild, Globus, Atlas, Karte, Diagramm, Statistik, graphische Darstellung, GIS, Animation, Modell, Text.

digitalen Geländemodellen graphisch zu überlagern. Darüber hinaus können auch eigene Flug- und Geländerouten erstellt, Orts-/Punktabstände gemessen und Höhen- sowie Koordinatenangaben ermittelt werden.

- Während der Diercke Globus Online zum Beispiel auch den Sonnengang in Form eines Tag-/Nacht-Globus virtuell animiert und zudem auch Zeitschnitte räumlicher Entwicklungen visualisieren kann (z. B. die Schrumpfung des Aralsees), nutzt der Haack Weltatlas-Online hierfür die technischen Möglichkeiten von Google Earth. Dies eröffnet insbesondere mit Blick auf die umfangreichen technischen Möglichkeiten der *Google Earth Engine* vielfältige Optionen zum facettenreichen multimedialen Lernen mit ‚alltagsweltlichen‘ Werkzeugen. Gleichzeitig besteht aber auch die Herausforderung, sich im Lehr- bzw. Lerngeschehen mit der ungefilterten Flut von geomedialen Artefakten auseinandersetzen zu müssen, da sich in Google Earth mit nur wenigen ‚Klicks‘ der (Geo)Datenkosmos eines mächtigen Internetkonzerns öffnen lässt.
- Weitere Anwendungsbeispiele sind: digitale Schnitzeljagden in Form von Geocaching und Actionsbounds als Spielarten des mobilen ortsbezogenen Lernens bzw. für das außerschulische Lernen mittels mobilen Endgeräten; die Gestaltung von virtuellen Exkursionen; spielbasierte Ansätze mit digitalen Umwelt- und Gesellschaftssimulationen; fachspezifische Online-Lernumgebungen mit multimedialen Animationen fachlicher Lerninhalte, wie z. B. FIS.uni-bonn.de, Web-geo.de u. v. a. m.

Es würde den Rahmen dieses Beitrages sprengen, an dieser Stelle auf die fachdidaktische Realisierung der in Kap. 2 genannten geographischen Basiskonzepte mit den hier skizzierten Möglichkeiten des digitalen Modus des Lehr- bzw. Lerngeschehens im Geographieunterricht einzugehen. Gleiches gilt für die Kartenarbeit im Unterricht mit Bezügen wie bspw. zu Generalisierung, Kartensymbolik und Legende, Maßstab und Gradnetz sowie in Bezug auf zentrale geoinformationswissenschaftliche Aspekte im Umgang mit Datenformaten, Layern, Zoom, Messen, Georeferenz und Koordinatenbezug sowie thematischen und räumlichen Abfragen. Stattdessen wird im folgenden Kapitel auf den Stand der fachlichen Förderung digitaler Kompetenzen eingegangen, wie er sich im Kontext der in den KMK-Standards beschriebenen sechs digitalen Kompetenzbereichen aus der fachlichen Perspektive der Geographie ergibt.

3. Digitale Kompetenzen im Sinne der KMK-Standards im Geographieunterricht fachlich fördern

Wie das letzte Kapitel gezeigt hat, können fachliche Kompetenzen in umfassender Weise digital gefördert werden. Aber auch umgekehrt können die in den KMK-Standards aufgelisteten digitalen Kompetenzen (KMK, 2017) fachlich im digitalisierungsbezogenen Lehren und Lernen im Geographieunterricht gestützt werden. Aus Sicht der Geographiedidaktik ist im Hinblick auf die Zielsetzung des von der KMK vorgeschlagenen Kompetenzrahmens zunächst grundsätzlich

positiv festzuhalten, dass dieser auf den allgemeinbildenden Charakter des fachlichen Unterrichtsgeschehens in der Auseinandersetzung mit digitalen Werkzeugen abstellt und nicht auf eine primär technisch-instrumentelle Befähigung von Schüler*innen. Denn die vorgeschlagenen Standards sollen in ihrer Gesamtheit „individuelles und selbstgesteuertes Lernen fördern, Mündigkeit, Identitätsbildung und das Selbstbewusstsein stärken sowie die selbstbestimmte Teilhabe an der digitalen Gesellschaft ermöglichen“ (ebd., S. 15). Den einzelnen Fächern kommt die verantwortungsvolle Aufgabe zu, diese überfachliche Zielstellung mit konkreten fachlichen Gegenstandsbereichen in Theorie, Empirie und Praxis fachdidaktischer Forschung systematisch auszufüllen. Zwar kann an der eklektischen und teilweise beliebig erscheinenden Kategorisierung und Zusammenstellung der sechs Kompetenzbereiche und vielfältigen Einzelstandards dieses Kompetenzrahmens durchaus Kritik geübt werden. Dennoch wird an dieser Stelle darauf verzichtet.⁹ Vielmehr soll der Versuch unternommen werden, die digitalen Kompetenzen der KMK mit den in den Bildungsstandards für das Fach Geographie adressierten Kompetenzbereichen in Beziehung zu setzen. Dafür werden hier nur die sechs übergeordneten Kompetenzbereiche der KMK-Standards, (1) Suchen/Verarbeiten/Aufbewahren, (2) Kommunizieren/Kooperieren, (3) Produzieren/Präsentieren, (4) Schützen/sicher Agieren, (5) Problemlösen/Handeln sowie (6) Analysieren/Reflektieren, berücksichtigt, da deren Subkategorien und Einzelstandards teilweise nicht trennscharf voneinander abgegrenzt sind¹⁰.

Zunächst ist dafür ein Verständnis des spezifischen Fokus der fachdidaktischen Kompetenzmodellierung zum Lernen mit GIS, Geoinformationen und digitalen Geomedien erforderlich. Grundgedanken einer kompetenzorientierten ‚GIS-Didaktik‘ haben u. a. Falk und Schleicher (2005), Falk und Nöthen (2005), Herzig (2007), Püschel (2007) und Schleicher (2007) erarbeitet. Der GIS-Einsatz im Geographieunterricht wird in Bezug auf das multimediale computerbasierte Lernen mit der Förderung von Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz in einem projekt- und handlungsorientierten Unterrichtsgeschehen in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung, Methodenarbeit, (digitale) Kartenarbeit, räumliche Orientierung, Kommunikation und Reflexion/Bewertung verbunden. Hierbei werden fast alle Aspekte der Informationsgewinnung, der Darstellung sowie der Interpretation von räumlichen Informationen im Sinne der Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Interpretation, Analyse und Präsentation von räumlichen Daten mittels GIS¹¹ als bedeutsam her-

9 Konstruktive Kommentierungen der KMK-Standards in Bezug auf ihre medienpädagogische, allgemein- sowie fachdidaktische Rezeption und Umsetzung liegen mittlerweile in Form diverser Stellungnahmen und Positionspapiere von fachlichen Gesellschaften und Fachverbänden vor, siehe u. a. GMK, 2016; GFD, 2018; HGD, 2020.

10 Beispielsweise ließen sich die Standards 1.3.1. und 1.3.2. redundanzfrei zusammenfassen, wenn davon ausgegangen wird, dass das Zusammenfassen, Organisieren und strukturierte Aufbewahren von Informationen und Daten im Kontext des sicheren Speicherns und Wiederfindens selbiger essentiell ist. Auch Aspekte des Teilens von Dateien, Informationen und Inhalten usw. als Standard 2.2. im Kompetenzbereich ‚Kommunikation/Kooperation‘ finden sich in anderen Kompetenzbereichen wieder, s. 3.1.2, 3.2.1. und 5.3.2.

11 Dies entspricht der Datenverarbeitungskette gemäß dem EVAP-Prinzip.

ausgestellt. Dabei wird auch die Unterscheidung zwischen dem GIS-Einsatz als Lehrmedium – im Sinne des Lehrens ‚über‘ GIS – sowie als Lernmedium – im Sinne des Lehrens und Lernens ‚mit‘ GIS – mitgedacht.

Vor diesem Hintergrund haben Schubert und Uphues (2008) ein normatives GIS-Kompetenzentwicklungsmodell für das kumulative Lernen im Umgang mit Geoinformationen im Geographieunterricht in die fachdidaktische Diskussion eingebracht. Ihr Modell umfasst vier Kompetenzdimensionen und drei Progressionsstufen des Lernens ‚mit‘ und ‚über‘ GIS in den Sekundarstufen 1 und 2. Während die Kompetenzbereiche ‚Kennzeichen/Einsatzpotentiale von GIS‘ und ‚Geodatenhandling‘ an den Gegenstandsbereich der Formulierung von geographischen Fragestellungen und Hypothesen geknüpft ist, sind die Bereiche ‚Kartengenerierung‘ und ‚Kritische Reflexion‘ mit dem Feld der Karteninterpretation verbunden. Die drei Stufen umfassen für die Klassen 5/6 ‚Outside GIS‘, für die Klassen 7 bis 9 den anwendungsbezogenen ‚WebGIS‘-Einsatz sowie für die Klassen 10 bis 12 die Arbeit mit ‚DesktopGIS‘.

Fast zeitgleich haben Siegmund, Viehrig und Volz (2009) ein anderes, ebenfalls normativ begründetes GIS-Kompetenzstrukturmodell vorgeschlagen. Mit einem Fokus auf geographische Basiskonzepte, Computerarbeit und Internetrecherche sowie den unterrichtlichen Prozess der Erkenntnisgewinnung weist das Modell drei Kompetenzdimensionen und vier Kompetenzstufen auf. Während die Stufenzuweisung eher unscharf für die Sekundarstufe 1 und 2 erfolgt, sind die Kompetenzdimensionen klar voneinander abgrenzt und umfassen ‚Informationsgewinnung/-auswertung‘, ‚Geodatenerfassung/Editierung‘ sowie ‚Hintergrundtheorie‘.

Der Vergleich beider Kompetenzmodelle verdeutlicht, dass sich beide in ihren Kompetenzdimensionen und -stufen an fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Aspekten orientieren und auf eine generelle Anschlussfähigkeit an die Bildungsstandards im Fach Geographie abzielen (vgl. Schulze et al., 2010). Darüber hinaus zeigt sich, dass beide Kompetenzmodelle die instrumentellen und systemischen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Geoinformationen und ihrer computerbasierten Verarbeitung in einer Weise ausdifferenziert haben, die weitestgehend den KMK-Kompetenzbereichen (1) Suchen/Verarbeiten/Aufbewahren, (3) Produzieren/Präsentieren, (5) Problemlösen/Handeln sowie (6) Analysieren/Reflektieren entspricht. Während die skizzierten GIS-Kompetenzmodelle als Operationalisierung von überfachlichen Kompetenzen im Sinne der ‚informationstechnologischen Perspektive‘ (GMK, 2016) interpretiert werden können, spiegeln sich im Kompetenzmodell der *Spatial Citizenship Education* (Schulze et al., 2015) vor allem die Perspektiven der ‚Mediatisierung und der Entwicklung der digitalen Medien‘ sowie der ‚informatisch-medialen Systeme‘ wider¹². Auch dieses Kompetenzmodell ist normativ begründet.

12 In diesem Kontext hat Turner (2006) für die Geographie mit dem Begriff der *Neogeography* bereits frühzeitig auf die veränderten Möglichkeiten und neuen Formen der individuellen Produktion digitaler Karten jenseits von Expertensystemen wie GIS als gesellschaftliche Logik und Praktik der medialen Kommunikation von Geoinformationen hingewiesen.

Die Bildungskonzeption *Spatial Citizenship* (Gryl & Jekel, 2012), welche eine prinzipielle Kompatibilität mit den KMK-Kompetenzen aufweist, zielt auf die Befähigung zur Partizipation an raumbezogenen gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen unter Nutzung der Möglichkeiten digitaler Geomedien. Hierfür wurde der Umstand aufgegriffen, dass klassische Rollen der Nutzung von Geoinformation, die allesamt speziell ausgebildeten Personen vorbehalten waren (Programmierer*innen und Anwender*innen von GIS), ergänzt werden um die Gruppe der Bürger*innen (*citizens*), die dank Web 2.0-Kartographie alltägliche raumbezogene Probleme darstellen, lösen und darüber kommunizieren können. Der Ansatz beschreibt, wie bestehende geomediale Raumkonstruktionen reflektiert und entsprechende Gegenentwürfe dominierender Raum(be)deutung in Form von *Counter-Mapping* sowie im Sinne von *Counter-Geographies* digital konstruiert und kommuniziert werden können: 1. Er berücksichtigt den Großteil der in den KMK-Standards angesprochenen Kompetenzbereiche mit Ausnahme des Bereichs (4) ‚Schützen/sicher Agieren‘. 2. Er verknüpft das Lehr- bzw. Lerngeschehen mit digitalen Daten und Informationen mit Aspekten der emanzipatorischen politischen Bildung, der sozialen Konstruktion und Aneignung von Raum sowie der kritischen Kartographie-, GIS- und Geoweb-Forschung. 3. Als Kompetenzmodell und Modellcurriculum ausformuliert, nimmt er dezidiert Bezug zu Modellen der digitalen Medienkompetenz (z. B. DigComp), der Medienkompetenz von Lehrkräften (iTEC-Metarahmen) sowie zur Kommunikationskompetenz (CEFR). Der digitale Informationsbezug wird in den Facetten von Konsumption, Analyse, Prosumption, Produktion von Web-basierten, multimedialen räumlichen Repräsentationen mittels digitaler Karten auch im Kontext der Praktiken Sozialer Netzwerke sowie für die private Nutzung öffentlicher Geodienste beschrieben, was im Wesentlichen bereits den Aspekten der gemeinschaftlichen digitalen Interaktion und Kooperation der KMK-Standards entspricht. Darüber hinaus wird die Kommunikation mit digitalen Geomedien im Sinne von sprachlichen Aktivitäten und Strategien (z. B. Interaktion und Sprachmittlung), soziolinguistischen Facetten (z. B. gesellschaftliche Konventionen und Interkulturalität) sowie pragmatischen Facetten (z. B. Diskurs und funktionale Sprachaspekte) verknüpft. Der *Spatial Citizenship*-Ansatz zeigt auf, dass der Umgang mit digitalen Geomedien im Sinne einer multidisziplinären Sprache und daher auch aus einer transdisziplinären Perspektive auf digitale Bildungsbezüge zu verstehen ist (Schulze et al., 2015).

Ein anderer geographiedidaktischer Ansatz, der eine fachspezifische Umsetzung zentraler Kompetenzen der KMK-Standards ermöglicht, ist das *Spatially Enabled Learning* (Vogler, Hennig, Jekel & Donert, 2012). Hier wird die Bedeutung von digitalen räumlichen Repräsentationen für eine aktivierende Unterstützung von fachlichen Lehr- bzw. Lernprozessen hervorgehoben. Dieser Ansatz geht u. a. von Paivios' Theorie der dualen Kodierung aus und betont insbesondere die Bedeutung von Geovisualisierungen für das alltagsweltlich orientierte, kontextbasierte Lernen von Fachinhalten (verbale Kodierung) mittels visuellen räumlichen Repräsentationen (visuelle Kodierung). Damit verbunden sind Ansätze des räumlichen Denkens (*Spatial Thinking*) sowohl in absoluten Bezügen (NRC, 2006) als auch in relationalen Kontexten der gesellschaftlichen Produktion von sozialen

Raum(be)deutungen und einem konstruktivistisch gelagerten Raumverständnis. Auf der technischen Ebene des Zugangs und der Verarbeitung von digitalen (räumlichen) Informationen, wie z. B. im Rahmen der Beteiligung und Partizipation von Bürger*innen an Stadtplanungsprozessen, werden Kompetenzen im Umgang mit Geo-IKT und digitalen Geomedien sowie allgemeine informationstechnische Fertigkeiten und Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer, Internet und Sozialen Medien benannt (Hennig & Vogler, 2013). Diese eignen sich in besonderer Weise zur fachspezifischen Umsetzung der in den KMK-Standards benannten Kompetenzbereiche (1) Suchen/Verarbeiten/Aufbewahren, (2) Kommunizieren/Kooperieren, (3) Produzieren/Präsentieren, (5) Problemlösen/Handeln sowie (6) Analysieren/Reflektieren.

Die Darstellung von fachspezifischen Ansätzen zur Integration und Förderung von digitalen Kompetenzen im fachlichen Lehr- bzw. Lerngeschehen verdeutlicht, dass im Fach Geographie bereits verschiedene Ansätze und Modelle existieren, die eine solide Grundlage für eine zukünftige Weiterentwicklung an der Schnittstelle geographischer Bildung und Digitalisierung bieten. Allerdings muss an dieser Stelle kritisch angemerkt werden, dass die skizzierten Ansätze bislang lediglich aus dem theoretischen, fachlichen und fachdidaktischen Diskurs hervorgegangen sind, der eine prinzipielle Kompatibilität mit den KMK-Kompetenzen aufweist. Umfangreichere empirische Erforschungen stehen ebenso aus wie umfassendere unterrichtliche Realisierungen.¹³

4. Fachspezifische digitale Kompetenzen über die KMK-Standards hinaus im Geographieunterricht fördern

Wenn im Folgenden von fachlichen digitalen Kompetenzen über die KMK-Standards hinaus gesprochen wird, so sollen nur jene Kompetenzen erwähnt werden, die aus wirklich neuen Entwicklungen des Fachs im Zuge der Digitalisierung heraus entstehen, etwa, wenn sich neue fachliche Felder mit ihren eigenen Kompetenzanforderungen etablieren, die auch im Schulfach Geographie vermittelt werden. Diese sind in den KMK-Standards nicht erfasst.

Im Zuge der sich aktuell entwickelnden ‚digitalen Geographie(n)‘, die Gegenstände und Methoden der Fachwissenschaft erfasst, ändern sich beispielsweise folgende Gegenstände des Schulfachs und damit verbundene Kompetenzen:

- Veränderung des Raumbegriffs: Räume werden in der Geographie(didaktik) durch mehrere, teils komplexe Theorien beschrieben und als Zusammenspiel

¹³ Mit ihrer bundesweiten Befragung von Geographielehrkräften (N = 410) konnten Höhnle, Schubert und Uphues (2013) zeigen, dass ca. 81 % der Befragten selten/noch nie WebGIS und ca. 91 % selten/noch nie DesktopGIS-Anwendungen im Unterricht eingesetzt haben. Es ist anzunehmen, dass sich diese Zahlen – auch im bundesweiten Durchschnitt – gegenwärtig nicht signifikant verändert haben.

aus Materialität und Bedeutungszuweisung verstanden (Wardenga, 2002). Mit der Digitalisierung tun sich neue Darstellungs- und Aushandlungsräume auf. In diesen spielt die Leiblichkeit und Sinnlichkeit eine begrenztere Rolle als in physischen Räumen (Demond, 2019). Virtuelle Exkursionen sind in diesem Kontext Ausprägungen digitaler Technologien, die auf veränderte Raumbegriffe verweisen und spezifische, insbesondere reflexive Fähigkeiten im Umgang mit ihnen erfordern.

- Das Kontinuum zwischen räumlicher Materialität und Virtualität wird vor dem Hintergrund der gegenseitigen Durchdringung mit zunehmender Digitalisierung (etwa im Zusammenhang mit Augmentierung) aus Sicht der Geographiedidaktik analysiert (Dickel & Jahnke, 2012) und als – für Erkenntnisprozesse und deren Reflexion bedeutsam – realitätskonstituierend und damit für Handeln und Raumkonstruktionen wirksam begriffen.
- Bildung für Nachhaltigkeit (BNE) ist ein weiteres Kernelement geographischer Bildung. Mit der Verwertungskette der Produktion und Entsorgung digitaler Technologien bei begrenzten natürlichen Ressourcen werden auf einer Metaebene des Lernens über Digitalisierung umweltbezogene, soziokulturelle, wirtschaftliche und politische Problemstellungen adressiert, z.B. Energieverbrauch für Rechen- und Speicherzentren, globale Disparitäten bei Produktions- und Nutzungsbedingungen, Ressourcenausbeutung, Recyclingkreisläufe. Mittels politischer Ökologie und geomedialer Visualisierung werden vernetztes Denken, Systemdenken und analytisches Denken ebenso gefördert wie die Reflexion digital bezogener Konsumptions- und Nutzungspraktiken im Sinne von Gestaltung- bzw. Handlungskompetenz.
- Neue Themenfelder wie *Smart Cities* und *Smart Environments* entfalten Bildungsrelevanz für den Bereich der Stadt- und Raumplanung. Damit werden als Unterrichtsinhalte die Praktiken der automatischen und autonomen Steuerung von urbanen Siedlungsräumen und Funktionen wie z.B. Verkehr, Handel und Verwaltung durch in Echtzeit und mittels Big Data abgestimmten Algorithmen angesprochen.
- Mit dem Phänomen des *Geobrowsing* werden die ‚Nutzungspraktiken der digitalen Erde‘ erfasst und beschrieben (Abend, 2013). Ausgehend von der Rezeption von Google Earth als „Metamedium“ (ebd., S. 20) räumlicher Informations- und Wissensartefakte im Internet, erlangen zukünftig Umgangsformen mit digitalen Globen und multimedialen Geobrowsern als (neue) digitale Handlungspraxis der Nutzung realräumlicher Simulationen und hybrider Kartenanwendungen Bedeutung für geographiespezifische digitale Kompetenzen jenseits der KMK-Standards.
- Im Zusammenhang mit Geolokalisierung wird der Begriff *Spatial Privacy* in der Fachwissenschaft diskutiert. Daraus werden für die Geographiedidaktik entsprechende Kompetenzen abgeleitet, die eine möglichst hohe Mündigkeit hinsichtlich des Offenlegens und Einsetzens der Information über die eigene Position anstreben. Auch dieser Bereich geht über die KMK-Standards hinaus und kann als fachspezifische Erweiterung von (4) Schützen/sicher Agieren im KMK-Papier verstanden werden.

- In der Sozialgeographie existiert ein Ansatz, der die leiblichen Auswirkungen digitaler Technologien thematisiert, etwa hinsichtlich der Frage nach der Erweiterung des Leibs durch Drohnen (Garrett & Anderson, 2018). Zugleich werden in der Geographiedidaktik Überlegungen zur Nutzung derartiger Technologien zur Förderung räumlicher Orientierungskompetenz angestellt (Krahlemann-Poppell, 2019). Auch dieser Bereich adressiert eine fachspezifische digitale Kompetenz über die KMK-Standards hinaus.

5. Digitale personale Bildung im Geographieunterricht fachlich fördern

Die Förderung digitaler personaler Bildung im Fachunterricht beschreibt das Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik als eine Förderung „fachspezifische[r] Reflexions- und Kritikfähigkeit über digitale Medien“ (GFD, 2018, S. 3). Tatsächlich sind in einer Kultur der Digitalität (Stalder, 2016) und der Post-Digitalität (Jandrić, Knox, Besley, Ryberg, Suoranta & Hayes, 2018), in der sämtliche Lebensbereiche massiv, aber zugleich wenig transparent von Digitalisierung durchdrungen sind, Reflexionsprozesse über das Digitale hoch relevant. Insbesondere die Verbindung komplexer technischer Entwicklungen und weiterreichender gesellschaftlicher Implikationen, die alltägliche Interaktion und Weltaneignung hochgradig ändern, macht solche Reflexionsbegriffe essentiell. Die Forderung der GFD zeigt auf, dass eine konsequente Metaebene auf Digitalisierung aus fachlicher Perspektive erforderlich ist. In Teilen ist diese bereits durch das Metawissen in den fachlichen digitalen Kompetenzen erfasst, aber digitale personale Bildung geht über diese Ebene noch einen Schritt hinaus, indem sie Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Handlung sowie eine Metaebene darauf vertieft.

Auf einige Kompetenzen, die sich in besonderem Maße in dieser Kategorie anbieten, da sie fachlich angebunden, aber zugleich grundlegend dem Reflexionsgedanken verpflichtet sind, weist das Positionspapier des HGD (2020) hin. Dabei wird beispielsweise angesprochen, dass Digitalisierung eine mündige Partizipation an (raumbezogenen) gesellschaftlichen Veränderungen ermöglicht, und hierüber die Begriffe Mündigkeit und Partizipation eingebracht werden, die eng mit Reflexion verbunden sind. Des Weiteren verweist das Papier darauf, dass Praktiken, Interessen und Geschäftsmodelle von Geoinformations-Plattformen reflektiert werden müssen, was auf spezielle Aspekte der *Critical GI-Science* hinweist. Geographische Bildung in einer digital durchdrungenen Welt soll zudem die Komplexität aus eigener Rolle, der Aushandlung mit anderen und der Funktion von Algorithmen und künstlicher Intelligenz bei der Konstruktion von Welt, Identität und Erkenntnis verstehen helfen. Auch referiert das Positionspapier auf die Professionsentwicklung der Lehrenden mit dem Aufruf zur kreativen und kritischen Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der Digitalisierung sowie der Relevanz von *Open Educational Resources* (OER) und *Open Educational Practices* (OEP), um die wünschenswerte Veränderung des Professionsbegriffs aufzugreifen.

Dieser Diskussion liegt insgesamt ein elaborierter Reflexionsbegriff zu Grunde: In der Geographiedidaktik wird dieser teilweise in Reflexion und Reflexivität gegliedert (Schneider, 2013), die für Karten- und im weiteren Sinne Geomedienarbeit empirisch belegt ist (Gryl, 2012). Unter Reflexion wird die externalisierte Kritik an einem Medium verstanden, wie sie in klassischer kritischer Kartographie (Harley, 1989) und in der PISA-Studie (Reiss, Weis, Klieme & Köller, 2019) definiert wird. Unter Reflexivität, die in anderen Disziplinen auch als Selbst-Reflexion bezeichnet wird (Siebert, 1991), versteht man ein Hinterfragen des eigenen Denkens und Handelns im Zusammenspiel mit der Nutzung digitaler Medien und Tools, was das Verständnis des eigenen Erkenntnisprozesses nicht auf die Chancen und Limitationen des Mediums reduziert, sondern auch eine bewusste Auseinandersetzung mit eigenen Konstruktionsprozessen und eigenen Interessen erlaubt. In der Theorie kritischer Kartographie deutet sich dieser Zusammenhang bereits bei MacEachren (1994) an, der das Ergebnis der Auswertung von Karten und GIS stets als subjektive Hypothesen ansieht. Doch gerade im Zeitalter komplexer *Prosumer*- und *Produser*-Kulturen unter Einfluss von Algorithmen erscheint diese Differenzierung besonders notwendig, auch, um die eigene (geomediale) Kommunikation zu reflektieren. Im Folgenden werden die zu Grunde liegenden Ansätze geographischer Bildung im Zusammenhang mit Digitalisierung erläutert.

Reflexive Geomedienarbeit

Dieser Ansatz fußt in der Tradition der Kritischen Kartographie und hat zum Ziel, zur kritischen Reflexion von Geoinformation und Geomedien zu befähigen, um damit fachliches, aber auch überfachliches Lernen und alltäglichen Erkenntnisgewinn zu unterstützen (Gryl, 2012). So kann die Adäquanz von Geoinformationen für eine bestimmte Fragestellung eruiert werden. Eine methodische Ausführung besteht etwa in einer vereinfachten Methode der Dekonstruktion (Lehner, Pokraka & Gryl, 2019). Unter dem Begriff der immanenten Kritik (Jaeggi, 2013) findet eine weitere Verfeinerung statt, die auch stärker reflexive und problemimmanente Komponenten der Kritik in den Blick nimmt (Lehner & Gryl, 2020).

Virale Raumproduktion

In Sinne der strukturalen Medienbildung (Jörissen & Marotzki, 2009) ändert Digitalisierung die Positionierung des Menschen in der Welt und in Relation zur Welt: das über digitale Medien und Infrastrukturen produzierte Symbolische geht in der physisch-materiellen Welt auf und konstituiert gemeinsam Realitäten. Dies bedeutet, dass eine Reflexion des Erkenntnisprozesses unabdingbar und eine wesentliche personale Kompetenz ist. Einen geographiedidaktischen Zugang, diese Konstruktionsprozesse auf einer Metaebene zu verstehen, bietet der Ansatz der viralen Raumproduktion (Kanwischer & Schlottmann, 2017), der die Produktion und Reproduktion von raumbezogenen Informationen im Web, die Wirkung informationsselektierender Algorithmen sowie die dahinterliegenden Interessen einer Analyse eröffnet.

Reflexion der Identitätsbildung

Identitätsbildung von Heranwachsenden ist stark durch das Web beeinflusst. Geographische Informationen sind hierbei ein relevanter Aspekt, um Orte zu taggen, die Gemeinschaftlichkeit oder Exklusivität repräsentieren und damit wiederum symbolische Bausteine der eigenen Identität sein können. In einer online gespeicherten Timeline ist oftmals auch das Bewegungsprofil ersichtlich, was neben Fragen nach der Privatsphäre auch Fragen nach *Spatial Privacy* stellt. Aus dem Blickwinkel der Geographiedidaktik und der Medienbildung hat das Projekt MIDENTITY (Hintermann, Bergmeister, Kessel, Pichler & Raithofer, 2018) diesen digitalen Bezug der Identitätsproduktion und die möglichen Zugänge seiner (gemeinschaftlichen) Reflexion und Selbststeuerung untersucht.

Argumentationskompetenz

Geographische Argumentationskompetenz, teils auch explizit bezogen auf Geomedien, ist die Fähigkeit zur fachlich adäquaten Kommunikation und Aushandlung insbesondere dann, wenn geographische Zusammenhänge komplex und vielschichtig sind und gesellschaftliche Entscheidungen und unterschiedliche Interessen tangieren (Budke & Kuckuck, 2017). Auch hier zeichnet sich eine personale Kompetenz ab, die im Zeitalter der Digitalisierung vor dem Hintergrund der – potentiellen – Wirkmacht digitaler Kommunikation einer besonderen Aufmerksamkeit in der Vermittlung bedarf – zwecks *Empowerment*, aber auch mit Blick auf ethische Grenzen der Überzeugung.

Mündigkeitsorientierte Bildung

Mündigkeitsorientierte Bildung wurde von Dorsch (2019) für den Bereich der geographischen und insbesondere digital bezogenen geographischen Bildung in Anlehnung an Adornos Mündigkeitsbegriff (1971) entwickelt. Grundlegend für eine Orientierung an Mündigkeit sind demnach Fähigkeiten im Bereich der Reflexion und des Sich-Seiner-Selbst-Bewusst-Seins. Dies schließt die reflexive Positionierung auch im Hinblick auf eigene Interessen und die eigene Autonomie im Sinne von Handlungsfähigkeit und Widerständigkeit ein. Dieses Konzept ist sowohl für komplexe geographische Probleme als auch darüber hinaus für andere fachliche Felder geeignet, in denen es um das Wechselspiel zwischen Selbst und Gesellschaft geht.

6. Zukünftige Aufgaben der Geographiedidaktik in Forschung, Lehre und Weiterbildung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Tradition digitaler Ansätze in der Geographiedidaktik dazu geführt hat, dass das Fach auf zahlreiche fachlich verquickte Kompetenzmodelle und -formulierungen verweisen kann, die Überschneidungen

mit den KMK-Kompetenzen bieten, aber auch ganz eigene Schwerpunkte setzen, die durch fachliche Spezifizierung, Vertiefung und das Einnehmen einer Metaebene über den KMK-Ansatz hinausgehen.

Betrachtet man die Kompetenzvermittlung im Fach, muss auch die Lehrkräftebildung in den Blick genommen werden, die im KMK-Papier zumindest angedeutet wird. Für den schulischen GIS-Einsatz aus der Perspektive von Lehrkräften konnten Höhnle et al. (2013) zeigen, dass insbesondere eine fehlende regelmäßige Anwendung dieser Werkzeuge im Unterricht, unzureichende technische und didaktische Kenntnisse, fehlende zeitliche Ressourcen für die Vorbereitung und Durchführung GIS-gestützten Unterrichts sowie das Fehlen adaptierbarer Unterrichtsmaterialien und Daten als Faktoren für den mangelnden Einsatz dieser Werkzeuge im Unterrichtsgeschehen genannt werden. Vergleichbare Ergebnisse finden sich auch in der internationalen Perspektive zum schulischen GIS-Einsatz aus der Sicht von Lehrkräften. Tan und Chen (2015) haben die Ergebnisse von 15 dementsprechenden Einzelstudien zusammengefasst. Danach wird deutlich, dass neben der Bewältigung von Problemen im Umgang mit Hard- und Software insbesondere zwei Faktoren ein erfolgreiches Lehr- bzw. Lerngeschehen mit GIS bzw. Geo-IKT beeinflussen: 1. der Faktor ‚Zeit‘, z. B. zur Unterrichtsvorbereitung sowie für das eigene Erlernen der technologischen Anwendung. 2. der Faktor ‚fachliches GIS-Wissen‘ bei Lehrenden im Zusammenspiel mit der (unterrichts-)methodischen Komplexität von GI-Software. Es ist anzunehmen, dass sich diese Faktoren in Deutschland zumindest gegenwärtig noch nicht positiv verändert haben.

Vor diesem Hintergrund sind der Umgang mit freien Bildungsmaterialien im Internet (OER) und die Öffnung des eigenen pädagogischen Handlungsbezugs (OEP) wünschenswerte Eckpunkte einer veränderten digitalen Lehrpraxis und damit in der Lehrkräftebildung aller Phasen zu berücksichtigen. Auch wenn dieser Bezug fächerübergreifend ist, ist es gerade in einem breit aufgestellten Fach wie Geographie, das natur- und gesellschaftswissenschaftliche Elemente verbindet, notwendig, zwecks Professionalisierung auf die gemeinsame Expertise der Lehrkräfte zu setzen. So können sich Lehrkräfte gegenseitig durch Teilen von Materialien unterstützen, in die ihre eigene, fachliche Expertise eingeflossen ist, um höherwertiges Material in den Inhaltsbereichen zu erhalten, in denen sie nur über grundlegendes Wissen verfügen. Die jeweilige Expertise und die Rückmeldung der fachlichen Community sind der Qualitätssicherung dienlich.

Da Digitalisierung einen ständigen Wandel bedeutet, der sowohl Lehrkräfte als auch Schüler*innen zu beständiger Adjustierung und Neuaushandlung der eigenen Positionierung im Feld des Digitalen zwingt, ist Innovativität erforderlich (Weis, Scharf & Gryl, 2017). Damit ist die Teilhabe an Innovationsprozessen gemeint, jene gesellschaftlich wirksamen und potentiell steuerbaren Veränderungen, die gerade im Bereich der Digitalisierung immens sind. Die schulische Vermittlung auf Basis dieses Ansatzes wird im Projekt ‚Innoschools‘ (Golser, Scharf & Jekel, 2019) erprobt.

Was schließlich ein ‚digitales Fachkonzept‘ für das Fach Geographie sein kann, ist eine Frage, der im Projekt ‚DiGeo‘ nachgegangen wird (Schulze et al., 2020). Im Zentrum der anwendungsbezogenen Forschung steht die Konzeption digitaler

Geomedien als fachspezifische Lehr- bzw. Lernmedien innerhalb der Lehrkräftebildung unter Berücksichtigung der drei Kompetenzbereiche Argumentation, Reflexivität und Partizipation. Neben der Entwicklung von exemplarischen OER-Materialien werden Faktoren identifiziert, die auf der Basis von fachlichen Aspekten und Konzeptwissen spezifisch für ein geographisches Fachkonzept zur Digitalisierung sind.

All diese Beispiele zeigen, dass es in der Geographiedidaktik bereits vielfältige Ansätze zur fachlichen Bildung in der digitalen Welt gibt. Gleichzeitig wird deutlich, dass hier einerseits weitere Systematisierungen und Vertiefungen erforderlich sind, und andererseits empirische Desiderate in diesem Bereich bestehen, deren Bearbeitung eine Aufgabe zukünftiger geographiedidaktischer Forschung ist.

Anmerkung

Wir danken Fabian Pettig für seine wertvollen Kommentare und Ergänzungen zum Manuskript dieses Beitrags.

Förderhinweis

Das diesem Beitrag zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 16DHB3003 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem/der Autor/in.

Literatur

- Abend, P. (2013). *Geobrowsing: Google Earth und Co. – Nutzungspraktiken einer digitalen Erde*. Transcript Verlag.
- Adorno, T. W. (Verfasser) (1971). *Erziehung zur Mündigkeit. Erziehung zur Mündigkeit – Vorträge und Gespräche mit Hellmut Becker 1959 bis 1969*. Suhrkamp.
- Ash, J., Kitchin, R. & Leszczynski, A. (2018). Digital turn, digital geographies? *Progress in Human Geography*, 42(1), 25–43. <https://doi.org/10.1177/0309132516664800>
- Ash, J., Kitchin, R. & Leszczynski, A. (2019). Introducing Digital Geographies. In J. Ash, R. Kitchin & A. Leszczynski (Hrsg.), *Digital Geographies* (S. 1-10). Sage Publications.
- Baker, T. R., Battersby, S., Bednarz, S. W., Bodzin, A. M., Kolvoord, B., Moore, S., Sinton, D. & Uttal, D. (2015). A Research Agenda for Geospatial Technologies and Learning. *Journal of Geography*, 114(3), 118–130. <https://doi.org/10.1080/00221341.2014.950684>
- Boeckler, M. (2014). Digitale Geographien: Neogeographie, Ortsmedien und der Ort der Geographie im digitalen Zeitalter. *Geographische Rundschau*, 66(6), 4–10. Online: <https://www.westermann.de/anlage/4559102/Neogeographie-Ortsmedien-und-der-Ort-der-Geographie-im-digitalen-Zeitalter> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).

- Bork-Hüffer, T., Füller, H. & Straube, T. (Hrsg.) (2021). *Handbuch Digitale Geographien. Welt – Wissen – Werkzeuge*. Brill, Schöningh.
- Budke, A. & Kuckuck, M. (2017). Räume visualisieren. In H. Jahnke, A. Schlottmann & M. Dickel (Hrsg.), *Argumentation mit Karten* (Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 62, S. 91–102). Hochschulverband für Geographiedidaktik e. V.
- Crampton, J. W. (2010). *Mapping: A Critical Introduction to Cartography and GIS*. Wiley-Blackwell.
- de Lange, N. (2013). *Geoinformatik* (3. Aufl.). Springer Publishing.
- Demirci, A. (2015). The Effectiveness of Geospatial Practices in Education. In A. Demirci, V. J. Schee & M. O. Solari (Hrsg.), *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World* (S. 141–153). Springer.
- Demond, V. (2019). *Digitalisierung und Raum*. Universität Duisburg-Essen. Masterarbeit.
- DGfG – Deutsche Gesellschaft für Geographie (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss der Deutschen Gesellschaft für Geographie* (10. Aufl.). Deutsche Gesellschaft für Geographie.
- DiBiase, D., DeMers, M., Johnson, A., Kemp, K., Luck, A. T., Plewe, B. & Wentz, E. (Hrsg.) (2006). *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge*. Association of American Geographers.
- Dickel, M. & Jahnke, H. (2012). Realität und Virtualität. In J.-B. Haversath (Hrsg.), *Geographiedidaktik* (Bd. 13, S. 236–248). Westermann.
- Dobson, J. E. (2004). The GIS-Revolution in Science and Society. In S. L. Cutter, J. W. Harrington & S. D. Brunn (Eds.), *Geography and Technology* (S. 573–587). Springer Publishing.
- Dorsch, C. (2019). *Mündigkeit und Digitalität: E-Portfolioarbeit in der geographischen Lehrkräftebildung*. Johann Wolfgang Goethe-Universität. Dissertation.
- Elwood, S. & Leszczynski, A. (2012). New spatial media, new knowledge politics. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(4), 544–559. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2012.00543.x>
- Falk, G. & Nöthen, E. (2005). *GIS in der Schule*. Beltz.
- Falk, G. & Schleicher, Y. (2005). Didaktik und Methodik des schulischen GIS-Einsatzes. *Geographie heute*, 2005(233), 2–7. <https://www.friedrich-verlag.de/shop/gis-fuer-einsteiger-56233>
- Felgenhauer, T. & Gäbler, K. (2019). Geographien digitaler Alltagskultur. Überlegungen zur Digitalisierung in Schule und Unterricht. *GW-Unterricht*, 2019(154), 5–20. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht154s5>
- Garrett, B. & Anderson, K. (2018). Drone methodologies: Taking flight in human and physical geography. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 43(3), 341–359. <https://doi.org/10.1111/tran.12232>
- Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U., Reuber, P. & Vött, A. (Hrsg.) (2020). *Geographie. Physische Geographie und Humangeographie* (3. Aufl.). Springer Publishing.
- Gewin, V. (2004). Mapping opportunities. *Nature*, 427(6972), 376–377. <https://doi.org/10.1038/nj6972-376a>
- GFD (= V. Frederking, R. Romeike, Th. Borchert, M. Demantowsky, H.-L. Dienel, J. Groß, I. Gryl, Th. Irion, M. Hemmer, I. Nord, M. Oberle, I. Parchmann, M. Peschel, G. Pinnerkell, A. Pitsoulis, S. Schanze, W. Schreiber, U. Schulze, Ch. Stange, M. Stilz, B. Trocholepczy, V. Weidner & N. Wuerffel) (2018). *Fachliche Bildung in der digitalen Welt*. Online:

- Fachliche-Bildung-in-der-digitalen-Welt-2018-FINAL-HP-Version.pdf (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Glasze, G. (2014). Sozialwissenschaftliche Kartographie-, GIS- und Geoweb-Forschung. *KN – Journal of Cartography and Geographic Information*, 64(3), 123–129. <https://doi.org/10.1007/bf03544141>
- GMK – Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (2016). *Stellungnahme der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (GMK) zum Strategie-Papier der KMK „Bildung in der digitalen Welt“*. Online: https://www.gmk-net.de/wp-content/t3archiv/fileadmin/pdf/GMK-Stellungnahme_zum_KMK-Strategie-Entwurf.pdf (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Golledge, R. G. (2002). The Nature of Geographic Knowledge. *Annals of the Association of American Geographers*, 92(1), 1–14. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.00276>
- Golser, K., Scharf, C. & Jekel, T. (2019). Schüler*innen als Innovator*innen – das Projekt Innovativitäts_Schulen. *Open Spaces*, 2019(1), 60–70. <https://doi.org/10.17185/duerpublico/49020>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *Geo-Journal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Goodchild, M. F. & Kemp, K. K. (1992). NCGIA education activities: The core curriculum and beyond. *International journal of geographical information systems*, 6(4), 309–320. <https://doi.org/10.1080/02693799208901915>
- Gryl, I. (2012). Geographielehrende, Reflexivität und Geomedien. Zur Konstruktion einer empirisch begründeten Typologie. *Geographie und ihre Didaktik*, 40(4), 161–182. Online: <https://www.geographie.hu-berlin.de/de/abteilungen/didaktik/zgd> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Gryl, I. & Jekel, T. (2012). Re-centering Geoinformation in Secondary Education: Toward a Spatial Citizenship Approach. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 47(1), 18–28. <https://doi.org/10.3138/cart0.47.1.18>
- Gryl, I. & Schulze, U. (2013). Geomedien und Geographieunterricht. In D. Kanwischer (Hrsg.), *Ein Arbeitsbuch zur Gestaltung des Geographieunterrichts* (S. 209–218). Borntraeger Gebrueder.
- Hard, G. (2003). *Dimensionen geographischen Denkens* (Osnabrücker Studien zur Geographie, Bd. 2). V&R Unipress.
- Harley, J. B. (1989). Deconstructing the Map. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 26(2), 1–20. <https://doi.org/10.3138/e635-7827-1757-9t53>
- Harvey, F. (2013). A New Age of Discovery: The Post-GIS Era. In T. Jekel, A. Car, J. Strobl & G. Griesebner (Hrsg.), *GI_Forum 2013, Creating the GISociety* (S. 272–281). Wichmann Herbert.
- Hennig, S. & Vogler, R. (2013). Geomedia Skills – a Required Prerequisite for Public Participation in Urban Planning? In *Planning Times. You better keep planning or you get in deep water, for the cities they are a-changin'...* (S. 357–366). CORP. Online: https://conference.corp.at/fileadmin/proceedings/CORP2013_proceedings.pdf (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Herzig, R. (2007). GIS in der Schule – Auf dem Weg zu einer GIS-Didaktik. *KN – Journal of Cartography and Geographic Information*, 57(4), 199–206. <https://doi.org/10.1007/bf03544034>

- HGD – Hochschulverband für Geographiedidaktik (2020). *Positionspapier Geographische Bildung und Digitalisierung*. Online: <http://geographiedidaktik.org/de/service/digitalisierung/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Hintermann, C., Bergmeister, F., Kessel, V., Pichler, H. & Raithofer, D. (2018). Hybride Identitäten im Kopf. Nachlese zur Abschlussveranstaltung des Sparkling Science Projekts MiDENTITY. *GW-Unterricht*, 2018(151), 59–62. <https://doi.org/10.1553/gw-unterricht151s59>
- Höhnle, S., Schubert, J. C. & Uphues, R. (2013). What are the constraints to GIS usage? Selected results of a teacher survey about constraints in the school context. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 22(3), 226–240. <https://doi.org/10.1080/10382046.2013.817662>
- Jaeggi, R. (2013). *Kritik von Lebensformen*. Suhrkamp.
- Jandrić, P., Knox, J., Besley, T., Ryberg, T., Suoranta, J. & Hayes, S. (2018). Postdigital science and education. *Educational Philosophy and Theory*, 50(10), 893–899. <https://doi.org/10.1080/00131857.2018.1454000>
- Jörissen, B. & Marotzki, W. (2009). *Medienbildung – Eine Einführung: Theorie – Methoden – Analysen*. UTB.
- Kainz, W. (2009). Geographische Informationssysteme – Woher? Wohin? In A. Riedl, W. Kainz & K. Kriz (Hrsg.), *Geokommunikation im Umfeld der Geographie. Tagungsband zum Deutschen Geographentag 2009* (Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 19, S. 96–100). Institut d’Estudis Catalans.
- Kanwischer, D. (2014). Digitale Geomedien und Gesellschaft. Zum veränderten Status geographischen Wissens in der Bildung. *Geographische Rundschau*, 66(6), 12–17. Online: <https://www.westermann.de/zeitschriften/sekundarstufe/geographische-rundschau/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Kanwischer, D., Reudenbach, C. & Schulze U. (2009). Wie kommt der Transrapid nach Marburg? GIS und problembasiertes Lernen in der Hochschule. In T. Jekel, K. Donert & A. Koller (Hrsg.), *Learning with Geoinformation IV – Lernen mit Geoinformation IV* (S. 200–211). Wichmann.
- Kanwischer, D. & Schlottmann, A. (2017). Virale Raumkonstruktionen – Soziale Medien und #Mündigkeit im Kontext gesellschaftswissenschaftlicher Medienbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Gesellschaftswissenschaften*, 2017(2), 60–78. Online: <https://zdg.wochenschau-verlag.de/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Kemp, K. K. & Wiggins, L. (2003). Introduction to the Special Issue on GIS Education. *URISA Journal*, 15(1), 4–6. Online: <https://www.urisa.org/resources/urisa-journal/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Kerski, J. (2008). Geographic information systems in education. In J. P. Wilson & A. S. Fotheringham (Hrsg.), *The Handbook of Geographic Information Science* (S. 540–556). Blackwell Publishing.
- Kerski, J. (2015). Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science, and Storytelling: Geography on the World Stage. *Geography Compass*, 9(1), 14–26. <https://doi.org/10.1111/gec3.12193>
- Kitchin, R., Lauriault, T. P. & Wilson, M. W. (2017). *Understanding Spatial Media*. SAGE.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2017). *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Kultusministerkonferenz. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf (Letzter Zugriff: 02.07.2021).

- Krahlemann-Poppell, T. (2019). *Schule von oben – Drohnen im Sachunterricht*. Universität Duisburg-Essen. Bachelorarbeit.
- Lehner, M. & Gryl, I. (2020). The Potential of a Critical Cartography Based on Immanent Critique. *GI_Forum* 2020(2), 79–95.
- Lehner, M., Pokraka, J. & Gryl, I. (2019). From ‚the map‘ to an internalized concept. Developing a method of deconstruction as praxis for reflexive cartography. *GI_Forum*, 2019(2), 194–205. https://doi.org/10.1553/giscience2019_02_s194
- MacEachren, A. M. (1994). Visualization in modern cartography: setting the agenda. In D. Taylor & A. M. MacEachren (Hrsg.), *Visualization in Modern Cartography* (Modern Cartography Series, S. 1–12). Pergamon.
- Milson, A. J., Demirci, A. & Kerski, J. J. (Hrsg.) (2012). *International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools*. Springer.
- Neis, P. (2014). Von Qualitätsuntersuchungen zu Nutzungspotentialen gemeinsam zusammengetragener Geodaten. *KN – Journal of Cartography and Geographic Information*, 64(3), 130–136. <https://doi.org/10.1007/bf03544142>.
- NRC – National Research Council (2006). *Learning to Think Spatially*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pickles, J. (2006). Ground Truth 1995–2005. *Transactions in GIS*, 10(5), 763–772. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.01027.x>
- Pokraka, J., Gryl, I., Schulze, U., Kanwischer, D. & Jekel, T. (2017). Promoting learning and teaching with geospatial technologies using the spatial citizenship approach. In L. Leite, L. Dourado, A. S. Afonso & S. Morganda (Hrsg.), *Contextualizing Teaching to Improving Learning: The Case of Science and Geography* (S. 223–244). Nova Science Publishers.
- Pokraka, J., Schulze, U., Gryl, I. & Lehner, M. (2021): Bildung. In Bork-Hüffer, T., Füller, H. & Straube, T. (Hrsg.), *Handbuch Digitale Geographien. Welt – Wissen – Werkzeuge* (S. 220–230). Brill, Schöningh.
- Püschel, L. (2007). Vom Web-GIS zum Desktop-GIS – ein didaktisch-methodisches Konzept an Schulen. In T. Jekel, J. Strobl & T. Koller (Hrsg.), *Lernen mit Geoinformation II* (S. 138–148). Wichmann.
- Quade, D. & Felgenhauer, T. (2013). Section Editorial: Geoinformation and society: Practising and comprehending geomedia. In T. Jekel, A. Car, J. Strobl & G. Griesebner (Hrsg.), *GI-Forum 2013, Creating the GISociety* (S. 262–271). Wichmann Herbert.
- Reiss, K., Weis, M., Klieme, E. & Köller, O. (Hrsg.) (2019). *PISA 2018. Grundbildung im Vergleich*. <https://doi.org/10.31244/9783830991007>
- Rhode-Jüchtern, T. (2015). Garten, Regenwald und Erdbeben. Mensch-Natur-Verhältnisse in einer dritten Säule. In *Kreative Geographie: Bausteine zur Geographie und ihrer Didaktik (Geographie unterrichten) (German Edition)* (S. 78–100). Wochenschau Verlag.
- Schleicher, Y. (2007). Lernen mit Geoinformation – Potenzial zum Erreichen von Bildungsstandards? In T. Jekel, A. Koller & J. Strobl (Hrsg.), *Lernen mit Geoinformation II* (Bd. 2, S. 20–31). Wichmann.
- Schneider, A. (2013). *Geographiedidaktische Reflexivität* (Bd. 9). LIT Verlag.
- Schubert, J. C. & Uphues, R. (2008). Kumulatives Lernen mit Geoinformation – Überlegungen zu einem GI(S)-Kompetenzmodell. In T. Jekel, A. Koller & K. Donert (Hrsg.), *Learning with Geoinformation III – Lernen mit Geoinformation III* (Bd. 3, S. 49–59). Wichmann.

- Schulze, U. (2017). *Geoinformationsausbildung in der Hochschule: Kompetenzen, curriculare Anforderungen und empirische Befunde*. Johann-Wolfgang Goethe-Universität. Dissertation.
- Schulze, U. (2020). „GIS works!“ – But why, how, and for whom? Findings from a systematic review. *Transactions in GIS* 2020, 1–37. <https://doi.org/10.1111/tgis.12704>
- Schulze, U., Gryl, I. & Kanwischer, D. (2015). Spatial Citizenship education and digital geomedial: composing competences for teacher education and training. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(3), 369–385. <https://doi.org/10.1080/03098265.2015.1048506>
- Schulze, U., Kanwischer, D., Gryl, I. & Budke, A. (2020). Mündigkeit und digitale Geomedien – Implementation eines digitalen Fachkonzepts in der geographischen Lehrkräftebildung. *Journal für Angewandte Geoinformatik*, 43(2), 139–164. <https://doi.org/10.14627/537698011>
- Schulze, U., Kanwischer, D. & Reudenbach, C. (2010). Die Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen – Überlegungen zum curricularen Konvolut für die GIS-Ausbildung in Schule und Hochschule. In T. Jekel, A. Koller, K. Donert & R. Vogler (Hrsg.), *Lernen mit Geoinformationen/Learning with Geoinformation V* (S. 66–77). Wichmann.
- Schulze, U., Kanwischer, D. & Reudenbach, C. (2013). Essential competences for GIS learning in higher education: a synthesis of international curricular documents in the GIS&T domain. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(2), 257–275. <https://doi.org/10.1080/03098265.2012.763162>.
- Siebert, H. (1991). Aspekte einer reflexiven Didaktik. In W. Mader (Hrsg.), *Zehn Jahre Erwachsenenbildungswissenschaft* (S. 19–32). Klinkhardt.
- Siegmund, A., Viehrig, K. & Volz, D. (2009). Mit GIS geographische Erkenntnisse gewinnen. Konzept eines Kompetenzmodells. *Praxis Geographie*, 2009(2), 10–11. Online: <https://www.westermann.de/zeitschriften/sekundarstufe/praxis-geographie/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Sinton, D. (2012). Making the Case for GIS&T in Higher Education. In D. J. Unwin, N. Tate, K. Foote & D. DiBiase (Hrsg.), *Teaching Geographic Information Science and Technology in Higher Education* (S. 17–36). Wiley-Blackwell.
- Solari, M. O., Demirci, A. & von der Schee, V. J. (Hrsg.) (2015). *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World: Geospatial Practices and Lessons Learned (Advances in Geographical and Environmental Sciences)*. Springer.
- Stalder, F. (2016). *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp.
- Strobl, J. (2009). Connecting Physical and Virtual Geographies. In N. van Manen, R. Velde, N. Manen & H. J. Scholten (Hrsg.), *Geospatial Technology and the Role of Location in Science* (S. 187–199). Springer Publishing.
- Sui, D. Z. (1995). A Pedagogic Framework to Link GIS to the Intellectual Core of Geography. *Journal of Geography*, 94(6), 578–591. <https://doi.org/10.1080/00221349508979371>
- Sui, D. Z. & Goodchild, M. F. (2003). A tetradic analysis of GIS and society using McLuhan’s law of the media. *The Canadian Geographer/Le Geographe canadien*, 47(1), 5–17. <https://doi.org/10.1111/1541-0064.02e08>
- Sui, D. Z. & Goodchild, M. F. (2011). The convergence of GIS and social media: challenges for GIScience. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(11), 1737–1748. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.604636>

- Tan, G. C. I. & Chen, Q. F. J. (2015). An Assessment of the Use of GIS in Teaching. In O. M. Solari, A. Demicri & J. van der Schee (Hrsg.), *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World* (S. 155–168). Springer.
- Tate, N. J. & Unwin, D. J. (2009). Teaching GIS&T. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(1), 1–6. <https://doi.org/10.1080/03098260903165964>
- Turner, A. (2006). *Introduction to Neogeography*. Van Duuren Media.
- Vogler, R., Hennig, S., Jekel, T. & Donert, K. (2012). Towards a Concept of „Spatially Enabled Learning“. In T. Jekel, A. Car, J. Strobl & G. Griesebner (Hrsg.), *GI_Forum 2012: Geovizualisation, Society and Learning* (S. 204–211). Wichmann.
- Wardenga, U. (2002). Alte und neue Raumkonzepte für den Geographieunterricht. *Geographie heute*, 23(200), 8–11. Online: <https://www.friedrich-verlag.de/geographie/geographie-heute-digital/> (Letzter Zugriff: 02.07.2021).
- Weis, S., Scharf, C. & Gryl, I. (2017). New and even newer. Fostering innovativeness in primary education. *IJAEDU- International E-Journal of Advances in Education*, 209–219. <https://doi.org/10.18768/ijaedu.330764>
- Werlen, B. (2017). Globalisierung, Region und Regionalisierung. Sozialgeographie alltäglicher Regionalisierungen (3. Aufl., Bd. 2). Franz Steiner Verlag.
- Wikle, T. A. & Fagin, T. D. (2014). GIS Course Planning: A Comparison of Syllabi at US College and Universities. *Transactions in GIS*, 18(4), 574–585. <https://doi.org/10.1111/tgis.12048>
- Wilken, R. (2012). Locative media: From specialized preoccupation to mainstream fascination. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, 18(3), 243–247. <https://doi.org/10.1177/1354856512444375>
- Wilson, M. W. (2015). Paying attention, digital media, and community-based critical GIS. *cultural geographies*, 22(1), 177–191. <https://doi.org/10.1177/1474474014539249>
- Zook, M., Dodge, M., Aoyama, Y. & Townsend, A. (2004). New Digital Geographies: Information, Communication, and Place. In S. Brunn, S. Cutter & J. J. Harrington (Hrsg.), *Geography and Technology* (S. 155–178). Kluwer Academic Publishers.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
D U I S B U R G
E S S E N

Offen im Denken

ub

universitäts
bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/82255

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20241230-104359-0

Schulze, U., Gryl, I.: Geographische Bildung in der digitalen Welt. Die digitale Transformation im Fokus der Geographiedidaktik. in: Frederking, Volker; Romeike, Ralf (Hrsg.). *Fachliche Bildung in der digitalen Welt. Digitalisierung, Big Data und KI im Forschungsfokus von 15 Fachdidaktiken*. Münster: Waxmann, 2022, S. 143-173

© Waxmann Verlag GmbH, 2022. Alle Rechte vorbehalten.