OPEN ACCESS
OPUS AUGSBURG

Universität Augsburg
Universitätsbibliothek

Faktische Komplexität und unsicheres Wissen im Geographieunterricht: die Golfstromzirkulation – Einfluss auf das Klima und mögliche Veränderungen infolge des Klimawandels

Melissa Hanke, Ulrike Ohl, Sandra Sprenger

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Hanke, Melissa, Ulrike Ohl, and Sandra Sprenger. 2023. "Faktische Komplexität und unsicheres Wissen im Geographieunterricht: die Golfstromzirkulation – Einfluss auf das Klima und mögliche Veränderungen infolge des Klimawandels." In Geographiedidaktik: fachwissenschaftliche Grundlagen, fachdidaktische Bezüge, unterrichtspraktische Beispiele - Band 1, edited by Inga Gryl, Michael Lehner, Tom Fleischhauer, and Karl Walter Hoffmann, 95–106. Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-65730-0_8.

Nutzungsbedingungen / Terms of use: **licgercopyright**

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under th conditions:
Deutsches Urheberrecht
Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:
https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/

Faktische Komplexität und unsicheres Wissen im Geographieunterricht

Die Golfstromzirkulation – Einfluss auf das Klima und mögliche Veränderungen infolge des Klimawandels

Melissa Hanke, Ulrike Ohl und Sandra Sprenger

Teaser Faktische Komplexität ist ein Merkmal zahlreicher geographischer Themen. Die Beschäftigung mit komplexen Inhalten und unsicherem Wissen birgt ein hohes Bildungspotenzial, da sie die Förderung vernetzten Denkens sowie eines kompetenten Umgangs mit unsicherem Wissen ermöglicht. Gewinnbringende methodische Zugänge, wie die Arbeit mit Concept Maps und eine Stärkung des Quellenbewusstseins, werden hier am Beispiel der Golfstromzirkulation dargestellt.

M. Hanke (✉)
Fakultät für Erziehungswissenschaft, Didaktik der Geographie, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland
E-Mail: melissa.hanke@uni-hamburg.de

U. Ohl
Institut für Geographie, Lst. für Didaktik der Geographie, Universität Augsburg, Augsburg, Deutschland
E-Mail: ulrike.ohl@geo.uni-augsburg.de

S. Sprenger
Fakultät für Erziehungswissenschaft, Didaktik der Geographie, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland
E-Mail: sandra.sprenger@uni-hamburg.de

Fachwissenschaftliche Grundlage: Globale Zirkulation – Golfstromzirkulation

Die Strömungen der Weltmeere stellen ein komplexes raumwirksames System dar. Sie werden durch die planetarischen Windsysteme angetrieben, von der Wassertemperatur und -salinität beeinflusst – und prägen das Klima auf der Erde maßgeblich. Für Europa hat speziell die Golfstromzirkulation eine hohe Relevanz (Bröckner & Kelletat, 2011).

Das gesamte System der Golfstromzirkulation, das auch atlantische meridionale Umwälzbewegung (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC) genannt wird, wird umgangssprachlich häufig als Golfstrom bezeichnet. Dieser umfasst im engeren Sinne den windgetriebenen Strom an der amerikanischen Ostküste und damit einen Teil des Gesamtsystems. An den Golfstrom schließt nördlich der Nordatlantische Strom an, der durch Westwinde und die Corioliskraft auf der Nordhalbkugel nach Osten abgelenkt wird, sodass horizontal warmes tropisches Wasser an der Oberfläche

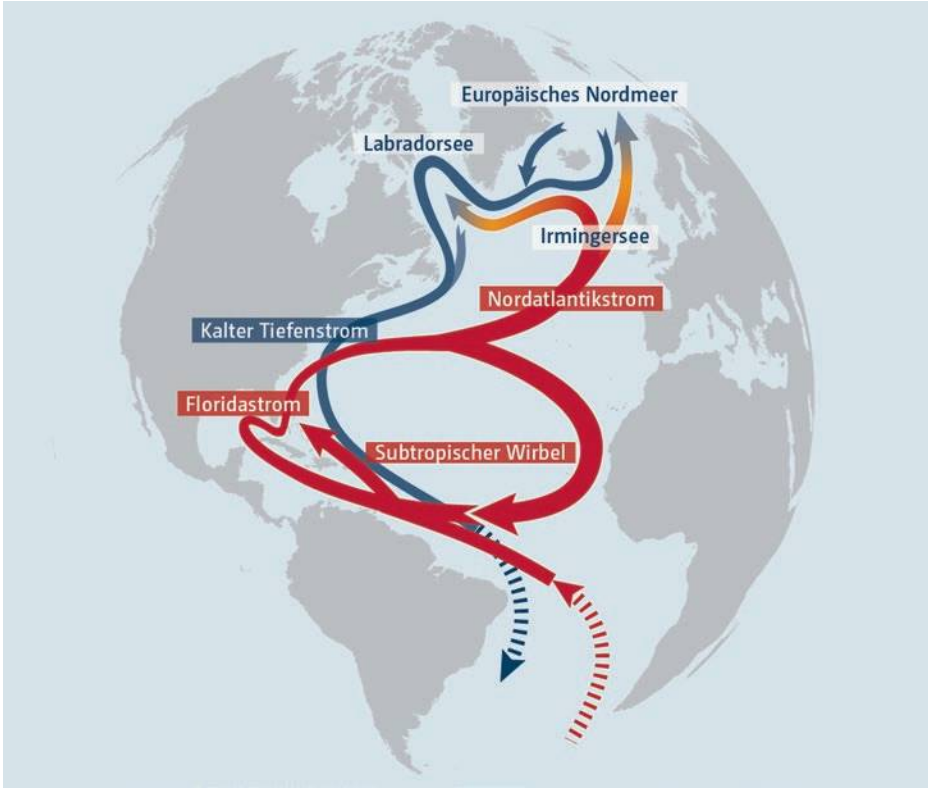

Abb. 8.1 Vereinfachte Darstellung der Golfstromzirkulation. (Quelle: DKK & KDM, 2017)

in Richtung Europa strömt (vgl. Kasang, o. J.) (s. Abb. 8.1). Das an der Oberfläche überwiegend nach Norden strömende warme Wasser kühlt sich infolge des Wärmeaustausches zwischen Ozean und Atmosphäre ab. Dadurch wird die Lufttemperatur insbesondere in West- und Nordeuropa erhöht, sodass beispielsweise auf den Isles of Scilly eine Vegetation vorzufinden ist, wie sie typisch für die Subtropen ist. Gleichzeitig ist die Wassersalinität im nördlichen Bereich der Golfstromzirkulation aufgrund der hohen Verdunstung, insbesondere in den tropischen Herkunftsregionen der Wassermassen, hoch. Das folglich dichtere und schwerere Wasser sinkt aufgrund der höheren Dichte in den Absinkregionen zwischen Island und Südgrönland vertikal in tiefe Meeresschichten ab. Als kalter Tiefenstrom fließt das Wasser in den subtropischen Atlantik in Richtung Äquator zurück, wodurch wiederum salzhaltiges Wasser an der Oberfläche nach Norden gezogen wird. Dieser Absinkmechanismus am nördlichen Ende der Schleife ist folglich ein sehr wichtiger Antrieb der Golfstromzirkulation (vgl. MPI, 2017) und erfordert, dass das Wasser hinreichend salzig sowie hinreichend kalt wird. Da also die Temperatur und der Salzgehalt für die Golfstromzirkulation wichtig sind, spricht man von der "thermohalinen" Zirkulation (von griechisch "thermós" = warm, heiß und "halinos" = aus Salz bestehend) (DKK & KDM, 2017).

Mögliche zukünftige Veränderungen des Golfstroms aufgrund des Klimawandels und damit zusammenhängende Auswirkungen werden in der Klimawissenschaft kontrovers diskutiert. Als entscheidende Einflussfaktoren gelten die Temperaturveränderung, die Veränderung der Salinität infolge abschmelzenden Eises, die Veränderung der CO_2-Menge in der Atmosphäre sowie sich verstärkende Rückkopplungseffekte. Während bezüglich einiger Faktoren eher ein Konsens besteht, liegen gleichzeitig wissenschaftliche Unsicherheiten in Form von Noch-Nicht-Wissen und Nicht-Wissen-Können vor. Meist wird eine Abschwächung des Golfstroms prognostiziert, es liegen aber differente Szenarien und Annahmen über Kipppunkte unter Berücksichtigung unterschiedlicher Einflussfaktoren vor (IPCC, 2019; DKK & KDM, 2017). So stuft der Weltklimarat eine Abschwächung der Golfstromzirkulation als „sehr wahrscheinlich" ein. Diese könnte zu einer Verringerung der oberflächennahen Erwärmung im Nordatlantik führen, sodass die Lufttemperatur in Europa näher an das Niveau anderer Ozeanbecken in diesen Breiten gebracht werden könnte, sich also abkühlen würde. Ein vollständiger Zusammenbruch der Golfstromzirkulation gilt hingegen (mit „mittlerem Vertrauen") als „eher unwahrscheinlich" (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle et al., 2020).

Eine Analyse der Golfstromzirkulation und möglicher Veränderungen durch den Klimawandel bietet das Potential, die komplexe Thematik systemisch zu verstehen und dabei vernetztes Denken, das Quellenbewusstsein und den kompetenten Umgang mit unsicherem Wissen zu fördern.

Weiterführende Leseempfehlung

DKK (Deutsches Klima-Konsortium e. V.), KDM (Konsortium Deutsche Meeresforschung e. V.) (Hrsg.) (2017). *Zukunft der Golfstromzirkulation. Fakten und Hintergründe aus der Forschung.* Berlin. Online: https://www.deutsches-klima-konsortium.de/

fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/Zukunft_der_Golfstromzirkulation_DKK_KDM.pdf (06.01.2021).

Problemorientierte Fragestellungen

- Wie entsteht die Golfstromzirkulation und wie beeinflusst sie das Klima in Europa?
- Wie könnte sich die Golfstromzirkulation aufgrund des Klimawandels verändern?

Fachdidaktischer Bezug: Faktische Komplexität und unsicheres Wissen

Zahlreiche Themen des Geographieunterrichts, insbesondere die zukunftsrelevanten Themen aus den Bereichen „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) und „Globales Lernen“, sind durch eine hohe faktische sowie ethische Komplexität geprägt. „Faktische Komplexität“ ist hierbei die Komplexität der Sachlage, also der fachlichen Zusammenhänge, während „ethische Komplexität“ ethische Unsicherheiten bezeichnet, d. h. ungeklärte Gewichtungen möglicher Handlungsziele (Bögeholz & Barkmann, 2005).

Im Fokus dieses Beitrags steht die faktische Komplexität. Sie lässt sich genauer als Vielfalt und Vernetzung von Einflussgrößen charakterisieren, die durch mehrseitige und rückgekoppelte Wechselwirkungen geprägt sind (Rempfler & Uphues, 2011: 38), so auch im Beispiel der Golfstromzirkulation. Faktische Komplexität geht häufig einher mit fachlichen Kontroversen und unsicherem Wissen (Ohl, 2013, 2018). Im vorliegenden Beispiel zeigt sich dies in unterschiedlichen Expert*innenmeinungen und fachlichen Unsicherheiten hinsichtlich der Frage, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Golfstromzirkulation haben wird und welche Folgen daraus resultieren werden.

So sind komplexe Themen zwar anspruchsvolle Themen des Geographieunterrichts, doch gerade sie enthalten ein hohes Bildungspotenzial, fördern sie doch beispielsweise vernetztes Denken und damit Systemkompetenz (Rempfler & Uphues, 2011), die wiederum eine wichtige Grundlage eigener Handlungsfähigkeit ist (Rieckmann, 2013). Darüber hinaus erhalten die Schüler*innen durch die Beschäftigung mit dem IPCC-Bericht und dem Interview mit Prof. Dr. Mojib Latif wertvolle Einblicke in die Wege wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.

Zielführende Prinzipien bei der Behandlung komplexer Themen im Unterricht sind insbesondere das Kontroversitätsprinzip, die Förderung der Argumentationsfähigkeit, das Explizit-Machen unsicheren Wissens, die Wissenschaftsorientierung, das Training von Quellenbewusstsein und die Anwendung reduktiv-organisierender Strategien (Ohl, 2018). Sie zielen darauf ab, faktische Komplexität durch sinnvolle Reduktionsstrategien zu verringern, ohne dabei relevante Inhalte und deren Vernetzung zu marginalisieren, und die Systemkompetenz der Schüler*innen zu fördern. Das richtige Maß von didaktischer Reduktion und angemessener Vereinfachung stellt hierbei einen Balanceakt dar (Mehren et al., 2015: 6; s. hierzu auch das Interview mit dem Klimawissenschaftler Mojib Latif in Abb. 8.2).

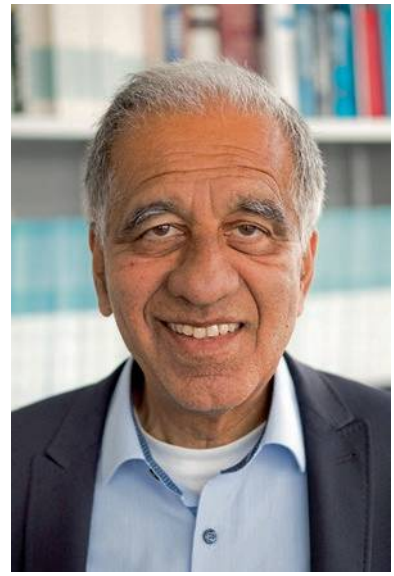

Abb. 8.2 Mojib Latif (Foto: © Jan Steffen, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel)

Der Unterrichtsvorschlag zur Golfstromzirkulation zielt auf eine Erschließung der komplexen fachlichen Zusammenhänge durch eine reduktiv-organisierende Strategie, nämlich die Arbeit mit Concept Maps ab, die die Schüler*innen auf der Grundlage von sinnvoll didaktisch reduzierten Materialien erstellen und sukzessive ausdifferenzieren. Darüber hinaus trainieren die Lernenden den Umgang mit unsicherem fachlichem Wissen, indem sie ihr Quellenbewusstsein schulen und nachvollziehen, wie die Wissenschaftler*innen des Weltklimarats IPCC (International Panel of Climate Change) fachliche Unsicherheiten aufgreifen.

Infobox 8.1: Experteninterview mit Prof. Dr. Mojib Latif zum Umgang mit fachlichen Unsicherheiten

„Herr Professor Latif, wie kann es Lehrkräften gelingen, bei der Vermittlung von Inhalten zum Klimawandel ein sinnvolles Maß im Umgang mit relativ gesicherten Erkenntnissen und unsicherem Wissen zu finden?“

Mojib Latif: „Wir Menschen gehen tagtäglich mit Unsicherheiten um, es ist uns aber nicht bewusst. Unsicherheit gehört zum Alltagsleben. Wir bewerten pausenlos die Wahrscheinlichkeit dafür, ob uns etwas passieren kann, zum Beispiel wenn wir in ein Auto oder Flugzeug steigen. Unsicherheit ist allgegenwärtig und führt nicht dazu, dass die Menschen nicht entscheiden. Was den Klimawandel anbelangt, gibt es relativ gesicherte Erkenntnisse wie zum Beispiel, dass ein Anstieg der atmosphärischen CO_2-Konzentration infolge anthropogener Emissionen zu einer globalen Erwärmung führen muss, was u. a. zu mehr Hitzewellen führt und die

Meeresspiegel steigen lässt. Klar ist also, dass der globale Klimawandel stattfindet, der Mensch die Ursache und der Wandel gefährlich ist.

Gerade was die regionalen klimatischen Auswirkungen der globalen Erwärmung angeht und ihre Auswirkungen auf die Ökosysteme, gibt es zum Teil große Unsicherheiten. Das sollte man auch so kommunizieren. Auf jeden Fall darf nicht der Eindruck entstehen, dass Wissenschaft allwissend und unfehlbar ist. Sonst liefe die Wissenschaft Gefahr, ihre Glaubwürdigkeit zu verlieren. Entscheidungen können immer nur auf der Basis des aktuellen Kenntnisstands getroffen werden."

Weiterführende Leseempfehlung

Ohl, U. (2018). Herausforderungen und Wege eines systematischen Umgangs mit komplexen Themen in der schulischen Nachhaltigkeitsbildung. In T. Pyhel (Hrsg.), *Zwischen Ohnmacht und Zuversicht? Vom Umgang mit Komplexität in der Nachhaltigkeitskommunikation* (S. 131–146). München: Oekom Verlag.

Bezug zu weiteren fachdidaktischen Ansätzen

Systemkompetenz, Wissenschaftsorientierung, Kontroversitätsprinzip, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Klimawandelbildung

Unterrichtsbausteine: Golfstromzirkulation und Klima(-wandel)

Für die Umsetzung des Themas wurden zwei Unterrichtsbausteine konzipiert, deren Materialien im digitalen Materialanhang bereitstehen. Dabei wird exemplarisch die faktische Komplexität geographischer Themen und Fragestellungen aufgegriffen und die Vertrauenswürdigkeit von Quellen sowie der Umgang mit unsicherem Wissen thematisiert.

Der *Unterrichtsbaustein 1* (M1–M3) behandelt die Entstehung der Golfstromzirkulation und deren Beeinflussung des Klimas in Europa. Als kognitiv aktivierender visueller Impuls dient zum Einstieg ein Foto der subtropischen Vegetation der Isles of Scilly (s. Abb. 8.3). Nach einer systematischen Bildbeschreibung spekulieren die Schüler*innen darüber, wo das Foto aufgenommen worden sein könnte, und begründen ihre Äußerungen. Zu erwarten sind – aufgrund der abgebildeten Vegetation – Nennungen subtropischer Regionen. Im weiteren Verlauf stellen die Schüler*innen Vermutungen darüber an, wie es sich erklären lässt, dass auf der geographischen Breite der Isles of Scilly (49°55‘30"N) eine Vegetation vorzufinden ist, die wir eigentlich in den Subtropen vermuten. Sie reaktivieren hierbei ihr klima- und vegetationsgeographisches Vorwissen und trainieren ihre fachbezogenen Argumentationsfähigkeiten. Gemeinsam wird die

Abb. 8.3 Isles of Scilly: Tresco Abbey Gardens. (Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TrescoAbbeyGardens.JPG#metadata)

Leitfrage aufgeworfen: Wie entsteht die Golfstromzirkulation und wie beeinflusst sie das Klima in Europa?

Zur Erschließung dieser Leitfrage konzipieren die Schüler*innen in der Erarbeitungsphase eine Concept Map, in der sie die Golfstromzirkulation und deren Wirkungen auf das Klima in Europa darstellen. Dies geschieht auf Basis zweier Abbildungen (u. a. Abb. 8.1; Unterrichtsmaterial: M1 und M2) und eines Informationstextes (M3: Die Golfstromzirkulation). Mittels dieser reduktiv-organisierenden Strategie visualisieren sie die zentralen geographischen Einflussgrößen in ihrer Vernetzung und trainieren dabei ihre Systemkompetenz. Zur Leistungsdifferenzierung können Schlüsselbegriffe vorgegeben werden, die in der Concept Map verbindlich aufgegriffen werden sollen. Hierbei kann sich die Lehrkraft an der im Downloadbereich zu findenden möglichen Musterlösung für die Concept Map (vgl. Abb. 8.4) orientieren.

Zur Präsentation und Sicherung der Ergebnisse und damit zur Beantwortung der Leitfrage der Stunde können die wichtigsten Zusammenhänge im Plenum besprochen und in einer reduzierten Concept Map an der Tafel zusammengefasst werden (ggf. unter Einbezug der Musterlösung, s. Abb. 8.4). Als Abschluss wird zum Training der methodischen Kompetenzen der Schüler*innen eine Metakognition empfohlen, bei

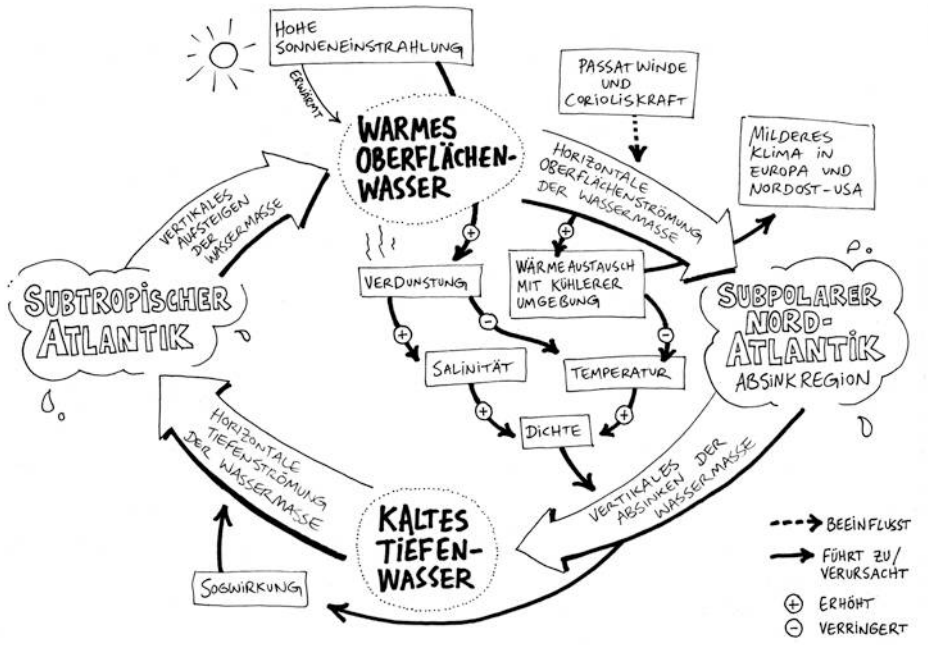

Abb. 8.4 Musterlösung Concept Map. (Quelle: eigene Konzeption, Illustration: Matthias Jung)

der im Plenum die Chancen und Herausforderungen der Erstellung von Concept Maps reflektiert werden.

Der *Unterrichtsbaustein 2* (M4–M6) behandelt die möglichen Veränderungen der Golfstromzirkulation aufgrund des Klimawandels und damit einhergehende mögliche Folgen.

Im Einstieg nimmt die Lehrkraft Bezug auf die im Unterrichtsbaustein 1 erstellten Concept Maps und wirft die Leitfrage der Stunde auf: Inwiefern verändert sich die Golfstromzirkulation aufgrund des Klimawandels? Vermutungen und begründete Hypothesen der Schüler*innen werden gesammelt und fixiert, um später darauf zurückgreifen zu können.

Zur Erarbeitung wird ein kurzer Film eingesetzt, anhand dessen die Schüler*innen die möglichen Implikationen des Klimawandels erarbeiten und auf dieser Grundlage ihre Concept Maps um die darauf bezogenen Aspekte erweitern (s. M4). Im Anschluss an die Präsentation, Diskussion und Sicherung der erarbeiteten Aspekte hinsichtlich möglicher Veränderungen der Golfstromzirkulation durch den Klimawandel lenkt die Lehrkraft das Unterrichtsgespräch auf die Frage, wie wahrscheinlich die Veränderungen der Golfstromzirkulation sind. Die Schüler*innen können dies anschließend quantitativ schätzen und ihre Schätzungen begründen. Im Unterrichtsgespräch erfolgt daraufhin die Überleitung zu der Frage, wie vertrauenswürdig eigentlich ein solches im Internet

zu findendes Video ist. Zur Klärung dieser Frage beschäftigen sich die Schüler*innen mit Kriterien für vertrauenswürdige Informationsquellen (M5: Vertrauenswürdigkeit von Quellen). So können sie feststellen, dass es bei einem solchen Video erforderlich ist, zu überprüfen, inwiefern die vermittelten Informationen dem aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen.

Genau dies geschieht nun durch einen Abgleich mit einer vertrauenswürdigen Quelle, nämlich einem Experteninterview mit dem renommierten Klimawissenschaftler Prof. Dr. Mojib Latif (M6: Interview mit dem Meteorologen Prof. Dr. Mojib Latif). Es wird deutlich, dass die Inhalte des Films – wenn auch vereinfacht – aus wissenschaftlicher Perspektive grundsätzlich zutreffend sind. Gleichzeitig zeigt sich im Interview und in einem Infotext zu Unsicherheiten in der Klimawissenschaft (M7), dass das Wissen in diesem Bereich noch mit gewissen Unsicherheiten einhergeht. Damit die Schüler*innen nachvollziehen können, dass Unsicherheit ein Merkmal wissenschaftlicher Erkenntnisprozesse ist, recherchieren sie nun eigenständig im aktuellen IPCC-Report nach den Aussagen des Weltklimarats bezüglich der Entwicklung der Golfstromzirkulation. Die darin enthaltenen Angaben zu den Unsicherheiten in den Aussagen sollen sie anhand der Abstufungen des Weltklimarats (M7: Unsicherheiten in der Klimawissenschaft) einordnen. Abschließend erfolgt im Plenum eine Verständigung über die Ergebnisse unter Rückbezug auf die Vermutungen und Hypothesen aus der Einstiegsphase. Zur weiteren Vertiefung wäre eine Modifizierung der Concept Map unter Einbezug der neuen Erkenntnisse aus dem IPCC-Report möglich.

Dieses Vorgehen ermöglicht eine Förderung des Wissenschaftsverständnisses der Schüler*innen wie auch von deren Quellenbewusstsein, welches aufgrund der Pluralität von Informationen zu geographischen Themen von hoher Relevanz ist.

Beitrag zum fachlichen Lernen

Durch die beiden Unterrichtsbausteine erweitern die Schüler*innen ihre fachwissenschaftlichen Kompetenzen im Bereich der Klima- und Vegetationsgeographie anhand eines aktuell diskutierten, zukunftsrelevanten Themas. Bei der Erschließung der beiden problemorientierten Leitfragen trainieren sie zugleich ihre Systemkompetenz (bezogen auf die Funktionsweise und Wirkung der Golfstromzirkulation und auf die möglichen Implikationen des Klimawandels), ihr Quellenbewusstsein (Merkmale vertrauenswürdiger Quellen) und ihre Fähigkeiten im Umgang mit unsicherem Wissen.

Kompetenzorientierung

- **Fachwissen:** S5 „vergangene und zu erwartende naturgeographische Strukturen in Räumen (z. B. Lageveränderung der geotektonischen Platten, Gletscherveränderungen) erläutern [hier am Beispiel der Golfstromzirkulation im Kontext des Klimawandels]“ (DGfG, 2020: 14); S8 „das Zusammenwirken von Geofaktoren und einfache Kreisläufe (z. B. Höhenstufen der Vegetation, Meeresströmungen und Klima, Ökosystem tropischer Regenwald, Wasserkreislauf) als System darstellen“ (ebd.)

- **Erkenntnisgewinnung/Methoden:** S8 „die gewonnenen Informationen in andere Formen der Darstellung (z. B. Zahlen in Karten oder Diagramme, Fotos, Texte, Links u. v. m. in multimediale geographische Darstellungsformen) umwandeln“ (ebd.: 21)
- **Beurteilung/Bewertung:** S3 „aus klassischen und modernen Informationsquellen (z. B. Schulbuch, Zeitung, Atlas, Internet) sowie aus eigener Geländearbeit gewonnene Informationen hinsichtlich ihres generellen Erklärungswertes und ihrer Bedeutung für die Fragestellung beurteilen“ (ebd.: 24)
- Kompetenzen aus dem Bereich BNE und Globales Lernen: Förderung von ***Systemkompetenz*** (Rempfler & Uphues, 2011) und Gestaltungskompetenz (de Haan, 2009)

Hinsichtlich der Kompetenzen im Bereich Erkenntnisgewinnung und Methoden trainieren die Schüler*innen im folgenden Unterrichtsvorschlag gezielt ihre Fähigkeiten zur Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit unterschiedlicher Quellen. Dies ist in Kontexten von hoher Relevanz, in denen der gesellschaftliche und fachliche Diskurs durch komplexe, unsichere oder widersprüchliche Sachinformationen geprägt ist, wie es auch beim hier im Fokus stehenden Thema der Fall ist.

Klassenstufe und Differenzierung

Die beiden Unterrichtsbausteine werden ab der 9. Jahrgangsstufe empfohlen, da gewisse klimageographische Grundkenntnisse erforderlich sind.

Zur Differenzierung können, um das Anforderungsniveau zu vereinfachen, bei der Erstellung der Concept Maps von der Lehrkraft Schlüsselbegriffe vorgegeben werden, die in den Darstellungen der Schüler*innen aufgegriffen werden sollen. Dies erleichtert die Fokussierung auf die wesentlichen Aspekte, wie sie etwa in der Musterlösung aufgegriffen werden (vgl. Abb. 8.4). Für eine Anhebung des Anforderungsniveaus kann, insbesondere in der Sekundarstufe II, der Aspekt der Salinität noch weiter vertieft werden.

Räumlicher Bezug

Golfstromzirkulation (Atlantik, Golf von Mexiko und Europa, Isles of Scilly), globales Klimasystem, globale Meeresströmungen

Konzeptorientierung

Deutschland: Mensch-Umwelt-System (menschliches (Teil-)System, natürliches (Teil-) System), Systemkomponenten (Struktur, Funktion, Prozess), Maßstabsebenen (regional, national, international, global), Zeithorizont (langfristig), Raumkonzepte (Raum als Container, Beziehungsraum)

Österreich: Raumkonstruktion und Raumkonzepte, Maßstäblichkeit, Mensch-Umwelt-Beziehungen, Geoökosysteme

Schweiz: natürliche Grundlagen der Erde untersuchen (1.2c, 1.3a), Mensch-Umwelt-Beziehungen analysieren (3.1a)

8.4 Transfer

Der Umgang mit faktischer Komplexität, der hier mit einem Fokus auf vernetztes Denken/Systemkompetenz, Quellenbewusstsein und Umgang mit unsicherem Wissen trainiert wird, ist in nahezu allen Themenfeldern der BNE (Bildung für nachhaltige Entwicklung) und des Globalen Lernens relevant. Allein die Berücksichtigung unterschiedlicher Nachhaltigkeitsdimensionen (Ökonomie, Ökologie, Soziales, Politik) mit den ihnen zugehörigen Einflussgrößen und deren Vernetzungen führt zu einer ausgeprägten faktischen Komplexität, die oftmals mit unsicherem Wissen und damit mit der Frage nach verlässlichen Quellen einhergeht. So können die hier vorgestellten methodischen Zugänge (Arbeit mit Concept Maps als reduktiv-organisierende Strategie, Analyse der Vertrauenswürdigkeit von Quellen) sehr sinnvoll bei der Behandlung vieler Themen der BNE und des Globalen Lernens eingesetzt werden.

Verweise auf andere Kapitel

- Fögele, J. & Hoffmann, K. W.: *Wissenschaftsorientierung. Folgen des Klimawandels.* Band 1, Kapitel 20.
- Fögele, J., Mehren, R. & Rempfler, A.: *Systemkompetenz. Planetare Belastungsgrenzen – Stickstoff.* Band 1, Kapitel 17.
- Kanwischer, D.: *Reflexion. Informationssektor – Geographien der Information.* Band 2, Kapitel 26.
- Keller, J., Blersch, M., Dannwolf, L., Plass, C. & Siegmund, A.: *Fernerkundung. Globale Zirkulation – El Niño-Ereignisse.* Band 1, Kapitel 9.
- Kubisch, S., Keller, L. & Parth, S.: *Klimawandelbildung. Ökozonen – Klimawandel.* Band 1, Kapitel 13.
- Meyer, C. & Mittrach, S.: *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Welthandel – Textilindustrie.* Band 2, Kapitel 20.
- Reuschenbach, M. & Hoffmann, T.: *Aktualitätsprinzip. Ökosysteme – Gefährdung von Lebensräumen.* Band 1, Kapitel 18.
- Scholten, N., Nöthen, E. & Sprenger, S.: *Sprachbewusster Umgang mit Bildern. Klimawandel – Auswirkungen des Klimawandels.* Band 1, Kapitel 21.

Literatur

Bögeholz, S., & Barkmann, J. (2005). Rational choice and beyond: Handlungsorientierende Kompetenzen für den Umgang mit faktischer und ethischer Komplexität. In R. Klee & A. Sandmann (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Bd. 2, S. 211–224). Studienverlag.

Bröckner, H., & Kelletat, D. (2011). Marine Regime. In H. Gebhardt, R. Glaser, U. Radtke, & P. Reuber (Hrsg.), *Geographie. Physische Geographie und Humangeographie* (S. 598–603). Springer.

de Haan, G. (2009). *Transfer 21. Bildung für nachhaltige Entwicklung. Hintergründe, Legitimation und (neue) Kompetenzen*. Programm Transfer 21.

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, SCNAT & Umweltbundesamt GmbH. *IPCC-Sonderbericht über den Ozean und die Kryosphäre in einem sich wandelnden Klima (SROCC). Hauptaussagen* (Finale Version vom 20. November 2020). https://www.de-ipcc.de/270.php#SROCC%20%C3%9Cbersetzungen (28.01.2020).

DGfG. (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen* (10. aktualisierte und überarbeitete Aufgabe). Bonn.

DKK (Deutsches Klima-Konsortium e. V.) & KDM (Konsortium Deutsche Meeresforschung e. V.) (Hrsg.). (2017). *Zukunft der Golfstromzirkulation. Fakten und Hintergründe aus der Forschung.* Berlin. https://www.deutsches-klima-konsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Publikationen_DKK/Zukunft_der_Golfstromzirkulation_DKK_KDM.pdf (06.01.2021).

IPCC (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N. M. Weyer (Hrsg.)]. Cambridge University Press.

Kasang, D. (o. J.). Golfstrom. https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Golfstrom (06.01.2021).

Mehren, M., Mehren, R., Ohl, U., & Resenberger, C. (2015). Die doppelte Komplexität geographischer Themen – Eine lohnenswerte Herausforderung für Schüler und Lehrer. *Geographie aktuell und Schule, 216,* 4–11.

Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI). (2017). Was ist der Golfstrom? https://mpimet.mpg.de/kommunikation/fragen-zu-klima-/-faq/was-ist-der-golfstrom (06.01.2021).

Ohl, U. (2013). Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. *Praxis Geographie, 3,* 4–8.

Ohl, U. (2018). Herausforderungen und Wege eines systematischen Umgangs mit komplexen Themen in der schulischen Nachhaltigkeitsbildung. In T. Pyhel (Hrsg.), *Zwischen Ohnmacht und Zuversicht? Vom Umgang mit Komplexität in der Nachhaltigkeitskommunikation* (S. 131–146). Oekom.

Rempfler, A., & Uphues, R. (2011). Systemkompetenz im Geographieunterricht – Die Entwicklung eines Kompetenzmodells. In C. Meyer (Hrsg.), *Geographische Bildung. Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis* (S. 36–48). Westermann.

Rieckmann, M. (2013). Schlüsselkompetenzen für Denken und Handeln in der Weltgesellschaft – Ergebnisse eines europäisch-lateinamerikanischen Experten-Delphis. In B. Overwien & H. Rode (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Lebenslanges Lernen, Kompetenz und gesellschaftliche Teilhabe* (S. 69–88). Budrich.