

BAYREUTHER KONTAKTSTUDIUM GEOGRAPHIE

Band 11

Gabriele Obermaier, Manfred Miosga, Gabriele Schrüfer, Kati Barthmann (Hrsg.)

Nachhaltigkeit

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Die Universität Bayreuth wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive
Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für
Bildung und Forschung gefördert.

Verlag Naturwissenschaftliche Gesellschaft Bayreuth e.V.
Bayreuth 2021

Der Klimawandel in unserer Region – forschendes Lernen im W-Seminar der gymnasialen Oberstufe

Sebastian Brumann & Ulrike Ohl

1 Ein W-Seminar zum Klimawandel in der eigenen Region nach dem Ansatz forschenden Lernens in Kooperation von Universität und Schulen

Seit dem Schuljahr 2019/20 haben Geographielehrkräfte an bayerischen Gymnasien die Möglichkeit, im Rahmen eines W-Seminars mit ihren Schülerinnen und Schülern Aspekte des Klimawandels „vor der eigenen Haustür“ zu erforschen und dabei auf ein Seminar-konzept zurückzugreifen, das am Lehrstuhl für Didaktik der Geographie der Universität Augsburg erarbeitet wurde. Das über eineinhalb Jahre laufende wissenschaftspropädeutische Seminar („W-Seminar“) bietet dazu hervorragende Rahmenbedingungen, ist es doch schon von der Grundidee her auf das wissenschaftliche Arbeiten, dem hier eine besondere Rolle zukommt, ausgerichtet. Zudem stellt das W-Seminar genügend Zeit zur Verfügung, sodass die Schülerinnen und Schüler auf Basis einer vertiefenden fachlichen Auseinandersetzung mit den regionalen Implikationen des globalen Klimawandels zu eigenen tragfähigen Forschungsfragen gelangen können, die ihren individuellen Interessen besonders entsprechen und denen sie unter Anwendung physisch- und / oder humangeographischer – also sozial- und naturwissenschaftlicher – Feldforschungsmethoden nachgehen. Ihre mithilfe von interaktiven Lernmodulen und der Fachliteratur erarbeiteten fachlichen Grundlagen, ihre forschungsmethodische Vorgehensweise, wie auch ihre selbst erzielten Erkenntnisse stellen sie abschließend in

ihrer W-Seminararbeit dar.

Forschendes Lernen in dieser Intensität kommt in W-Seminaren bisher eher selten zur Anwendung. Die hierfür benötigten Unterrichtsmaterialien sowie die didaktisch-methodischen Hintergrundinformationen stellt der Lehrstuhl den Lehrkräften in Form eines sog. Manuals, d.h. einer Handreichung mitsamt aller Unterrichtsmaterialien, und von interaktiven Lernmodulen zur Verfügung. Zudem bietet der Lehrstuhl an der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen einen dreitägigen Lehrgang zu dem W-Seminar an, sodass sich die Lehrkräfte vertiefend vorbereiten können. Im Schuljahr 2019/20 starteten 14 Gymnasien mit dem W-Seminar, im Schuljahr 2020/21 kamen 20 weitere Seminare hinzu.

Das W-Seminar und die darauf bezogene geographiedidaktische Forschung am Lehrstuhl für Didaktik der Geographie der Universität Augsburg sind eingebettet in ein großes bayerisches Forschungsnetzwerk zum regionalen Klimawandel in Bayern, „bayklif“ („Bayerisches Netzwerk für Klimaforschung“), gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (BAYKLIF, 2020). Dort geht es in mehreren Forschungsverbänden um die Erforschung der Implikationen des Klimawandels in Bayern. Das W-Seminar gehört dabei dem Verbund „BAYSICS“ an, in welchem ein Citizen Science Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation in Bayern aufgebaut wird (BAYSICS, 2020). Da gerade Schülerinnen und Schüler eine wich-

tige Zielgruppe eines Citizen Science Projekts zum regionalen Klimawandel sind, stehen sie im „BAYSICS-Teilprojekt 8“ im Fokus.

Am Lehrstuhl wird im Sinne der Designforschung nach dem Design-Based Research-Ansatz (FEULNER, OHL & HÖRMANN, 2015) erforscht, wie Schülerinnen und Schüler im Rahmen des W-Seminars bestmöglich dabei unterstützt werden können, zu eigenen interessanten Forschungsfragen zu gelangen und einen tragfähigen eigenen Forschungsansatz zu entwickeln und umzusetzen. Auf dieser Grundlage wird das W-Seminarkonzept kontinuierlich optimiert. Da dieses sehr intensiven Ansatz forschenden Lernens verfolgt, wird dieser in den beiden nächsten Kapiteln näher beleuchtet, zunächst eher grundlegend, dann hinsichtlich seiner Potenziale für die unterrichtliche Behandlung des Klimawandels.

2 Forschendes Lernen im Geographieunterricht

Der Begriff „forschendes Lernen“ erscheint zunächst sehr geläufig, ist er doch des Öfteren in didaktischen Publikationen zu lesen. Auch in der deutschsprachigen Geographiedidaktik findet er Verwendung, dort bislang aber stark naturwissenschaftlich geprägt, mit einem deutlichen Fokus auf das Arbeiten mit experimentellen Arbeitsweisen (vgl. z.B. MÖNTER, OTTO & PETER, 2017; MÖNTER & OTTO, 2016; MÖNTER & HOF, 2012; WILHELM, 2012; OTTO, MÖNTER, HOF & WIRTH, 2010; LETHMATE, 2006). Bei genauerer Betrachtung verbirgt sich hinter forschendem Lernen bzw. der englischen Entsprechung „inquiry-based learning“ allerdings ein weites Feld an Ansätzen und Konzepten, die sich auf unterschiedliche wissenschaftliche Domänen, Bildungskontexte, Altersstufen und Anwendungsziele erstrecken. Sie alle weisen im Kern einen Überschneidungsbereich an

Gemeinsamkeiten auf, der sich speziell mit Blick auf die Geographie in einer prototypischen Definition wie folgt zusammenfassen lässt: „Geographisches forschendes Lernen bezeichnet schulische Arbeitsformen, die dem Suchen und Finden von (mindestens) für die Lernenden neuen geographischen Erkenntnissen dienen und in Haltung und Methode analog den Einstellungen und dem systematischen Vorgehen erfolgen, wie es für das wissenschaftliche Arbeiten in der Geographie charakteristisch ist“ (BRUMANN & OHL 2019, S. 107). Konkret heißt das, Neugier gegenüber geographischen Phänomenen zu fördern, geographische Fragen zu stellen und diesen Fragen mit dem Ziel ihrer Beantwortung durch eigene Untersuchungen unter Anwendung geeigneter human- und physisch-geographischer Arbeitsweisen planmäßig nachzugehen.

Um je nach Altersstufe und Zielorientierung unterschiedlich starke Ausprägungen dieser Vorstellung realisieren zu können, lassen sich Ansätze forschenden Lernens in einem Spektrum anordnen, das von sehr wissenschaftsnahen Umsetzungen (vgl. Abb. 1, rechte Seite) bis hin zu solchen reicht, die eher weit von genuiner wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung entfernt sind (vgl. Abb. 1, linke Seite).

Mithilfe dieses Spektrums lassen sich Ansätze forschenden Lernens anhand der Ausprägung der in der Mitte aufgelisteten Dimensionen klassifizieren. Ansätze etwa, die sich durch eine kurze Dauer des unterrichtlichen Vorhabens, einen geringen Stoffumfang, einen engeren inhaltlichen Fokus, ein eingeschränktes methodisches Repertoire, eine geringe Orientierung an wissenschaftlichen Grundhaltungen und Vorgehensweisen etc. auszeichnen, entsprechen dem Charakter „echter“ Forschung wenig und sind deshalb links im Spektrum einzuordnen. An-

Spektrum forschenden Lernens

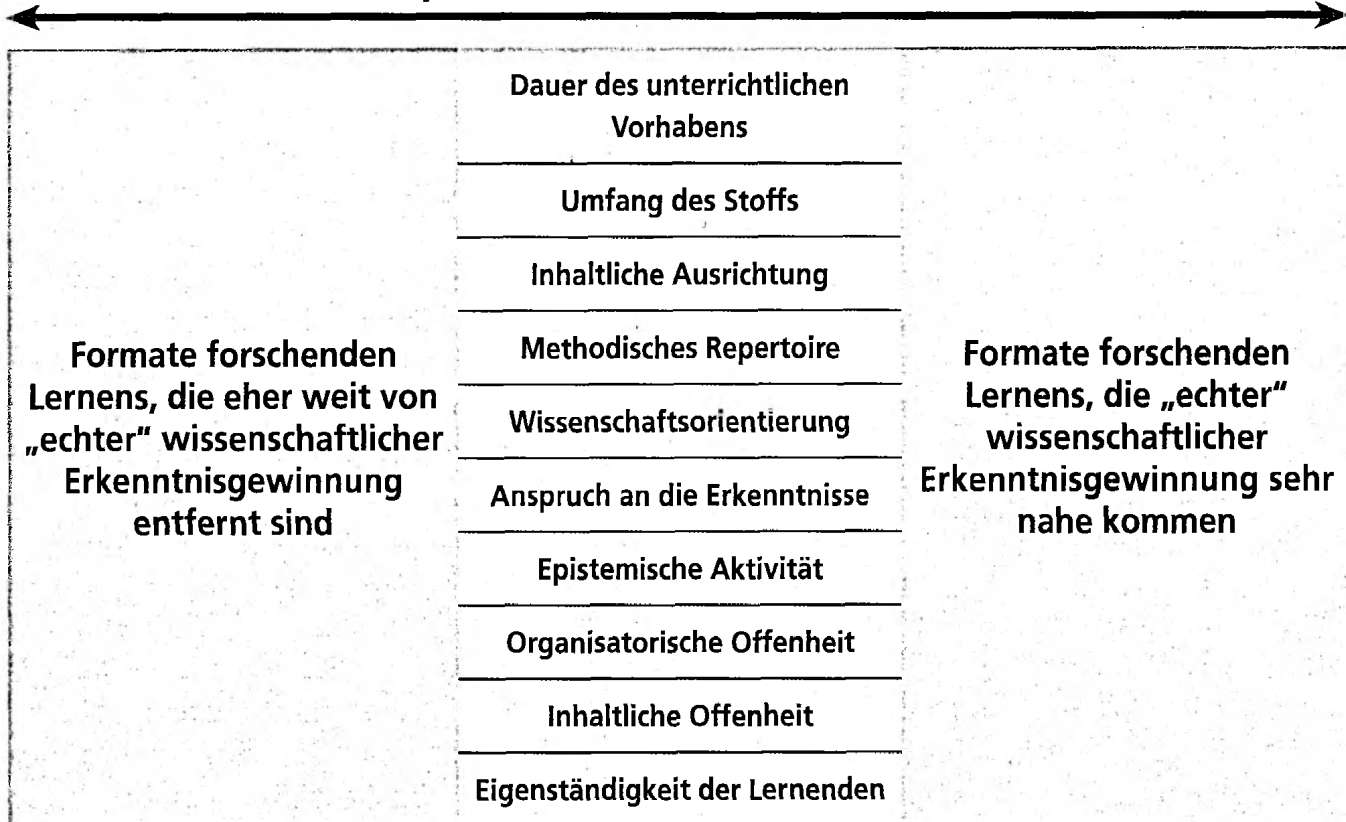


Abbildung 1: Das Spektrum forschenden Lernens (eigene Darstellung)

sätze hingegen, die z.B. auf ein langfristiges Unterrichtsvorhaben hin ausgerichtet sind, ein breites und wissenschaftsnahes methodisches Repertoire zur Verfügung stellen, umfangreiche Reflexion über die eigenen Untersuchungen und Erkenntnisse erlauben, individuelles, eigenständiges Erkenntnisstreben in den Mittelpunkt stellen und einen größeren inhaltlichen und organisatorischen Spielraum bieten, sind im Spektrum rechts anzusiedeln, da sie einer wissenschaftlichen Vorgehensweise schon sehr nahekommen (für eine ausführlichere Erläuterung dieser Klassifizierung sowie der darin enthaltenen Dimensionen vgl. BRUMANN & OHL, 2018).

Als ein weiteres Merkmal (vor allem wissenschaftsnahen) forschenden Lernens kann das Durchlaufen des Lernprozesses in Form eines prototypischen wissenschaftlichen Forschungszyklus' gelten, welches in Kapitel 4 näher beschrieben wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Grundprinzipien forschenden Lernens mitunter großen Spielraum für die konkrete Umsetzung im Unterricht zulassen. Sie erlauben es dabei aber insbesondere, Lernprozesse so zu gestalten, dass sie den Charakter wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung widerspiegeln und somit ein Lernen durch und über das Forschen ermöglichen.

3 Potenziale forschenden Lernens zum Klimawandel in der eigenen Region

Doch inwiefern erscheint forschendes Lernen gerade bei der fachlichen Auseinandersetzung mit dem Klimawandel gewinnbringend? Anders gefragt: Welche Potenziale weist forschendes Lernen im Umgang mit den didaktischen und pädagogischen Herausforderungen auf, die in der Forschung zur Climate Change Education bereits identifiziert wurden? Zur Beantwortung dieser Frage soll

der Blick auf einige dieser Herausforderungen gerichtet werden (vgl. dazu auch BRUMANN, SCHACKERT & OHL, 2019).

So sind sich etwa viele Menschen der Risiken des Klimawandels bewusst und erachten diese auch als bedeutsam – dennoch tun die meisten eher wenig, um einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten (RENN, 2018). Neben unterschiedlichen persönlichen und situationsbezogenen Faktoren ist eine Erklärung für diese Kluft zwischen Wissen und persönlichem Handeln, dass der Klimawandel häufig als abstrakt und als zeitlich und räumlich weit entfernt wahrgenommen wird und seine Folgen häufig eher in anderen Teilen der Erde verortet werden (CHIARI, VÖLLER & MANDL, 2016; FIENE, 2014; RENN, 2018). Diese psychologische Distanzierung geht oftmals einher mit der Überzeugung, dass die eigenen Handlungsmöglichkeiten sehr eingeschränkt sind und dass man selbst als Einzelperson sowieso nichts ausrichten kann. Hinsichtlich des W-Seminars besteht die Hoffnung, diese wahrgenommene zeitliche und räumliche Distanz durch die Beschäftigung mit ganz individuellen Forschungsfragen nach eigenen Interessen, und zwar in der eigenen Region, im Hier und Jetzt und im sozialen Austausch mit den Peers, zu reduzieren.

Der Klimawandel ist darüber hinaus ein faktisch und ethisch komplexes Thema (MEYER, EBERTH & WARNER, 2018; OHL, 2018), was z.B. schon die Frage nach der sog. Klimagerechtigkeit zeigt. So erstaunt es nicht, dass die internationale Forschung zu Schülervorstellungen belegt, dass die Mehrzahl der Lernenden oft falsche, sehr persistente Vorstellungen vom Klimawandel hat. Zum Beispiel sind viele Jugendliche der Ansicht, das Ozonloch sei die Ursache für den anthropogenen Treibhauseffekt – auch nach der Behandlung des Themas im Unterricht (FELZMANN, 2018; REINFRIED & TEMPELMANN, 2014; SCHULER,

2011). Didaktische Ansätze im Sinne eines gemäßigten Konstruktivismus, wie hier das forschende Lernen, enthalten ein gutes Potenzial für die Herbeiführung eines Conceptual Change, also einer Vorstellungsänderung in Richtung fachlich korrekter Konzepte. Klar ist dabei, dass ein besseres Wissen über den Klimawandel nicht automatisch zu klimabewusstem Handeln führt; dies wurde bereits deutlich. Gleichzeitig ist ein fundiertes Wissen jedoch eine essentielle Voraussetzung für klimabewusstes Handeln, wie die Studien von RANNEY & CLARK (2016) zeigen.

Eine weitere Herausforderung ist die Darstellung des Klimawandels in den Medien und in politischen Debatten. Kontroverse Debatten sind hier prägend und auch Fake News nicht selten. Die intensive Auseinandersetzung mit der Frage nach seriösen und unseriösen Quellen im Sinne wissenschaftlichen Arbeitens kann die Lernenden im kritischen Denken stärken.

Erfreulicherweise sprechen zahlreiche empirische Erkenntnisse dafür, dass forschendes Lernen zum Klimawandel die erhofften Wirkungen zeigt. So wirkt sich forschendes Lernen positiv auf das Verstehen wissenschaftlicher Konzepte aus (CHANG & MAO, 1999; MARKAKI, 2014) und zeigt positive Wirkungen im Umgang mit wissenschaftlichen Fehlvorstellungen wie auch hinsichtlich eines gelingenden Conceptual Change (REINFRIED, 2007; SCHULER, 2011; CHINN, DUNCAN, DIANOVSKY & RINEHART, 2013), konkret auch in Bezug auf den Treibhauseffekt (KUKKONEN, KÄRKKÄINEN, DILLON & KEINONEN, 2013). Eine hohe Alltagsrelevanz begünstigt die Vermittlung von Wissen über den Klimawandel an junge Menschen (CHIARI ET AL. 2016). KUISMA (2017) zeigte, dass twenty-first century skills durch forschendes Lernen gefördert werden können. Einige Studien weisen zudem nach, dass sich forschendes Lernen positiv auf die

Fähigkeiten zum kritischen Denken auswirkt (APEDOE, WALKER & REEVES, 2006; AL-MAKTOUMI, AL-ISMAILY & KACIMOV, 2016; DURAN & DÖKME, 2016; UZUNÖZ, ERTURAN ILKER, ARSLAN & DEMIRHAN, 2018).

Doch wie wird der Ansatz forschenden Lernens konkret im W-Seminar zum Klimawandel in der eigenen Region umgesetzt, um möglichst viele der hier beschriebenen Potenziale fruchtbar zu machen? Darauf geht der folgende Abschnitt näher ein.

4 Der Ablauf des W-Seminars in Anlehnung an einen typischen Forschungszyklus in der Wissenschaft

Wie in Kapitel 2 bereits erwähnt, stellt die enge Orientierung an einem wissenschaftlichen Forschungszyklus ein Kerncharakteristikum für wissenschaftsnahes forschendes Lernen dar. Entsprechend wurde der Strukturierung der Lernprozesse im W-Seminar

ein solcher prototypischer Zyklus zugrunde gelegt. Die Anordnung und Beschreibung der einzelnen Phasen, die die Lernenden im W-Seminar durchlaufen, ist in Abb. 2 zu sehen.

In der Initialphase eines Forschungsvorhabens beschäftigen sich Wissenschaftler/innen zunächst ausführlich mit ihrem Fachgebiet, arbeiten den aktuellen Stand der Erkenntnis auf und identifizieren auf dieser Grundlage eventuelle Forschungslücken, denen nachzugehen es sich lohnen könnte. Analog dazu bekommen Schülerinnen und Schüler zu Beginn des W-Seminars zuerst einmal Zeit, um u.a. anhand von interaktiven Onlinelernmodulen in das Rahmenthema einzutauchen. Diese Module wurden am Lehrstuhl für Didaktik der Geographie an der Universität Augsburg eigens für diesen Zweck entwickelt und beziehen sich einerseits konkret auf die Ursachen, Prozesse und Folgen des globalen und regionalen Klimawandels sowie seine

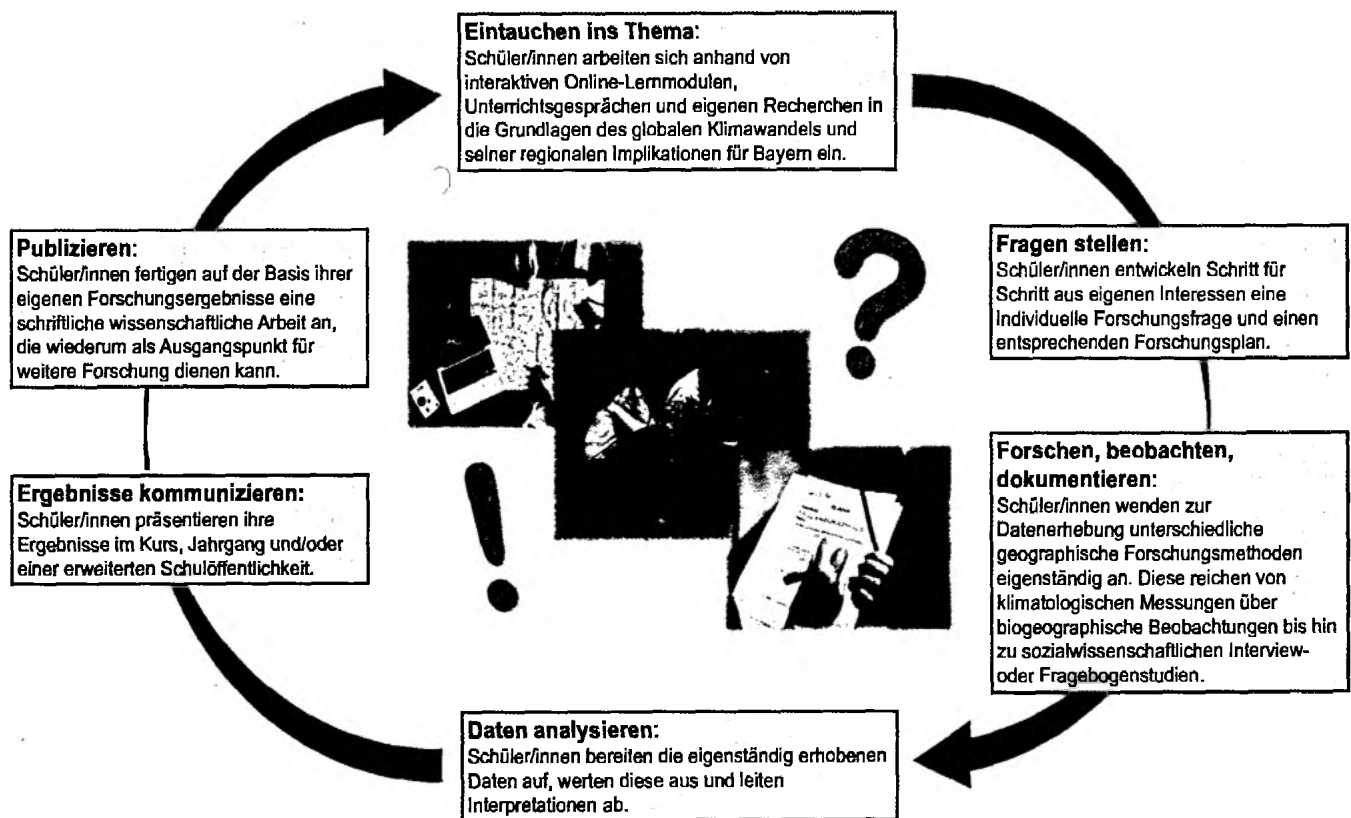


Abbildung 2: Ein typischer wissenschaftlicher Forschungszyklus als Grundlage für den Ablauf des W-Seminars (eigene Darstellung)

Wahrnehmung durch den Menschen. Andererseits beleuchten sie relevante regionale Implikationen des Klimawandels anhand ganz bestimmter fachlicher Perspektiven – so etwa die Beeinflussung der phänologischen Jahreszeiten, die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme oder Veränderungen des Stadtklimas.

Diese unterschiedlichen Perspektiven erlauben es den Schülerinnen und Schülern, erste Interessensrichtungen zu identifizieren und – ähnlich wie es auch in der Wissenschaft geschieht – in einem zweiten Schritt dann forschungsleitende Fragen bzw. Hypothesen abzuleiten. Von echten individuellen Interessen ausgehend sollen sie also zu einer wissenschaftlichen Fragestellung kommen, einen forschungsmethodischen Ansatz dafür entwickeln sowie ein eigenes Forschungsprojekt planen.

Auf dieser Basis erheben und dokumentieren die Lernenden während einer anschließenden Feldforschungsphase eigene Daten durch den Einsatz unterschiedlicher geographischer Forschungsmethoden. Da die Geographie als Wissenschaft hier ein breites Spektrum natur- und sozialwissenschaftlicher Zugänge bietet, erstrecken sich die potentiellen Forschungsaktivitäten auf entsprechend vielseitige Möglichkeiten: Messungen von Klimaelementen in der Innenstadt sind ebenso denkbar wie phänologische Beobachtungen, qualitative Interviewstudien zur Wahrnehmung von Klimaauswirkungen oder quantitative Fragebogenstudien zu klimafreundlichem Handeln.

Die so gewonnenen Rohdaten müssen im Anschluss aufbereitet werden, um ihnen einen Sinn zu geben und Schlüsse daraus abzuleiten. Auch hier kommen Methoden zur Anwendung, die so auch in der Wissenschaft gängig sind – z.B. also die Transkription und qualitative Inhaltsanalyse von Interviewda-

ten oder etwa die statistische Auswertung von Fragebögen oder Messreihen.

Aus den aufbereiteten Daten lassen sich schließlich zentrale Erkenntnisse ableiten, die dann in einer interessierten Fachöffentlichkeit kommuniziert werden. In der Wissenschaft findet dies üblicherweise innerhalb einer fachlichen Community, z.B. im Rahmen von wissenschaftlichen Tagungen statt, in der Schule können die Ergebnisse im Klassenverband oder sogar in einer erweiterten Schulöffentlichkeit aus Eltern, Lehrkräften und anderen Interessierten präsentiert werden.

Eine letzte Station in diesem Zyklus stellt die schriftliche Publikation dar. Dieser Schritt, der in den Schulen auch gerne oftmals verkürzt als „das wissenschaftliche Arbeiten“ aufgefasst wird, dient der transparenten, nachvollziehbaren Darstellung der fachlichen Grundlagen, der Forschungsfrage, der methodischen Vorgehensweise sowie der erarbeiteten empirischen Forschungsergebnisse. Während das Publikationsmedium in der Wissenschaft aus einschlägigen Fachzeitschriften besteht, erfüllt diesen Zweck im W-Seminar die schriftliche Seminararbeit. Das Citizen Science Portal des BAYSICS-Forschungsverbundes bietet seit dem Jahr 2020 Schülerinnen und Schülern außerdem die Möglichkeit, ihre Forschungsergebnisse in Form einer Kurzzusammenfassung zu veröffentlichen.

Die durch die Forschungsaktivitäten im W-Seminar erzielten Erkenntnisse können wie in der Wissenschaft schließlich wieder den Ausgangspunkt für neue Fragen und damit neue Forschung darstellen, wodurch letztendlich neue Forschungszyklen initiiert werden können.

5 Fazit

Das W-Seminarkonzept zur Erforschung des regionalen Klimawandels in Bayern konnte im Rahmen eines Pilotprojekts mit Start

im Schuljahr 2018 sowie der 14 W-Seminare mit Start im Schuljahr 2019 bereits intensiv begleitet und beforscht werden. Die bisherigen Erfahrungen aus diesen Seminar-durchführungen lassen sich als sehr positiv beschreiben: Die Forschungsaktivitäten der Schülerinnen und Schüler auf der Grundlage ihrer eigenen Interessen bilden einen guten Ausgangspunkt für motiviertes Arbeiten im W-Seminar. Den Lernenden gelingt es in der Regel sehr gut, durch die klar phasierte Struktur ein eigenes Forschungsprojekt zu planen und durchzuführen sowie auf diese Weise zu spannenden Erkenntnissen zu gelangen. Teils wurden dabei so engagierte, gut durchdachte Untersuchungen vorgenommen, dass auch aus wissenschaftlicher Sicht interessante, vielversprechende Ergebnisse erzielt werden konnten. Auch viele der in Kapitel 3 beschrie-

benen Vorzüge forschenden Lernens ließen sich bisher prinzipiell bestätigen – so etwa eine wachsende Tendenz der Schülerinnen und Schüler zum kritischen bzw. reflektierten Denken, ein Eintauchen in systematische wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen und ein besseres Verstehen wissenschaftlicher Konzepte sowie nicht zuletzt ein Abbau der psychologischen Distanz zum Phänomen des Klimawandels durch die intensive Auseinandersetzung in der eigenen Lebenswelt. All diese Erfahrungen und schließlich die sehr konstruktive Zusammenarbeit mit den teilnehmenden Schulen und Lehrkräften geben Anlass dazu, das W-Seminarkonzept mit Blick auf eine forschungsnahe geographische Wissenschaftspropädeutik an den bayerischen Gymnasien weiter zu etablieren und sukzessive zu optimieren.

Literaturverzeichnis

- AL-MAKTOUMI, A., AL-ISMAILY, S. & KACIMOV, A. (2016). Research-based learning for undergraduate students in soil and water sciences. A case study of hydrogeology in an arid-zone environment. *Journal of Geography in Higher Education* 40 (3), 321-339.
- APEDOE, X. S., WALKER, S. E. & REEVES, T. C. (2006). Integrating Inquiry-based Learning into Undergraduate Geology. *Journal of Geoscience Education* 54 (3), 414-421.
- BAYKLIF (2020): bayklif - das Bayerische Netzwerk für Klimaforschung. Verfügbar unter: <https://www.bayklif.de> (20.08.2020).
- BAYSICS (2020): BAYSICS -das Portal. Verfügbar unter: <https://www.baysics.de> (20.08.2020).
- BRUMANN, S. & OHL, U. (2019). Forschendes Lernen im Geographieunterricht. In G. OBERMAIER (Hrsg.), *Vielfältige Geographien – fachliche und kulturelle Diversität im Unterricht nutzbar machen* (S. 101-115). Bayreuth: Verlag Naturwissenschaftliche Gesellschaft Bayreuth e.V.
- BRUMANN, S., OHL, U. & SCHACKERT, C. (2019). Researching climate change in their own backyard – inquiry-based learning as a promising approach for senior class students. In W. L. FILHO, S. L. HEMSTOCK (Eds.), *Climate Change and the Role of Education* (pp. 71-86). Cham: Springer.
- CHANG, C.-Y. & MAO, S.-L. (1999). Comparison of Taiwan Science Students' Outcomes With Inquiry-Group Versus Traditional Instruction. *The Journal of Educational Research* 92 (6), 340-346.
- CHIARI, S., VÖLLER, S. & MANDL, S. (2016). Wie lassen sich Jugendliche für Klimathemen begeistern? Chancen und Hürden in der

- Klimakommunikation. *GW-Unterricht* 141 (1), 5–18. doi:10.1553/gw-unterricht141s5
- CHINN, C. A., DUNCAN, R. G., DIANOVSKY, M. & RINEHART, R. (2013). Promoting Conceptual Change Through Inquiry. In S. VOSNIADOU (Ed.), *International handbook of research on conceptual change (Educational psychology handbook series, 2nd ed., pp. 539–559)*. New York: Routledge.
- DURAN, M., & DÖKME, I. (2016). The effect of the inquiry-based learning approach on student's critical-thinking skills. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 12 (12), 2887–2908. doi:10.12973/eurasia.2016.02311a
- FELZMANN, D. (2018). Vorstellungen von Lernenden zu Ursachen und Folgen des Klimawandels und darauf aufbauende Unterrichtskonzepte. In MEYER, C., EBERTH, A., & WARNER, B. (Ed.), *Klimawandel im Unterricht. Bewusstseinsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (S. 53–63)*. Braunschweig: Diercke.
- FEULNER, B., OHL, U. & HÖRMANN, I. (2015). Design-Based Research – ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potenziale für die Geographiedidaktik. *Zeitschrift für Geographiedidaktik* (3), 205–231.
- FIENE, C. (2014). Wahrnehmung von Risiken aus dem globalen Klimawandel – eine empirische Untersuchung in der Sekundarstufe I. Dissertation. Verfügbar unter: <https://opus.ph-heidelberg.de/frontdoor/index/index/docId/47> (20.08.2020).
- KUISMA, M. (2017). Narratives of inquiry learning in middle-school geographic inquiry class. *International Research in Geographical and Environmental Education* 27 (1), 85–98.
- KUKKONEN, J. E., KÄRKKÄINEN, S., DILLON, P. & KEINONEN, T. (2013). The Effects of Scaffolded Simulation-Based Inquiry Learning on Fifth-Graders' Representations of the Greenhouse Effect. *International Journal of Science Education* 36 (3), 406–424.
- LETHMATE, J. (2006). Experimentelle Lehrformen und Scientific Literacy. *Praxis Geographie*, 17, 4–11.
- MARKAKI, V. (2014). Environmental Education through Inquiry and Technology. *Science Education International* 25 (1), 86–92.4
- MEYER, C., EBERTH, A., & WARNER, B. (2018). Einführung. In C. MEYER, A. EBERTH & B. WARNER (Hrsg.), *Klimawandel im Unterricht. Bewusstseinsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (pp.4–5)*. Braunschweig: Diercke.
- MÖNTER, L. & HOF, S. (2012). 4.3 Experimente. In J.-B. HAVERSATH (Hrsg) *Geographiedidaktik (S. 289–313.)*. Braunschweig: Westermann Schulbuchverlag.
- MÖNTER, L. & OTTO, K.-H. (2016). Experimentelles Arbeiten im Geographieunterricht: Grundlagen, Erkenntnisse, Konsequenzen. *Geographie aktuell & Schule*, 219, 4–13.
- MÖNTER, L., OTTO, K.-H. & PETER, C. (Hrsg.). (2017). *Diercke Experimentelles Arbeiten. Beobachten, Untersuchen, Experimentieren*. Druck A¹. Braunschweig: Westermann. ISBN 978-3-14-109816-7.
- 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.
- OTTO, K.-H., MÖNTER, L., HOF, S. & WIRTH, J. (2010). Das geographische Experiment im Kontext empirischer Lehr-/Lernforschung. *Geographie und ihre Didaktik*, 3, 133–145.
- RANNEY, M. A. & CLARK, D. (2016). Climate Change Conceptual Change: Scientific Information Can Transform Attitudes. To-

- pics in Cognitive Science, 8, 49-75.
- REINFRIED, S. (2007). Alltagsvorstellungen und Lernen im Fach Geographie. Zur Bedeutung der konstruktivistischen Lehr-Lerntheorie am Beispiel des Conceptual Change. *Geographie und Schule* (168), 19-28.
- REINFRIED, S. & TEMPELMANN, S. (2014). Wie Vorwissen die Lernenden beeinflusst - Eine Lernprozessstudie zur Wissenskonstruktion des Treibhauseffekt-Konzepts. *Zeitschrift für Geographiedidaktik* 42(1), 31-56.
- RENN, O. (2018). Klimaveränderungen als systemisches Risiko erkennen - Wege zur Handlungsbereitschaft. In MEYER, C., EBERTH, A., & WARNER, B. (Ed.): *Klimawandel im Unterricht. Bewusstseinsbildung für eine nachhaltige Entwicklung* (S. 77-85). Braunschweig: Diercke.
- SCHULER, S. (2011). Alltagstheorien zu den Ursachen und Folgen des globalen Klimawandels. Erhebung und Analyse von Schülervorstellungen aus geographiedidaktischer Perspektive (Bochumer Geographische Arbeiten, Vol. 78). Bochum: Europäischer Univ.-Verl.
- UZUNÖZ, S., ERTURAN ILKER, G., ARSLAN, Y. & DEMIRHAN, G. (2018). The Effect of Different Teaching Styles on Critical Thinking and Achievement Goals of Prospective Teachers. *Spormetre* 17 (2), 80-95.
- WILHELMI, V. (2012). Die experimentelle Lehrform. Herausforderung des kompetenzorientierten Geographieunterrichts. *Praxis Geographie*, 7-8, 4-8.

Autorin und Autor:**Prof. Dr. Ulrike Ohl**Universität Augsburg; E-Mail: ulrike.ohl@geo.uni-augsburg.de**Sebastian Brumann**Universität Augsburg; E-Mail: sebastian.brumann@geo.uni-augsburg.de

Das Forschungsprojekt wird gefördert aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst im Rahmen des bayerischen Klimaforschungsnetzwerks bayklif.