

Experimentelles Arbeiten im Geographieunterricht

Grundlagen, Erkenntnisse, Konsequenzen

Leif Mönter, Karl-Heinz Otto

Der potenzielle Nutzen experimentellen Arbeitens im Geographieunterricht ist weitgehend unbestritten. Angesichts der gegenwärtigen Berücksichtigung in der Praxis und der Ergebnisse aktueller Untersuchungen aber erscheint eine verstärkte Auseinandersetzung geboten.

„Die Vernunft muß mit ihren Prinzipien [...] in einer Hand und mit dem Experiment [...] in der anderen an die Natur gehen, zwar um von ihr belehrt zu werden, aber nicht in der Qualität eines Schülers, der sich alles vorsagen läßt, was der Lehrer will, sondern eines bestellten Richters, der die Zeugen nötigt, auf die Fragen zu antworten, die er ihnen vorlegt.“

Immanuel Kant, Kritik der reinen Vernunft, Vorrede zur zweiten Auflage.

1. Einführung

Bereits 1884 weist Höck darauf hin, dass „der Unterricht in der Geographie, um erfolgreich zu sein, sich der naturwissenschaftlichen Methode bedienen müsse, daß also nicht nur die Anschauung, sondern auch das Experiment in derselben am rechten Orte Verwendung finden müsse“ (Höck 1884, 473). Die Überlegungen zum Experimenteinsatz im geographischen Unterricht reichen also weit zurück. Die Potenziale des Experimentierens im Geographieunterricht fasst Niemz etwa hundert Jahre später in einem (wenngleich etwas sperrigen) Satz zusammen: „Der didaktische Wert geographischer Experimente kann gerade in einem lernzielorientierten, auf die Erreichung von Qualifikationen ausgerichteten Geographieunterricht kaum hoch genug veranschlagt werden, weil die Experimente sich vorzüglich zur Realisierung vieler instrumenteller, affirmativer, kognitiver und auch affektiver Lernziele eignen, weil sie darüber hinaus motivierend wirken sowie Selbsttätigkeit und Kreativität fördern, aber auch weil ihre Ergebnisse aufgrund der besonderen Situation zum Teil bleibender Besitz, zumindest jedoch wesentlich länger als die des normalen Unterrichts behalten werden“ (Niemz 1978, 86 f.).

Warum könnte es vor dem Hintergrund dieser langen und maßgeblich unumwunden positiven Einschätzung des experimentellen Arbeitens im Geographieunterricht dann sinnvoll erschei-

nen, sich im Rahmen eines ganzen Heftes diesem Thema (erneut) zu widmen? Dafür sprechen zumindest drei Gründe: Erstens steht die praktische Berücksichtigung experimenteller Arbeitsweisen in einem eklatanten Kontrast zu der Würdigung auf theoriegeleiteter Ebene. Abbildung 1 zeigt, dass die Einsatzhäufigkeit von Experimenten im geographischen Unterricht recht gering ausfällt. Demgegenüber steht ein großes Interesse an der Methode auf Seiten der Schülerinnen und Schüler. Nun ließe sich vermuten, dass sich dieses Schülerinteresse dem relativ seltenen Einsatz im Geographieunterricht verdankt. Jedoch erfreuen sich Experimente auch in denjenigen naturwissenschaftlichen Fächern einer hohen Beliebtheit, in denen häufiger experimentell gearbeitet wird (vgl. etwa Kasbohn 1975, 120; Lechner 1992, 95 f.; Vogt et al. 1999, 81 f.).

Zweitens erscheint die Einbindung von Experimenten im Unterricht häufig verbesserungsfähig, nicht nur im Fach Geographie. So konstatiert etwa Euler (2005, 6), dass beim Experimentieren in der Schule „die eigenständige Planung und die anschließende Reflexion keine Rolle [spielt] und []

nur selten statt[findet]“. Ferner seien viele Schülerversuche trivial und didaktisch zu stark reduziert. Und bezogen auf den Geographieunterricht kommt etwa Lethmate (2005, 252) zu dem Ergebnis, dass in Schulbüchern zwar etliche Bezüge zum Experimentieren enthalten sind, es sich häufig jedoch nicht um Experimente im naturwissenschaftlichen Sinne handelt, da dem experimentellen Algorithmus nicht gefolgt wird und keine Berücksichtigung der Experimentkriterien stattfindet: „Experimente scheinen im geographiedidaktischen Verständnis weniger eine Erkenntnismethode denn ein Verfahren zur Nachahmung, Veranschaulichung und Simulation von Naturvorgängen zu sein“ (Lethmate 2005, 252). Vor diesem Hintergrund wird sich der Beitrag im Folgenden auch um eine begriffliche Schärfung experimenteller Arbeitsformen bemühen.

Drittens lassen sich angesichts aktueller didaktisch/pädagogischer und (fach-)politischer Entwicklungen neue bzw. weiterführende Potenziale des experimentellen Arbeitens im Geographieunterricht identifizieren. Unter dem Gesichtspunkt der Kompetenzentwicklung gewinnen experimentelle Lernformen als „didakti-

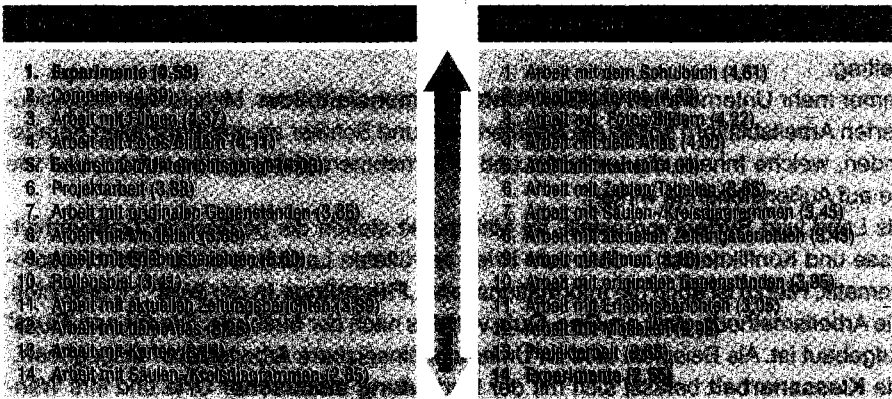


Abb. 1: Schülerinteresse an und Einsatzhäufigkeit von ausgewählten Arbeitsweisen im Geographieunterricht im Jahr 2005

Quelle: zusammengestellt nach: Hemmer/Hemmer 2010, 132

protokollierten Rohdaten die Ergebnisse mittels Rechnung oder graphischer Auswertung gewonnen. Zur Auswertung gehört der Vergleich der erzielten Ergebnisse mit den anfangs aufgestellten Hypothesen, die dabei bestätigt oder verworfen werden. Im letzteren Fall müssen neue Hypothesen formuliert und ein entsprechend daran angepasstes Design kreiert werden. Die Auswertungsphase scheint vor allem für den Lernerfolg besonders wichtig zu sein. So kommen Walpuski und Hauck (2014, 407) zu dem Ergebnis, dass die Erhöhung der reinen Experimentieraktivität in der Phase der Durchführung kaum den Lernerfolg steigert, die Anzahl der Schülererklärungen, die im Rahmen der Auswertung eingefordert werden, hierauf hingegen eine positive Auswirkung haben. Eine Sicherung an der Tafel erwies sich dabei als weniger lernwirksam als eine Sicherung im Klassengespräch oder mittels Protokoll.

Den letzten Schritt stellt die Interpretation dar. Dieser ist deutlich von der Auswertung zu trennen, da hier die Ergebnisse der Auswertung auf die Ausgangsfrage interpretativ übertragen werden. Spiegelbildlich zum Übergang von der Formulierung der Fragestellung zur Generierung von Hypothesen markiert der Übergang zwischen Auswertung und Interpretation den Übergang vom „Experimentierraum“ zurück in den „Realraum“. Ein zentraler Aspekt der Interpretation ist ferner die Methodendiskussion. Hier wird eine Fehlerabschätzung durchgeführt, die Vertrauenswürdigkeit der Daten wird eingeschätzt und die Randbedingungen des Experiments werden diskutiert (vgl. Meyer/Ziemek 2006, 6 f.). Die kritische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden (Objektivität, Gültigkeit, Evidenz) bahnt ein aufgeklärtes Verhältnis zu wissenschaftlichen Erkenntnissen an (zentraler Beitrag zu Scientific Literacy; s. o.). Auf der Grundlage des Experiments werden möglicherweise neue Hypothesen aufgestellt, es werden Vermutungen über die Anwendbarkeit auf neue Situationen erarbeitet.

5. Konsequenzen

Beim Experimentieren sollen Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliches Arbeiten praktizieren, dabei das notwendige Fachwissen erwerben und zusätzlich noch erfahren und reflektieren, wie Naturwissenschaft funktioniert (vgl. Erb 2014, 387). Dieser gekoppelte Kompetenzerwerb erweist sich, wie gezeigt wurde, in der Praxis durchaus als problematisch.

Welche Konsequenzen können also für das Experimentieren im geographischen Unterricht gezogen werden? Im Sinne der Propädeutik und der Entwicklung methodischer Kompetenzen bedarf es einer adäquaten Einführung und Einübung der unterschiedlichen experimentellen Lehr- und Lernformen, wobei auch auf die korrekte Verwendung der Begrifflichkeit geachtet werden sollte. Ferner erscheint eine reflektierte Umsetzung des experimentellen Algorithmus geboten. Hinsichtlich des integrativen bzw. transdisziplinären Charakters des Faches Geographie und einer damit verbundenen methodologischen Zielsetzung kommt der Formulierung der Fragestellung und der Interpretation der Ergebnisse als jeweiligem Übergang zwischen „Real-“ und „Experimentierraum“ eine besonders zu berücksichtigende Bedeutung zu (vgl. Beitrag Volz et al. in diesem Heft). Insgesamt gilt es, bei Modellexperimenten, die im geographischen Unterricht dominieren, diesen Transfer während aller Phasen des experimentellen Arbeitens zu ermöglichen. Im Sinne eines (moderat-)konstruktivistischen Lernverständnisses und vor dem Hintergrund bisheriger Untersuchungen erscheint es erstrebenswert, möglichst offene Formen des Experimentierens zu ermöglichen (vgl. Beitrag Schubert in diesem Heft). Um einer etwaigen Überforderung der Schülerinnen und Schüler entgegen zu wirken, ist dabei eine Reduktion der Komplexität durch eine Sequenzierung in überschaubare Teilaufgaben bzw. Teilschritte hilfreich, wobei diese Strukturierung nicht bedeuten muss, dass den Schülerinnen und Schülern Teillösungen bzw. Erklärungen vorgegeben oder Inhalte notwendig kleinschrittig und eng geführt erarbeitet werden müssen (Mikelskis-Seifert/Wiebel 2011, 6). Und schließlich bedarf es eines größeren Angebots aktueller und praxistauglicher Experimente für den Geographieunterricht, wozu die Arbeiten dieses Heftes einen Beitrag leisten. ■

Literatur

Alemann, U. von/Formdran, E. (2005): *Methodik der Politikwissenschaft. Einführung in Arbeitstechnik und Forschungspraxis*. Stuttgart.
 Arning, H./Lethmate, J. (2003): *Experimentelles Arbeiten im Geographieunterricht*. In: *Geographie und Schule*, H. 145, 35–39.
 Berck, K.-H./Graf, D. (2010): *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden*. 4. völlig überarbeitete Auflage, Wiebelsheim.
 Berck, K.-H./Graf, D. (2003): *Biologiedidaktik*

von A bis Z. Wörterbuch mit 1000 Begriffen. Wiebelsheim.

Bünning, F. (2010): *Lernerfolge beim experimentierenden Lernen. Eine Untersuchung im bautechnischen Unterricht*. In: *Lernen & Lehren*, H. 98, 67–72.

DGfG [Deutsche Gesellschaft für Geographie] (Hrsg.) (2014): *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen*. 8. Auflage, Bonn.

DGfG [Deutsche Gesellschaft für Geographie] (Hrsg.) (2002): *Grundsätze und Empfehlungen für die Lehrplanarbeit im Schulfach Geographie. Arbeitsgruppe Curriculum 2000+ der Deutschen Gesellschaft für Geographie*. O. O.

Engelhardt, W. von/Zimmermann, J. (1982): *Theorie der Geowissenschaft*. Paderborn u. a.
 Walpuski, M./Hauck, A. (2014): *Gestaltung lernwirksamer Experimentierphasen*. In: *MNU (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht)*, Jg. 67, H. 7, 402–407.

Erb, R. (2014): *Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht. Immer noch aktuell?* In: *MNU (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht)*, Jg. 67, H. 7, 387.

Euler, M. (2005): *Schülerinnen und Schüler als Forscher. Informelles Lernen im Schülerlabor*. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, H. 90, 4–12.

Falk, G. C. (2007): *Das Experiment. Einstieg in die Erforschung naturgeographischer Themen*. In: *Praxis Geographie: Einstiege in den Unterricht*, H. 1, 36–37.

Fischer, H. E./Klemm, K./Leutner, D./Sumfleth, E./Tiemann, R./Wirth, J. (2003): *Naturwissenschaftsdidaktische Lehr-Lernforschung: Defizite und Desiderata*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 9, 135–153.

Füller, F. (1992): *Biologische Unterrichtsexperimente: Bedeutung und Effektivität*. (= *Münchener Schriften zur Didaktik der Biologie*, Band 8.) München.

Gott, R./Roberts, R. (2008). *Concepts of evidence and their role in open-ended investigations and scientific literacy: Background to published papers*. The School of Education, Durham University, UK. Verfügbar unter www.dur.ac.uk/education/research/current_research/maths/msm/understanding_scientific_evidence (Mai 2013).

Scharfenberg, F.-J. (2005): *Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse*. Verfügbar unter http://www.pflanzenphysiologie.uni-bayreuth.de/didaktik-bio/en/pub/html/31120diss_Scharfenberg.pdf (September 2015).

Grube, C. R. (2010): *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Untersuchung der Struktur und Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Kassel.

- Hahn, S./Stiller, C./Stockey, A./Wilde, M. (2013): Experimentierend zur naturwissenschaftlichen Grundbildung – Entwicklung und Evaluation eines kompetenzorientierten Kurses für die Eingangsphase der Oberstufe. In: *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, Jg. 19, 417–425.
- Hammann, M./Prenzel, M. (2008): Ergebnisse des internationalen PISA Naturwissenschaftstests 2006. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)* Jg. 61, H. 22, 67–74.
- Hammann, M./Ganser, M./Haupt, M. (2007): Experimentieren können. Kompetenzentwicklung und ihre Nutzung im Unterricht. In: *geographie heute*, 28(255/256), 88–91.
- Heitzmann, A. (2010): Fragen und Erklären. In: Labudde, P. (Hrsg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. 1.–9. Schuljahr. Bern, S. 80–81.
- Hemmer, I./Hemmer, M. (2010): Interesse von Schülerinnen und Schülern an einzelnen Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Ein Vergleich zweier empirischer Studien aus den Jahren 1995 und 2005. In: dies. (Hrsg.): *Schülerinteressen an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts*. Weingarten, 65–145.
- Höck, F. (1884): Über Anschauungsmittel beim geographischen Unterricht an Realanstalten. In: *Zentralorgan für die Interessen des Real-schulwesens XII*, 473–478.
- Hof, S. (2011): Wissenschaftsmethodischer Kompetenzerwerb durch forschendes Lernen. Kassel.
- Hofstein, A./Navon, O./Kipnis, M./Mamlouk-Naaman, R. (2005): Developing students ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791–806.
- Kasbohn, P. (1975): Schülerversuche in der Sekundarstufe I. In: Rodi, D. (Hrsg.): *Biologie und curriculare Forschung*. Köln, 116–121.
- Klahr, D./Zimmerman, C./Jirout, J. (2011): Educational Interventions to Advance Children's Scientific Thinking. In: *Science*, H. 333, 971–975.
- Kleinhorst, H. (2013): KEMIEplus – Konzeption und Wirksamkeit von Experimentiereinheiten mit dem Schwerpunkt „naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen“. Bochum.
- KMK [Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD] (2015): *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i. d. F. vom 10.09.2015. – http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf (September 2015)
- Kobarg, M./Altmann, U./Wittwer, J./Seidel, T./Prenzel, M. (2008): Naturwissenschaftlicher Unterricht im Ländervergleich. In: *PISA-Konsortium Deutschland (Hg.): PISA 2006. Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich*. Münster u. a., 63–105.
- Köck, H. (2008): Thesen zur innergeographischen Integration von natur- und sozialwissenschaftlicher Dimension als Voraussetzung für eine mögliche Brückenfunktion. In: *geographische revue* (10)1, 31–39.
- Labudde, P./Möller, K. (2012): Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, H. 1, 11–36.
- Lechner, H. (1992): Schülerinteresse und Physikunterricht in der Sekundarstufe I. In: *Physik in der Schule*, 30(3), 94–97.
- Lehmann, O. (1964): *Das Experiment im Geographieunterricht*. Berlin.
- Lethmate, J. (2005): „Geomethoden“. Kritische Anmerkungen zum fachdidaktischen Verständnis geographischer Arbeitsweisen. In: *Geoökologie*, 26(3–4), 251–282.
- Lethmate, J. (2006): Experimentelle Lehrformen und Scientific Literacy. – In: *Praxis Geographie*, 36(11), 4–11.
- Lynch, S./Kuipers, J./Pyke, C./Szesze, M. (2005): Examining the Effects of a Highly Rated Science Curriculum Unit on Diverse Students: Results from a Planning Grant. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 42/8, 921–946.
- Mayer, J./Grube, C./Möller, A. (2009): Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: Harms, U./Sandmann, A. (Hrsg.): *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*. Band 3. Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Forschungsband zur internationalen Tagung der Arbeitsgruppe Biologiedidaktik im VBio – Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin, Essen 2007. Innsbruck, 63–79.
- Mayer, M./Ziemek, H.-P. (2006): Offenes Experimentieren. Forschendes Lernen im Biologieunterricht. In: *Unterricht Biologie* 317, 4–12.
- Mergendoller, J. R./Maxwell, N. L./Bellisimo, Y. (2006): The effectiveness of problem-based instruction: A comparative study of instructional method and student characteristics. In: *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1, 498–69.
- Mikelskis-Seifert, S./Wiebel, K. (2011): Abschlussfähige naturwissenschaftliche Kompetenzen erwerben durch Experimentieren. Publikation des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel.
- Minner, D. D./Levy, A. J./Century, J. (2010): Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. In: *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 47, Issue 4, 474–496.
- Mönte L. O./Hof, S. (2012): Experimente. In: Haversath, J.-B. (Mod.): *Geographiedidaktik. Theorie – Themen – Forschung*. Braunschweig, 289–313.
- Niemz, G. (1978): *Das erdkundliche Experiment im lernzielorientierten Geographieunterricht*. In: Fick, K. E. (Hrsg.): *Schulgeographie heute. Fachliche, didaktische, unterrichtspraktische Beiträge*. Frankfurt a. M., 85–93.
- OECD [Organisation for the Economic Cooperation and Development] (1999): *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. Paris.
- OECD [Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung] (Hrsg.) (2007): *PISA 2006. Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen*. Paris.
- Otto, K.-H. (2009): Experimentieren als Arbeitsweise im Geographieunterricht. In: *Geographie und Schule*, Jg. 31, H. 180, 4–15.
- Otto, K.-H./Mönte, L./Hof, S. (2011): (Keine) Experimente wagen? In: Meyer, C./Roderich, H./Stöber, G. (Hrsg.): *Geographische Bildung: Kompetenzen in didaktischer Forschung und Schulpraxis. – Geographiedidaktische Forschungen*, Bd. 47, Tagungsband zum HGD-Symposium in Braunschweig. Braunschweig, 98–113.
- Otto, K.-H./Mönte, L. (2015): Scientific Literacy im Geographieunterricht fördern. Experimentelle Lehr-/Lernformen und Modellexperimente. In: *geographie heute*, Jg. 36, H. 322, 2–7.
- Otto, K.-H./Mönte, L. O./Hof, S./Wirth, J. (2010): *Das geographische Experiment im Kontext empirischer Lehr-/Lernforschung*. In: *Geographie und ihre Didaktik/Journal of Geography Education*, Jg. 38, H. 3, 133–145.
- Peschel, M. (2008): *Der Begriff der Offenheit beim Offenen Experimentieren*. – www.markus-peschel.de/Material/Peschel_Offenheit_als_Begriff.pdf (April 2015)
- Peter, C. (2013): *Problemlösendes Lernen und Experimentieren in der geographiedidaktischen Forschung. Eine Interventions- und Evaluationsstudie zur naturwissenschaftlichen Kompetenzentwicklung im Geographieunterricht*. http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2014/10703/pdf/PeterCarina_2014_01_15.pdf (Juli 2015).
- Prenzel, M. & I. Parchmann (2003): *Kompetenz entwickeln. Vom naturwissenschaftlichen Arbeiten zum naturwissenschaftlichen Denken*. In: *Unterricht Chemie*, 14(76/77), 15–17.
- Prenzel, M./Rost, J./Senkbeil, M./Häußler, P./Klopp, A. (2001): *Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse*. In: Baumert et al. (Hrsg.): *PISA 2000*. Opladen, 191–248.
- Priemer, B./Kirchner, S. (2007): Einstellungen von Schülern zu offenen Experimentieraufgaben in Physik. In: Hötter, D. (Hrsg.): *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Berlin, 343–345.
- Reinfried, S./Schuler, S./Aeschbacher U./Huber, E. (2008): *Der Treibhauseffekt – Folge eines*

Lochs in der Atmosphäre? In: *geographie heute* 265, 24–33.

Reinhold, P. (1997): *Offenes Experimentieren: Ein neuer Ansatz für den Physikunterricht?* In: Fischer, H. E. (Hrsg.): *Zur Diskussion gestellt: Handlungsorientierter Physikunterricht der Sekundarstufe II. Vorschläge, Fragen, didaktische Begründungen*. Bonn, 104–125.

Reinmann, G./Mandl, H. (2006). *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. In: Krapp, A./Prenzel, M./Weidenmann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch*. Weinheim, 613–658.

Rinschede, G. (2007): *Geographiedidaktik*. – 3., völlig neu bearb. und erw. Auflage. Paderborn.

Salzmann, W. (1981): *Experimente im Geographieunterricht. Zur Theorie und Praxis eines lernzielorientierten geographischen Experimentalunterrichts (= Duisburger Geographische Arbeiten, Bd. 3)*. Köln.

Schubert, J. C. (2008): *Binnendifferenzierung beim experimentellen Arbeiten*. In: *Praxis Geographie* 38, H. 3, S. 22–25.

Stolz, A./Erb, R. (2014): *Experimentierverhalten und Lernzuwachs in Experimentiersituationen*

mit unterschiedlichem Öffnungsgrad. In: MNU (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht), Jg. 67, H. 7, 388–393.

Stonjek, D. (2005): *Beobachtung*. In: Köck, H./Stonjek, D. (Hrsg.): *ABC der Geographiedidaktik*. Köln, 41.

Sweller, J. (1988): *Cognitive load during problem-solving: Effects on learning*. In: *Cognitive Science*, 12, 257–285.

Tesch, M./Duit, R. (2004): *Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie*. In: *ZfDN*, Jg. 10, 51–69.

Vogt, H./Upmeyer zu Belzen, A./Schröer, T./Hoek, I. (1999): *Unterrichtliche Aspekte im Fach Biologie, durch die Unterricht aus Schülersicht als interessant erachtet wird*. In: *ZfDN*, Jg. 5, 75–85.

Wilhelmi, V. (2000): *Experimente im Geographieunterricht*. In: *Praxis Geographie* 9, S. 4–7.

Wilhelmi, V. (2014): *Physische Geographie im Unterricht – handlungs- und prozessorientiert*. In: *Praxis Geographie* 5, 4–7.

Winkelmann, J./Erb, R. (2014): *Lernzuwachs durch Schüler- und Demonstrationsexperimente. Experimentiervorschläge zur geometri-*

schen Optik. In: MNU (Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht), Jg. 67, H. 7, 394–401.

Wirth, J./Thillmann, H./Künsting, J./Fischer, H. E./Leutner, D. (2008): *Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht*. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, Jg. 54, H.3, 361–375.

Anschrift der Verfasser

Prof. Dr. phil. Leif Mönter, Universität Trier, Geographie und ihre Didaktik, FB VI: Raum- und Umweltwissenschaften, Behringstraße 21 (Campus II), 54286 Trier, moenter@uni-trier.de

Prof. Dr. rer. nat. Karl-Heinz Otto, Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut der Fakultät für Geowissenschaften, Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, Karl-Heinz.Otto@rub.de

Beobachten, Untersuchen, Experimentieren

Ein methodisch-didaktisches Konzept zum Thema „Ökosystem Wald im Klimawandel“

Daniel Volz, Christiane Schuler, Svenja Brockmüller, Alexander Siegmund

Der Klimawandel ist in aller Munde und längst sind die Folgen auch im unmittelbaren Lebensumfeld spürbar. Am Beispiel von Wald und Forstwirtschaft nutzen Jugendliche der Sekundarstufe II den Transfer zwischen Realraum und Experimentierraum, um Zusammenhänge zu erkennen, Folgen abzuschätzen und Anpassungsstrategien zu beurteilen.

1. Regionale Folgen des Klimawandels – eine Herausforderung für Gesellschaft und Bildung

Der Umgang von Politik und Gesellschaft mit dem Klimawandel hat in den vergangenen Jahrzehnten einen tiefgreifenden Wandel erfahren. Lag der Fokus zunächst noch klar auf Aktivitäten zur Minderung des Klimawandels, folgt das heutige Vorgehen dem von Hans Joachim Schellnhuber, Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) geprägten Leitsatz: „Das Unbeherrschbare vermeiden und das Unvermeidbare beherrschen“

(vgl. Endlicher 2007, 119). Der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand und das gestiegene politische Bewusstsein über die regionalen Konsequenzen des globalen Klimawandels haben dabei europaweit zu einer Doppelstrategie aus Klimaschutz (Mitigation) und Klimaanpassung (Adaption) geführt. Auch in Deutschland wurden auf Bundes- und Landesebene Strategien zur Anpassung an den Klimawandel erarbeitet. Diese stellen Risiken und Chancen der Folgen des Klimawandels dar und leiten daraus Empfehlungen für mögliche Anpassungsmaßnah-

men ab (vgl. u. a. Bundesregierung 2008, UM BW 2015). Der Monitoringbericht 2015 der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel zeigt anhand von Daten aus 15 Gesellschaftsbereichen, welche Veränderungen durch den Klimawandel sich heute schon feststellen lassen und welche Gegenmaßnahmen greifen (UBA 2015). Dabei wird deutlich: Den globalen Klimawandel aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Sicht „beherrschbar“ zu halten ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Zwar ist der Klima-