

- geben wichtige Memorierungsstützen und
- leisten einen wichtigen Beitrag, „naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (OECD 1999, S. 60).

Klar ist aber auch – und das sollte ernst genommen werden – die Zurückhaltung in der Schule. Es fehlen oft Räumlichkeiten für eine Vorbereitung und Durchführung, die Klassen sind mit bis zu 30 Schülern zu groß und die Lehrer sind kaum ausgebildet. Auch wenn zunehmend Stundenblockungen vorgenommen werden, ist Geographie nach wie vor ein Kurzfach mit geringem Zeitdeputat. Umso wichtiger ist es, Experimente möglichst einfach und damit machbar zu gestalten, dies bezieht sich auf alle Phasen dieser Methode.

Begriffsklärung

Lethmate (2003) bringt Klarheit in den Begriffswirrwarr: „Das Experiment ist ein Verfahren zur überprüfaren Ermittlung von Einsichten in einem geographisch relevanten, regelhaften und meist auf Naturphänomene bezogenen Vorgang. Dieser wird zunächst isoliert, künstlich an einem Modell oder geeigneten Objekt erzeugt, dann beobachtet und anschließend erklärt“ (S. ???). Das Experiment muss quantifizierbare, reproduzierbare Ergebnisse haben, die als objektiv charakterisierbar sind. Die Unterscheidung zwischen Natur- und Modellexperiment bleibt erhalten, je nach der Betrachtungsebene.

„Ein Experiment erfordert drei Kriterien: Beobachtung unter künstlich hergestellten Bedingungen, Isolation und

Variation (Lethmate 2006, S. 5). Nach diesen Anforderungen sind fast alle in Schulbüchern und Fachzeitschriften vorgestellten Experimente „nur“ Versuche und auch als solche zu kennzeichnen. Dies ist kein Mangel für den Schuleinsatz, sollte aber so formuliert sein. Ein Versuch zeichnet unter Anleitung möglichst wissenschaftlich-hypothesengeleitet ein Phänomen nach, ohne dabei dem hohen Anspruch der Anforderungen an das Experiment (s. o.) gerecht werden zu müssen. Peter und Hof (2011) zeigen dazu über einen Kriteriencheck anschaulich die Unterschiede zwischen Versuch und Experiment auf. Einen Kompromiss stellt bisher die „experimentelle Lehrform“ dar, der Versuch und Experiment zusammenführt (Lethmate 2006).

Zwischenüberschrift

Dem Experimentieren liegt die Erkenntnistheorie des kritischen Rationalismus zugrunde, deren Begründer Karl Popper (1902-1994) die wissenschaftliche Methode so beschreibt: „Wir lernen nicht aus blinden Erfahrungen, sondern indem wir über Probleme stolpern und Fragen stellen“ (Popper Jahr, S.??). Neurophysiologische Forschungen bestätigen, dass wir unterschiedliche Lerntypen in einer Schulklasse haben – vom abstrakt-kognitiven bis zum haptisch-affektiven. Für all diese Lerntypen aber gilt: Selbsttätigkeit wirkt motivierend und ermöglicht bessere Erkenntnisgewinnung und Memorierung. Damit stehen handlungsorientierte Methoden in unserem Fach im Mittelpunkt. Versuche und Experimente gehören dazu. All das ist bekannt – und wird trotzdem wenig im Unterricht umgesetzt.

Eine Chance, dies zu ändern, wird in Zukunft die offenere Schulorganisation (z.B. Rhythmisierung, Ganztagesangebot) darstellen. Vor allem aber kann es die Weiterentwicklung

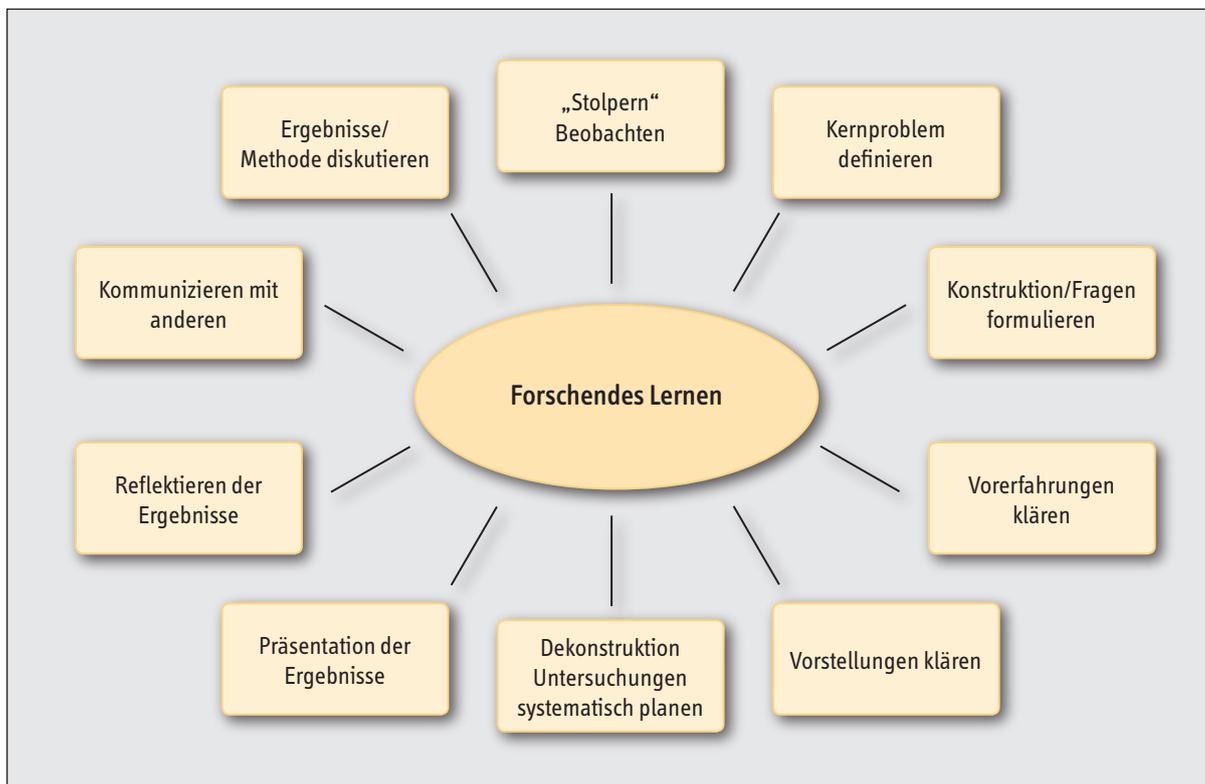


Abb. 3: Der Scientific Inquiry-Prozess: das Schulmodell

verändert nach: Harwood, W. S.: A new model for inquiry? Journal of College Science Teaching 33 (2004) 7, p. ??



unseres Faches in Richtung Kompetenzorientierung – und hier insbesondere die beiden Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung/Methode und Handeln – dies unterstützen. Die Mensch-Umwelt-Beziehungen bestimmen unser Fach. Versuche und Experimente bearbeiten oft Fragen der Umweltbildung. Die Entwicklung einer Umwelt-Gestaltungskompetenz ist hier eine offene Frage, die unser Fach zu klären hat (Wilhelmi 2011).

Wissenschaftliche Untersuchungen folgen auf Beobachtungen der physischen Welt, um Erkenntnisse zu erlangen über das „Was“, das „Warum“ und das „Wie“ (Scientific Inquiry-Prozess). Ein rigoroses Festhalten an Einzelschritten allerdings wird mittlerweile kritisch gesehen. Zu komplex erscheinen die beteiligten Aspekte, um von einem einfachen, linear agierenden Modell gefasst werden zu können. In einem neuen Modellansatz vollzieht sich eine Öffnung, indem miteinander vernetzte Aktivitäten wissenschaftlichen Arbeitens unterschieden werden (Abb. 3). Für den Unterricht kann dieses Modell noch weiter geöffnet werden: Der Schüler steht mit seinen Interessen und Ideen im Mittelpunkt, er bestimmt (mit), in welcher Reihenfolge der Forschungsprozess startet, wo allein oder im Team geplant und ausprobiert wird, welcher Hypothese am Ende nachgegangen werden soll. Fragestellungen werden also nicht mehr streng systematisch, der induktiven Logik folgend, bearbeitet. Diese Entwicklung kommt der Schule durchaus entgegen, weil gerade junge Menschen mit offenen Augen die Welt betrachten, forschendes Lernen so wieder zu seinen motivierenden Wurzeln zurückkehrt.

Der so zum Schüler geöffnete Forschungsprozess zeigt den Weg auf hin zum experimentellen Lernen. Der damit einhergehende Paradigmenwechsel vom lernziel- zum kompetenzorientierten Unterricht hat Einfluss auf das Arrangement unseres Unterrichts, indem Instruktion und Konstruktion zusammengeführt werden müssen. Für das Experiment ergeben sich Erweiterungen und eine Schwerpunktverschiebung: Nicht das Produkt in Form von einem nachzubauenden Experiment, nicht die Messungen und ihr Ergebnis stehen nunmehr im Zentrum, sondern der eigentliche Lernprozess des Schülers (Abb. 4). Der Lehrer sollte dazu bei der Themenauswahl nicht nur das zu erwartende Schülerinteresse der betreffenden Altersstufe berücksichtigen, sondern auch die Vorstellungen der Schüler aufnehmen. Dazu können im Vorfeld – z.B. als Hausaufgabe – diese von den Schülern skizziert werden, um zu Beginn des Unterrichts vorgestellt und am Ende bei Reflexion und gemeinsamer Bewertung erneut aufgegriffen zu werden. So können Schülervorstellungen mit dem Versuch/Experiment diskursiv in Einklang gebracht werden. Die Instruktionsphasen durch den Lehrer können im Verlauf durchaus variabel gehalten werden, indem ein Materialpool zur Verfügung gestellt wird, aus dem die Schüler selbst auswählen können. Auch kann – wenn es die Zeit erfordert – eine kreative „Bastelphase“ des Experiments zuhause erledigt werden, um dann in der Schule gemeinsam die Vorschläge zu erörtern und die Ausgangshypothese überprüfen.

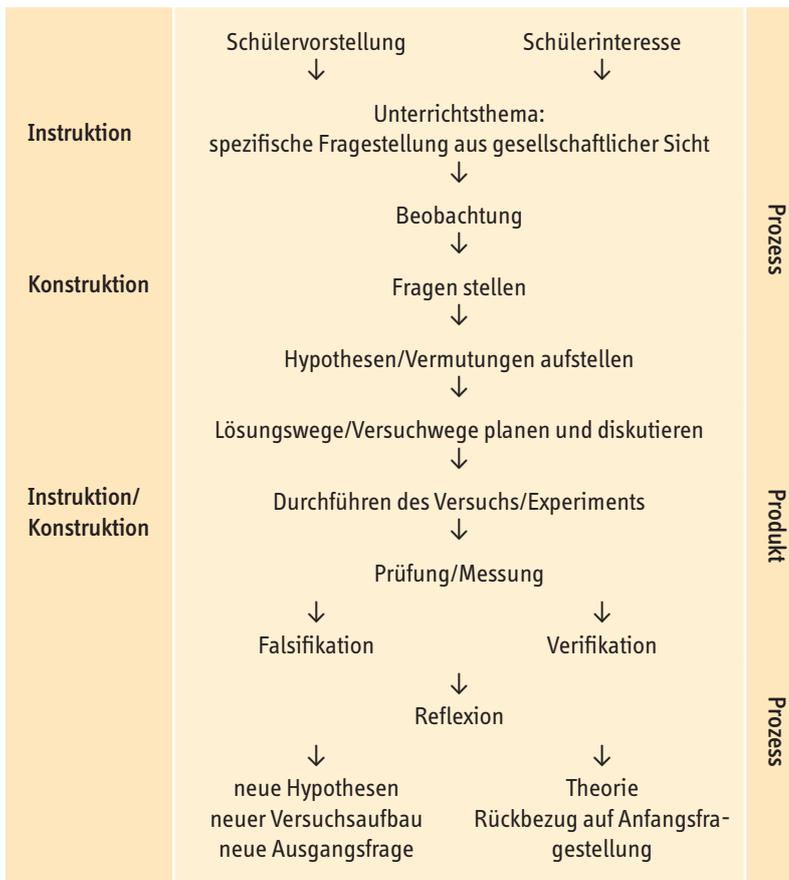


Abb. 4: Instruktion und Konstruktion beim experimentellen Lernen

Entwurf: V. Wilhelmi

Grad	Geographische Fragestellung/ Hypothesenentwicklung	Planung	Durchführung/ Auswertung	Interpretation/ Reflexion
1	Lehrer	Lehrer	Lehrer	Lehrer
2	Lehrer	Lehrer/Schüler	Schüler	Lehrer/Schüler
3	Lehrer/Schüler	Schüler/Lehrer	Schüler	Schüler/Lehrer
4	Schüler/(Lehrer)	Schüler	Schüler	Schüler
5	Schüler	Schüler	Schüler	Schüler

Abb. 5: Grade der Schüler selbstständigkeit beim experimentellen Lernen

verändert nach Mayer/Ziemek 2006, S. ?

zeitig muss allerdings – im Sinne der Durchführbarkeit und Praxistauglichkeit – auf folgende Aspekte geachtet werden: Organisation und Rahmenbedingungen einer Stunde (Zeitvorgaben, Protokoll, vergleichbare Messungen) müssen ebenso geklärt worden sein, wie der vorgesehene fachliche Wissenswerb. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass die Arbeitshypothesen klar formuliert werden, um diese dann auch konsequent zu überprüfen. Wird dieser offene Ansatz am Anfang einer Stunde gewählt, sollte die Fragestellung inhaltlich reduziert sein. Fazit: Eine offene, prozessorientierte Anlage von Versuch und Experiment erfordern flankierende, lenkende, planende Maßnahmen und eine sehr aufmerksame Begleitung durch den Lehrer.

Was Neeb (2011) treffend für die Exkursionsdidaktik als einen multiplen konzeptionellen Ansatz von kognitivistischen und konstruktivistischen Elementen beschreibt, kann auch für das Experimentieren gelten: Das Potenzial beider Ansätze wird kombiniert. Die „minds-on“-Phasen dominieren dabei die „hands-on“-Phase beim kompetenzorientierten Experimentieren. Kattmann (2003, S. 128) beschreibt die schüleraktive Lehrform: „Lehren ist Anregung zum Lernen – oder vergeblich. Lehren heißt nichts anderes, als das Lernen zu fördern“. Trotzdem sollte konsequenterweise dieser Schritt gegangen werden: aus der experimentellen Lehrform wird die experimentelle Lernform (Abb. 5). Mit dieser Entwicklung hin zur experimentellen Lernform sind einzelne Stellglieder kompetenzorientierten Unterrichts direkt fassbar:

- die Differenzierung hinsichtlich individueller Leistungsfähigkeit und Interessen über gestaffelte Aufgaben und Fragen,
- die Schülerorientierung und -aktivierung über die gemeinsame Gestaltung von Handlungs- und Selbsttätigkeitsphasen,
- die Entwicklung der Metakognition durch systematische Phasen reflexiven Schülerlernens,
- die Entwicklung einer kumulativen Methodenkompetenz, die geographische Fachinhalte lernaktiv „in Wert setzen“.

Die beim Experimentieren wichtigen Fragestellungen können sinnvoll im Vorfeld mit einem Planungsschlüssel vorbereitet werden (vgl. Abb. 6).

Im Unterrichtsgeschehen kann das experimentelle Lernen dann verschieden eingesetzt werden.

- in der Einleitungsphase (Motivation, gelenkte Beobachtung, Vorstellungen entwickeln und zeigen, Problemstellung herausarbeiten, kurze Schüler- oder Lehrerdemonstration, vor allem Gestaltung eines Lernproduktes)
- in der Erarbeitungsphase (Schülerversuch mit möglichst selbstständiger Planung, Durchführung und Reflexion oder aufwändige Lehrerdemonstration – empfohlener und lohnender Haupteinsatz, vor allem Gestaltung von Lernprozess und -produkt)
- in der Sicherungsphase (Bestätigung einer theoriegeleiteten Arbeitsphase, aber auch möglich: Falsifikation bzw. Infragestellung der Aussagen und damit Möglichkeit zu

Aufzählung oder neuer Absatz?

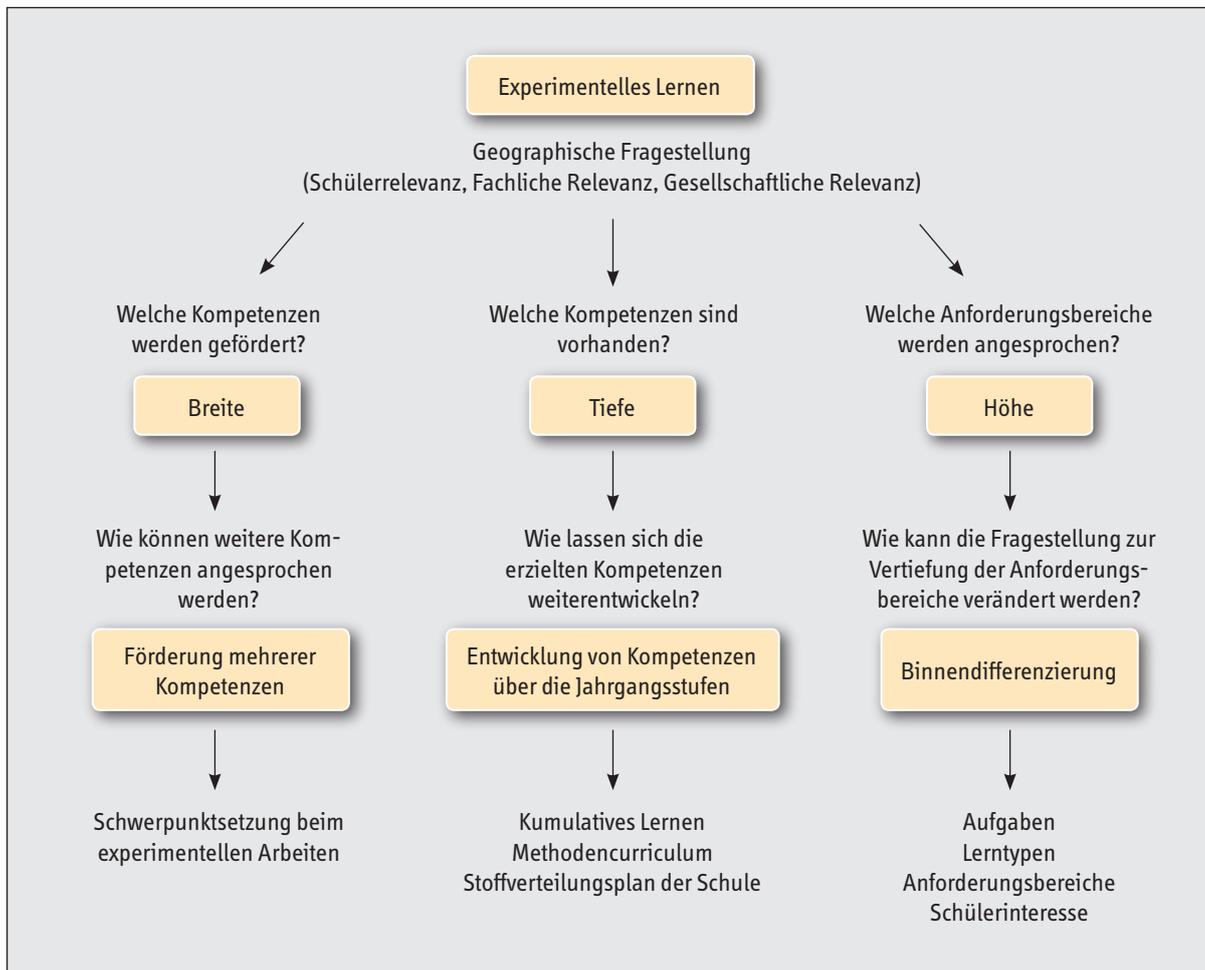


Abb. 6: Planungsschlüssel für kompetenzorientiertes Experimentieren

verändert nach: Uphues/Mehren 2010, S. ?

intensiver Vertiefung, Problematisierung und Transfer, vor allem Gestaltung von Lernprozess).

Theoriezugänge

Die Diskussion über Lehr- und Lernformen ist nicht neu; ein Blick in die Physikdidaktik der 1990er Jahre zeigt dies: Reinhold (1996) stellt die Struktur des offenen Experimentierens vor, die Wissensentwicklung, Tätigkeit und Reflexion verknüpfen und zwischen der Selbsttätigkeit der Lernenden und der Anleitung durch den Lehrer vermitteln soll. Dabei spielen vom Lehrer initiierte so genannte produktive Störungen eine große Rolle, die den Erkenntnisprozess der Schüler unterstützen sollen. Nichts anderes beschreibt der Konstruktivismus, wenn er von Perturbation spricht: Kognitive Konflikte – der Abgleich von Beobachtung und Vorwissen, Erfahrung und Erwartung – lassen die Schüler staunen und selbst Fragen stellen.

Die aktuelle Lehr- und Lernforschung erarbeitet Modelle zur Erfassung von Kompetenzen experimentellen Arbeitens und der Erkenntnisgewinnung. Otto et al. (2010) vergleicht fünf Modelle und stellt heraus, dass alle die Teilkompetenzen „Planung“, „Datenerhebung“, „Datenanalyse und -interpretation“ differenzieren, aber nur zwei Modelle zusätzlich „Fragestellungen formulieren“ besonders ausweisen. Für unser Fach gehen diese sicher in eine Richtung, die weiter verfolgt werden wird. Die experimentelle Lernform hat das Potenzial zu einer Erweiterung und Öffnung des Unterrichts. Neue Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung tun sich auf, indem die Schüler interessenleitet eine individuelle Annäherung an Materialien wählen können. Schubert (2008) zeigt dazu Möglichkeiten auf. Hier gilt es, ein nach wie vor fast unbestelltes Feld zu beackern.

Ästhetische Zugänge zu naturwissenschaftlichen Experimenten? Kuchnowski (2008) zeigt in ihrer Arbeit auf, dass die – auch von der Geographie gepflegte – Aufteilung in Geistes- und Naturwissenschaften eine Entwicklung ist, die für den Schüler mit seinen Interessen und Vorstellungen nicht unbedingt lernförderlich ist. Warum können Beobachtungszugänge der Kunst bei der Betrachtung und Bearbeitung von Gemälden nicht auch bei Experimenten hilfreich sein? Die Anwendung der Erkenntnismethode des Kunsthistorikers Panofsky zeigt zumindest, dass Experimentieren im Chemieunterricht so lebens- und schülernäher, damit auch noch interessanter gestaltet werden kann. „Warum sind Experimente immer nur physische Experimente? Was bringen Vulkanbau-Experimente, die weitgehend reproduzierbarer Natur sind?“ Diese Fragen stellte mir Hannoveraner Didaktiker Schmidt-Wulffen bereits einigen Jahren und sie treffen einen zentralen Aspekt: Experimente beschäftigen sich fast ausschließlich mit naturgeographischen Fragestellungen (vgl. Freund 2011). Es ist an der Zeit, den im besten Sinne des Wortes „Versuch“ zu machen, kulturgeographische Themen aufzunehmen. Dies liegt sowieso auf der Hand, sind es doch die oben schon erwähnten Mensch-Umwelt-Beziehungen, die unser Fach betreffen. Vorsichtige Ansätze dazu gab es schon, indem z. B. der kritisierte Vulkanversuch nicht nur die physisch-geographischen Prozesse beschreiben sollte, sondern auch die mit einem Ausbruch verbundene menschliche Dimension integriert. Trotzdem: Der Versuch bleibt physisch-geographisch dominiert.

„Der spezielle Beitrag des Geographieunterrichts zur Welterschließung besteht darin, natur- und gesellschaftswissenschaftliche Fähigkeiten und Fertigkeiten im Sinne des Leitziels einer raumbezogenen Handlungskompetenz zu verbinden“ (DGfG 2008, S.5). Gerade die Fragestellung macht den geographischen Zugang aus, indem sie das leisten sollte, was die rein naturwissenschaftlichen Fächer eben nicht zu berücksichtigen haben: die Berücksichtigung einer gesellschaftlich relevanten Problemstellung. Wenn man diesen Ansatz weiter verfolgt, ergeben sich wertvolle Ansätze aus der Kulturgeographie, die beispielhaft auch in diesem Heft aufgezeigt werden sollen.

LITERATUR

- Arning, H. u. J. Lethmate: Experimentelles Arbeiten im Geographieunterricht, *Geographie und Schule* 25 (2003) H.145, S. 35–39
- Deutsche Gesellschaft für Geographie (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen. 2008
- Freund, A.: Vulkanische Experimente. *Geographische Rundschau* 63 (2011) H. 6, S. 52–58
- Hammann, M. u. a.: Fehlerfrei Experimentieren, *MNU* 59 (2006) H. 5, S. 292–299
- Hammann, M., M. Ganser und M. Haupt: Experimentieren können. *Geographie heute* 28 (2007) H. 255/256, S. 88–91
- Harwood, W. S.: A new model for inquiry, is the scientific method dead? *Journal of College Science Teaching*, Vol. 33 (2004) No. 7/8
- Kaminske, V.: Experimentelles Arbeiten in der Geographie. *Geographie und Schule* 31 (2009) H. 180, S. 21–29
- Kattmann, U.: Vom Blatt zum Planeten – Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht und darüber hinaus. In: Moschner, B. u. a. (Hrsg.): PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen. Baltmannsweiler 2003, S. 65–86
- Kuchnowski, M.: Ästhetische Zugänge zur Chemie. Wirkungen der ikonologischen Erkenntnismethode des Kunsthistorikers Erwin Panofsky auf den Chemieunterricht. Kiel 2008
- Lethmate, J.: Sind „geographische Experimente“ Experimente? *Praxis Geographie* 33 (2003) H. 3, S. 42–43
- Lethmate, J.: Experimentelle Lehrformen und Scientific Literacy. *Praxis Geographie* 36 (2006) H. 11, S. 4–11
- Mayer, J. und H.-P. Ziemek: Offenes Experimentieren. *Unterricht Biologie Jg.?* (2006) H. 317, S. 4–12
- Neeb, K.: Wissenserwerb im Kontext schulgeographischer Exkursionen. Potenzial und Grenzen kognitivistischer und konstruktivistischer Exkursionen. *Geographie und ihre Didaktik* 39 (2011) H. 4, S. 190–216
- Niemz, G.: Aspekte des Experimenteinsatzes im Geographieunterricht. *Praxis Geographie* 19 (1979) H. 9, S. 158–163
- OECD (Hrsg.): *Measuring Student Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment*. Paris 1999
- Otto, K.-H.: Experimentieren im Geographieunterricht. *Geographie heute* 24 (2003) H. 208, S. 2–7
- Otto, K.-H.: Experimentieren als Arbeitsweise im Geographieunterricht. *Geographie und Schule* 31 (2009) H. 180, S. 4–15
- Otto, K.-H. u. a.: Das geographische Experiment im Kontext empirischer Lehr-/Lernforschung. *Geographie und ihre Didaktik* 38 (2010) H. 3, S. 133–145
- Peter, C. und Hof, S.: Wasser unter der Lupe! Kompetenzorientiertes Experimentieren im Geographieunterricht. *Geographie heute* 32 (2011) H. 293, S. 44–46
- Reinhold, P.): Offenes Experimentieren – Ein neuer Ansatz für den Physikunterricht? In: Fischer, H. E. (Hrsg.) *Handlungsorientierter Physik-Unterricht Sekundarstufe II*. Bonn 1996
- Salzmann, W.: Experimente im Erdkundeunterricht. *Geographie heute* 7 (1986) H. 43, S. 4–6
- Schubert, J. C.: Binnendifferenzierung beim experimentellen Arbeiten. *Praxis Geographie* 38 (2008) H. 3, S. 22–25
- Uphues, R. und M. Mehren: Gute Theorie ist praktisch – kompetenzorientiert unterrichten im Fach Geographie. *Klett Magazin Geographie Terrasse* 3/2010, S. 8–12
- Wilhelmi, V.: Experimente im Geographieunterricht, *Praxis Geographie* 30 (2000) H. 9, S. 4–7
- Wilhelmi, V.: Geographische Umweltbildung weiterdenken. *Praxis Geographie* 41 (2011) H. 2, S. 4–8