

# Alltagsvorstellungen und Lernen im Fach Geographie

## Zur Bedeutung der konstruktivistischen Lehr-Lern-Theorie am Beispiel des Conceptual Change

**Sibylle Reinfried** = *Lernformen, die auf konstruktivistischen Prinzipien beruhen, wie beispielsweise das Gruppenpuzzle oder das Stationenlernen, werden in Geographiedidaktik und -unterricht schon eine zeitlang thematisiert und praktiziert. Die Bedeutung des Konstruktivismus für das Lehren und Lernen im Fach Geographie wurde bisher jedoch kaum grundlegend und theoriebezogen diskutiert. Dies soll in diesem Aufsatz am Beispiel des pragmatischen Konstruktivismus geschehen. Anschließend wird die praktische Bedeutung des Konstruktivismusparadigmas für den Geographieunterricht am Ansatz des Conceptual Change, der sich mit der Veränderung von Alltagsvorstellungen von Lernenden auseinandersetzt, aufgezeigt. Im Unterricht häufig vorkommende geographische Alltagsvorstellungen, werden an den Beispielen Boden, Treibhauseffekt und Grundwasser offen gelegt. Es wird diskutiert, wie diese Alltagsvorstellungen zur Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln beitragen und wie sie verändert werden können.* =

### 1. Bedeutung des Konstruktivismus für das Lehren und Lernen

Der Begriff Konstruktivismus ist vielschichtig und vieldeutig und wird von Theoretikern und Praktikern unterschiedlich interpretiert. Konstruktivismus dient sowohl als Wissenschafts- und Erkenntnistheorie (Roth 1992, Maturana 1987, Valera 1987) als auch als theoretisches Paradigma in Soziologie, Kognitionswissenschaft und Psychologie (Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001, S. 614). Radikaler Konstruktivismus geht von subjektabhängiger Erkennbarkeit der Realität und von einer subjektiv erzeugten „Wirklichkeit“ aus. „Realität“ ist demnach lediglich als „Wirklichkeit“ eines Beobachters verfügbar, der mit dem Beobachteten interaktiv und strukturell gekoppelt ist (Müller 2001, S. 6). Wirklichkeit wird somit nicht als objektiv vorgegeben gesehen, sondern als ein kognitiv konstruiertes Phänomen, welches für das Individuum insofern verbindlich wird, als andere die gleiche Wirklichkeitsauffassung teilen. Wissen kann deshalb auch nicht wie ein Gegenstand oder eine getreue Abbildung desselben von Individuum zu Individuum weitergegeben werden (Knuth/Cunningham 1993). Im Gegensatz zu diesem, als radikalem Konstruktivismus bezeichneten Paradigma, be-

schäftigt sich der Konstruktivismus in der Pädagogischen Psychologie nicht mit grundlegenden Prinzipien menschlicher Erkenntnis, sondern mit den Prozessen des Denkens und Lernens handelnder Subjekte. Wissen wird als eine individuelle Konstruktion und Lernen als ein aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, emotionaler und sozialer Prozess in einem bestimmten Handlungskontext betrachtet (Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001; Kasten 1). Damit das Individuum überhaupt Konstruktionsleistungen erbringen kann, müssen Lernumgebungen – so genannte situierte Lernumgebungen – geschaffen werden, die den Lernenden Situationen bieten, in denen sie neue Inhalte verstehen, neu erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten flexibel anwenden und Problemlösefähigkeiten und andere kognitive Strategien anwenden können. Mit dem Begriff Lernumgebungen sind die Unterrichtsmethoden, -techniken, aber auch die Lehrkraft, die Lernenden, die Lernmaterialien und die räumliche Bedingungen gemeint (Mandl/Reinmann-Rothmeier 1995, S. 15). Sie bilden sozusagen die Schnittstelle zwischen Lehren und Lernen. Während kognitivistische Lehr-Lern-Modelle von gegenstandszentrierten Lernumgebungen ausgehen und die Instruktion ins Zentrum ihrer Überlegungen stellen, betont der

pädagogische Konstruktivismus die Bedeutung situierter Lernumgebungen. Das Lehren tritt bei diesem Ansatz zugunsten des Lernens in den Hintergrund (vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Ziel der konstruktivistischen Lehr-Lern-Theorie ist die Überbrückung der Kluft zwischen Wissen und Handeln (Gruber/Mandl/Renkl 2000), das heißt, die Vermittlung anwendbaren Wissens, das im Gegensatz zum theoretisch gelernten Wissen in einer Anwendungssituation genutzt werden kann.

Betrachtet man die beiden Positionen aus puristischer Sicht, so kann man von einem paradigmatischen Wechsel vom Primat der Instruktion zum Primat der Konstruktion sprechen, das sich in der Dichotomie von Lehrerzentriertheit versus Lernerzentriertheit, rezeptiver Lernhaltung versus produktiver Wissensgenerierung, Lernen normierter Problemlösungen versus eigenständigem Finden von Problemen und Problemlösungen, Fremdsteuerung versus Selbststeuerung offenbart. Da Lernbedürfnisse, Lernziele und Lernerfolge sich an einer gesellschaftlichen Wirklichkeit orientieren, die als externe Variabel fungiert, ist der skizzierte Gegensatz fragwürdig, denn im schulischen Kontext gibt es keine Fremdsteuerung ohne Selbststeuerung und keine Selbststeuerung ohne Fremdsteuerung (Müller 2001, 14).

#### = Kasten 1

Quelle: Reinfried 2006, S. 74  
in Anlehnung an Mandl 2006, S. 29

#### Die konstruktivistische Auffassung von Lernen

##### Lernen ...

- = ... ist ein aktiver Prozess, der nur über die aktive Beteiligung der Lernenden möglich ist.
- = ... ist ein selbstgesteuerter Prozess, für dessen Steuerung und Kontrolle der Lernende selbst verantwortlich ist.
- = ... ist ein konstruktiver Prozess, der auf vorhandenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Einstellungen aufbaut.
- = ... ist ein emotionaler Prozess, bei dem leistungsbezogene Gefühle als auch Motivation wesentlich sind.
- = ... ist ein sozialer Prozess, der von soziokulturellen Einflüssen und interaktiven Prozessen beeinflusst wird.
- = ... ist ein situativer Prozess, der in spezifischen Kontexten stattfindet.

Überblick über die kognitivistische Position zum Lehren und Lernen

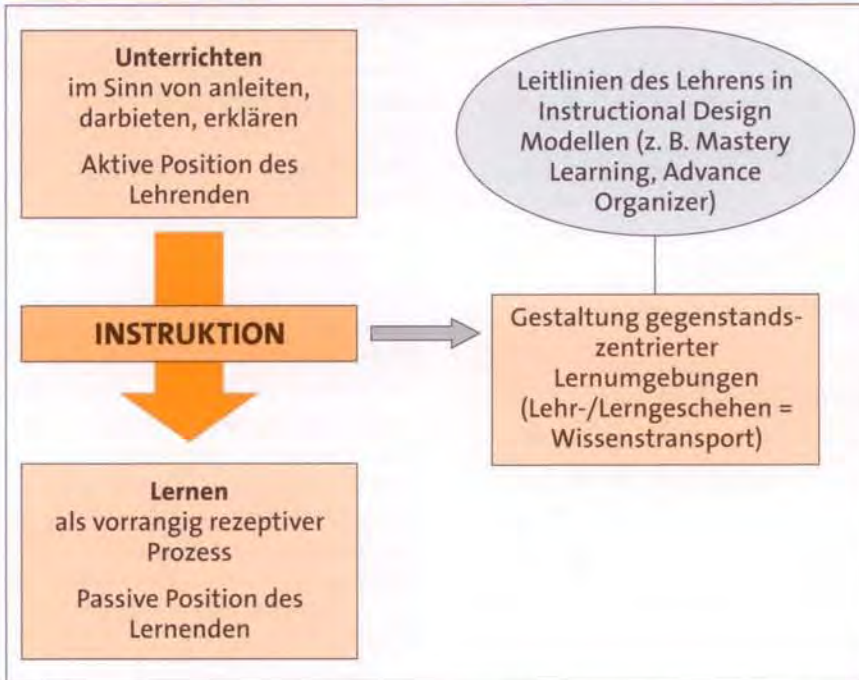


Abb. 1

Quelle: Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001, S. 606; verändert

Überblick über die konstruktivistische Position zum Lehren und Lernen

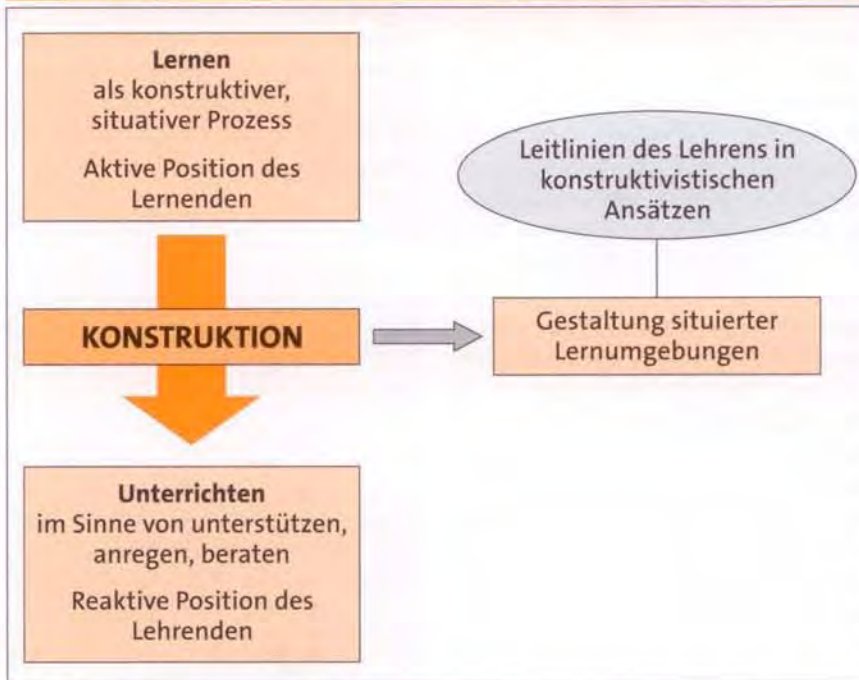


Abb. 2

Quelle: Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001, S. 614; verändert

Die konstruktivistisch geprägte Lehr-Lern-Auffassung nimmt heute in der Lehrerbildung und im Unterricht wegen ihrer Möglichkeiten, selbstgesteuertes und kooperatives Lernen zu fördern, einen großen Stellenwert ein, obwohl es noch wenig empirische Studien gibt, die ihre postulierten Effekte untermauern. Gemäß dem vorherrschenden Zeitgeist werden im deutschsprachigen Raum „offene“ Lehr-Lern-Formen sogar häufig gegen „geschlossene“ ausgespielt.

Neue Studien weisen jedoch darauf hin, dass in eher instruktionalen Unterrichtskontexten mehr gelernt wird als in zu offenen Lernarrangements und dass vor allem schwächere Lerner von instruktionalen Kontexten mehr profitieren (Kirschner/Sweller/Clark 2006). Begründet wird dies damit, dass instruktionaler Unterricht klarer strukturiert ist, dass in einem solchen Unterricht Wesentliches öfter wiederholt wird, Zusammenhänge sichtbar werden, öfter an Unklarheiten adap-

tiv gearbeitet wird und die Leistungserwartungen klarer sind (Wellenreuther 2006, S. 112). Selbst Hilbert Meyer, der Verfechter des offenen Unterrichts in der Schulpädagogik, bekennt, dass er angesichts der neueren Forschungsbefunde „eine ganze Reihe lieb gewordener Vorurteile über die Merkmale guten Unterrichts aufgeben ...“ (Zitat musste (Meyer, 2004, S. 7)). Problematisch ist auch, dass Instruktionsformen aufgrund ihrer historischen Ursprünge entweder der einen oder der anderen Position zugeordnet werden, in der Praxis jedoch eine positionsübergreifende Stellung einnehmen. Als Beispiele sind zwei Verfahren zu nennen, deren Wirksamkeit im Übrigen empirisch nachgewiesen ist (Walberg 1988): Ausubels Advance Organizer (expository teaching; 1974), der besonders die Rolle des Vorwissens betont, und Lernaufgaben, die eine Form des Mastery Learnings sind und konstruktivistische Elemente von Bruners Konzept des entdeckenden Lernens enthalten (Reinfried 2006.1, 2007; vgl. Abb. 1).

Die Konsequenz daraus ist eine eher pragmatische Position, die berücksichtigt, dass der Vorgang des Instruierens seitens der Lehrenden und der Vorgang des Konstruierens seitens der Lernenden im Unterricht zeitgleich stattfindet und eng miteinander verknüpft sind (Shuell 1993). Im Hinblick auf die Praxis sind also beide Perspektiven gleichermaßen wichtig, weshalb der so genannte gemäßigte oder wissensbasierte Konstruktivismus versucht, beide Positionen zu integrieren (Abb. 3). Wissensbasierter Konstruktivismus heißt, dass Lernen durch persönliche Konstruktion von Bedeutung geschieht, die allerdings nur dann gelingt, wenn eine ausreichende Wissensbasis zur Verfügung steht. Diese wird durch instruktionale Anleitung und Unterstützung erworben (Resnick/Williams/Hall 1998). Die Lernprozesse finden in spezifischen, situierten Kontexten statt. Sie bilden den Rahmen, in dem das zu erwerbende Wissen eine Funktion im Hinblick auf ein bestimmtes Problem aufweist. Bezogen auf das Schulzimmer heißt dies, dass Lernmaterialien und -medien bereitgestellt werden, die handlungsorientiertes, problemlöserrelevantes, komplexes und authentisches Lernen in Interaktion und Kommunikation mit anderen Lernenden zulassen (Abb. 4). Der Unterrichtende muss jedoch wissen, dass er von Lernenden keine identischen Konstruktionsprodukte erwarten kann, sondern dass Denk- und Lernwege divergieren.

Reinmann-Rothmeier/Mandl (2001, S. 627) formulieren fünf Leitlinien für problemorientierte Unterrichtsgestaltung in der Praxis:

Überblick über die pragmatische Position zum Lehren und Lernen

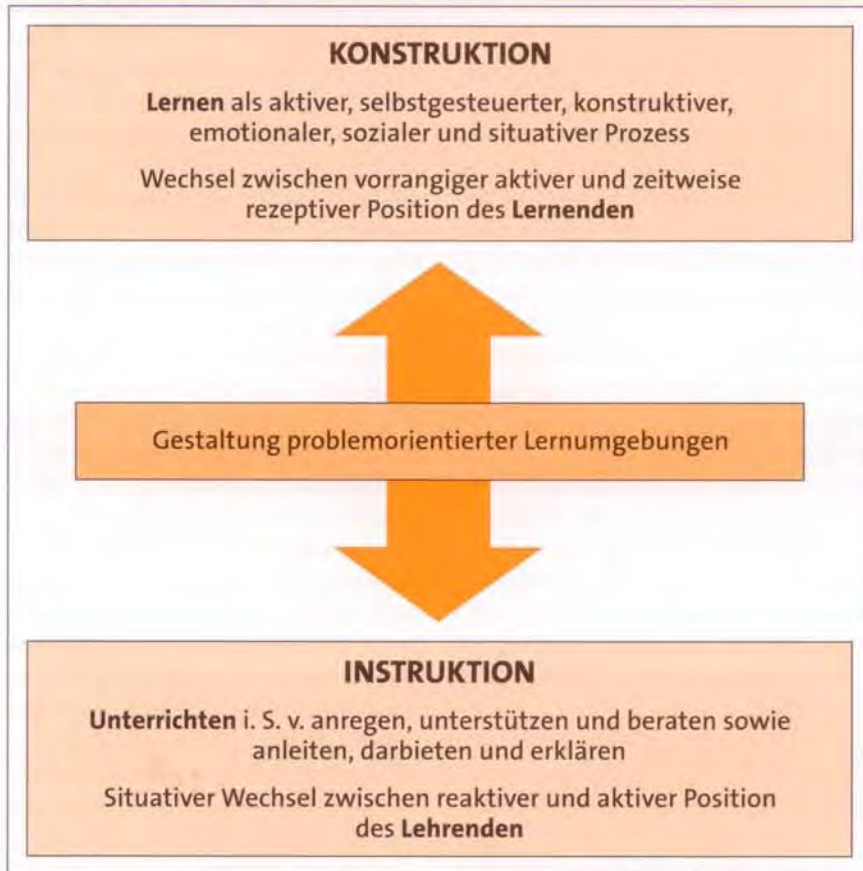


Abb. 3

Quelle: Reinmann-Rothmeier/Mandl 2001, S. 625; verändert

Konzept der Problemorientierung



Abb. 4

Quelle: Mandl 2006, S. 30; verändert

1. Anhand authentischer Probleme und mit Anwendungsbezug lernen.
2. In multiplen Kontexten und Perspektiven, die den Transfer auf andere Problemstellungen erlauben, lernen.
3. In sozialen Kontexten, die Kooperation, Kommunikation und Koordination fördern, lernen.

4. Mit instruktionaler Anleitung und Unterstützung, wie zum Beispiel Begleitung von Gruppenprozessen, informativem Feedback, Anregung zur Selbstreflexion, lernen.  
Eine konstruktivistisch fundierte Geographiedidaktik sollte bei bestimmten Lerninhalten und -zielen im Unterricht Berücksichtigung finden.

sichtigung finden. So zeigt beispielsweise der physisch-geographische Unterricht, der häufig nicht direkt beobachtbare Phänomene, wie zum Beispiel den Schalenbau der Erde, die Plattentektonik oder das Ozonloch behandelt, dass instruktionale Unterrichtsmodelle, die den Forschungsstand sozusagen „mitteilen“, nicht ausreichen, weil sie – wie der Tatbestand, dass die Erde eine Kugel ist – nicht unmittelbar nachprüfbar sind. Im Folgenden vertiefe ich den Ansatz des Conceptual Change, einen konstruktivistischen Ansatz, wie er für den naturwissenschaftlichen Unterricht seit den 70er-Jahren entwickelt wurde (vgl. Schnotz 2001, Vosniadou 1999). Er berücksichtigt subjektive Theorien/Alltagsvorstellungen von Lernenden und die Frage der Annäherung der subjektiven Theorien an wissenschaftliche Modelle. Daneben gibt es jedoch eine Reihe anderer Techniken des sozial-konstruktivistischen Lernens. Eine solche in der Geographiedidaktik heute weit verbreitete Methode des Lernens in „Lerngemeinschaften“ (Community of Practice Ansatz) ist das Gruppenpuzzle (Hegner/Reinfried 1997; Meyer 2006, S. 114f). Andere konstruktivistische instruktionale Modelle sind zum Beispiel jene der Cognitive Apprenticeship (kognitive Meisterlehre), der Anchored Instruction (Verankerung der Lerninhalte in anregenden Episoden) oder die Theorie der Cognitive Flexibility (Lerninhalte in multiplen Kontexten und Perspektiven strukturieren) (Cognition and Technology Group at Vanderbilt 1997, Dehnboitel 1998, Reinmann-Rothmeier und Mandl 1997, 1998; vgl. dazu Kürschner/Horz/Schnotz in diesem Heft).

1.1 Der Ansatz des Conceptual Change

Schon von klein an beobachten und erforschen Kinder ihre Umgebung und konstruieren sich dabei ihr „Weltwissen“, entwickeln ihre „subjektiven Theorien“ über die Welt (Beck/Krapp 2001, S. 53). Mit „subjektiven Theorien“ (auch Alltagsvorstellungen, Alltagstheorien, Präkonzepte oder „naives Wissen“ genannt) wird Wissen bezeichnet, das auf Alltagserfahrungen beruht, welche die Handlungen eines Individuums leiten und/oder rechtfertigen (Schnotz 2001, S. 75ff). Aus kognitionspsychologischer Perspektive werden sie als multiple mentale Repräsentationen eines Wissensgegenstandes aufgefasst. Subjektive Theorien betreffen unsere gesamte Umweltwahrnehmung und sind häufig nicht mit dem in der Schule vermittelten Wissen kompatibel. Die Lernenden bringen ihre Alltagsvorstellungen, die sich auch auf unter-

richtsrelevante Begriffe, Prinzipien und Phänomene beziehen (auch Konzepte genannt, in Anlehnung an den englischen Begriff *concept*), in die Schule mit. Sie stimmen mit wissenschaftlichen Erkenntnissen häufig nicht überein und lassen sich im Unterricht nicht einfach „überwinden“ oder „ersetzen“. Da sich subjektive Theorien als zentrale Ursache für Lernschwierigkeiten erwiesen haben (Duit 1993, S. 16), müssen Lehrkräfte die Alltagsvorstellungen ihrer Schülerinnen und Schüler kennen und in ihre Unterrichtsplanung einbeziehen.

Betrachten wir hierzu ein Beispiel: Die Aussage „Die Wolken bleiben an den Bergen hängen und regnen sich aus, damit sie nachher leichter sind und über das Gebirge fliegen können“ ist eine subjektive Theorie. Sie stellt einen kausalen Zusammenhang zwischen unabhängig voneinander feststellbaren Sachverhalten (Staulage mit Bewölkung und Niederschlag im Gebirge; Föhnwetterlage oder Hochdrucklage mit hoher Bewölkung) her, der jedoch vom Individuum nicht wissenschaftlich überprüft ist beziehungsweise nicht überprüft werden kann. Da ihre Entstehung in der Regel unbewusst oder unterbewusst vonstatten geht, können sie auf bewusstem Wege nicht leicht verändert werden. Sie zählen zum Kernbestand unseres Weltwissens, auf den wir nicht ohne weiteres modifizierend zugreifen und ihn verändern können. Subjektive Theorien sind also einerseits notwendige Anknüpfungspunkte des Lernens, andererseits aber auch Lernhemmnisse (Duit 2006, S. 15).

Schüler verknüpfen ihre Alltagstheorien im Unterricht mit dem neu gelernten Fachwissen. Dadurch entstehen Konstrukte, die vom Lehrer so nie beabsichtigt waren. Subjektive Theorien können sogar neben wissenschaftlichen Konzepten weiter bestehen, ohne dass dies vom Individuum als Widerspruch empfunden wird. Da das naive Wissen in vielen alltäglichen Situationen hilfreich ist, ist die Erwartung unrealistisch, Lernende würden ihre vorunterrichtlichen Vorstellungen durch Unterricht in jedem Fall durch wissenschaftliches Wissen ersetzen. Wissen kann also nicht einfach vom Lehrer auf einen passiven Empfänger, den Schüler, übertragen werden, sondern muss individuell und sozial konstruiert und auf dem bereits vorhandenen Wissen und der Erfahrung des Lerners aufgebaut werden. Die sorgfältige Berücksichtigung der Präkonzepte der Lernenden spielt also eine zentrale Rolle. Lernen wird als Konzeptwechsel angesehen (Conceptual Change), der zum Beispiel entweder durch einen

kognitiven Konflikt (Posner/Strike/Hewson/Gertzog 1982) oder durch die schrittweise Einführung des Schülers in eine neue Denkweise (Ansatz der Cognitive Apprenticeship) induziert werden kann. Der Konzeptwechsel geschieht also nicht dadurch, dass Alltagsvorstellungen eliminiert oder aufgegeben werden, sondern durch deren graduelle Restrukturierung. Alltagswissen und Schulwissen müssen in Einklang gebracht werden, damit das wissenschaftlich fundierte Wissen nicht „schubladiert“ wird, weil es, im Gegensatz zum Alltagswissen, keine Verwendung findet und somit „träge“ bleibt (Gräsel 1999).

Strategien des Conceptual Change im Unterricht beziehen sowohl kognitive als auch affektive Dimensionen des Lernens ein (Duit/Treagust 2003; Pintrich/Marx/Boyle 1993, Reinfried 2006.4) und berücksichtigen die folgenden Schritte:

1. die kognitive Integration wissenschaftlicher Theorie in das vorhandene „Wissensnetz“:
  - Bewusstmachung des subjektiven Vorwissens der Lernenden unter Benutzung umgangssprachlicher Begriffe;
  - Auseinandersetzung mit dem gesicherten Wissen und seiner Entstehung in dem zu behandelnden Kontext; Erlernen der fachspezifischen Terminologie;
  - Offenlegung der Diskrepanz zwischen der wissenschaftlichen und der subjektiven Theorie (metakognitive Fähigkeiten fördern; falsche Annahmen revidieren);
  - durch die Vernetzung von Altem mit Neuem ein Gesamtverständnis aufbauen.
2. die Umwandlung des theoretischen Wissens in Können:
  - praktische Erprobung/Anwendung von neuem Wissen in konkreten, Interesse weckenden Situationen (z. B. Experimente, Manipulieren von Modellen);
  - innere Bindung zu den neuen Konzepten aufbauen und stabilisieren durch deren Übertragung auf einen sinnvollen, nützlichen und motivierenden Kontext.

## 2. Zur Rolle der konstruktivistischen Lehr-Lern-Theorie in der Geographiedidaktik

Eine konstruktivistische Sichtweise der Welt im Sinne der konstruktivistischen Lehr-Lern-Theorie tangiert das Elementare, die grundlegenden Begriffe und Prozesse der realen geographischen Welt. In den Augen einer Lehrkraft, die sich des konstruktivistischen

Paradigmas und des Phänomens der Alltagstheorien nicht bewusst ist, erscheint ein Schüler, dem noch beim Abitur herausrutscht, dass „die Sonne um die Erde rotiert“, schlicht und einfach „ignorant“. Tatsächlich wurde dessen Alltagsvorstellung aber nie analysiert und damit auch nicht verändert. Für den Alltag mag seine „Fehlvorstellung“ belanglos sein, andere solcher Alltagstheorien sind es allerdings nicht. Die Kluft zwischen Wissen und Handeln hat viel damit zu tun, dass sich Menschen Vorstellungen von elementaren Begriffen und Prozessen auf der Basis ihres individuellen kognitiven Inventars konstruieren. Wenn unzureichendes Wissen vorhanden ist, können „Fehlvorstellungen“ gebildet werden, die nicht mehr in Zusammenhang mit dem eigenen Handeln gebracht werden können. Wissen ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung für das Ziehen von sinnvollen Schlussfolgerungen, für ein aufgeklärtes Bewusstsein und sachlich begründetes Handeln. Die Vorstellung, dass das Ozonloch mehr Sonnenstrahlen in die Atmosphäre lässt, weshalb es auf der Erde wärmer wird, illustriert dies beispielhaft. Denn wie kann ein Mensch die generelle Bedeutung des steigenden CO<sub>2</sub>-Gehaltes der Atmosphäre einschätzen und daraus Entscheidungen für ein problemlöseorientiertes Handeln ableiten, wenn er nicht verstanden hat, was der Treibhauseffekt ist und wie er zustande kommt? Oder: Kann jemand Bemühungen zum Grundwasserschutz unterstützen, wenn er keine ausreichend differenzierte Vorstellung über das Grundwassersystem und seine Verletzlichkeit hat? Oder: Wie beurteilt man die Frage nach der Asphaltierung, also der vollständigen Versiegelung riesiger Areale in urbanen Gebieten, wenn man nicht weiß, dass ein intakter Boden Wasser, Luft, und Energie braucht? Man kann gut mit seinen subjektiven Theorien leben, wichtig ist jedoch, ob eine subjektive Theorie „belastbar“ ist, das heißt ausreichend differenziert ist und auch trägt, wenn Zusammenhänge komplexer werden<sup>1</sup>, wie dies bei der zur Zeit geführten Diskussion um die globale Erwärmung der Fall ist. Je mehr Wissen man zu den Themen, die heute die Welt bewegen, hat, umso besser kann man nach der Schulzeit darauf aufbauend weiter lernen, kann man neues Wissen integrieren und so Natur- und Kulturzusammenhänge besser verstehen.

Diese Fragen betreffen zentrale Kompetenzen eines neuen Faches Geographie, wie es in den deutschen Bildungsstandards beschrieben wird. Es sind dies fundiertes

Sachwissen, Urteilsfähigkeit und Problemlösekompetenz, die für vernunftgeleitetes Verhalten und Handeln in den Bereichen Umweltschutz, Risikovorsorge, Stadt- und Raumplanung, Wasserversorgung, wirtschaftliche Entwicklung und entwicklungspolitische Zusammenarbeit unabdingbar sind (Deutsche Gesellschaft für Geographie 2006, S. 2). Dazu kommt, dass Wissenserwerb in unserem Fach auch immer die systemische Betrachtungsweise einbeziehen und zu Erfahrungen im Umgang mit Systemen verhelfen muss, da die Gegenstände der Geographie Geosysteme sind. Der Anspruch an eine konstruktivistische Geographiedidaktik ist also hoch: Sie soll Wissen quantitativ, aber vor allem qualitativ steigern und in entsprechendes Handeln überführen. Die Schnittstelle zur Fachwissenschaft Geographie darf jedoch aufgrund des stärkeren Einbezugs der pädagogischen Psychologie nicht vernachlässigt werden. In Anlehnung an Forschungsergebnisse aus der Physik (Duit 2006, S. 18) ist auch für die Geographie davon auszugehen, dass geographische Begriffe und Prozesse nur angemessen verstanden werden können, wenn auch die Vorstellungen der Lernenden über die Geographie, also ihre Arbeitsweisen und ihre Natur als Wissenschaft, angemessen sind.

### 3. Beispiele von subjektiven Theorien aus der Geographie

Im Folgenden werden subjektive Theorien, die grundlegende Begriffe und Prozesse von Geosystemen, hier der Pedosphäre, der Atmosphäre und der Hydrosphäre, betreffen, näher erläutert. Dabei wird deutlich, dass das Verständnis des physisch-geographisch Elementaren unabdingbar ist für die Erkenntnis der damit in Zusammenhang stehenden humanwissenschaftlichen Aspekte im Raum. Natur- und kulturwissenschaftliches Wissen und subjektive Theorien müssen aufeinander bezogen werden, damit der Geographieunterricht dem Ziel gerecht wird, handlungsleitendes Weltwissen zu vermitteln. Am Beispiel Boden wird gezeigt, dass Instruktion allein Alltagsvorstellungen nicht zu verändern vermag. Das Beispiel Treibhauseffekt legt offen, wie Fehlvorstellungen den Zusammenhang zwischen dem eigenen Handeln und anthropogen verursachten Umweltproblemen verschleiern. Am Beispiel des Grundwassers wird eine situierte Lernumgebung beschrieben, in der auf kognitiv-aktivierende Art und Weise Alltagsvorstellungen geklärt und Fehlvorstellungen korrigiert werden.

#### 3.1 Boden

Boden ist eine wichtige Grundlage des Lebens und ist heute durch Übernutzung, Erosion und Zerstörung weltweit gefährdet. Die Schaffung von Bodenbewusstsein ist daher ein wichtiges Bildungsziel schulischen Lernens. Der Boden ist als Naturkörper ein komplexes, offenes System, das ständigen Veränderungen in Raum und Zeit unterliegt. Obwohl man ihn sehen, fühlen, riechen, ja sogar schmecken kann, haben die meisten Menschen nur sehr vage Vorstellungen von ihm. Dabei beginnt Bodenbewusstsein im Alltag zum Beispiel in der Art und Weise, wie man einen Schrebergarten bewirtschaftet, welchen Belag man für die Befestigung eines Gartenweges verwendet oder welches Substrat man für Topf- und Balkonpflanzen kauft. Kerstin Drieling (2005, S. 192ff) erforschte die Alltagsvorstellungen von Studierenden über den Boden. Auf ihre Frage, was sich Studierende unter Boden vorstellen, wurden folgende Antworten gegeben, die ich für diesen Beitrag zu fünf Vorstellungsbildern (kognitive oder mentale Modellen) gruppiert habe:

1. Boden ist Ort, Fläche Raum:
  - ist Standort für Lebewesen; für Infrastruktur.
  - ist Untergrund, auf dem man lebt, geht; Erdoberfläche.
  - ist Lebensraum (von Tieren und Pflanzen).
2. Boden ist Substrat, Ressource:
  - hat unterschiedliche Beschaffenheit, besteht aus unterschiedlichen Materialien, wie Gestein, Erde.
  - ist Nährstoffquelle für Pflanzen.
3. Boden ist eine Schicht:
  - ist die oberste Schicht (aus einer Abfolge von Schichten).
  - Boden besteht aus verschiedenen Schichten.
4. Boden ist das Ergebnis von Prozessen:
  - Boden resultiert aus Zersetzung, Verwitterung.
5. Boden ist eine Systemkomponente:
  - Böden sind charakteristisch für spezifische Ökosysteme, wie zum Beispiel Waldböden, Moorböden, Podsol, Braunerde, etc.

Die Vorstellungen von Boden als Ort, Fläche, Raum wird mit dessen räumlicher Dimensionen assoziiert, während Boden als Substrat oder Ressource mit seiner qualitativen Dimensionen assoziiert wird. Die Sicht von Boden als Schicht beinhaltet Elemente beider Dimensionen: Boden als eine flächenhaft ausgebreitete Masse (Erde, Humus, Gestein) über, unter oder zwischen

etwas Anderem. Alle diese Vorstellungen lassen sich auf vorunterrichtliches Erfahrungswissen zurückführen. Die Vorstellungen von Boden als Ergebnis eines Prozesses beziehungsweise als Systemkomponente beruhen auf Fachwissen. Alle Vorstellungen bilden das Konzept Boden als Naturkörper nicht oder unzureichend ab. Sie beziehen sich nur auf einzelne Bodeneigenschaften oder sind lose zusammengefügte Wissensfragmente.

Drieling beschreibt die Kenntnisse der Studierenden über Aufbau und Zusammensetzung von Boden denn auch als oberflächlich (2005, S. 202). Das Fachvokabular fehlte beziehungsweise wurde selten benutzt, zur Beschreibung von Boden wurden umgangssprachliche Begriffe verwendet, die auf alltägliche Erfahrungen mit Boden zurückzuführen sind. Dies, obwohl die Mehrheit der Studierenden angab, das Thema im Unterricht behandelt zu haben. Die Studierenden kennen die Funktion von Boden und seine Bedeutung vor allem in Zusammenhang mit der Landwirtschaft, weniger jedoch in einem alltäglichen Kontext, wie zum Beispiel ökologische Bodenfunktionen, Schadstoffbelastung von Böden, Bodenverbrauch, Bodenversiegelung, und so weiter. Drieling vermutet, dass die oberflächlichen Kenntnisse der Studierenden Ausdruck von theoretisch gelerntem, tragem Wissen sind, das in der Schule durch Instruktion, aber nicht handlungsorientiert vermittelt wurde (2005, S. 208f). Zu vermuten ist auch, dass die integrative Behandlung des Themas Boden im Rahmen von anderen Fragestellungen, wie zum Beispiel dem Thema Landwirtschaft, einer wissenschaftlichen Vorstellung von Boden entgegensteht, weil in einem solchen Unterricht dem Thema Boden eine andere Bedeutung beigegeben wird als in einem Unterricht, in dem es um den Naturkörper Boden geht. Die Ergebnisse der Befragung zeigen deutlich, dass konventioneller Unterricht nicht ausreicht, um Alltagsvorstellungen so zu verändern, dass der Begriff Boden grundlegend konzeptionell verstanden wird.

#### 3.2 Treibhauseffekt/Ozonloch/Globale Erwärmung

Theorien über den Klimawandel kann man heute fast täglich in Medien und Öffentlichkeit hören. Oft sind sie nicht wissenschaftlich fundiert, sondern beruhen auf subjektiven Theorien. Dies hat Folgen für die Bewertung von Umweltgefahren und daraus abzuleitende Handlungsmöglichkeiten im Alltag. Laien, denen eine Auswahl

von Umweltproblemen vorgelegt wurde, schätzen die Konsequenzen, die sich aus dem Verlust von Wäldern ergeben, als die größte zurzeit herrschende Gefahr ein, gefolgt vom stratosphärischen Ozonverlust und dem Abfallproblem. Der anthropogene Treibhauseffekt wurde als das geringste Problem eingestuft – dies im Gegensatz zu den Aussagen von Experten (Wallner/Hunziker/Kienast 2003, S. 187). Jaeggi/Tanner/Foppa/Arnold (1996) führen dies darauf zurück, dass viele Menschen offenbar den Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub> und Treibhauseffekt nicht kennen. Sie nehmen die Gefahren, die von erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalten in der Atmosphäre ausgehen, nicht wahr, weil sie das Gas nicht spüren können. Deshalb stellt der atmosphärische CO<sub>2</sub>-Anstieg auch nicht wirklich eine Bedrohung für sie dar. Dies im Gegensatz zu erhöhten Ozonwerten in der Troposphäre und dem stratosphärischen Ozonverlust, die beide in Form von Schleimhautreizungen oder Hautkrebs wahrnehmbar sind (Wallner/Hunziker/Kienast 2003, S. 190f). Auch kranke Tannen und Abfallberge kann man sehen.

Stephan Schuler (2002) hat einige mit empirischen Methoden erforschte Alltagsvorstellungen zum Thema Treibhauseffekt zusammengetragen (vgl. Boyes/Stanisstreet 1993, Koulaïdis/Christidou 1999, Dove 1996, Kempton 1991). Aus den Studien ließen sich verschiedene, weit verbreitete subjektive Theorien über den Mechanismus des anthropogenen Treibhauseffekte gruppieren:

1. Treibhausgase sind nicht gleichmäßig in der Atmosphäre verteilt, sondern bilden in großer Höhe eine Schicht, ähnlich dem Glasdach eines Treibhauses, die als Barriere für austretende Strahlung wirkt.
2. Der Treibeffekt ist eine Folge der allgemeinen Luftverschmutzung, das heißt Luftschadstoffe verursachen die globale Erwärmung.
3. Der Treibhauseffekt kommt vom Ozonloch, dort verstärkt in die Atmosphäre einzudringen, weil mehr Sonnenstrahlen durch das Loch auf die Erde gelangen und
  - den Weg zurück durch das Loch nicht mehr finden
  - durch die Ozonschicht am Wiederaustritt aus der Atmosphäre gehindert werden,
  - oder weil sich unter der Ozonschicht die Schicht mit den Treibhausgasen befindet, die durch das Loch einfallende Sonnenstrahlen nicht mehr herauslässt.

In seinen eigenen Forschungen über Alltagsvorstellungen zum globalen Klimawandel konnte Schuler (2005, S. 106ff) diese subjektiven Theorien wieder finden. Er identifizierte folgende häufig vorkommende Vorstellungsmodelle:

- Das Ozonlochmodell: Vermischung des Konzepts Ozonloch mit dem Konzept Treibhauseffekt.
- Das Glashausmodell: Abgase und Emissionen sind aggressive Schadstoffe, die die Ozonschicht zerstören; durch das Ozonloch tritt mehr Strahlung in die Atmosphäre, die von der Erdoberfläche her auf die intakte Ozonschicht reflektiert wird, nicht mehr entweichen kann und so die globale Erwärmung verstärkt.
- Das Luftverschmutzungsmodell: die Luftverschmutzung ist die Ursache des Treibhauseffektes.
- Das Luftreinigungsmodell: die globale Waldzerstörung verstärkt den Treibhauseffekt.

Wie kommen Menschen zu solchen Vorstellungen? Wenn sich Ideen oder Bedeutungen über ein Phänomen nicht über sensorische Signale wahrnehmen lassen, dann muss sich das kognitive System des Menschen „Vorstellungsbilder“ selbst herstellen, indem es durch „gezieltes“ Handeln oder spezifische Wahrnehmung „Erwartungen“ über die Welt prüft (von Aufschnaiter 2001, S. 255). Die Erzeugung solcher Vorstellungsbilder ist immer in die ganze Breite menschlichen Erlebens eingebettet. Dazu gehören die Sprache ebenso wie Analogien. Das heißt, dass die Umweltveränderungen in der Atmosphäre, die wir mit den Begriffen Ozonloch und anthropogener Treibhauseffekt umschreiben, bei fehlendem Fachwissen entweder als Metaphern, durch Analogien oder auf der Basis von vorwissenschaftlichen Kategorien interpretiert werden, weil wir sie nicht direkt über unsere Sinne wahrnehmen können. Wallner/Hunziker/Kienast (2003) beschreiben ein Beispiel aus ihren Forschungen, das diese Zusammenhänge illustriert: Die globale Erwärmung ist eine Folge des Ozonlochs. Das Ozonloch erlaubt den Sonnenstrahlen, dort verstärkt in die Atmosphäre einzudringen, weshalb es auf der Erde wärmer wird. Die Sonne wird folglich als aggressiver wahrgenommen, als sie es früher war. Hitzewellen in den Sommermonaten werden dem Treibhauseffekt zugeschrieben, ebenso die Zunahme der Atemwegserkrankungen. Hier werden die metaphorische Interpretation des Begriffs Ozonloch, erlebte Temperaturschwankungen, die Analogie zu einem Treibhausglasdach sowie persönlich erlebte Auswirkungen von hohen Ozonkonzentrationen in Bodennähe kausal kombiniert.

Für den Praktiker stellt sich die Frage, wie er im Unterricht auf die Tatsache, dass jeder Mensch Fehlvorstellungen hat, reagieren

soll. Wie oben beschrieben, führt Wissensvermittlung nicht notwendigerweise zu wissenschaftlich korrekten Vorstellungen, sondern kann neue „Fehlvorstellungen“ auf der Basis bestehender Alltagstheorien hervorbringen, wie das folgende Beispiel von Kriesi/Bütschi (1998) zeigt. Sie untersuchten den Einfluss von Zeitungsartikeln auf das Wissen und die Haltungen der Bevölkerung zu Umweltfragen. Die in einem Zeitungsartikel publizierte Information, dass höhere CO<sub>2</sub>-Gehalte der Atmosphäre zu besserem Pflanzenwachstum führen, reduzierte die Bedeutung des CO<sub>2</sub> als Treibhausgas. So sagte zum Beispiel ein Proband im Interview, dass das Problem des Waldsterbens, über das man vor 15 Jahren gesprochen habe, heute kein Thema mehr sei, weil die Wälder wegen des erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehaltes heute wieder besser wüchsen. CO<sub>2</sub>-Reduktion im Hinblick auf die globale Erwärmung wurde folglich als weniger wichtig eingestuft. Das Beispiel zeigt, dass hier eine neue Information (viel CO<sub>2</sub> führt zu besserem Pflanzenwachstum) mit zwei bestehenden Konzepten (Waldsterben und globale Erwärmung) in Verbindung gebracht und kausal verknüpft wurde. Die so konstruierte Theorie bewirkt, dass der Zusammenhang zwischen eigenem Handeln und dem Umweltproblem nicht mehr erkennbar ist.

Obwohl Fachwissen so wichtig ist, um geowissenschaftliche Konzepte zu verstehen, kann wissenschaftliches Wissen also nicht einfach vermittelt werden, sondern die bestehenden Alltagsvorstellungen müssen zuerst identifiziert werden. Differenzierte Alltagstheorien werden als wichtige Voraussetzung für die Kompetenz, komplexe Entwicklungen zu bewerten, gesehen (Schuler 2002, S. 156; Schuler 2004, S. 141). Die subjektiven Theorien entscheiden, wie ernst ein Umweltproblem genommen wird und ob man sein Verhalten damit in Verbindung bringen kann oder nicht. Je besser man ein Umweltproblem und dessen Auswirkungen sehen, beobachten und fühlen kann, desto eher wird dessen Existenz akzeptiert und desto größer ist die Bereitschaft, etwas dagegen zu tun, beziehungsweise politische Maßnahmen zu dessen Reduzierung zu akzeptieren (Preisendörfer/Franzen 1996; Kunz 1998).

### 3.3 Grundwasser

Die Autorin hat Schüler- und Studentenvorstellungen über Grundwasser ausführlich untersucht (Reinfried 2005, 2006.2, 2007). Sie hat eine Vorstellung von Grund-

wasser zu machen ist schwierig, da man Grundwasser in der Regel weder sehen noch ertasten kann, also nicht wirklich durch Anschauung erfahren kann. Zudem bleiben uns Menschen in den hoch entwickelten Ländern die Folgen von Grundwasserverschmutzung und -übernutzung in den meisten Fällen – im Gegensatz zu anthropogenen Eingriffen in die Atmosphäre – verborgen.

Die Autorin konnte bisher sechs Modelle von Vorstellungsbildern für Grundwasser identifizieren (Reinfried 2006.2). Mentale Modelle, die in einem lebensweltlichen Kontext entstehen können, sind Vorstellungen von Grundwasser in

- Wasseradern,
- in offenen unterirdischen Hohlräumen,
- als Wasser am Grunde eines größeren Gewässers (See, Meer).

Mentale Modelle, die in einem fachorientierten Kontext stehen, sind Grundwasser

- in Tropfsteinhöhlen,
- als Teil des Wasserkreislaufs und
- in porösen und permeablen Sedimenten.

Menschen, deren Vorstellungen von Grundwasservorkommen in der Natur fragmentarisch bleiben, können Vorgänge um die Grundwasserneubildung, -(über)nutzung sowie Grundwasserverschmutzung nur schwer oder nicht verstehen. Ohne korrektes Wissen ist aber auch einsichtiges Handeln zum Schutz des Grundwassers kaum möglich. Der Weg zum Wissen führt über die Klärung der subjektiven Alltagsvorstellungen. Dies kann beispielsweise mit dem Ansatz der mentalen Modellbildung geschehen, mit dem auch ein Vorstellungswandel im Unterricht eingeleitet werden kann.

### 3.4 Die Strategie der mentalen Modellbildung – ein Rahmen für eine situierte Lernumgebung

Der Ansatz zur mentalen Modellbildung zur Veränderung von Alltagsvorstellungen (Tab. 1) geht davon aus, dass die Wissenskonstruktion und -rekonstruktion im Klassenzimmer ähnlich wie der historische Erkenntnisprozess durch Paradigmenwechsel verläuft, und zwar in der Art diskontinuierlicher Prozesse. In beiden Fällen ist es notwendig, die eigenen Ideen zu klären, zu revidieren und weiterzuentwickeln, wenn neue Erkenntnisse dazukommen. Lernende müssen hierfür die Fähigkeit erwerben, die Eigenschaften, die ihr mentales Modell mit der wissenschaftlichen Vorstellung, also dem wissenschaftlichen „Modell“, gemeinsam hat, beziehungsweise durch die es sich von ihm unterscheidet, zu erkennen. Der Lerner wird

Konzeptwechsel mit der Strategie der mentalen Modellbildung	
Vorphase <b>Orientierung und Entdecken</b>	Alltagsvorstellungen der Lernenden in der Literatur oder der Klasse zum Unterrichtsgegenstand herausfinden
Phase I <b>Aktivierung und Klärung</b>	Austausch und Klärung der Alltagsvorstellungen/ mentalen Modelle in der Klasse
Phase II <b>Exposition</b>	Prozess der Vorstellungsänderung durch einen kognitiven Konflikt: Unterschiede zwischen den mentalen Modellen der Lernenden und wissenschaftlichen Modellen bewusst machen Übereinstimmungen und Diskrepanzen zwischen den subjektiven mentalen Schülermodellen und dem wissenschaftlichen Modell identifizieren
Phase III <b>Rekonstruktion</b>	Anwendung der neu gebildeten wissensbasierten mentalen Modelle in Experimenten/handlungsorientierten Kontexten, um Probleme zu lösen
Phase IV <b>Validierung</b>	Präsentation der Problemlösungen und Reflexion über die Lösungswege

Tab. 1: Die Strategie der mentalen Modellbildung – eine konstruktivistische Unterrichtsstrategie

Quelle: Reinfried 2006.2, verändert

in die Lage des Forschers versetzt, der eine Auffassung, Deutung oder einen Wissensbestand klären will (Taylor/Barker/Jones 2003). Wenn dies nicht nur kognitiv geschieht, sondern auch die affektive Dimension einbezogen wird, wie dies mit der hier vorgestellten Strategie beabsichtigt ist, lassen sich subjektive Theorien signifikant stärker in Richtung wissenschaftlichere Vorstellungen verändern, als dies bei lehrerzentriertem Unterricht der Fall ist (Reinfried 2006.3).

Um Vorstellungen über den Boden zu verändern, bietet sich die Arbeit mit dem Original in der Natur und im Labor an. Wenn es um den Treibhauseffekt oder Grundwasservorkommen geht, können physische Modelle eingesetzt werden, die den Schülern die Bildung von wissensbasierten Modellen erleichtern. Solche Modelle sind jedoch Abbildungen von wissensbasierten mentalen Modellen von Wissenschaftlern und nicht verkleinerte Repräsentationen der Realität. Als Beispiel sei das Tellurium genannt, das die astronomische Realität nicht in verkleinertem Maßstab darstellt, sondern nur einen Aspekt der Realität, nämlich die Bewegung des Mondes um die Erde und deren Bewegung um die Sonne. Auch für die Darstellung der Auswirkungen des erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalten in der Atmosphäre gibt es Modelle<sup>2</sup>, ebenso wie für das Vorkommen und die Eigenschaften von Grundwasser (Williams 2002; Reinfried 2006.5). Die Strategie der mentalen Modellbildung (Tab. 1) beginnt damit, dass die Lehrkraft

versucht, etwas über die Alltagstheorien ihrer Schülerinnen und Schüler zu erfahren. Anschließend machen sich die Lernenden ihre subjektiven Theorien bewusst und legen sie, zum Beispiel durch Zeichnungen, offen. Die Zeichnungen werden aufgehängt und nach bestimmten Kriterien geordnet. In einem nächsten Schritt vergleichen die Schüler die Eigenschaften ihrer mentalen Modelle mit einem wissenschaftlichen Modell auf Konvergenz oder Divergenz. Durch diese Gegenüberstellung wird ein kognitiver Konflikt – eine wichtige Voraussetzung für die Vorstellungsänderung – induziert (Duit 2000, 81). Da subjektive Theorien durch reine Anschauung jedoch kaum zu verändern sind, werden in einem nachfolgenden Schritt kleinere Versuche zu zweit oder zu dritt durchgeführt, durch welche die Lernenden am Modell gewonnene Erkenntnisse weiterverarbeiten und so die Informationen in ihre Wissensbasis integrieren. In der abschließenden Evaluationsphase stellen die Schülerarbeitsgruppen ihre Beobachtungen und ihre Ergebnisse zur Diskussion.

Ziel des Lernens mit dem modellbildenden Ansatz ist es, das *Sehen*, das *Verstehen*, das *Interpretieren* und *Transferieren* anzuregen. Da das Individuum seine Wirklichkeit auch stets sozial konstruiert, schaffen wir Wirklichkeit, indem wir unsere Vorstellungen *beschreiben* und *mitteilen* (Daum 2001, S. 212). Dies genügt jedoch noch nicht, denn Wissen, das nicht anwendbar ist, lässt sich nur schwer in Handeln überführen (vgl.

Die drei Bereiche der didaktischen Rekonstruktion

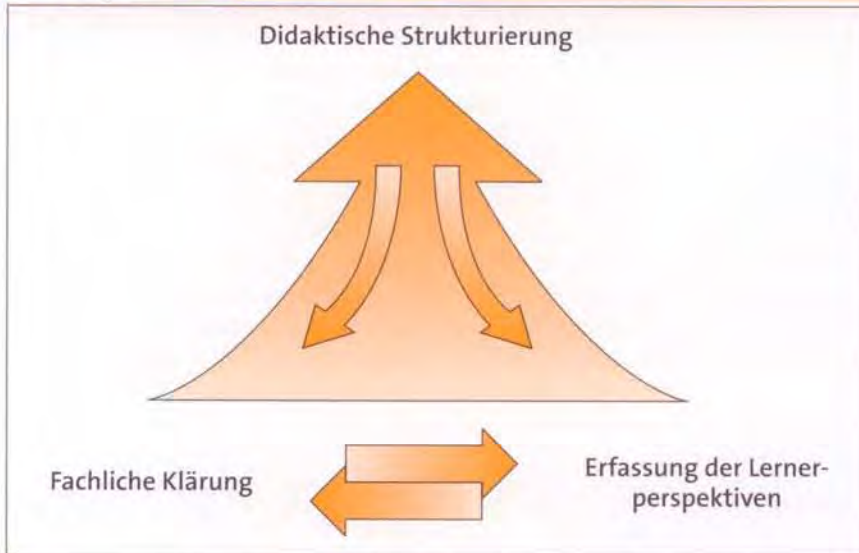


Abb. 5

Quelle: Kattmann/Duit/Gropengießer/Komorek 1997

Mandl/Gerstenmaier 2000, S.12f). Jerome Bruners (1996) Aussage „Wissen entsteht durch Handeln“ wird mit dem Modell bildenden Ansatz modellhaft vorgeführt. Erst durch das eigene Tun im Experiment (Phase 3 des Modell bildenden Ansatzes) gelangen die Lernenden schrittweise zu einem wissenschaftlichen Vorstellungsbild vom Unterrichtsgegenstand. Angewendet auf das Grundwasserthema heißt dies: Sie haben in Phase 2 des Modell bildenden Ansatzes gesehen, wie Grundwasser am häufigsten in der Natur vorkommt, wieso es nicht in Adern, Schläuchen oder Kanälen fließt, dass es eine Dynamik hat, dass es infolge der großen inneren Oberfläche des Aquifers eine vielfältige Wechselwirkung zu den Sedimentpartikeln entfalten kann, dass zum Beispiel Schmutzteilchen an deren Oberflächen hängen bleiben und das Wasser so gereinigt wird. Auch die systemische Betrachtungsweise und Aspekte des Umgangs mit Systemen wurden sichtbar, zum Beispiel dass man durch Entnahme von Grundwasser einen Aquifer übernutzen kann, dass sich Verschmutzungen schnell und flächendeckend ausbreiten und dass Gebiete, die weit vom Verschmutzungsort entfernt sind, tangiert werden können, und Vieles mehr. Alles dies kann im Experiment zumindest ansatzweise selber nachvollzogen werden.

Welche Konsequenzen, die über das bisher in Pädagogik und Didaktik übliche Konzept der Handlungsorientierung hinausgehen, lassen sich aus der Strategie der mentalen Modellbildung für den Geographieunterricht ziehen? Situierete Lernumgebungen, die auf konstruktivistische Art und Weise zu Wissenserwerb beitragen wollen, bieten

in ihrem Kern den Lernenden Gelegenheit, aktiv Bedeutung zu konstruieren, und erlauben ihnen, neue Prinzipien und Erklärungen der zu lernenden Begriffe und Prozesse zu entdecken. Die Aufgabenstellung ist komplex, herausfordernd und authentisch, und das Material erlaubt das Experimentieren, Explorieren, Hypothesenbilden und -erklären. Das Lernen setzt am Vorwissen, den Alltagsvorstellungen und an den Fähigkeiten der Lernenden an. Die Arbeit im sozialen Kontext dient dazu, Meinungen, Beobachtungen und bisherige Vorstellungen auszutauschen, was hilft, neues Wissen zu verankern (Hardy/Jonen/Möller/Stern 2006, S. 308)

#### 4. Folgerungen für die Praxis

Für den Praktiker bleibt ein zentrales Problem ungelöst: Situierete Lernumgebungen für den Geographieunterricht können nicht am „grünen Tisch“ entworfen werden, weil zu deren Entwicklung neben bewährtem, fachlichem Wissen und fachlicher Logik empirisches Wissen über Wissensentwicklung und Lernen in der Geographie benötigt wird. Ein Lernender kann für die Konstruktion von Bedeutung nur auf die ihm jeweils subjektiv verfügbaren Inventare zurückgreifen. Deshalb kommt es auf die optimale Passung des Unterrichts zu den Alltagsvorstellungen der Lernenden an (von Aufschnaiter 2001, S. 250). Diese Passung lässt sich nicht theoretisch bestimmen, sondern nur durch detaillierte Untersuchungen unterrichtlicher Praxis empirisch erheben. Lernen ist dann die Veränderung der kognitiven Werkzeuge und

deren Kooperationsbeziehungen mit dem Ziel, mit diesen Werkzeugen Anforderungen/Situationen erfolgreicher bewältigen können, als dies mit den vorangegangenen Bedeutungskonstruktionen möglich ist. Dafür ist eine konstruktivistisch orientierte geographiedidaktische Lehr-Lern-Forschung unverzichtbar, bisher jedoch wenig verbreitet. Bis genügend brauchbare Ergebnisse vorliegen, bleibt den Lehrkräften bei der Planung und Durchführung von Unterricht vorläufig jedoch nichts anderes übrig, als ihre Schülerinnen und Schülern beim Sich-zurechtfinden in den bereitgestellten Lernumgebungen über die Wirkung ihres Unterrichts zu sammeln. Damit ihnen der unverstellte Blick auf die Lernprozesse ihrer Schützlinge gelingt, muss die konstruktivistische Lehr-Lern-Theorie als fester Bestandteil in das Pflichtprogramm der Geographielehrerausbildung integriert werden.

Ein Erfolg versprechender Rahmen für die Entwicklung von Unterricht auf der Basis konstruktivistischer Lehr-Lern-Forschung ist das Modell der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann/Duit/Gropengießer/Komorek 1997). Es besteht aus der sich wechselseitig beeinflussenden Trias von Fachwissen, Schülervorstellungen und didaktischer Strukturierung (Abb. 5). Die die Sachstruktur bestimmenden wissenschaftlichen Positionen werden als Konstrukte der jeweiligen Wissenschaftsgemeinschaft verstanden; die Lehr-Lern-Prozesse werden als individuelle Konstruktionsprozesse gesehen. Die entscheidende Leistung des Modells der didaktischen Rekonstruktion besteht darin, systematisch Schülervorstellungen und fachlich geklärte Vorstellungen aufeinander zu beziehen und für die Konstruktion von Unterricht zu nutzen.

Die drei Bereiche des Modells der didaktischen Rekonstruktion lassen sich wie folgt beschreiben:

- a) *Die fachliche Klärung:* Der fachliche Inhalt wird aus didaktischer Perspektive auf seine elementaren Ideen, Kernbegriffe und -prozesse, Gesetzmäßigkeiten und Methoden hin analysiert. Sie sind der Ausgangspunkt für die Entwicklung der Sachstruktur für den Unterricht. Analysiert werden die wissenschaftstheoretischen und -historischen Aspekte der jeweiligen Fachwissenschaft aus fachdidaktischer Sicht. Gegenstand der Untersuchungen sind sowohl aktuelle wie historische Zeugnisse fachwissenschaftlicher Theoriebildung und Praxis.
- b) *Die Erfassung der Lernerperspektiven:* Da Lehrende in der Regel über ein reichhaltiges vernetztes Fachwissen verfügen, besteht die



Gefahr, dass sie sich bei der Gestaltung der Lerninhalte nicht an den Bedürfnissen und dem Vorwissen der Lernenden orientieren, sondern sich durch die fachliche Wahrnehmung des Lerngegenstandes leiten lassen. Bei der Erfassung der Lernerperspektive geht es um Kenntnis der vorunterrichtlichen Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern über den jeweiligen Sachverhalt oder Lerngegenstand, ihre Interessen und Einstellungen zu dem Inhalt sowie das eigenaktive Erkenntnis- und Auseinandersetzungsverhalten der Lernenden und ihre Lernwege. Die Kenntnis der Schülervorstellungen eröffnet einen neuen Blick auf die Sachstruktur der Wissenschaft. Die Alltagsvorstellungen der Lernenden sind also keine Hindernisse, sondern der Ausgangspunkt für das Lernen. An Alltagsvorstellungen anknüpfen heißt nicht, dass der Lehrer zu Beginn der Stunde das Vorwissen der Schüler in Form eines Brainstormings abholt und Begriffe, die in die Runde geworfen werden, an die Tafel schreibt. Es geht vielmehr darum zu verstehen, dass jeder Mensch Alltagsvorstellungen hat, die seine ganz persönlichen Denkwelten repräsentieren. Um diese wissenschaftlichen Vorstellungen anzunähern, gilt es ihre innere Struktur zu entziffern und aus der Perspektive dessen, der sie konstruiert hat, nachzuvollziehen. Da Interesse ein Motivationsfaktor ist und ein nachgewiesener Zusammenhang zwischen Interesse, Ausdauer, aktiver Lernzeit und Lernerfolg besteht, muss an den Interessen der Lernenden angeknüpft werden. Auch die Ergebnisse der Interessensforschung sind zu berücksichtigen. (Sie sind zusammengestellt bei Reinfried 2006.4). c) *Die didaktische Strukturierung:* Bei der Konzeption von Lernaktivitäten, Lernmaterial und Unterrichtseinheiten wird die in der fachlichen Klärung elementarisierte Sachstruktur unter Einbezug der Lernerperspektiven rekonstruiert. Der Stoff wird also nicht vereinfacht, das heißt didaktisch reduziert, sondern im Hinblick auf die Lernmöglichkeiten und -schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler für den Lernprozess umgestaltet und aufgebaut. Dazu gehört es, Gelegenheiten für aktive und eigenständige Auseinandersetzung mit dem Stoff zu bieten, das heißt eigenständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, Befragungen, Kartierungen, Messungen. Außerdem ist in jeder Stunde Zeit zum Üben, Anwenden und zur Vertiefung zur Verfügung zu stellen, etwas, das leider in der Praxis häufig zu kurz kommt. Die drei Bereiche der didaktischen Rekonstruktion stehen in enger Wechselwirkung zueinander; jeder Sektor hängt von den

Erkenntnissen des anderen ab. Deshalb werden sie nicht schrittweise nacheinander, sondern in der Art eines zyklischen Prozesses bearbeitet. Unterricht ist hoch komplex und durch ein ganzes Bündel konkurrierender, zum Teil auch sich widersprechender Ansprüche und Strukturen gekennzeichnet (Meyer 2004). Die Kunst des guten Unterrichts besteht deshalb darin, diese wie in einem Puzzle zusammenzufügen und auszubalancieren (Abb. 6). Die Puzzleteile, die einen guten konstruktivistischen Geographieunterricht ausmachen, sind eigentlich nicht neu — es fragt sich nur, ob sie auch im Unterricht berücksichtigt werden? Eine aktuelle Videostudie des IPN-Leibnitz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel zum Physikunterricht (BLK-Modellversuch: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts SINUS; IPN Videostudie, o. J.) in den Schuljahren 7 bis 9 ergab, dass nach wie vor die Vorstellung dominiert, dass Wissen direkt an die Schüler weitergegeben werden könne (Duit 2006, 19). Welche Ergebnisse würde wohl eine Videostudie zum Geographieunterricht bringen?

**≡ Dank**

Ich danke Herrn Stephan Schuler, Akademischer Rat an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg, für seine kritischen und anregenden Anmerkungen zu diesem Aufsatz.

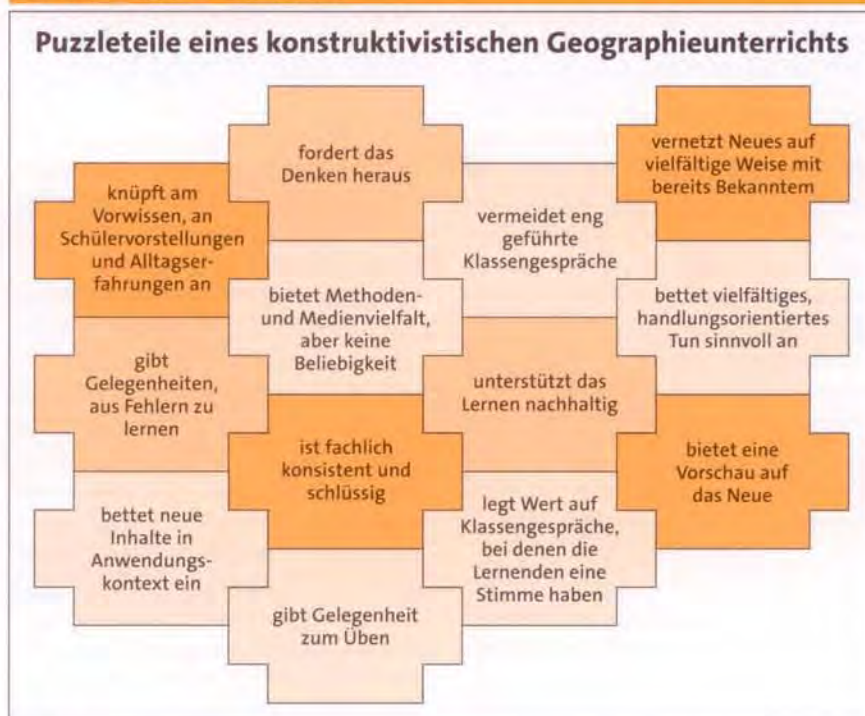
**≡ Anmerkungen**

- <sup>1</sup> Diesen Hinweis verdanke ich Stephan Schuler von der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg.
- <sup>2</sup> Modell zur Simulation des Treibhauseffekts, Demo-Ex GmbH, Sonnhaldenstraße 26, CH-6030 Ebikon, Tel. 00 41-41-4 40 47 52

**≡ Literatur**

- Ausubel, D. P. (1974): *Psychologie des Unterrichts*. Weinheim.
- Beck, K./Krapp, A. (2001): *Wissenschaftstheoretische Grundfragen der Pädagogischen Psychologie*. In: Krapp, A. und Weidenmann, B. (Hrsg., 2001): *Pädagogische Psychologie*. Weinheim, S. 31–73.
- Boyes, E./Stanisstreet, M (1993): *The „Greenhouse Effect“: children's perception of causes, consequences and cures*. In: *International Journal of Science Education*, Vol. 15, S. 531–552.
- Bruner, J. (1996): *The Culture of Education*. Harvard University Press: Cambridge Mass.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt, (1997): *The Jasper series as an example of anchored instruction: Theory, program, description, and assessment data*. In: *Educational Psychologist*, Vol. 27, S. 291–315.
- Daum, E. (2001): *Grundlegende Prinzipien eines konstruktivistischen Geographieunterrichts*. In: Meixner, J. und Müller, K. (Hrsg., 2001): *Konstruktivistische Schulpraxis. Beispiele für den Unterricht*. Praxishilfen Schule/Pädagogik. Neuwied, S. 209–225.
- Dehnbostel, P. (1998): *Lernarte, Lernprozesse und Lernkonzepte im lernenden Unternehmen aus berufspädagogischer Sicht*. In: Dehnbostel, P., Erbe, H.-H. und Novak, H. (Hrsg., 1998): *Berufliche Bildung im lernenden Unternehmen*. Berlin, S. 175–194.
- Deutsche Gesellschaft für Geographie, (2006): *Bildungsstandards im Fach Geographie für den mittleren Schulabschluss*. Berlin.
- Dove, J. (1996): *Student Teacher Understanding of the Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain*. In: *Environmental Education Research*, Vol. 2, H. 1, S. 89–100.
- Drieling, K. (2005): *Boden als Unterrichtsthema – Eine Pilotstudie mit Studienanfängerinnen des Geogra-*

**Merkmale „guten“ Unterrichts**



**≡ Abb. 6**

Quelle: Duit 2006, S. 20, verändert

- phie-Lehrants. In: *Geographie und ihre Didaktik*, 33. Jg., H. 4, S. 192–210.
- Duit, R. (1993): *Schülervorstellungen – von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen*. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, Vol. 4, H. 16, S. 16–23.
- Duit, R. (2000): *Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz*. In: Duit, R. und v. Rhöneck, C. (Hrsg., 2000): *Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung*. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel, Nr. 169, S. 77–103.
- Duit, R. (2006): *Schülervorstellungen und Lernen von Physik – Forschungsergebnisse und die Realität der Unterrichtspraxis*. In: Girwitz, R., Gläser-Zikuda, M., Laukenmann, M. und Rubitzko, T. (Hrsg., 2006): *Lernen im Physikunterricht*. Festschrift für Prof. Dr. Christoph von Rhöneck. Hamburg, S. 13–22.
- Duit, R./Treagust, D.F. (2003): *Conceptual Change: a powerful framework for improving science teaching and learning*. In: *International Journal of Science Education*, Vol. 25, No. 6, S. 671–688.
- Gräsel, C. (1999): *Die Rolle des Wissens beim Umwelthandeln – oder: Warum Umweltwissen träge ist*. In: *Unterrichtswissenschaft*, Vol. 27, S. 196–212.
- Gruber, H./Mandl, H./Renkl A. (2000): *Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen?* Mandl, H. und Gerstenmaier, J. (Hrsg., 2000): *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze*. Göttingen, S. 139–156.
- Hardy I./Jonen A./Möller K./Stern E. (2006): *Effects of Instructional Support Within Constructivist Learning Environments For Elementary School Students' Understanding of „Floating and Sinking“*. In: *Journal of Educational Psychology*, Vol. 98, No. 2, S. 307–326
- Hegner, J./Reinfried, S. (1997): *ETH-Puzzle: Gletscher. Unterlagen für arbeitsteilige Gruppenarbeit im Geographieunterricht*. Werkbuch Geographie. AFGg-Dokument Nr. 5, S. 51 S., Zentralstelle für Weiterbildung der Mittelschullehrer WBZ, Luzern und publiziert auf Internet: <http://www.educeth.ethz.ch/geographie>
- IPN-Videostudie (a. 1.): *Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht – Eine Videostudie*. [www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/videoestu.htm](http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/videoestu.htm); angesehen am 26.2.07
- Jaeggi, C./Tanner, C./Foppa, K./Arnold, S. (1996). *Was uns vom umweltverantwortlichen Handeln abhält*. In: Kaufmann-Hayoz, R. und Di Giulio A. (Hrsg., 1996): *Umweltproblem Mensch. Humanwissenschaftliche Zugänge zu umweltverantwortlichem Handeln*. Bern, S. 181–196.
- Kattmann, U./Duit, R./Gropengießer, H./Komorek, M. (1997): *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung*. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Vol. 3, H. 3, S. 3–18.
- Kempton, W. (1991): *Lay perspectives on global climate change*. In: *Global Environmental Change*, June 1991, S. 183–208.
- Kirschner, P.A./Sweller, J./Clark, R.E. (2006): *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*. In: *Educational Psychologist*, Vol. 41, H. 2, S. 75–86.
- Knuth, R. A./Cunningham, D. J. (1993): *Tools for constructivism*. In: Duffy, T.M., Lowyck, J. und Jonassen, D. H.: (Eds., 1993): *Designing environments for constructivist learning*. NARO ASI Series, Berlin, S. 163–188.
- Koulaidis, V./Christidou, V. (1999): *Models of Students' Thinking Concerning the Greenhouse Effect and Teaching Implications*. In: *Science Education*, Vol. 83, S. 559–576.
- Kriesi H./Bütschi, D. (1998): *Opinion formation and change. The case of the Swiss policy against air pollution caused by cars*. Genf.
- Kunz, P. (1998): *Wahrnehmung von Naturgefahren und Naturrisiken*. In: Bader, S. und Kunz, P. (Hrsg., 1998): *Klimarisiken – Herausforderung für die Schweiz*. Zürich, S. 259–294.
- Mandl, H. (2006): *Wissensaufbau aktiv gestalten*. In: Friedrich Verlag (Hrsg., 2006): *Lernen. Wie sich Kinder und Jugendliche Wissen und Fähigkeiten aneignen*. Seelze, S. 28–30.
- Mandl, H./Gerstenmaier, J. (2000): *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze*. Göttingen.
- Mandl, H./Reinmann-Rothmeier, G. (1995): *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. Forschungsbericht 60, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, München.
- Maturana, H.R. (1987): *Kognition*. In: Schmidt, S. J. (Hrsg., 1987): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt/Main, S. 89–118.
- Meyer, C. (2006): *Sozialformen*. In: Haubrich, H. (Hrsg., 2006): *Geographie unterrichten lernen – Die neue Didaktik der Geographie konkret*. München, S. 110–117.
- Meyer, H. (2004): *Was ist guter Unterricht?* Berlin.
- Müller, K. (2001): *Der pragmatische Konstruktivismus. Das Modell zur Überwindung des Antagonismus von Instruktion und Konstruktion*. In: Meixner, J. und Müller, K. (Hrsg., 2001): *Konstruktivistische Schulpraxis. Beispiele für den Unterricht*. Praxishilfen Schule/Pädagogik. Neuwied, S. 3–47.
- Pintrich, P. R./Marx, R. W./Boyle, R. A. (1993): *Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change*. In: *Review of Educational Research*, Vol. 63, No. 2, S. 167–199.
- Posner G./Strike K./Hewson P./Gertzog W. (1982): *Accommodation of scientific conceptions: Toward a theory of conceptual change*. In: *Science Education*, Vol. 66, 211–227.
- Preisendorfer, P./Franzen, A. (1996): *Der schöne Schein des Umweltbewusstseins: Zu den Ursachen und Konsequenzen von Umwelteinstellungen in der Bevölkerung*. In: Diekmann, A. und Jäger, C. C. (Hrsg., 1996). *Umweltsoziologie. Sonderband der Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*. Opladen.
- Reinfried, S. (2005): *Wie kommt Grundwasser in der Natur vor? – Ein Beitrag zur Praxisforschung über physisch-geographische Alltagsvorstellungen von Studierenden*. In: *Geographie und ihre Didaktik*, Vol. 33, H. 3, S. 133–156.
- Reinfried, S. (2006.1): *Direkte Instruktion und entdeckendes Lernen*. In: Haubrich H. (Hrsg., 2006): *Geographie unterrichten lernen – Die neue Didaktik der Geographie konkret*. München, S. 120–125.
- Reinfried, S. (2006.2): *Alltagsvorstellungen – und wie man sie verändern kann. Das Beispiel Grundwasser*. In: *Geographie heute*, Vol. 27, H. 244; S. 38–43.
- Reinfried, S. (2006.3): *Conceptual Change in Physical Geography and Environmental Sciences Through Mental Model Building – The Example of Groundwater*. In: *International Research in Geographical and Environmental Education*, Vol. 15, H. 1, S. 41–61.
- Reinfried, S. (2006.4): *Interessen, Vorwissen, Fähigkeiten und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern berücksichtigen*. In: Haubrich, H. (Hrsg., 2006): *Geographie unterrichten lernen – Die neue Didaktik der Geographie konkret*. München, S. 49–78.
- Reinfried, S. (2006.5): *Grundwasser – begrenzt aber lebensnotwendig. Hintergrundinformationen zum Beitrag „Alltagsvorstellungen – und wie man sie verändern kann“*. *Geographie heute*, Vol. 27, H. 244, DVD.
- Reinfried, S. (2007): *Welche Unterrichtsstrategien eignen sich besser zur Veränderung subjektiver Theorien über Grundwasser? Eine empirische Studien zum Conceptual Change in der Geographie*. In: *Geographie und ihre Didaktik*, 2007, Vol. 35, H. 1, S. 20–40
- Reinmann-Rothmeier, G./Mandl, H. (1997): *Lehren im Erwachsenenalter. Auffassungen von Lehren und Lernen, Prinzipien und Methoden*. In: Weinert, F. E. und Mandl, H. (Hrsg., 1997): *Psychologie der Erwachsenenbildung*. Göttingen.
- Reinmann-Rothmeier, G./Mandl, H. (1998): *Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs*. In: Klix, F. und Spada, H. (Hrsg., 1998): *Enzyklopädie der Psychologie C/II/7*. Göttingen, S. 457–500.
- Reinmann-Rothmeier, G./Mandl, H. (2001): *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. In: Krapp, A. und Weidenmann, B. (Hrsg., 2001): *Pädagogische Psychologie*, Weinheim, S. 601–649.
- Resnick, L. B./Williams S. M./Hall M. (1998): *Learning Organizations for Sustainable Education Reform*. *Daedalus*, Vol. 127, H. 4, S. 89–118.
- Roth, G. (1992): *Das konstruktive Gehirn: Neurobiologische Grundlagen von Wahrnehmung und Erkenntnis*. In: Schmidt, S. J. (Hrsg., 1992): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt/Main, S. 277–336.
- Schnotz, W. (2001): *Conceptual Change*. In: Rost, D. H. (Hrsg., 2001) *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 2. Aufl. Weinheim, S. 75–80.
- Schuler, S. (2002): *Subjektive Theorien über globale Umweltprobleme: Eine Zusammenstellung von Forschungsergebnissen zum Thema globaler Wandel*. In: Seybold, H. und Riess, W. (Hrsg., 2002): *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in der Grundschule – methodische und konzeptionelle Ansätze*. Gmünder Hochschulreihe Bd. 22, S. 145–158.
- Schuler, S. (2004): *Alltagstheorien von Schülerinnen und Schülern zum globalen Klimawandel*. In: Kross, E. (Hrsg., 2004): *Globales Lernen im Geographieunterricht – Erziehung zu einer nachhaltigen Entwicklung*. *Geographiedidaktische Forschungen*, Bd. 38, Nürnberg, 123–145
- Schuler, S. (2005): *Umweltwissen als subjektive Theorie. Eine Untersuchung von Schülervorstellungen zum globalen Klimawandel*. In: Schrenk, M. und Holl-Giese, W. (Hrsg., 2005): *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Ergebnisse empirischer Untersuchungen*. Hamburg, S. 97–112.
- Shuell, T. J. (1993): *Towards an integrated theory of teaching and learning*. In: *Educational Psychologist*, Vol. 28, H. 4, S. 291–311.
- Taylor, I./Barker, M./Jones, A. (2003): *Promoting mental model building in astronomy education*. In: *International Journal of Science Education*, Vol. 25, H. 10, S. 1205–1225.
- Valera, F. (1987): *Autonomie und Autopoiese*. In: Schmidt, S. J. (Hrsg., 1987): *Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus*. Frankfurt/Main, S. 277–336.
- Von Aufschnaiter, S. (2001): *Wissensentwicklung und Lernen am Beispiel des Physikunterrichts*. In: Meixner, J. und Müller, K. (Hrsg., 2001): *Konstruktivistische Schulpraxis. Beispiele für den Unterricht*. Praxishilfen Schule/Pädagogik. Neuwied, 249–271.
- Vosniadou, S. (1999): *Conceptual Change Research: State of the Art and Future Directions*. In: Schnotz, W./Vosniadou, S./Carretero, M. (Hrsg., 1999): *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford.
- Walberg, H. J. (1988): *Productive Teaching and Instructions: Assessing the Knowledge Base*. *Dep. of Education, Univ. of Illinois at Chicago*, 18 S.
- Wallner A./Hunziker M./Kienast F. (2003): *Do natural science experiments influence public attitudes towards environmental problems?* In: *Global Environmental Change*, Vol. 13, S. 185–194.
- Wellenreuther, M. (2006): *Kritischer Entwurf eines Empirikers*. In: Friedrich Verlag (Hrsg., 2006): *Lernen. Wie sich Kinder und Jugendliche Wissen und Fähigkeiten aneignen*. Seelze, S. 112–113.
- Williams, R. (2002): *Rivers Project. Groundwater models*. [www.siu.edu/OSME/river/Ordering%20Materials/groundwater.htm](http://www.siu.edu/OSME/river/Ordering%20Materials/groundwater.htm), angesehen am 31.1.07.

➤ **Anschrift des Verfassers:**

Prof. Dr. Sibylle Reinfried, Pädagogische Hochschule Zentralschweiz Luzern, Museggstraße 22, CH-6004 Luzern, E-Mail: [sibylle.reinfried@phz.ch](mailto:sibylle.reinfried@phz.ch)