

Beerenwinkel, Anne; Parchmann, Ilka

## Ansätze zur Berücksichtigung von Lernervorstellungen in Lehrtexten und Schulbüchern zum kontextorientierten Lernen

*Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 28 (2010) 1, S. 62-72*



Empfohlene Zitierung/ Suggested Citation:

Beerenwinkel, Anne; Parchmann, Ilka: Ansätze zur Berücksichtigung von Lernervorstellungen in Lehrtexten und Schulbüchern zum kontextorientierten Lernen - In: Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 28 (2010) 1, S. 62-72 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-137321

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.bzl-online.ch>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### Kontakt / Contact:

peDOCS  
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

## **Ansätze zur Berücksichtigung von Lernervorstellungen in Lehrtexten und Schulbüchern zum kontextorientierten Lernen**

Anne Beerenwinkel und Ilka Parchmann

**Zusammenfassung** Schulbücher werden oft als Schnittstelle zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis gesehen. Sie können aber ebenso als Bindeglied zwischen Forschung und Praxis aufgefasst werden. Im Folgenden wird exemplarisch vorgestellt, wie Ergebnisse zu Lernervorstellungen in Lehrmittel einfließen können. Dies erfolgt beispielhaft anhand der Konzeption von naturwissenschaftlichen Lehrtexten und anhand der Entwicklung von Lehrmitteln für einen kontextorientierten Chemieunterricht.

**Stichworte** Lernervorstellungen, Lehrtexte, Kontextorientiertes Lernen, Lehrmittel

### **Perspectives on students' ideas in science texts and curriculum materials for context-based learning**

**Abstract** Textbooks are often seen as intermediates between syllabi and classroom teaching. They can also mediate between research and practice. This paper presents examples of how findings on students' ideas can be used for the design of science texts and for the development of curriculum material for context-based learning in chemistry.

**Keywords** students' ideas, textbook texts, context-based learning, curriculum material

### **1 Die Bedeutung von Lernervorstellungen für das Lernen in Naturwissenschaften**

Eines der wichtigsten Ergebnisse der kognitiven Lernforschung wird in dem konstruktivistischen Modell des Lernens zusammengefasst, wonach Lernende neues Wissen auf der Grundlage ihres Vorwissens selbst konstruieren müssen (z. B. Widodo & Duit, 2004). Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet dies, dass Lernumgebungen an das bereits bestehende Wissen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen müssen, insbesondere auch an Vorstellungen, die nicht mit der wissenschaftlichen Sicht übereinstimmen. Ein Nichtaufgreifen dieser Vorstellungen wird als eine der Hauptursachen für Lernschwierigkeiten angesehen (z. B. Bransford, Brown & Cocking, 2000; Duit, 1995; Treagust, Duit & Niewsandt, 2000). Um wissenschaftliche Konzepte mit dem Vorwissen der Lernenden zu verknüpfen, reicht es jedoch nicht aus, gängige Misskonzepte zu kennen. Damit die aus wissenschaftlicher Perspektive fehlerhaften Vorstellungen als produktive Lernanlässe dienen können, müssen Lehrpersonen über ver-

schiedene fach- und themenspezifische Strategien verfügen, die sie situationsabhängig als Hilfestellung anbieten können. Man spricht aufseiten der Lehrenden auch vom fachspezifischen pädagogischen Wissen (Stern & Felbrich, 2006). Aufseiten der Lernenden wird dagegen im Zusammenhang mit Misskonzepten oft der Begriff Konzeptwechsel verwendet, worunter man grob den Lernprozess von alternativen zu (vereinfachten) gängigen wissenschaftlichen Vorstellungen versteht. Konzeptwechsel wird dabei nicht als ein Ersetzen alternativer Vorstellungen durch wissenschaftlich akzeptierte angesehen, sondern es wird angenommen, dass verschiedene Vorstellungen nebeneinander koexistieren können (Duit, 1999). Die Lernenden sollen in die Lage versetzt werden, Konzepte zielgerichtet und kontextbezogen anzuwenden. Um Schülerinnen und Schüler zur Auseinandersetzung mit ihren Erklärungsmustern anzuregen, hat sich die Strategie des kognitiven Konfliktes – trotz einiger Einschränkungen (siehe z.B. Limon, 2001) – als essenzieller Bestandteil von Lernumgebungen bewährt (Guzzetti, Snyder, Glass & Gamas, 1993; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Welche Lernervorstellungen nun konkret im Unterricht angesprochen werden und auf welche Art dies geschieht, kann durch die Gestaltung von Schulbüchern mit beeinflusst werden.

## 2 Die Bedeutung von Schulbüchern

Schulbücher stellen als «zum Leben erweckte Lehrpläne» eine Schnittstelle zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis dar (Stein 2003, S. 236, zitiert nach Heinze, 2005, S. 9). Sie erfüllen dabei verschiedene Funktionen. Einerseits fungieren sie im klassischen Sinn als Lernhilfe für die Schülerinnen und Schüler. Andererseits konkretisieren sie Lehrplanvorgaben und dienen somit Lehrkräften als Orientierung und Hilfe für die Unterrichtsplanung. Schulbüchern wird damit eine zentrale Steuerungsfunktion im Schulwesen zuerkannt (Heinze, 2005; Wiater, 2005). Dass Schulbücher tatsächlich eine wichtige Rolle in der Unterrichtsvorbereitung im Fach Chemie spielen, wurde in zwei Fragebogen-Studien mit Lehrkräften an deutschen Schulen gezeigt (Daus et al., 2004; Beerenwinkel & Gräsel, 2005). Lehrmittel dienen daher nicht nur als Schnittstelle zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis, sondern sie können auch dazu beitragen, die oft beklagte Kluft zwischen Forschung und Praxis zu überbrücken. So können z. B. Schulbuchtexte, in denen das Aufgreifen von Lernervorstellungen ein durchgängiges Prinzip ist, einen Beitrag dazu leisten, dass aus der Forschung bekannte Misskonzepte stärker im Lernprozess berücksichtigt werden. Auf der einen Seite können die Texte in ihrer klassischen Funktion als Lehrtexte die Lernenden dazu anregen, sich mit bekannten Misskonzepten auseinanderzusetzen. Auf der anderen Seite können sie Lehrkräfte über gängige Lernervorstellungen informieren und ihnen zumindest einen didaktischen Vorschlag unterbreiten, wie man diese Vorstellungen konkret aufgreifen könnte. Lehrtexte dieser Art könnten daher einen Beitrag zur Ausbildung des fachspezifischen pädagogischen Wissens der Lehrkräfte leisten. Wie naturwissenschaftliche Texte in diesem Zusammenhang konkret gestaltet werden können, ist Thema von Abschnitt 3.

In Abschnitt 4 wird schliesslich die Gestaltung eines Lernwerks exemplarisch vorgestellt, welches eine Unterrichtskonzeption realisiert, die unmittelbar an den Interessen und Vorstellungen von Lernenden ansetzt.

### 3 Die Entwicklung von Lehrtexten unter Berücksichtigung von Lernervorstellungen

Wie oben skizziert, ist das Aufgreifen von Lernervorstellungen in Lehrtexten sowohl im Hinblick auf die Schülerinnen und Schüler als auch auf die Lehrkräfte wichtig. Vor diesem Hintergrund wurde ein Kriterienraster für die Gestaltung von sogenannten Konzeptwechselformen für den Chemieunterricht entwickelt (Beerenwinkel, 2006). In einem ersten Schritt wurden dazu Rahmenkriterien zusammengestellt, die allgemein für die Konzeption von Konzeptwechselformen dienen können. Hier wurde auf Ergebnisse der Konzeptwechsel- und Textverständlichkeitsforschung sowie einer Lehrpersonenbefragung (Beerenwinkel & Gräsel, 2005) zurückgegriffen. Beispiele für Kriterien, die aus der Konzeptwechselforschung abgeleitet wurden, finden sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Beispiele für aus der Konzeptwechselforschung abgeleitete Rahmenkriterien

Auszug aus dem Kriterienraster
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Präsentation eines Experimentes mit überraschendem Ausgang sollte man darauf achten, dass                         <ul style="list-style-type: none"> <li>○ der kognitive Konflikt für die Schülerinnen und Schüler interessant ist.</li> <li>○ die Schülerinnen und Schüler das nötige Hintergrundwissen besitzen, um den kognitiven Konflikt zu verstehen.</li> <li>○ die Daten glaubwürdig sind.</li> <li>○ Möglichkeiten der Reinterpretation minimiert bzw. diskutiert werden.</li> </ul> </li> <li>• Alltagsvorstellungen und alternative Vorstellungen, die sich im Unterricht entwickeln, sollten explizit angesprochen werden.</li> <li>• Zur Stärkung des metakonzeptuellen Bewusstseins der Schülerinnen und Schüler sollten wissenschaftliche und alternative Vorstellungen explizit kontrastiert werden.</li> <li>• Zur Stärkung des metakonzeptuellen Bewusstseins der Schülerinnen und Schüler sollten Fragen gestellt werden, die das Nachdenken über eigene Vorstellungen und über den Zusammenhang zwischen der eigenen und der wissenschaftlichen Sichtweise anregen.</li> <li>• Zur Stärkung des metakognitiven Denkens der Schülerinnen und Schüler sollten Fragen gestellt werden, die das Nachdenken über den eigenen Lernprozess anregen.</li> </ul>

Die Rahmenkriterien wurden in einem Text zur Einführung des Teilchenmodells umgesetzt, da dieses die Grundlage für alle weiteren Modelle im Chemieunterricht legt. Unzählige Studien haben jedoch gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler auf ihrem Weg zu einem verständnisvollen Umgang mit dem Teilchenmodell viele Hürden zu

überwinden haben. Typische Misskonzepte sind gut dokumentiert (z. B. Harrison & Treagust, 2006). Auf der Grundlage von Ergebnissen der Konzeptwechselforschung und der didaktischen Forschung zum Teilchenmodell wurden sogenannte inhaltspezifische Kriterien entwickelt. Diese dienen als Leitfaden, wie die Misskonzepte im Einzelnen im Text konkret aufgegriffen werden könnten. Die Umsetzung der Kriterien soll exemplarisch anhand des Textabschnittes in Abbildung 1 erläutert werden. Die Textpassage greift die Vorstellung von einem kontinuierlichen Stoff zwischen den Teilchen auf.

Was ist zwischen den Teilchen? Wissenschaftler konnten sich lange nicht vorstellen, dass Stoffe aus einzelnen Teilchen aufgebaut sind. Warum fiel ihnen das so schwer? Ganz einfach, sie konnten sich nicht vorstellen, dass es ein Vakuum gibt. Du kennst sicher vakuumverpackte Lebensmittel oder du hast schon von Vakuumpumpen gehört. Sie pumpen Luft aus einem Behälter, so dass in ihm ein Vakuum entsteht. Da die Luft herausgepumpt wurde, ist in dem Behälter nichts mehr, auch keine Luft. Im Alltag beobachten wir dagegen, dass zwischen allen Dingen Luft ist. Daher fällt es den meisten von uns schwer, sich «Nichts» oder einen «leeren Raum» vorzustellen. Versuche trotzdem, den folgenden Gedankengang zu verstehen: Die Luft ist ein Stoff. Daher besteht sie aus vielen einzelnen Teilchen. Befindet sich zwischen diesen Teilchen Luft? Nein, denn die einzelnen Teilchen bilden ja erst den Stoff Luft. Das heisst, zwischen den Teilchen ist nichts, nur leerer Raum! Auch für alle anderen Stoffe wie z. B. Kupfer gilt: *Zwischen den Teilchen ist nichts.*  
Was ist demnach zwischen Wasserteilchen? Wie hast du dir das vorher vorgestellt?

Abbildung 1: Aufgreifen von Lernervorstellungen: Ausschnitt aus einem Text zur Einführung des Teilchenmodells

Didaktische Vorschläge, wie man die Vorstellung von Luft zwischen den Teilchen ansprechen kann, finden sich z. B. in Fischler und Lichtfeldt (1997) oder in Barke und Harsch (2001). Barke und Harsch arbeiten Parallelen in der Denkweise von Schülerinnen und Schülern und von Wissenschaftlern früherer Jahrhunderte heraus und schlussfolgern, dass die historische Entwicklung didaktische Anregungen für die Hinführung zur Vorstellung von leerem Raum zwischen den Teilchen liefern kann. So sollte beispielsweise vor der Diskussion des leeren Raums zwischen den Teilchen ein Verständnis für die Existenz des Vakuums entwickelt werden. Dabei sollten Alltagserfahrungen wie vakuumverpackte Lebensmittel einfließen. Ein weiterer Vorschlag besteht in dem Ansprechen historischer Vorstellungen, die aus heutiger wissenschaftlicher Sicht fehlerhaft sind. Diese können Schülerinnen und Schüler vor Augen führen, dass nicht nur sie, sondern auch bekannte Wissenschaftler Probleme mit der Vorstellung von zum Beispiel leerem Raum zwischen den Teilchen hatten. Dies wird als ein möglicher Weg gesehen, Schülerinnen und Schüler zu einem positiven Umgang mit ihren eigenen Vorstellungen zu ermutigen. Fischler und Lichtfeldt (1997) wenden sich der Problematik unvorsichtiger Ausdrucksweisen zu, die Schülerinnen und Schüler in der Vorstellung bestärken können, dass sich zwischen den Teilchen ein kontinuierlicher Stoff befindet. So sollten z. B. Formulierungen wie «Teilchen, die sich in einem Stoff befinden» vermieden werden, da sie zwei voneinander unabhängige Dinge suggerieren (Fischler & Lichtfeldt, 1997, S. 5). Im Hinblick auf die spezifische Vorstellung von Luft zwischen den Teilchen schlagen die Autoren vor, dass zunächst explizit Überlegungen zum Aufbau des Stoffes Luft durchgeführt werden sollten. Eine solche Diskussion er-

scheint auch vor dem Hintergrund sinnvoll, dass Luft von Schülerinnen und Schülern oft nicht als Substanz angesehen wird (siehe dazu auch Barke & Harsch, 2001).

Die aus diesen und anderen didaktischen Vorschlägen abgeleiteten inhaltspezifischen Kriterien dienen als Grundlage für die Konzeption des Absatzes «Was ist zwischen den Teilchen» (siehe Abb. 1). In dieser Textpassage sind auch Beispiele für die Umsetzung der Rahmenkriterien enthalten, wie z. B. metakonzeptuelle Prompts, welche die Schülerinnen und Schüler anregen sollen, über ihre eigenen Vorstellungen nachzudenken.

Eine empirische Untersuchung mit 214 Siebt- und Achtklässlern und -klässlerinnen, in der die Wirkung des kriterienbasierten Konzeptwechselltextes mit der eines Schulbuchtextes verglichen wurde, zeigte, dass das explizite und konkrete Ansprechen von Misskonzepten den Schülerinnen und Schülern hilft, sich über mögliche Misskonzepte bewusst zu werden (Beerenwinkel, 2006). Auf die Frage, ob zwischen den Teilchen nichts ist, wechselten beispielsweise mehr Leserinnen und Leser des Konzeptwechselltextes von einer Modell-inkonsistenten (Vortest) zu einer Modell-konsistenten (Nachtest) Antwort als die des traditionellen Schulbuchtextes. Eine Schülerin antwortete zusätzlich auf die Frage, was ihr an dem Konzeptwechselltext gut gefallen habe: «Dass beschrieben wurde, was ich schon immer einmal wissen wollte (Bsp: Was ist zwischen den Teilchen? Luft oder Vakuum?).»

In der Studie wurde aber auch deutlich, dass mit dem Lesen eines einzelnen Textes nur begrenzte Lerneffekte erzielt werden können. Das Erklären von Alltagsphänomenen mithilfe des Teilchenmodells fiel den Schülerinnen und Schülern auch nach dem Lesen des Konzeptwechselltextes noch schwer. Dieses Ergebnis ist konsistent mit der häufig geäußerten Beobachtung, dass Lernen Zeit braucht und insbesondere die Erklärung von Alltagsphänomenen mithilfe von wissenschaftlichen Konzepten schwierig ist (z. B. Nieswandt, 2001). Konzeptwechselltexte sind nach unserer Auffassung ein Medium, das in die Konzeption kognitiv anregender Lernumgebungen einbezogen werden sollte.

#### **4 Die Entwicklung von Lehrmitteln für einen kontextorientierten Unterricht unter Berücksichtigung von Lernervorstellungen**

##### **4.1 Die Konzeption «Chemie im Kontext»**

Die Konzeption «Chemie im Kontext» basiert auf den lerntheoretischen Grundannahmen des situierten Lernens. Im Gegensatz zu anderen Konzeptionen bilden dabei verschiedene konkrete Kontexte den Ausgangspunkt des fachlichen Lernens. Ausgehend von Fragestellungen aus den Kontexten heraus werden Kenntnisse und Fertigkeiten erworben, die sich kontinuierlich durch ihre Anwendung zur Erklärung des jeweiligen Kontextes bewähren müssen. Gleichzeitig ist es jedoch notwendig, das kontextübergreifende Wissen so herauszustellen, dass die Übertragbarkeit auf neue Kontexte ebenso gelingen kann.

«Chemie im Kontext» baut daher auf drei wesentlichen Grundpfeilern auf:

- Gesellschaftlich relevante und für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte interessante Kontexte bilden den Ausgangspunkt und die Anwendung für den Erwerb fachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten. Sie werfen Fragen auf, die zur Erarbeitung dieser Fachinhalte führen und den Nutzen dafür aufzeigen. Durch das Anknüpfen an Alltagserfahrungen sollen die damit verbundenen Alltagsvorstellungen ebenfalls aktiviert und explizit für die weitere Unterrichtsgestaltung aufgegriffen werden.
- Basiskonzepte der Chemie vernetzen die erworbenen Kenntnisse und bilden damit ein systematisches und anschlussfähiges Grundgerüst für das weitere Lernen und das Erarbeiten neuer Kontexte. Sie stellen für die Lernenden gleichzeitig die «Erklärungsbrille der Chemie» dar, die oftmals andere Vorstellungen und Denkwege erfordert als Alltagskontexte mit den dort erfahrenen Alltagsvorstellungen.
- Die Darstellung vielfältiger Methoden fördert ebenso wie die Kontextvielfalt die (unterschiedlichen) Interessen der Schülerinnen und Schüler und bietet allen (nach ihren Voraussetzungen) Zugänge zum Erlernen chemischer Kenntnisse und Fähigkeiten. Die aktive Auseinandersetzung mit den eigenen und fremden Vorstellungen wird durch entsprechende Methodenwahl vielseitig angeregt (Schmidt, Reben-tisch & Parchmann, 2003).

Eine ausführlichere Darstellung der theoretischen Konzeption von «Chemie im Kontext» findet sich z. B. in Bündner und Parchmann (2004), weitere Unterrichtsbeispiele und Forschungsergebnisse finden sich in Demuth et al. (2008).

## 4.2 Aufbau der Lehrmittel

Das Konzept «Chemie im Kontext» wurde im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und den beteiligten Bundesländern geförderten Projekts implementiert und evaluiert. Erst nach dieser umfangreichen Entwicklung und Erprobung unter Beteiligung einiger hundert Lehrkräfte (in Zusammenarbeit mit den universitären Fachdidaktiken, siehe Demuth et al., 2008) wurde ein Schulbuch mitsamt umfangreicher Lehrpersonen-Begleitmaterialien zunächst für die Sekundarstufe II (die gymnasiale Abiturstufe) erstellt (Demuth, Parchmann & Ralle, 2006, 2007). Dieses ist gemäss dem Konzept unterteilt in einen Kontextabschnitt, einen Basiskonzeptabschnitt und eine CD mit Arbeitsmaterialien (Experimente, Informationen, Animationen und Simulationen, Weblinks etc.). Das Buch ermöglicht und erfordert eine eigene Zusammenstellung und Ausgestaltung von Unterrichtsgängen durch Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler und folgt somit der Zielsetzung eines schülerorientierten Unterrichts. Die nachfolgend erstellten Themenhefte für die Sekundarstufe I (z. B. Demuth, Parchmann & Ralle, 2009) integrieren dagegen die drei Säulen von «Chemie im Kontext», da in den anvisierten Altersstufen ein derart selbstgesteuertes Lernen und Arbeiten sicher nicht vergleichbar möglich ist wie in der Sekundarstufe II. Auch in diesen Heften wird jedoch der rote Faden durch einen oder mehrere Kontexte aufgespannt und genutzt, um ausgehend von Schüler- und Schülerinnenfragen bedeutsame

chemische Fachinhalte und naturwissenschaftliche Tätigkeiten zu erarbeiten. Für das zweite Themenheft, «Erwünschte Verbrennungen – unerwünschte Folgen?», gestaltet sich der Gang durch das Themenheft etwa entlang der folgenden Tabelle 2.

Tabelle 2: Möglicher Unterrichtsgang durch das Themenheft «Erwünschte Verbrennungen – unerwünschte Folgen?» (Demuth, Parchmann & Ralle, 2009)

Kontextaspekte	Basiskonzeptzugänge	Kompetenzzugänge
Bedeutung eines erwünschten und unerwünschten Auftretens von Bränden; Geschichten über Feuer; Feuerforscher	Aktivieren von Alltagsvorstellungen	Bewertung von Feuer für Alltag und Gesellschaft
Untersuchung von Brennbedingungen und Produkten	Wiederholung und Anknüpfung an Vorkenntnisse: Brennstoffe, Zerteilungsgrad und Oberfläche, Flammzonen, Bedeutung des Sauerstoffs, Temperatur/Energie, Produkte; Einführung der chemischen Reaktion	Durchführung und Entwicklung von Experimenten; Entwicklung von Modellvorstellungen zu Prozessen
Verbrennungen nutzen: Motoren, Dampfmaschinen, Wunderkerzen u. a.	Chemische Reaktion und Energie; Reaktionsgleichungen als Wortgleichungen	Bewertung verschiedener Antriebsverfahren; Verwendung verschiedener Begriffe und Darstellungen
Brände löschen	Verknüpfung von Löschmöglichkeiten und Brandbedingungen; Sicherheitsangaben und Symbole	Bewertung von Sicherheitsbedingungen; Recherchieren; sicheres Experimentieren
Es brennt – brennt es wirklich?	Abgrenzen von Prozessen: brennen, glühen, verkohlen; energetische Betrachtung chemischer Reaktionen, energetische Fachbegriffe; Wiederholung von Brennbedingungen (Bsp. Glühlampe)	Anwenden und Ausschärfen von Fach- und Alltagsbegriffen; schematische und grafische Darstellungen; einfache Berechnungen; Üben fachlicher Konzepte (chemische Reaktion, Energie)
Verbrennen – vernichten – verschwinden?? – Unerwünschte Produkte vermeiden?	Stoffkreisläufe und Einführung der Atomidee; Gesetze von der Erhaltung der Atome und der Masse; Systembetrachtungen; Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen; Einführung chemischer Symbole	Umwelt- und Klimadiskussion, Bewerten menschlicher Eingriffe; Modellexperimente zur Klimawirkung von Treibhausgasen; Vernetzung einzelner Prozesse zu Kreisläufen; Zusammenhang experimentelle Beobachtungen – theoretische Deutungen; Anwenden von Atom- und Bausteinmodellen
Suche nach alternativen Brennstoffen und Recyclingmöglichkeiten	Einführen weiterer chemischer Elemente (Bsp. Wasserstoff) und Verbindungen; Anwenden der Atomtheorie zur Deutung und Vorhersage von Reaktionsprodukten; Theorie der Atome, Aufzeigen des Stoff-Teilchen-Konzepts	Anwenden und Erweitern von Modellvorstellungen; Bewerten von gesellschaftlich diskutierten Alternativen; Beurteilen von Modellen
	Fazit	Übungsaufgaben



### 4.3 Lernervorstellungen in den Lehrmitteln am Beispiel der Sekundarstufe I

Wie Lernervorstellungen konkret in diesen Lehrmitteln aufgegriffen werden, wird im Folgenden anhand konkreter Beispiele aus dem Themenheft «Erwünschte Verbrennungen – unerwünschte Folgen?» (Demuth, Parchmann & Ralle, 2009) illustriert.

#### Concept Cartoons

Mithilfe sogenannter Concept Cartoons können verschiedene Vorstellungen zu einem Sachverhalt einander gegenübergestellt werden. Sie können z. B. als Impuls für eine Gruppendiskussion dienen. Zum Thema «Chemische Vorgänge im Gartengrill» findet sich beispielsweise ein Cartoon, in dem vier Jugendliche abgebildet sind, die um einen Grill herum stehen und diskutieren (Demuth et al., 2009, S. 26). In drei Sprechblasen sind folgende Aussagen der Jugendlichen zu finden:

- «Flammen sind brennbare Gase. Sind bei der Kohle brennbare Gase entstanden?»
- «Wieso? Die Kohle brennt doch immer noch. Man sieht nur gerade keine Flammen.»
- «Quatsch, die glüht nur noch. Jetzt läuft keine chemische Reaktion mehr ab.»

Die Abbildung ist mit der Frage «Was würdest du dazu sagen?» untertitelt.

#### Experimente

Experimente mit einem unerwarteten Ausgang können als Auslöser für einen kognitiven Konflikt eingesetzt werden. Im Kapitel «Auch Gasportionen haben eine Masse!» wird schon in der Überschrift das gängige Misskonzept angesprochen, dass Luft keine Masse besitzt (Demuth et al., 2009., S. 38). Unter der Überschrift findet sich die Abbildung einer Versuchsanordnung mit einer Balkenwaage, deren linker Arm mit «vorher» und deren rechter mit «nachher» überschrieben ist. Am linken Arm hängt ein mit einem Luftballon verschlossenes Reagenzglas, das mit Streichholzköpfchen und Sauerstoff gefüllt ist. Das Reagenzglas wird erwärmt, der Luftballon hängt schlaff herab. Am rechten Arm wird das Reagenzglas nicht mehr erwärmt. Die Streichholzköpfchen sind verkohlt, der Luftballon prall gefüllt. Es ist angegeben, dass sich Kohlenstoffdioxid im Reagenzglas und im Luftballon befindet. Die Abbildung ist mit folgendem Text untertitelt: «Hier werden Streichhölzer in einer geschlossenen Apparatur zum Brennen gebracht. Was meinst du? Wiegt die gesamte Apparatur nach dem Brennen mehr, weniger oder gleich viel wie vor dem Brennen?»

Im Folgenden werden verschiedene Experimente zur Fragestellung, ob Gas eine Masse hat, durchgeführt (ebd., S. 38 f.). So wird ein Teelicht vor und nach dem Abbrennen gewogen. Das Ergebnis wird mit der Beobachtung eines anderen Versuchs, der Verbrennung von Kohle in einem geschlossenen System, verglichen. Die scheinbar widersprüchlichen Ergebnisse sollen zur Diskussion anregen. Ein weiteres Experiment ist die Verbrennung von Eisenwolle, die an einer austarierten Balkenwaage hängt. Das Ergebnis dieses Versuchs widerspricht der Vorstellung, dass Stoffe durch Verbrennung

leichter werden. Es widerspricht aber auch – zumindest scheinbar – den zuvor durchgeführten Experimenten in den geschlossenen Systemen, die auf eine Massenerhaltung bei chemischen Reaktionen schliessen lassen.

### Historische Bezüge

Auch historische Falschvorstellungen können als Anlass genutzt werden, sich auf den Vergleich der eigenen Vorstellungen mit den wissenschaftlichen einzulassen (Scheffel, Brockmeier & Parchmann, 2007). So wird in dem oben beschriebenen Kapitel zum Thema «Auch Gasportionen haben eine Masse!» die Phlogiston-Theorie aufgegriffen. Dies geschieht durch eine Abbildung mit Text und einer angeschlossenen Aufgabe (Demuth et al., 2009, S. 39). Die Abbildung zeigt einen Rundkolben, der erhitzt wird. Der Kolben ist mit einem Hahn verschlossen und mit Blei und Luft gefüllt. Folgender Text ist neben der Abbildung zu finden:

Robert Boyle erhitzte 1673 Blei in einem genau gewogenen geschlossenen Gefäss. Nach der Reaktion öffnete er das Gefäss oben an dem Hahn und vernahm ein zischendes Geräusch. Bei erneutem Wägen war der Kolben nun schwerer. Boyle folgerte daraus, dass der «Feuerstoff Phlogiston» durch die Glaswand in den Kolben gedrungen war. Auf solche und ähnliche Versuche stützte sich damals die Phlogiston-Theorie, die heute längst widerlegt ist.

Die zugehörige Aufgabe regt die Schülerinnen und Schüler an, sich mit der Abbildung und dem Text näher zu beschäftigen:

«Robert Boyle zog aus dem Experiment von Bild 3 Schlussfolgerungen, die aus heutiger Sicht falsch sind. Wie würde man heute erklären, dass die Masse seiner Apparatur zugenommen hat?»

Ein anderes Beispiel für historische Kontroversen ist in das Kapitel «Atome – wie sich Vorstellungen entwickeln» integriert, und zwar in Anlehnung an die Methode der Concept Cartoons in Form einer Abbildung zweier Büsten von Demokrit und Aristoteles mit folgenden Sprechblasen (ebd., S. 48):

Demokrit: «Beim Zerkleinern von Stoffen in immer kleinere Portionen kommt man schliesslich zu etwas, das nicht mehr teilbar ist: zum Atom.»

Aristoteles: «Falsch! Materie kann man immer weiter zerteilen. Gäbe es deine Atome, was wäre dann zwischen ihnen? Noch etwas anderes oder nichts? Ein Nichts gibt es nicht!»

Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, sich dazu zu äussern: «Was meinst du?»

### Aufgaben

Auch Aufgaben werden in dem Themenheft genutzt, um bekannte Misskonzepte anzusprechen, wie beispielsweise die Vorstellungen, dass Metalle nicht brennen, dass für die Zufuhr von Aktivierungsenergie ein Brenner oder ein ähnliches Heizgerät nötig ist oder dass Glühen und Verglühen die gleichen Prozesse bedeuten:

– «Ein Freund von dir sagt: «Holz brennt, Eisen brennt nicht.» Was meinst du dazu?» (ebd., S. 52)

- «Nimm Stellung zu folgender Aussage: «Das Lösen von Brausepulver in Wasser läuft ohne Aktivierungsenergie ab.»» (ebd., S. 31)
- «Erläutere an einem Beispiel, was passiert, wenn Stoffe verglühen. Erläutere an einem weiteren Beispiel, was es bedeutet, wenn Stoffe nur glühen.» (ebd., S. 25)

Diese Auflistung einiger Beispiele gibt einen Einblick, wie Lernervorstellungen auf vielfältige Art in Lehrmittel eingebunden werden können. Die Verknüpfung von Alltagswelt (über die Kontexte) und der Welt der Wissenschaften (über die Basiskonzepte und die Einführung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen) soll die Lernenden dabei insbesondere anregen, Alltags- und Fachvorstellungen zu vergleichen und miteinander in Beziehung zu setzen.

## 5 Fazit

In diesem Aufsatz wurde exemplarisch aufgezeigt, wie Ergebnisse der Lehr- und Lernforschung – konkret der Forschung zu Lernervorstellungen – in die Gestaltung von Lehrmitteln einfließen können. Welchen Einfluss diese Lehrmittel auf die Unterrichtsgestaltung und das Lernen haben, bleibt der Untersuchung durch zukünftige empirische Forschung überlassen. Auch die Akzeptanz durch Lehrende und Lernende gilt es zu evaluieren. In diesem Zusammenhang sollte ebenso der Frage nachgegangen werden, welche Rahmenbedingungen bei der Einführung solcher innovativen Lehrmittel sinnvoll erscheinen. So könnten z. B. begleitende Weiterbildungen aufzeigen, wie mithilfe von Lehrmitteln Unterrichtsansätze wie kontextorientiertes Lernen oder das Arbeiten mit Lernervorstellungen unterstützt werden können. Auch die Problematik, wie die Schülerinnen und Schüler an das Arbeiten mit für sie ungewohnten Lehrmitteln herangeführt werden können, sollte einbezogen werden.

## Literatur

- Barke, H.-D. & Harsch, G.** (2001). *Chemiedidaktik heute – Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin: Springer.
- Beerenwinkel, A.** (2007). *Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts*. Berlin: Logos.
- Beerenwinkel, A. & Gräsel, C.** (2005). Texte im Chemieunterricht: Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 21–39.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R.** (Hrsg.). (2000). *How people learn – Brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press.
- Bündner, W. & Parchmann, I.** (2004). Lehrerarbeit in Lerngemeinschaften. Lernen durch Reflexion und Implementation einer innovativen Unterrichtskonzeption Chemie im Kontext. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22 (1), 29–40.
- Daus, J., Pietzner, V., Höner, K., Scheuer, R., Melle, I., Neu, C. et al.** (2004). Untersuchung des Fortbildungsverhaltens und der Fortbildungswünsche von Chemielehrerinnen und Chemielehrern. *Chemkon*, 11 (2), 79–85.

- Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I. & Ralle, B.** (Hrsg.). (2008). *Chemie im Kontext – Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster: Waxmann.
- Demuth, R., Parchmann, I. & Ralle, B.** (Hrsg.). (2006). *Chemie im Kontext - Kontexte, Medien, Basiskonzepte – Sekundarstufe II*. Berlin: Cornelsen.
- Demuth, R., Parchmann, I. & Ralle, B.** (Hrsg.). (2007). *Lehrerband zu Chemie im Kontext – Kontexte, Medien, Basiskonzepte – Sekundarstufe II*. Berlin: Cornelsen.
- Demuth, R., Parchmann, I. & Ralle, B.** (2009). *Erwünschte Verbrennungen – unerwünschte Folgen?* Berlin: Cornelsen.
- Duit, R.** (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie – Zu den Ursachen vieler Lernschwierigkeiten. *Plus Lucis*, 2, 11–18.
- Duit, R.** (1999). Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Hrsg.), *New Perspectives on Conceptual Change* (S. 263–282). Oxford: Pergamon.
- Fischler, H. & Lichtfeldt, M.** (1997). Teilchen und Atome – Modellbildung im Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 41 (8), 4–8.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. & Gamas, W. S.** (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28 (2), 117–155.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F.** (2006). Particles and Matter: Problems in Learning about the Submicroscopic World. In H. Fischler & C. S. Reiners (Hrsg.), *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht* (S. 53-75). Berlin: Logos.
- Heinze, C.** (2005). Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis – Zur Einführung in den Themenband. In E. Matthes & C. Heinze (Hrsg.), *Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis* (S. 9–17). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Limón, M.** (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357–380.
- Nieswandt, M.** (2001). Problems and possibilities for learning in an introductory chemistry course from a conceptual change perspective. *Science Education*, 85 (2), 158–179.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A.** (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211–227.
- Scheffel, L., Brockmeier, W. & Parchmann, I.** (2007). Warum Marmor bricht und Eisen nicht... – Schülervorstellungen und historische Ansätze als Basis für die Gestaltung von Lernanlässen. *NiU Chemie*, 100/101 (18), 46–54.
- Schmidt, S., Rebentisch, D. & Parchmann, I.** (2003). Chemie im Kontext auch für die Sekundarstufe I – Cola und Ketchup im Anfangsunterricht. *Chemkon*, 10 (1), 6–17.
- Stern, E. & Felbrich, A.** (2006). Erziehungs- und Schulpsychologie. In K. Pawlik (Hrsg.), *Handbuch Psychologie: Wissenschaft – Anwendung – Berufsfelder* (S. 719–731). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Treagust, D., Duit, R. & Nieswandt, M.** (2000). Sources of students' difficulties in learning Chemistry. *Educación Química*, 11 (2), 228–235.
- Wiater, W.** (2005). Lehrplan und Schulbuch: Reflexionen über zwei Instrumente des Staates zur Steuerung des Bildungswesens. In E. Matthes & C. Heinze (Hrsg.), *Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis* (S. 41–63). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Widodo, A. & Duit, R.** (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 232–254.

## Autorinnen

**Anne Beerenwinkel**, Dr., Pädagogische Hochschule Zürich, Forschung & Entwicklung,  
Waltersbachstrasse 5, 8090 Zürich, anne.beerenwinkel@phzh.ch

**Ilka Parchmann**, Prof. Dr., Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik  
an der Universität Kiel (IPN), Abteilung Didaktik der Chemie, Olshausenstrasse 62, D-24098 Kiel,  
parchmann@ipn.uni-kiel.de