

Chemiedidaktik 2013

Nach den Bildungsstandards sollen Schüler im Chemieunterricht lernen, wie chemisches Wissen und Erkenntnisse entstehen. Dies erfordert einen kritischen Blick auf Lehrkonzepte und Unterrichtspraxis. Neue Themen für Experimente in der Schule sind elektro- und photochemische Prozesse zur Energiekonversion- und -speicherung sowie neue Materialien. Fachdidaktiker kooperieren dafür mit Fachwissenschaftlern.

Der Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“

Bildungsansprüche und Potenziale

◆ Um Inhalte und Arbeitsweisen der Chemie Schülern nahe zu bringen, beschreiben die bundesweit geltenden Bildungsstandards Kompetenzbereiche [Nachr. Chem. 2008, 56, 340], darunter „Wissen“, „Bewerten“ oder „Kommunizieren“ und folgerichtig auch „Erkenntnisgewinnung“. Schüler sollen durch Chemieunterricht verstehen, wie chemisches Wissen entsteht.

Die Struktur des Kompetenzbereichs „Erkenntnisgewinnung“ betont zwei grundsätzliche wissenschaftstheoretische Aspekte: zum einen experimentelle Untersuchungen, zum anderen das Denken

in Modellen, das ein Deutungs- und Prognoseinstrument chemischer Erkenntnisbildung ist. Lernende sollen erfahren, dass beide Arbeitsweisen aufeinander angewiesen sind und sich wechselseitig bedingen. Dieser Bildungsanspruch ist hoch. Von den Lernenden verlangt er das Zusammenführen von Gelerntem (konvergentes Denken) sowie das Entwickeln von Ideen (divergentes Denken), das Deuten, Beobachten und Interpretieren (Tabelle). Das sind Fähigkeiten, die sie vielfach erst erlernen müssen.

Dieser Kompetenzbereich bietet die Chance, auch grundsätzliche chemiedidaktische Erkenntnisse zu gewinnen: Fachdidaktiker entwerfen Unterrichtskonzepte, um Bil-

dungsangebote wie Basiskonzepte, fachliche und fachübergreifende Themen und Experimente bereitzustellen. Diese werden im Chemieunterricht erprobt und somit an der Realität geprüft. Ziel ist es, Wirkungen von Lernangeboten messbar zu machen und zu optimieren. Die Fachdidaktik ist dafür auf unterschiedliche Forschungsmethoden angewiesen, etwa auf empirische, interpretative und experimentell-konzeptionelle. Diese Vielfalt unterstützt die Konstruktion von Experimenten [diese Nachr. S. 359].

Zum Stellenwert von Erkenntnisgewinnung

◆ Obwohl die Kompetenzbereiche als gleich wichtig gelten, sind Forschungsaktivitäten und Interessen bisher einseitig auf die Wissenssebene ausgerichtet. Von 472 Artikeln zur aktuellen Kompetenzthematik in der Datenbank Fadok, die insgesamt 58600 Publikationen umfasst, beschäftigen sich 64 Prozent mit dem Bereich „Fachwissen“ (Abbildung 1). Dies entspricht der traditionellen Unterrichtsperspektive, chemisches Wissen zunächst über die Fachstruktur zu lehren. Bewertende, kommunikative und erkenntnistheoretische Kompetenzebenen sind aber ebenso not-

Die Schülerinnen und Schüler ...

- | | |
|-----|---|
| E 1 | ... erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind. |
| E 2 | ... planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen. |
| E 3 | ... führen qualitative und einfache quantitative experimentelle und andere Untersuchungen durch und protokollieren diese. |
| E 4 | ... beachten beim Experimentieren Sicherheits- und Umweltaspekte. |
| E 5 | ...erheben bei Untersuchungen, insbesondere in chemischen Experimenten, relevante Daten oder recherchieren sie. |
| E 6 | ...finden in erhobenen oder recherchierten Daten Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen. |
| E 7 | ...nutzen geeignete Modelle (z.B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente) um chemische Fragestellungen zu bearbeiten. |
| E 8 | ...zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf. |

Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (daher die Bezeichnung „E“, die Nummern bedeuten keine Rangfolge).

wendig. Sie eignen sich dazu, chemisches Wissen in gesellschaftlichen wie individuellen Zusammenhängen im Sinne naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung (scientific literacy) zu vermitteln und so Orientierungshilfen für spätere Lebenszusammenhänge zu bieten.

Nur 7 Prozent der Beiträge zur Kompetenzthematik, also 33, konzentrieren sich vorrangig auf Erkenntnisgewinnung einschließlich der entsprechenden experimentellen Standards (Tabelle). Erkenntnisgewinnung gilt dabei als Prozess des Wissenserwerbs. Über lange Zeit war es dagegen chemiedidaktischer Konsens, den Begriff breiter zu fassen und stofflich-instrumentelle, experimentelle, lern- und wahrnehmungspsychologische, methodische, mediale, konzeptionelle, wissenschaftstheoretische und phänomenologische Aspekte darunter einzuordnen. Dabei sind Experimente gleichzeitig erkenntnistheoretischer Lerninhalt und Medium zur Veranschaulichung.

Die Datenbank Fadok dokumentiert gut 15 200 Beiträge (von insgesamt 58 600 erfassten Publikationen), die sich mit Experimenten im weitesten Sinn beschäftigen. In etwa 5600 Beiträgen geht es um den Lehrerversuch, in zirka 5100 Publikationen um Schülerexperimente, in etwa 2300 um Geräte, Chemikalien und Ausrüstung. Die Arbeiten machen insgesamt chemiedidaktische Bemühungen deutlich, Denkprozesse der Lernenden im Sinne der chemischen Erkenntnisgewinnung anzustoßen. Dazu wurden grundsätzliche Unterrichtskonzepte entwickelt – etwa forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren (alte BRD) oder „geistige Führung im Erkenntnisakt“ (DDR).

Experimentelle Phänomene modellhaft zu deuten und somit den chemischen Erkenntnisprozess zu erfahren, gilt als besondere Herausforderung für den Chemieunterricht. Zahlreiche Publikationen thematisieren dies pointiert und befassen sich mit dem entsprechen-

den Lehrerverhalten. Den Lehrkräften wird die schwierige Aufgabe zugewiesen, erkenntnispsychologische Barrieren der Lernenden zu verringern.

Erkenntnisgewinnung in der gegenwärtigen Forschung

♦ Für Erkenntnisgewinnung gibt es Standards (Tabelle). Diese Kompetenzstandards müssen sich im Schülerverhalten spiegeln, um mess- und diagnostizierbar zu sein. Mit der Kompetenzdiskussion (verstärkt ab etwa dem Jahr 2003) haben Didaktiker Kompetenzmodelle ausgeformt, validiert und dazu Aufgabenformate und -komplexe wie offene Lernaufgaben, Tests oder prozessorientierte Tätigkeitsprotokolle entwickelt. Kompetenzmodelle müssen sich dazu eignen, Schülerleistungen einzuschätzen und Aufgabenschwierigkeiten vorauszusagen.

Fachdidaktische Forschungen befassen sich mit speziellen Aspekten des Erkenntnisgewinnungsprozesses. Bei experimentellen Untersuchungen sind das beispielsweise Beobachten, Beschreiben und Protokollieren. Für die Auswertung sind die Daten in Erkenntniszusammenhänge zu integrieren. Mehrfache Überprüfungen führen zu Verallgemeinerungen, also zu Begriffsdefinitionen, Regeln, Prinzipien und Gesetzen. Zu den Planungs- und Auswertungsprozessen gehört weiterhin das Formulieren und Untersuchen von Hypothesen und Fragen. Schüler müssen lernen, diese komplexen Denkprozesse nachzuvollziehen. Die Chemiedidaktik ist bestrebt, die einzelnen Erkenntnisschritte als Teilkompetenzen zu formulieren, um Lernschwierigkeiten besser zu verstehen und somit vermindern zu können.

Einige Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit Beobachtungs- oder Dokumentationskompetenz. Besonders schwierig ist es für Schüler, experimentelle Beobachtungen anhand chemischer Denkmö-

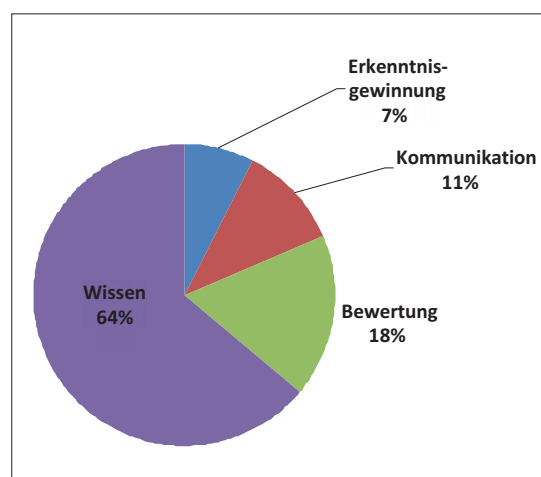


Abb. 1. Kompetenzbereiche als Thema in fachdidaktischer Zeitschriftenliteratur (nach Fadok, Stand 18.1.2014; N= 472).

delle zu deuten. Die Scientific Community arbeitet daran, entsprechende Kompetenzstandards auch theoretisch zu untermauern, und entwickelt Diagnoseinstrumente für den Chemieunterricht. Es ist schwierig, Teilkompetenzen zu erfassen, zu fördern wie zu unterrichten. Dies belegen Befunde aus der Unterrichtspraxis:

- Experimentelle Aktivitäten sind allzu selten mit schülernahen Problemstellungen verknüpft.
- Zu enge Vorschriften für Geräte, Stoffe und Versuchsaufbau bei den Experimenten blockieren Eigentätigkeiten der Lernenden.
- Hypothesen werden experimentell nur bestätigt, das Experiment verliert damit seine eigentliche Bedeutung als chemische Forschungsaktivität. Insofern ist der Terminus „Versuch“ angemessen.
- Chemische Erkenntnisse werden zu wenig auf chemische Fragen aus dem Alltag bezogen.
- Viele Lernende meiden chemische Facharbeiten mit experimentellen Themen. Dieses Ergebnis ist unerwartet, da Experimente bei Schülern sonst eher beliebt sind.
- Quantitatives Arbeiten, besonderes Merkmal von Erkenntnisgewinnung aus Experimenten mit genauem Messen, Berechnen und Protokollieren, überfordert vor allem unerfahrenere Schüler. ➔

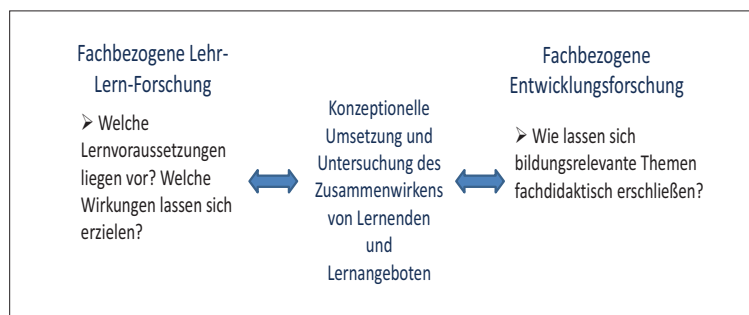


Abb. 2. Struktur fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben als Integrationsleistung. (Verändert nach Schecker, Krüger & Parchmann, 2014)

- Chemieunterricht erhebt einmalig und zielgerichtet Versuchsdaten zu Einzelphänomenen und verdichtet sie zur allgemeinen Erkenntnis. Die Prüfung der Erkenntnis an neuen Versuchsdaten wird vernachlässigt, ebenso die Rückkopplung von Versuchsabläufen auf die Ausgangsfrage.
- Chemische Erkenntnistätigkeiten werden allzu positivistisch und damit einseitig dargestellt. Hermeneutische Notwendigkeiten wie Integration und Plausibilität sowie heuristische Perspektiven wie Intuition, Spekulation oder Zufall werden vernachlässigt.
- Kompetenzorientierte Leistungsbewertung verlangt differenzierte Maßstäbe und eine Hierarchisierung, etwa orientiert an zielführenden Arbeitsabläufen.
- Chemielehrkräfte betrachten Experimente vielfach mehr als Veranschaulichungshilfe denn als Beitrag zur Erkenntnisgewinnung. Kompetenzmodelle müssen auf diese Problemlagen hin geprüft und zur Weiterentwicklung und Veränderung von Unterrichtspraxis und Schülerverhalten optimiert werden.

Um zunächst dafür notwendige Einblicke in die derzeitigen Ausprägungen der mit dem Erkenntnisgewinnungsprozess verbundenen Kompetenzen zu erhalten, wurden im Auftrag des Instituts zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) in Berlin Aufgaben entwickelt, die verschiedene Facetten unter anderem für das Experimentieren erfassen. Dazu gehö-

ren das Formulieren von Fragen und Hypothesen, das Konstruieren oder Auswählen von Experimenten und die kontrollierte Variation von Parametern sowie das Interpretieren von Befunden, bezogen auf Themen für Schüler am Ende des mittleren Bildungsabschnitts.

Der erste Bericht über Ergebnisse zu den Kompetenzbereichen „Wissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ in den 16 Bundesländern ist im letzten Jahr erschienen, ebenso Beispielaufgaben.

Von der Natur wissenschaftlichen Arbeitens

◆ Über das Verstehen und Anwenden einzelner Teilkompetenzen hinaus wird das Grundverständnis der Verfahren naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung untersucht und in Konzepte gefasst. Welche Vorstellungen haben Lernende von Aussagen, die aus Experimenten gewonnen werden? Wie entsteht aus einer Beobachtung eine Erkenntnis, wann eine grundlegende Theorie?

Fragen wie die zuvor genannten werden international unter dem Stichwort „Nature of Science and Scientific Inquiry“ diskutiert, national traditionsgemäß unter naturphilosophischer und wissenschaftstheoretischer Perspektive. Die Literatur weist auf eher naive und stark vereinfachte Vorstellungen im gegenwärtigen Chemieunterricht hin. Schüler nehmen Erkenntnisgewinnungsprozesse als linear wahr, aus einem einzigen Experiment werden Theorien und Gesetze abgeleitet, und die Wahl der

Experimente erscheint eher zufällig, wie das folgende Zitat eines Mittelstufenschülers aus einer laufenden Untersuchung am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik zeigt:

„Man hat irgendwie ein Thema, und dazu arbeitet man halt irgendwas. Dann macht man Versuche, wertet die dann aus und macht neue Versuche.“

Diese lineare Vorgehensweise entspricht wohl eher selten dem realen, differenzierten Forschungsprozess, der von zahlreichen Versuchen, Misserfolgen und Erfolgen, kreativen Ideen und Diskussionen geprägt ist. Gerade die Bedeutung von kreativen Gedanken und der „guten Forschungsfrage“ hat für manche Schülern so gar nichts mit Naturwissenschaften zu tun, auch dazu eine exemplarische Schüleraussage:

„Sie können logisch gut denken und sind wahrscheinlich nicht unbedingt so kreativ. Die Kreativen sind eher gut in Sprachen, und Naturwissenschaftler sind logisch gut.“

Diese Vorstellungen und Stereotype beeinflussen nicht nur die Wahrnehmung der Naturwissenschaften, sondern auch die Perspektiven der eigenen Studien- und Berufswahl. Dass diese Orientierung in Deutschland offenbar nur unzureichend gelingt, zeigen unter anderem Ergebnisse der Rose-Studie (Relevance of Science Education). Für diese Studie befragten vor zehn Jahren Forscher 15-jährige Schüler aus 40 Industrie- und Entwicklungsländern zum Unterricht in den Naturwissenschaften. In Deutschland gab etwa die Hälfte der Schüler an (etwas mehr Mädchen als Jungen), Naturwissenschaften lieber zu mögen als andere Fächer. Das sind mehr als etwa in Japan, England oder den skandinavischen Ländern. Allerdings stimmten in Deutschland weniger Schüler als in den meisten anderen Ländern dem Satz zu: „Naturwissenschaften in der Schule haben mir die Augen für neue und spannende Berufe geöffnet“.

Folglich stellt sich durchaus die Frage, welche Bilder von Naturwissenschaftlern und deren Tätigkeiten den Chemieunterricht beeinflussen und welche Bilder der Chemieunterricht selbst erzeugt. Viele Schüler haben selten Gelegenheit, selbst kreativ zu werden, Gelerntes gegebenenfalls zu hinterfragen und weiterzudenken. Dass Experimente oftmals viel Geduld erfordern und nicht immer direkt zum gewünschten Ziel führen, erfahren Studierenden erst an der Universität. Es bleibt daher Aufgabe der Fachdidaktik, Experimente als Medium für die Vermittlung von Fachinhalten und als Lerninhalt über chemische Denk- und Arbeitsweisen zu konzipieren und auf ihre Wirkungen zu untersuchen.

Stimulus für Lehr und Forschungsperspektiven

◆ Die fachdidaktische Forschung hat sich auf den Weg gemacht, den bildungspolitischen Anspruch „Kompetenzerwerb“ im Chemieunterricht reflektierend wie unterrichtspraktisch zu begleiten. (Erste) Materialien sind entwickelt worden. Den Anspruch „Kompetenzorientierung“ hat die Fachdidaktik allerdings weitgehend widerspruchsfrei akzeptiert. Dennoch bieten Kompetenzorientierung und speziell die Erkenntnisgewinnung Chancen, chemiedidaktische Arbeitsrichtungen sinnvoll zu vernetzen (Abbildung 2).

Ausgehend von der Reflexion der Bildungsziele und den empirischen Untersuchungen zu Lernvoraussetzungen einerseits sowie experimentellen Entwicklungsarbeiten andererseits, können verbindliche Lernangebote konzipiert und auf ihre Wirkungen hin untersucht und bewertet werden.

Eine Integration beider Richtungen ist auch für die chemiedidaktische Lehre sowie für einen kompetenzorientierten Chemieunterricht gefordert. Die Lehre muss ihr Angebotsprofil auch auf jene Verhaltenskompetenzen ausweiten, die den Chemieunterricht nach Bildungsstandards tangieren. In systemi-

scher Hinsicht ist die Fokussierung auf Kompetenzen notwendigerweise sinnvoll, sie darf aber grundlegende pädagogische und didaktische Maximen und Werte wie individualisiertes Lernen, Interessenorientierungen, Freiheit der Methodenwahl nicht vernachlässigen.

Literatur

Die Literaturangaben sind online verfügbar unter www.gdch.de/publikationen/nachrichten-aus-der-chemie/downloads/literaturlisten/trendberichte.html und dort nach Kapiteln des Trendberichts sortiert. Die Zitate sind nicht mehrfach zugeordnet. Im wesentlichen wurde die chemiedidaktische Datenbank Fadok (Paderborn) mit derzeit 58 655 Einträgen (Stand: 18.1.2014) zu Grunde gelegt, ergänzt durch Archivmaterialien (Paderborn), Internetrecherchen (vereinzelt) und eigene Forschungen (Kiel).

Hans-Jürgen Becker ist seit 1995 Professor für Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Davor war er an der TU und der FU Berlin sowie im Berliner Schuldienst tätig. Im Jahr 1978 hat er promoviert und sich 1992 an der FU Berlin habilitiert. Seine Forschungsschwerpunkte sind konzeptionelle und hochschuldidaktische Themen sowie die Grundlegung einer systematischen Chemiedidaktik.



Jennifer Christin Kühlmann absolvierte ihr Lehramtsstudium in Chemie, Physik und Deutsch an der Universität Paderborn und ist dort seit Juni 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Arbeitskreis Chemiedidaktik. Sie promoviert bei Hans-Jürgen Becker über das Thema Interesse und Chemielernen. Dabei liegt ihr Forschungsschwerpunkt bei der Dokumentation und der Metaanalyse chemiedidaktischer Erkenntnisarbeit.



Ilka Parchmann ist seit dem Jahr 2009 Direktorin der Abteilung Didaktik der Chemie am Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Professorin für Chemiedidaktik an der Universität Kiel. Sie hat das erste und zweite Staatsexamen für das Lehramt an Gymnasien in Biologie und Chemie abgelegt. Nach der Promotion habilitierte sie sich in Didaktik der Chemie. Ihr Hauptarbeitsgebiete sind kontextbasiertes Lernen und Lehren, Zielsetzung und Modellierung von Kompetenzen, Konzepte der Lehreraus- und Fortbildung sowie schulische und außerschulische Talentförderung.



Experimentell-konzeptionelle Forschung

◆ Eine Facette der experimentell-konzeptionellen Forschung in der Chemiedidaktik steht unter dem Label „Didaktische Erschließung innovativer Inhalte aus Wissenschaft und Technik“. Dabei geht es beispielsweise um photo- und elektrochemische Prozesse bei der Energiekonversion und -speicherung. Dazu kommt die Entwicklung von Hightech-Materialien und nachhaltigen Verfahren für die globalen Herausforderungen im 21. Jahrhundert unter den Schlagwörtern Energie, Ernährung, Wasser und Klima.

Ebenso wie bei anderen Forschungsvorhaben in der Fachdidaktik streben auch diese Projekte in erster Linie Qualitätssteigerung in der Lehre in Chemie und anderen Naturwissenschaften an. In diesem Fall geschieht das durch die Erneuerung und Anpassung der Unterrichtsinhalte, Methoden und Medien an den Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse, technischer Anwendungen und zukunftsrelevanter Fragen. Als neue Inhalte eignen sich beispielsweise Akkumulatoren,¹⁾ Photoprozesse²⁾ (Abbildungen 1 und 2, S. 360), ionische Flüssigkeiten,³⁾ meso- und nanostrukturierte Materialien⁴⁾ und andere.⁵⁾ Sie eignen sich ebenso gut wie traditionelle Schulbeispiele dazu, Schülern die Schlüsselbegriffe und -konzepte der Chemie und anderer naturwissenschaftlicher Fächer zu vermitteln, und sie können naturwissenschaftlich interessierte Jugendliche besonders motivieren.

Fachwissenschaft als Ideengeber

◆ Die fachdidaktischen Forschungs- und Entwicklungsprojekte aus dieser Kategorie weisen sowohl Merkmale der Grundlagenforschung als auch der angewandten Forschung auf, denn sie kombinieren die Suche nach neuen fachwissenschaftlichen Erkenntnissen



Abb. 1. Solar-Akku als Kompaktzelle zur photoelektrochemischen Lichtenergiekonversion und -speicherung.^{2b)} (Foto: David Nietz)

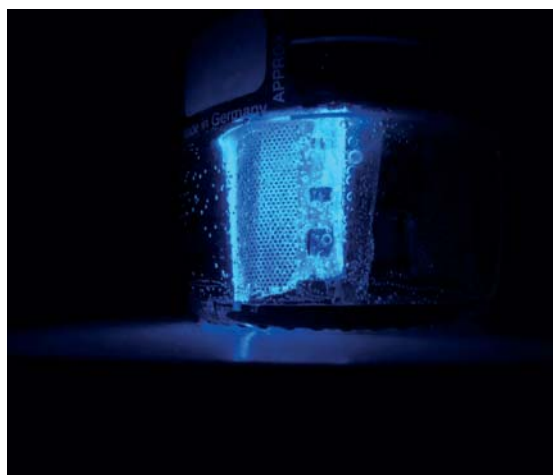


Abb. 2. Elektrochemolumineszenz von Luminol an platinierter Nickelfolie (Rasierscherblatt).^{2b)} (Foto: Claudia Bohrmann-Linde)

mit der Entwicklung didaktisch prägnanter und wissenschaftlich konsistenter Materialien für Unterricht und Lehre. Bei diesen Projekten knüpft die Fachdidaktik jeweils am wissenschaftlichen Stand in der jeweiligen Teildisziplin an und kooperiert in der Regel mit Fachwissenschaftlern. So kommt es gelegentlich dazu, dass Forschungsergebnisse der Fachdidaktik ihren Niederschlag in Patenten und Publikationen in fachwissenschaftlichen Zeitschriften finden, selbst wenn das kein Hauptziel ist.

Die Intention ist vielmehr, neue Experimente zu entwickeln. Diese Experimente müssen didaktisch dahingehend optimiert werden, dass sie schrittweise und lückenlos zu den Elementarprozessen in komplexen Systemen hinführen, etwa in Lithiumionen-, Lithiummetall- und Natriumionen-basierten Akkumulatoren, in Brennstoffzellen, Power-to-gas-Systemen, organischen Leuchtdioden, Photovoltaikzellen und Materialien mit photoaktiven molekularen Schaltern. Auf solchen Experimenten aufbauend werden didaktische Erklärungsmodelle entwickelt, die an Schlüsselbegriffe und Grundkonzepte der Chemie und anderer naturwissenschaftlicher und technischer Fächer anknüpfen und diese ergänzen oder vertiefen. Das betrifft beispielsweise die grundlegenden Konzepte und Modelle über reversible Prozesse, Gleichgewichte, Energetik und Katalyse. Diese werden je-

weils unter dem Aspekt der makroskopischen Stoffebene, der submikroskopischen Atom-, Ion- und Molekülebene, aber auch auf der Ebene von ein-, zwei- oder dreidimensional nanostrukturierten Materialien interpretiert.

Zu den Experimenten und didaktischen Konzepten gehören Videos, Modellanimationen, Arbeitsblätter und weitere didaktische Materialien, die mit Studierenden, Lehrern und Schülern getestet und optimiert werden. Um den Einsatz in der Schulpraxis zu erleichtern und zu beschleunigen, entwickeln die Hochschulen in Kooperation mit Unternehmen Experimentier- und Materialkits, die in Zusammenhang mit Lehrerfortbildungen angeboten werden.

Einige Projekte fördern seit kurzem das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Bereich „Schlüsseltechnologien – Forschung für Innovationen“⁶⁾ und die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Wissenschaftsbereich Naturwissenschaften.⁷⁾ Das zeigt die Wertschätzung für diese Forschungsrichtung und ermutigt den wissenschaftlichen Nachwuchs auf diesem Gebiet. Das gilt besonders für jenen Teilbereich der schulexperimentell-konzeptionellen Entwicklungsarbeit, die zur angewandten Forschung zählt, weil sie konkrete Probleme des Fachunterrichts aufgreift und dazu Lösungsvorschläge entwickelt.

Ansatzpunkte für neue Experimente

◆ Die Entwicklungsarbeit für die Schulen beginnt etwa bei einem einzelnen, neuen Experiment und reicht über die Konzeption experimentell orientierter Unterrichtseinheiten bis hin zur Ausarbeitung und Umsetzung von grundlegenden fachdidaktischen Konzepten, (z.B. „Chemie fürs Leben“^{8,9)} oder „Chemie im Kontext“^{10,11)}) Letztere liefern wiederum den Rahmen



Abb. 3. Ein mit einem Oxi-Reiniger betriebener Hochofen im Reagenzglas: Der Reiniger im Reagenzglas setzt beim Erhitzen Sauerstoff frei. Darüber befindet sich Kohle mit einigen Stückchen Eisenoxid. Der Kohlenstoff verbrennt mit dem Sauerstoff zu CO_2 (das helle Leuchten in der Mitte), dieser setzt sich dann mit dem verbliebenen Kohlenstoff zu CO um, welches das Eisenoxid reduziert. (Foto: Marco Rossow)

für die weitere Entwicklung von Experimenten und Unterrichtseinheiten, um diese Konzepte auszugestalten.

Grundsätzlich sind schon bei der Entwicklung einzelner Experimente neben den technischen eine Reihe weiterer Parameter zu berücksichtigen, da die Versuche weniger zur Gewinnung neuer fachwissenschaftlicher Erkenntnisse dienen, sondern vor allem Lernprozesse fördern sollen. So sind sie adressatenbezogen und spezifisch sowie am jeweiligen Lernkontext auszurichten. Sie sollen selbst wieder auf den Fortgang der Lernprozesse wirken und dienen somit als Basis für weitere Untersuchungen.

Eine schulexperimentell-konzeptionelle Arbeit kann ganz unterschiedliche Auslöser haben, etwa neue populäre Produkte im Handel sein, die Schülerinnen zu Fragen anregen und neue Möglichkeiten schulexperimenteller Untersuchungen bieten (z. B. Oxi-Reiniger, Abbildung 3). Es können auch gesellschaftliche Fragen und Probleme sein wie nachwachsende Rohstoffe oder die Speicherung elektrischer Energie in unterschiedlichen Formen. Hier ergeben sich Schnittmengen mit der Forschungsrichtung „Didaktische Erschließung innovativer Inhalte aus Wissenschaft und Technik“. Ebenso können wissenschaftliche Erkenntnisse und die Entwicklung neuer Stoffklassen neue Schulversuche motivieren. Ein Beispiel sind die ionischen Flüssigkeiten.

Erkenntnisse aus der Lehr-Lern-Forschung über Lern- und Verständnisschwierigkeiten bei verschiedenen Themen im Chemieunterricht sind ein weiterer Ansatzpunkt. Dazu kommen neue fachdidaktische Konzeptionen, von denen sich die Autorinnen und Urheber generell eine Steigerung der Motivation der Lernenden und ein besseres Verständnis der Sachverhalte versprechen, was es am Beispiel konkreter Unterrichtseinheiten umzusetzen gilt. „Chemistry und Cinema“¹²⁾ ist hierfür ein Beispiel.

Literatur und Anmerkungen

- 1) a) M. Hasselmann, M. Oetken, „Elektrische Energie aus dem Kohlenstoffsandwich, Lithium-Ionen-Akkumulatoren auf Basis redoxamphoterer Graphitintercalationselektroden“, CHEMKON 2011, 18 (4), 160; b) M. Hasselmann, M. Oetken: „Ein Akku macht, blau!“ Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2013, 62 (2), 32; c) M. Hasselmann, M. Oetken, „Chemie und Energie, Elektrochemische Speichersysteme für die Zukunft“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2013, 62 (5), 19; c) M. Hasselmann, D. Quarthal, M. Klaus, C. Wagner, B. Mößner, M. Oetken, Nachr. Chem. 2013, 61, 876–881.
- 2) a) A. Banerji, M. W. Tausch, U. Scherf: „Fantastic Plastic – Von der Cola-Flasche zur organischen Leuchtdiode“, CHEMKON 2012, 19 (1), 7; b) M. W. Tausch, C. Bohrmann-Linde, F. Posala, D. Nietz: „Akku leer? Licht an! – Photoelektrochemische Lichtenergiekonversion und -speicherung“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2013, 62 (5), 25; c) M. W. Tausch, N. Meuter, R.-P. Schmitz: „Ein Fall für 2 – Interaktion von Chlorophyll und β -Carotin bei der Photosynthese“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2013, 62 (8), 62.
- 3) M. Pellowaska, R. Handel, H. J. Bader, A. Flint: „Ionische Flüssigkeiten im Schulunterricht – Teil 1: Einführende Schulversuche zu Ionischen Flüssigkeiten“, CHEMKON 2014, im Druck.
- 4) a) T. Wilke, S. Haffer, M. Tiemann, T. Waitz: „Mesoporöse Silica. Moderne Funktionsmaterialien im Chemieunterricht“, CHEMKON 2012, 19 (2), 67; b) P. Heinzerling, N. Boymans, J. Schneider: „Goldrubinglas – von alchemistischer Glaskunst bis zur chemischen Nanotechnologie. Ein Spagat vom 17. ins 21. Jahrhundert“, CHEMKON 2012, 19 (4), 163; c) S. Schwarzer, J. Rudnik, I. Parchmann: „Chemische Schalter als potenzielle Lernschalter – Fachdidaktische Begleitung eines Sonderforschungsbereichs“, CHEMKON 2013, 20 (4), 175.
- 5) S. Krees, K. Hock, M. Anton, M. Tausch: „CHEM2DO – Experimente und didaktische Materialien zur Chemie der Silicone und Cyclodextrine“, Wacker, München, 2012.
- 6) BMBF-Projekt: „Perspektiven nachhaltiger Energieversorgung – Experimentelle und konzeptionelle Erschließung des Themenfeldes Lithium-Ionen-Akkumulatoren für Schule und Hochschule“, M. Oetken, (Projektleitung); Projektstart: 1.4.2012.
- 7) DFG-Projekt: „Photo-LeNa – Photoprozesse in der Lehre der Naturwissenschaften“, M. Tausch (Projektleitung und Teilprojekt: Photoprozesse in der Innovation des Chemieunterrichts), U. Scherf (Teilprojekt: Photoaktive Polymere für Organische Photovoltaik), A. Griesbeck (Teilprojekt: Experimente zum Verständnis

der Photo(redox)katalyse); Projektstart: 1.10.2013.

- 8) M. Rossow, A. Flint: „Die „Erweiterung“ des Redox-Begriffes mit Stoffen aus dem Alltag“, CHEMKON 2009, 16 (2), 83.
- 9) K. Anscheit, A. Flint: „Chemie fürs Leben – Ein Vorschlag für die Einführung in die Organische Chemie“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2012, 61 (8), 27.
- 10) I. Parchmann: „Inputs oder Outcomes – Diskussion der Zielperspektive von Bildungsstandards und deren Umsetzung im Projekt Chemie im Kontext“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2003, 52 (1), 10.
- 11) S. Schmidt, I. Parchmann: „Von erwünschten Verbrennungen und unerwünschten Folgen“, Mat. Nat. Unterr. 2003, 56 (4), 214.
- 12) N. Bollheimer, M. Oetken, M. Ducci: „Neutralisation – eine Unterrichtseinheit im Rahmen des Projekts „Chemistry and Cinema“, Prax. Naturwiss., Chem. Sch. 2011, 60 (2), 40.

Alfred Flint, Jahrgang

1956, hat an der Universität Oldenburg ein Studium für das Lehramt an Gymnasien in den Fächern Chemie, Geographie und Physik abgeschlossen und in Didaktik der Chemie promoviert. Nach dem 2. Staatsexamen war er mehrere Jahre als Lehrer tätig, bevor er nach seiner Habilitation im Jahr 1999 den Ruf auf einen Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Universität Rostock annahm. In seiner experimentell-konzeptionell ausgerichteten Forschung entwickelt er das Konzept „Chemie fürs Leben“ sowie Unterrichtssequenzen mit Alltagsprodukten.



Michael W. Tausch leitet

den Lehrstuhl für Chemie und ihre Didaktik an der Universität Wuppertal. Er erforscht und entwickelt Experimente, didaktische Konzepte und Lehr-/Lernmaterialien für den Chemieunterricht mit Inhalten aus Wissenschaft und Technik. Einen Schwerpunkt bilden dabei Photoprozesse (Photo-Lena). Zudem ist Tausch Herausgeber der Schulbuchreihe „Chemie 2000+“.



mtausch@uni-wuppertal.de