

Auszug aus dem Akademiebericht Nr. 434, „Experimentelle Aufgabenstellungen im Chemieunterricht“, 2008, Hrsg.: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung, Dillingen a.d. Donau, Bayern; Bestellung des Berichts unter:

Mit freundlicher Genehmigung des Autors: Dr. David Di Fuccia, Universität Dortmund, Didaktik der Chemie I

Weitere Infos zum Thema siehe:

David-S. di Fuccia (2007): Schülerexperimente als Instrument der Leistungsbeurteilung, Berlin: uni-edition, 2007; ISBN 978-3-937151-68-7

1 Begründung für den Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht

Ausgehend von der Arbeitsschulbewegung um Kerschensteiner (BECKER ET AL. 1992) und den Projektunterrichtsgedanken von Dewey (vgl. HOFSTEIN&LUNETTA 1982) ist das Schülerexperiment zunehmend zu einem unverzichtbaren Bestandteil des Chemieunterrichts geworden. Die im Zuge der Arbeitsschulbewegung aufgeworfene Frage, wie die Schüler selbst - durchaus auch manuell - an dem zu Erlernenden tätig werden, wie sie sich also die neuen Erkenntnisse sozusagen selbst „erarbeiten“ könnten, wurde im Bereich des Chemieunterrichts alsbald mit der Einführung von Schülerexperimenten und mit ihrer immer umfangreicheren Nutzung beantwortet (PFEIFER 1997). Heute sind Schülerexperimente ein fundamentales fachdidaktisches Prinzip (HOFSTEIN&LUNETTA 1982, RALLE 1993) und ihrem Einsatz wird in den Lehrplänen aller Bundesländer eine große Rolle zugemessen (vgl. DEMUTH 1981). Für die Forderung nach einem Einsatz von Schülerexperimenten werden dabei vielerlei Begründungen angeführt, die sich im Wesentlichen in solche hauptsächlich erkenntnistheoretischer, lernpsychologischer, fachdidaktischer oder pädagogischer Prägung unterteilen lassen (BECKER ET AL. 1992). Die grundlegenden und in verschiedenen Schattierungen und Betonungen immer wieder angeführten Argumentationslinien dieser vier Begründungskategorien sollen hier im Folgenden dargestellt werden, weil sie in der Umkehrung der Begründungsargumentationen ihrerseits aufzeigen, mit welchen Erwartungen und Hoffnungen der Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht verbunden ist.

Erkenntnistheoretisch lässt sich der Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht auf einer ersten Ebene damit begründen, dass Chemie eine experimentelle Wissenschaft ist und Experimentieren für die Arbeitsweise der Chemie somit charakteristisch ist (vgl. HOFSTEIN&LUNETTA 1982). Sofern der Chemieunter-

richt also einen Eindruck vom Wesen der Chemie und von der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise im Allgemeinen vermitteln soll, bedarf es auch der Erfahrung der Schüler mit Schülerexperimenten (HAMMANN 2004). Durchdringt man die Bedeutung von Experimenten für die Wissenschaft Chemie jenseits der soeben genannten eher formalen Argumentation auf einer tieferen zweiten Ebene, so wird deutlich, dass Experimente die Schlüsselstelle der meisten Problemlöse- und damit Erkenntnisgewinnungsprozesse in der Chemie darstellen: Sie allein entscheiden darüber, ob eine Erklärungshypothese weiterhin akzeptabel ist oder verworfen werden muss oder geben Anlass dazu, überhaupt eine Hypothese zu formulieren (SCHMIDKUNZ&LINDEMANN 1999).

Lernpsychologisch lässt sich die Forderung nach Nutzung von Schülerexperimenten im Chemieunterricht vor allem dadurch begründen, dass sie den Schülern Möglichkeiten zur Eigentätigkeit (BECKER ET AL. 1992) bieten oder auch - im schulischen Kontext - diese Eigentätigkeit letztlich verlangen. Damit greifen nun als Begründung all die positiven Effekte, die lernpsychologisch betrachtet mit einer Eigentätigkeit des Lernenden verbunden sind, wie zum Beispiel die bessere Möglichkeit zum konstruktiven Einbau des Erworbenen in das individuelle Wissens- und Verstehensnetz des Lernenden, die Chance zu einer förderlichen situativen Verknüpfung des neu Erworbenen mit den damit verbunden besseren Behaltensergebnissen oder auch eine höhere Lernmotivation, die aus der Eigentätigkeit und dem damit verbundenen subjektiven Autonomieempfinden (DECI&RYAN 1993) des Einzelnen erwachsen kann.

Der Bereich der pädagogischen Begründungen für den Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht ist einerseits sehr breit, andererseits zielen die Begründungen aus diesem Bereich in aller Regel darauf ab, dass Schülerexperimente in der Schule aufgrund äußerer Umstände in Form von Gruppenarbeit durchgeführt werden. Daher werden an dieser Stelle als Begründung für den Einsatz von Schülerexperimenten üblicherweise die Argumente für den Einsatz von Gruppenarbeiten ins Feld geführt, die im Wesentlichen betonen, dass solche Lern- und Arbeitssituationen die Notwendigkeit der gedeihlichen Zusammenarbeit im Team mit sich bringen und damit vom Einzelnen den Willen und die Fähigkeit zum Teamwork, die Anerkennung der Stärken Anderer, die Toleranz gegenüber anderen Meinungen sowie die Ausformung von Strategien zum Umgang mit Konflikten fordern (SCIMATHMN 1998).

Die für den alltäglichen Chemieunterricht neben der erkenntnistheoretischen Argumentation möglicherweise bedeutsamste Kategorie von Begründungen für einen Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht stellt aber diejenige dar, die die fachdidaktisch geprägten Argumentationen umfasst. In ihr enthalten

ist dabei zunächst einmal die Argumentation, dass Schülerexperimente im Chemieunterricht einzusetzen seien, weil sie den Schülern Erfahrungen ermöglichen, die diese in anderen Schuldisziplinen nicht machen könnten (LUNETTA 1998).

PFEIFER et al. (1997) führen zur Begründung für Schülerexperimente im Unterricht an, dass durch sie eine Veranschaulichung des Lerngegenstandes und damit eine Erleichterung des Lernvorganges erreicht werden könne. In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass gerade in der Chemie, deren relevante Vorgänge sämtlich auf der submikroskopischen Ebene ablaufen und sich einer direkten Beobachtung daher entziehen, einer Veranschaulichung unter anderem auch mit Hilfe von Experimenten, einer besondere Bedeutung zukommt. Für sehr viele der fachdidaktischen Begründungen für den Einsatz von Schülerexperimenten ist es darüber hinaus von zentraler Bedeutung, dass das Schülerexperiment eine äußerst enge Verflechtung mit den wesentlichen Bereichen des fachlich-chemischen Denkens und Handelns aufweist (HOFSTEIN&LUNETTA 1982): So bedarf es beim Experimentieren (BURMESTER 1953 oder auch ausführlicher KRÜGER&GROPENGIEBER 2006)

- einer systematischen und folgerichtigen Vorüberlegung,
- einer fundierten Hypothesenbildung,
- der Auswahl geeigneter experimenteller Hilfsmittel,
- überlegten Handelns bei der Durchführung,
- einer planvollen Beobachtung,
- der folgerichtigen Auswertung
- und schließlich gegebenenfalls einer korrekten Verallgemeinerung.

Vor dem Hintergrund der oben angesprochenen Bildungsstandards sowie der Charakterisierung der wissenschaftlichen Arbeitsweise durch DUIT ET AL. (2004a und 2004b) kann man damit feststellen, dass Schülerexperimente alle vier genannten Kompetenzbereiche ansprechen können. Die Diskussion und das Abwägen geeigneter experimenteller Methoden und des besten Durchführungsweges sprechen zweifelsohne die Bereiche „Kommunikation“ und „Bewerten“ an (FLINT 2006), während die Bereiche „Erkenntnisgewinnung“ und „Fachwissen“ in jeder der oben geschilderten Phasen des Experimentierens im Zentrum stehen und daher durch Schülerexperimente in besonderer Weise angesprochen werden können (KRÜGER&GROPENGIEBER 2006). Aus dieser engen Verflechtung des Schülerexperiments mit nahezu allen Bereichen fachlichen Denkens folgt logisch die Argumentation, Schülerexperimente seien im Unterricht einzusetzen, weil sie eben auch in entsprechend vielen Bereichen Lernmöglichkeiten böten und gerade aufgrund der Integration vieler Aspekte des fachlichen Denkens, Planens und Handelns einen besonderen Bildungsgehalt aufwiesen (HAMMANN 2004).

Durch diese Integration verschiedener fachlicher Aspekte, verbunden mit den Chancen zur Selbsttätigkeit, die Schülerexperimente bieten, und mit einer konstruktivistischen Sicht auf das Lernen, wie sie weiter oben schon einmal beschrieben wurde, entsteht nun eine weitere, neuere Form der fachdidaktischen Begründungen für den Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht.

In ihnen wird das Schülerexperiment nicht mehr als ein mehr oder weniger reines Anschauungsobjekt verstanden, sondern zunehmend als Entdeckungsobjekt aufgefasst, so dass es stärker als bei einer reinen Anschauung die verschiedenen Aspekte des fachlichen Denkens im Rahmen der Selbständigkeit der Schüler in konstruktivistischer Weise in den Lernprozess einzubringen in der Lage ist. Diese Begründungen haben in neuester Zeit ihren Ausfluss in den Ansätzen zum sogenannten „inquiry based learning“ (LUNETTA 1998) gefunden, in denen das Schülerexperiment zu einem zunehmend freier und selbstgesteuerter Nachforschung und Erkenntnisgewinnung der Schüler werden soll.

Schließlich soll an dieser Stelle als letztes Beispiel für eine fachdidaktische Begründung von Schülerexperimenten noch darauf verwiesen werden, dass mit einem solchen Einsatz häufig positive Effekte für die Beliebtheit des Faches Chemie bei den Schülern und für deren Motivation (HOFSTEIN&LUNETTA 1982) in Zusammenhang gebracht werden.

Wie zu Beginn dieses Abschnittes schon angedeutet, zeigen die verschiedenen Begründungen von Schülerexperimenten zum einen sehr deutlich das Wesen der Schülerexperimente und ihre fachliche und lernpsychologisch-pädagogische Position im Chemieunterricht auf. Zum anderen sind die Begründungen aber auch Spiegel der Hoffnungen, die mit dem Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht verbunden werden. Allein der Ausschnitt an Begründungen, der hier umrissen wurde, macht dabei deutlich, dass allgemein sehr viel von einer Verwendung von Schülerexperimenten erwartet wird. Wenngleich all diese Hoffnungen theoretisch wohlbegründet und nicht selten auch auf der Grundlage empirischer Indizien formuliert wurden, soll im Folgenden doch noch ein vertiefter Blick auf die Datenlage zu den realen Erfahrungen geworfen werden, die mit dem Einsatz von Schülerexperimenten inzwischen gesammelt werden konnten. Dabei wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, vielmehr soll ein besonderes Augenmerk auf diejenigen Hoffnungen gelegt werden, die sich nicht zu erfüllen scheinen, weil gerade dort Ansatzpunkte für eine effektivere Art der Verwendung von Schülerexperimenten erwartet werden dürfen.

2 Erfahrungen mit Schülerexperimenten

Gemäß dem zuvor Gesagten sollen in diesem Abschnitt einige der in der Literatur berichteten Erfahrungen mit dem Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht wiedergegeben werden, wobei insbesondere solche Erfahrungen ausgewählt wurden, die nicht den Erwartungen entsprechen und damit Hinweise auf mögliche Verbesserungen liefern können.

Im Bereich sozialer Kompetenzen berichtet WENCK (1979), dass isolierte, abgelehnte Schüler durch die Gruppenarbeit beim Experimentieren besser integriert würden, sofern diese Gruppenarbeit beim Experimentieren selbst von geeigneten Methoden in der Vor- und Nachbereitung der Versuchsdurchführung flankiert werden, die ihrerseits den Aspekt der Zusammenarbeit in der Gruppe besonders betonen. HOFSTEIN&LUNETTA (1982) geben in diesem Zusammenhang an, dass der Einsatz von Schülerexperimenten im Chemieunterricht geeignet sei, die Klassenatmosphäre insgesamt positiv zu beeinflussen.

Eine weitere positive Erfahrung, die mit dem Einsatz von Schülerexperimenten gemacht werden konnte, gibt DEMUTH (1981) wieder. Er konnte zeigen, dass ein häufiger Einsatz von Schülerexperimenten sich vor allem im Anfangsunterricht äußerst positiv auf die Fachbeliebtheit auswirkt, zumal Schüler gerade in der Anfangsphase des Chemieunterrichts den Einsatz von Schülerexperimenten auch erwarten (BECKER ET AL. 1992). NÜMANN (1985) berichtet im Hinblick auf den Zusammenhang zwischen Schülerexperimenten und Fachbeliebtheit für Schüler der Sekundarstufe II hingegen, dass der positive Effekt sich schnell abnutze und dass nach einer gesteigerten Beliebtheit des Faches zu Beginn des Einsatzes von Schülerexperimenten gemäß der von ihm erhobenen Daten ein Zurückgehen der Fachbeliebtheit durch fortwährenden Einsatz der Schülerexperimente festzustellen war, so dass für diesen Bereich wohl zusammenfassend geschlossen werden kann, dass die reine Zahl der Schülerexperimente eher geringen positiven Einfluss auf die Fachbeliebtheit hat, sondern dass diese vielmehr durch den Einsatz von Schülerexperimenten an besonders zentralen Punkten des Lernweges durch die Chemie - wie es der Anfangsunterricht zweifelsohne einer ist - gesteigert werden kann.

Im Zusammenhang mit den fachdidaktischen Begründungen für den Einsatz von Schülerexperimenten war oben auch angesprochen worden, dass Schülerexperimente enge Verflechtungen mit vielen Bereichen des fachlichen Denken und Handelns aufweisen und sie daher viele Lernanlässe bieten (HERMANN&WAMBACH 1984). BECKER ET AL. (2005) geben im Zusammenhang mit der Frage, inwieweit

Schülerexperimente für die Schüler Anreize zum Lernen darstellen, ihrer Überzeugung Ausdruck, dass eine solche Anreizfunktion zwar vorhanden, ihre Wirkung aber allgemein überschätzt sei.

Neben diesen zumindest partiell guten Erfahrungen mit Schülerexperimenten gibt es gerade in jüngerer Zeit nun auch zunehmend Berichte, die ein eher skeptisches Bild über die bisherigen Wirkungen von Schülerexperimenten im Chemieunterricht zeichnen (HOFSTEIN&LUNETTA 1982).

So berichten HOFSTEIN&LUNETTA (1982) beispielsweise, dass ein verstärkter Einsatz von Schülerexperimenten bei vergleichenden schriftlichen Wissenserwerbs- und Einstellungstests keinen signifikanten Effekt zeigte und KAISER (1999) konnte nachweisen, dass Schüler sich einen Monat nach Durchführung eines Experiments häufig gar nicht mehr an das Experiment erinnern können.

HAMMANN (2004) weist darauf hin, dass bereits die TIMS-Studie gezeigt habe, dass am Ende der 8. Klasse nur 10-15% der Schüler eines Jahrgangs in Deutschland in der Lage seien, selbst einfachste experimentelle Anordnungen zu verstehen (HAMMANN 2004 und KLIEME ET AL. 2001) und er ergänzt, dass gerade bei der experimentellen Erarbeitung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen von Schülerseite sehr oft unsystematisch vorgegangen würde, indem mehrere Variablen gleichzeitig verändert würden.

Skeptisch schätzt LUNETTA (1998) zudem die Kriterien ein, nach denen Schülerexperimente für den Chemieunterricht ausgewählt werden, da dies zu häufig so geschehe, dass die Experimente dem Effekt dienen, nicht aber der Erklärung. HAMMANN (2004) und LUNETTA (1998) betonen also beide, dass es bisher offenbar nicht in ausreichendem Maße gelungen ist, Schülern klar zu machen, wie die Experimente mit der unterrichtlichen Fragestellung zusammenhängen, welche Erklärung man sich also von ihnen erwartet und warum eben gerade die gewählte experimentelle Anordnung dafür die optimale sein sollte. Dies deckt sich mit einem Ergebnis von DI FUCCIA (2007), der zeigen konnte, dass für Schüler Experimente kein nahe liegender Weg zur Beantwortung fachlicher Fragen im Chemieunterricht sind. Dieser Mangel könnte prinzipiell zwei Ursachen haben: Zum einen könnte es sein, dass die eingesetzten Schülerexperimente gerade so konzipiert sind, dass ihr Verständnis für Schüler besonders erschwert wird, zum anderen wäre es möglich, dass die Schüler den Übergang von Problem im Unterricht zum Experiment nicht nachvollziehen können und das Experiment für sie dann folgerichtig ohne Erklärungskraft bleiben muss.

Für beide vermuteten Mängel finden sich in der Literatur nun Belege, so stellt zum Beispiel HAMMANN (2004) fest, dass häufig völlig ohne Hypothesen experi-

mentiert werde. Da die Hypothese aber gerade die Brücke zwischen dem unterrichtlichen Problem und dem Experiment darstellt, das Formulieren einer Hypothese die Übersetzung des zu klärenden Sachverhaltes in eine einem Experiment überhaupt zugängliche Form und damit eine notwendige Voraussetzung für die Planung und mithin auch das Verständnis eines Experiments ist, bedeutet ihr Fehlen unmittelbar, dass für die Schüler der Zusammenhang zwischen Problem und Experiment schwer verständlich wird. Bezüglich der Hypothesen beim Experimentieren weist KLAHR (2000) ergänzend darauf hin, dass sofern Hypothesen vorhanden seien, diese häufig nicht elaboriert seien und selten entkräftet würden. Dies unterstreicht noch einmal die oben aufgezeigte Schwierigkeit für Schüler, den Zusammenhang zwischen Problem und Experiment erkennen zu können, spricht aber zudem auch schon den zweiten oben angesprochenen Problembereich bei Schülerexperimenten an, nämlich die Tatsache, dass sie möglicherweise in einer Art arrangiert sind, dass sie den Schülern ein Verständnis in besonderer Weise erschweren.

Denn die Tatsache, dass nach KLAHR (2000) Hypothesen durch Experimente im Chemieunterricht nur selten entkräftet werden, muss demnach logisch dazu führen, dass Schüler bei Schülerexperimenten deren „Gelingen“ als einzig korrektes Versuchsergebnis erwarten und dementsprechend ihre Aufgabe darin sehen, durch „richtige“ Versuchsdurchführung zur erwarteten Reaktion beizutragen. Dass aber auch eine ausbleibende Reaktion ein wichtiges Ergebnis im Sinne der Widerlegung einer Hypothese sein kann und die Schüler dementsprechend alles „richtig“ gemacht hätten, wenn keine Reaktion einträte, scheint für sie fast nicht vorstellbar, wie zum Beispiel DEMUTH (1981) bestätigt, wenn er darauf hinweist, dass für Schüler die Durchführung als wichtigste Phase des Experimentierens wahrgenommen werde, wohingegen den Lehrern weniger wichtig zu sein scheint, wie die Schüler das Experiment im einzelnen durchführen, sondern ob sie wissen, warum das Experiment durchgeführt wird (SCIMATHMN 1998).

DUIT (2003) berichtet auf der Grundlage einer Videostudie, dass Schülern überdies nur selten die Gelegenheit gegeben würde, Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten selbständig zu bewältigen oder sich zumindest daran zu beteiligen.

Als letzte Erfahrung mit der Art und Weise des bisherigen Einsatzes von Schülerexperimenten im Chemieunterricht soll ein Hinweis von MELLE ET AL. (2004) angeführt werden, wonach das häufig triviale, „kochbuchartige“ Abarbeiten, das die Experimentalvorschriften der Schülerexperimente in der aktuellen Unterrichtspraxis häufig verlangen die Einsicht der Schüler nachgerade verhindere. Dies zeigt noch einen anderen Aspekt des oben angesprochenen Problems, das Schü-

lerexperimente gerade durch die Art ihrer Darbietung den Schülern das Verständnis erschweren. Mit Blick auf die „kochbuchartigen“ Experimentalvorschriften kommt nämlich noch hinzu, dass diese Vorschriften allzu häufig von den Lehrenden so „optimiert“ worden sind, dass Schüler „nichts falsch“ machen können, dementsprechend also ein Gelingen des Versuches nicht länger der Verdienst der intellektuellen Leistung des Schülers, sondern lediglich seiner gewissenhaften, buchstabengetreuen Befolgung der Vorschrift ist, wohingegen jede Eigenleistung des Schülers ein Abweichen von der Vorschrift und damit den potenziellen Misserfolg des Versuches zur Folge hätte, so dass der Schüler durch solcherart gestaltete Versuchsvorschriften, bei denen der Eintritt des gewünschten Versuchsergebnisses als „normal“ und nicht als Zeichen einer individuellen Leistung gewertet wird, in eine Situation gebracht wird, in der er nur verlieren kann. Dadurch wird die Fokussierung der Schüler auf die exakte Befolgung des „Kochbuchs“ befördert und damit die von DEMUTH (1981) und MELLE ET AL. (2004) berichteten Ergebnisse potenziell nur noch stabilisiert. HOFSTEIN&LUNETTA (1982) ergänzen in diesem Zusammenhang, dass die so dargebotenen Schülerexperimente zusätzlich kaum Raum für die eigenen Interessen der Schüler gäben, wodurch die inzwischen auch in breiterer Öffentlichkeit diskutierten Erfahrungen, dass das Schülerinteresse nachlasse, wenn die Experimentalvorschriften zu kleinschrittig seien und Schülerexperimente vor allem dann effektiv einsetzbar wären, wenn die Schüler eigene Hypothesen verfolgen könnten (QUARKSSKRIPT 2003), erklärbar werden.

3 Konsequenzen für den Einsatz von Schülerexperimenten

Betrachtet man nun einzig die hier berichteten skeptischen Einschätzungen über Wirkung und Nützlichkeit von Schülerexperimenten, könnte man zu dem Schluss kommen, dass ihr Einsatz im schulischen Chemieunterricht möglicherweise grundsätzlich in Frage zu stellen sei. Eine solche Folgerung würde aber der in Abschnitt 1 dargelegten Bedeutung von Schülerexperimenten nicht gerecht. Schon RALLE (1993) weist deshalb darauf hin, dass es in der Folge der zum Teil unbefriedigenden Erfahrungen mit Schülerexperimenten nicht um die Frage gehen darf, ob Schülerexperimente überhaupt im Chemieunterricht genutzt werden sollen, sondern auf welche Weise sie so eingesetzt werden können, dass mit ihrer Verwendung positivere Effekte erzielbar werden.

Nimmt man die in Abschnitt 2 berichteten Erfahrungen dabei als Ausgangspunkt von Bemühungen zur Verbesserung des Einsatzes von Schülerexperimenten im Chemieunterricht ernst, so ergibt sich als wesentliche Konsequenz, dass die Art der Darbietung der Schülerexperimente in einer Weise geändert werden müsste, dass ein „kochbuchartiges Abarbeiten“ unmöglich gemacht wird. Denn das Wissen darum, was zu tun ist, verstellt den Schülern offenbar den Blick dafür, warum es überhaupt getan werden sollte.

Daher ist logische Folgerung aus den unbefriedigenden Erfahrungen mit Schülerexperimenten, dass die Schüler an der Planung dieser Experimente beteiligt sein sollten, dass die schließlich zu befolgende Versuchsvorschrift somit nicht ein Input von außen ist, sondern vielmehr als ein erstes Ergebnis gemeinsamer fachwissenschaftlicher Überlegungen wahrgenommen wird.

In dem Moment, in dem die Handlungsanweisung für ein Schülerexperiment nämlich nicht mehr vorgegeben ist, sondern erarbeitet werden muss, rücken viele der Gebiete, die in Abschnitt 2 als Problembereiche erkannt worden sind, automatisch in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit der Schüler. So müssten sich die Schüler dann zum Beispiel darüber klar werden, welche Hypothese überhaupt überprüft werden soll, welche Ursache-Wirkungs-Annahme ihren Überlegungen zu Grunde liegt und durch welche experimentellen Vorgehensweisen eine solche Annahme überhaupt zweifelsfrei bestätigt oder eben auch widerlegt werden könnte.

Wenn aber die Bedeutung des experimentellen Vorgehens in dieser Weise im Vorfeld durchdacht worden wäre, so bestünde zumindest die begründete Hoffnung, dass auch die beim Experimentieren gemachten Beobachtungen für die Schüler ganz anders und viel tiefer gehend interpretierbar würden, und die Schüler dann wirklich zu der Überzeugung gelangen könnten, dass das Experiment

eine Quelle realer, für sie bedeutsamer und auch zugänglicher Erkenntnis sein kann.

Wie nun Schülerexperimente im konkreten Fall so in den Unterrichtsgang eingeführt werden können, dass eine kognitive Beschäftigung mit dem Warum des Experimentes möglichst sicher gestellt werden kann, wird je nach unterrichtetem Kurs und nach Fachinhalt sicher auf verschiedenen Wege zu realisieren sein, ganz allgemein bieten sich aber eine ganze Reihe unterschiedlich komplexer Herangehensweisen an (DI FUCCIA 2007): Mögliche Methoden können zum Beispiel von Versuchsvorschriften mit Lücken, die von den Schülern vor Beginn des Versuches auszufüllen sind, bis hin zur schriftlich begründeten Planung eines Experiments durch die Schüler selbst reichen oder aber die Schüler vor Beginn des Versuches zu einer Prognose der Beurteilung anhalten, die nach Durchführung des Versuches Gegenstand einer kritischen Reflexion wird. Viele weitere, von Praktikern vorgeschlagene Möglichkeiten, den Blick der Schüler verstärkt über die rein handwerkliche Dimension des Experimentierens hinaus zu lenken, finden sich in dem hier vorliegenden Akademiebericht.

Es soll aber auch nicht unerwähnt bleiben, dass eine Änderung beim Einbau von Schülerexperimenten in den Unterrichtsgang in der Art, wie sie hier vorgeschlagen wird, einige weitere Konsequenzen mit sich bringt. Es ist unmittelbar ersichtlich, dass eine Änderung der vorhandenen Versuchsvorschriften hin zu solchen, die zum Beispiel Lücken enthalten, in Zeiten des Computers kaum zusätzlichen Vorbereitungsbedarf auf Seiten des Lehrers voraussetzt. Dagegen stellen solche Unterrichtsarrangements die Schüler vor neue, ungewohnte und anspruchsvolle Aufgaben und es ist selbstverständlich, dass zu deren Bewältigung mehr Zeit benötigt werden wird, als für herkömmliche Arten des Experimentierens. Da nun aber andererseits die Menge des zu vermittelnden fachlichen Inhalts im Wesentlichen nicht von der Lerngruppe oder der Lehrkraft beeinflussbar ist, kann diese zusätzliche Zeit also nicht dadurch gewonnen werden, dass an der ein oder anderen Stelle etwas weniger Inhalt vermittelt würde.

Daher kann die Folgerung nur sein, dass vor dem Hintergrund des gerade diskutierten weniger Schülerexperimente im Chemieunterricht zum Einsatz kommen, diese aber dann in der hier theoretisch dargelegten und im Folgenden dann konkret ausgeführten Art eingesetzt werden sollten.

Eine solche Reduktion der Anzahl von Schülerexperimenten ist dabei für alle, die Chemie lieben und dementsprechend gern, mit persönlichem Gewinn und sozusagen „selbstverständlich“ experimentieren natürlich zunächst einmal bedauerlich. Aber die in Abschnitt 2 wiedergegebenen Erfahrungen, gerade auch bezüglich des „Sättigungseffekts“ von Schülerexperimenten bei der Fachbeliebtheit und der Schwierigkeiten, die Schüler haben, sich an einzelne Experimente zu erinnern, zeigen auf, dass der Blick vieler Schüler auf Schülerexperimente eben ein

anderer ist und dass sie sich die Begeisterung für Chemie und chemisches Arbeiten und damit das sozusagen „automatische“ Experimentieren erst noch erarbeiten müssen.

Dabei hilft ihnen nun aber offenbar nicht die Quantität der Schülerexperimente, sondern deren Qualität, also deren fachlich-inhaltliche Durchdringung. Damit diese aber möglich wird und Maßnahmen zu einem gedeihlicheren Einbau von Schülerexperimenten wie die hier vorgestellten dann auch eine positive Wirkung entfalten können, scheint es von besonderer Bedeutung zu sein, einen Hinweis von LUNETTA (1998) zu berücksichtigen, dass die Experimente im Chemieunterricht häufig dem Effekt dienen, nicht aber der Erklärung. Damit die Schüler den Weg vom fachlichen Problem zum Experiment (oder natürlich den umgekehrten) aber überhaupt mitzugehen in der Lage sind, kommt gerade bei einer kleineren Gesamtzahl von Schülerexperimenten ihrer geeigneten Auswahl eine besondere Bedeutung zu.

Hier sind Sie als Lehrkräfte dann mit Ihrem Professionswissen in besonderer Weise gefordert, denn so wenig Aufwand der Umbau des experimentellen Arrangements in der hier vorgeschlagenen Richtung auch machen mag, so sorgfältig will die Auswahl des Experiments erwogen sein, das im Rahmen eines solchen Arrangements dann zum Einsatz kommt: Die Schüler sollten nämlich in der Lage sein, das Experiment möglichst vollständig zu durchdringen, also auf der Grundlage ihres Vorwissens zu verstehen und bestenfalls sogar selbst an der Planung mitwirken zu können. Damit dies möglich wird, gilt die Maßgabe der vollständigen Erklärbarkeit aber auch und gerade für die ablaufenden chemischen Vorgänge: Denn ein Experiment, dessen zu Grunde liegende Reaktionen für die Schüler nicht vollständig durchschaubar oder erklärbar sind, kann von ihnen niemals geplant werden und wird, auch bei Hilfestellung von außen, zumindest in Teilen als etwas in Erinnerung bleiben, was man nicht habe wissen können und damit auch nicht als „verstanden“ ansehen kann.

Eine geeignete Auswahl von Experimenten kann aber nur im Spannungsfeld zwischen dem zu vermittelnden Fachinhalt, dem (experimentellen wie inhaltlichen) Vorwissen der Schüler sowie nicht zuletzt den organisatorischen Rahmenbedingungen vor Ort geschehen und Ihnen als verantwortliche Lehrkräfte daher nicht abgenommen werden. Allerdings ist zu hoffen, dass die hier ausgeführten theoretischen Überlegungen zusammen mit den folgenden, ausgearbeiteten und erprobten Materialien Ihnen auch bei dieser schwierigen Aufgabe Anhaltspunkte liefern können, so dass es Ihnen gelingt, solche Experimente auszusuchen und diese so einzubetten, dass Ihre Schüler mit Freude und Gewinn nicht lediglich einen „Versuch machen“, sondern im wahrsten Wortsinn am und mit dem Experiment arbeiten.

4

Literatur

1. BECKER, H.-J., GLÖCKNER, W., HOFFMANN F., JÜNGEL G. (1992). *Fachdidaktik Chemie*. Köln: Aulis Verlag Deubner & Co KG, 191-219, 363-377.
2. BECKER, H.-J., EILKS, I., SUMFLETH, E. (2005). Chemiedidaktik 2004. *Nachrichten aus der Chemie* 03/2005, 317-321.
3. BURMESTER, M.A. (1953). The Construction and Validation of a Test to Measure Some of the Indicative Aspects of Scientific Thinking. *Science Education* 37, 131-140.
4. DECI, E.L., RYAN, R.M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik* 39, 223-238.
5. DEMUTH, R. (1981). Schülerexperimente im Chemieunterricht (I). Zur Frage der Schülermotivation für das Fach Chemie. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik/ Chemie* 29, 256-259.
6. DI FUCCIA, D.-S. (2007). *Schülerexperimente als Instrument der Leistungsbeurteilung* (in Vorbereitung).
7. DUIT, R. (2003). Naturwissenschaftliches Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 74, 4-8.
8. DUIT, R. et al. (2004a). Physik im Kontext: Die Konzeption des Programms. *Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung - Tagungsband zur GDCCP-Jahrestagung 2004*. Münster: LIT-Verlag.
9. DUIT, R. et al. (2004b). *Physik im Kontext - Ein Programm zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung durch Physikunterricht*. Vortrag im Rahmen der GDCCP-Tagung in Heidelberg. http://www.uni-kiel.de/piko/downloads/piko_GDCP_Heidelberg.pdf (letzter Zugriff 05.02.2006).
10. FLINT, A. (2006). Experimente - wo seid ihr?. *Chemkon* 2/13, 61.
11. HAMMANN, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. *MNU* 4/57, 196-203.

12. HERMANN, R., WAMBACH, H. (1984). Funktionen des Experiments im Chemieunterricht. *Der Chemieunterricht* 2/1984, 29-53.
13. HOFSTEIN, A., LUNETTA, V.N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*. 2/1982, 201-217.
14. KAISER, S. (1999). *Das Experiment in der Retrospektive*. Vortrag auf dem GDCP-Doktorandenkolloquium in Bad Zwischenahn.
15. KLAHR, D. (2000). *Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes*. Cambridge: MIT Press.
16. KLIEME, E. et al. (2001). *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
17. KRÜGER, D., GROPPENGIEBER, H. (2006). Hau(p)tsache Atmung - Beim Experimentieren naturwissenschaftlich denken lernen. *MNU* 59/3, 169-176.
18. LUNETTA, V. N. (1998). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In: FRASER, B.J. AND TOBIN, K.G. (2003). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers, 249-262.
19. MELLE, I., PARCHEMANN, I., SUMFLETH, E. (2004). Kerncurriculum Chemie. *MNU* 3/57, 160-166.
20. NÜMANN, W. (1985). Schülerübungen zwischen Aufwand und Ertrag. *Praxis der Naturwissenschaften (Chemie)* 6/34, 42-44.
21. PFEIFER, P., HÄUSLER, K., LUTZ, B. (1997). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Neuauflage 1997. München: Oldenbourg, 292ff.
22. QUARKSSKRIPT (2003). *Lernen mit Köpfchen*. Begleitheft zur Sendung vom 23.09.2003.
www.quarks.de/pdf/Q_Lernen.pdf (letzter Zugriff: 12.07.2005).
23. RALLE, B (1993). Das chemische Experiment - fachdidaktische Diskussion und unterrichtliche Praxis. *Chem. Schule* 1/1993, 2-8.
24. SciMATHMN, Minnesota Department of Children, Families & Learning (1998). Best Practice. *Minnesota K-12 science framework*. St. Paul (MN): http://www.scimathmn.org/frameworks_science_2.pdf (abgerufen 18.08.2004), 2.23-2.24.

25. SCHMIDKUNZ, H., LINDEMANN, H. (1999). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*. 5. Auflage. Hohenwarsleben: Westarp Wissenschaften.
26. WENCK, H. (1979). Sozialerzieherische Wirkung des gruppenunterrichtlichen Schülerexperiments im Fach Chemie. In: HÄRTEL, H. (Hrsg.) (1979). *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Hannover: Schroedel.