



© dba

Sprache, Kommunikation und Wissenserwerb im Chemieunterricht

Von Lutz Stäudel, Gudrun Franke-Braun und Ilka Parchmann

Noch bis in die beginnende Neuzeit hinein gab es in den Naturwissenschaften eine scharfe Trennung zwischen Eingeweihten, den Adepten, auf der einen Seite und Unkundigen auf der anderen Seite. Alchemistische aber auch frühe wissenschaftliche Werke wie Agricolas „De Re Metallica Libri“ (1556) erschienen in Latein, in der Sprache der wenigen, die Zugang zur Bildung hatten. Aber die Zeiten änderten sich rasch: Wegen der unverkennbaren Relevanz und praktischen Bedeutung wurde das „Berckwerck Buch“ bereits ein Jahr später in deutscher Sprache veröffentlicht [1].

Heute gelten die Naturwissenschaften im Allgemeinen und die Chemie im Besonderen als umfassend prägend für Gesellschaft, Technik und Wirtschaft, wie auch für das Leben der Einzelnen. *Naturwissenschaftliche Grundbildung für alle* ist daher eine selbstverständliche Forderung, sowohl von Seiten der Wirtschaft, um über hinreichend gebildete Arbeitskräfte verfügen zu können, wie auch für den Einzelnen als Grundlage einer aktiven politischen Teilhabe und für reflektierte, ganz praktische Entscheidungen im Alltag.

Seit der Veröffentlichung der Befunde von PISA 2000 [2], die deutschen Schülerinnen und Schülern nur mittelmäßige Kompetenzen bescheinigte, stehen auch die Förderung der

Lesefähigkeit und – mit Blick auf die Fächer – die Entwicklung der *domänenspezifischen Lesefähigkeit* auf der Tagesordnung. Schließlich müssen Inhalte zunächst einmal sinnerschließend wahrgenommen werden, in der Mehrzahl der Fälle aus gedruckten oder digitalen Medien, bevor sie zum Aufbau von Grundbildung beitragen oder kritisch analysiert werden können.

Mit der Akzentuierung einer domänen- oder bereichsspezifischen Lesefähigkeit, die sich an charakteristischen Inhalten und Darstellungsformen eines Fachs entwickeln muss, hat die Diskussion tatsächlich eine neue Qualität bekommen. Muss aber wirklich „jede Stunde eine Deutschstunde“ sein, wie ein Slogan schon vor Jahrzehnten forderte? Oder ist die Entwicklung angemessener mündlicher und schriftlicher Kommunikation nicht doch Aufgabe des Deutschunterrichts? Damit diese Frage beantwortet werden kann, sind einige Klärungen von Nöten:

- betreffend das Verhältnis von Lesefähigkeit im Allgemeinen und bereichsbezogener Lesefähigkeit im Besonderen;
- betreffend das Verhältnis dieser Lesefähigkeit und dem Kompetenzbereich Kommunikation, der von den Bildungsstandards entfaltet wurde;

- schließlich was es heutzutage bedeutet, sich unter veränderten Bedingungen bei der Schülerschaft auf die Förderung von Lesefähigkeit und Kommunikation einzulassen.

Wer an Chemieunterricht denkt, dem fallen unmittelbar Formeln ein, ob verstandene oder unverstandene. Lesefähigkeit im Fach kann daher nicht nur bedeuten, naturwissenschaftlich-technische Texte Sinn entnehmend lesen zu können, sondern muss auch bedeuten, umgehen zu können mit der besonderen Sprache (!) der Chemie, ihren Kürzeln und den daraus konstruierbaren Sätzen – also mit Elementensymbolen und Formeln. In dieser Hinsicht Lesefähigkeit zu fördern, bleibt stets die größte Herausforderung, denn erst das ansatzweise Verständnis für diese Art zu kommunizieren erschließt die eigentliche Bedeutung der Chemie und auch ihrer Schwesterwissenschaften.

Für die Erörterung der aufgeworfenen Fragen können die im Folgenden dargestellten Befunde nützlich sein.

1. Befund: Fachsprache ist Fremdsprache

Wie später noch im Beitrag von G. Merzyn dargestellt (vgl. S. 94 ff. in diesem Heft), muss die Fachsprache der Chemie und ihrer Schwesterfächer den Lernenden ähnlich wie eine Fremdsprache erscheinen. Schon 1980 haben Brämer und Clemens [3] aufgezeigt, dass bereits die Menge der zu erlernenden neuen Worte im Fachunterricht für diese Sichtweise spricht. In einer Unterrichtsstunde treten im Durchschnitt etwa neun neue Fachbegriffe auf. Schulbücher der Mittelstufe enthielten 1500 bis 2500 Fachbegriffe, jedes 25. Wort in einem Text war ein neues Wort. Dabei wird etwa die Hälfte der Fachbegriffe nur einmal erwähnt, so dass der Sinn der Benutzung dieser Fachwörter fragwürdig bleibt [4].

Erschwerend kommt hinzu, dass jene Begriffe und Bezeichnungen zum großen Teil aus der Alltagssprache übernommen und mit einer neuen Bedeutung versehen wurden (z. B. „Bindung“, „reduzieren“, „Ladung“), teils aus bekannten Bestandteilen neu zusammengesetzt und teils ganz neu gebildet. Ein weiterer Teil der Fachwörter sind Fremdwörter, die erst mit Bedeutung gefüllt werden müssen.

2. Befund: Unterentwickelte Kommunikationskultur

Die Kommunikation im Unterricht erscheint – wenn man die Mehrzahl der in den letzten Jahren einschlägig untersuchten Stunden mit naturwissenschaftlichem Unterricht betrachtet – in zweifacher Weise defizitär, einmal was den Austausch zwischen Lehrkraft und Lernenden angeht, zum anderen auch was die Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern selbst betrifft.

J. Leisen hat die aus dem Physikunterricht bekannte Situation zugespitzt so formuliert: „Der Lehrer macht Experimente, stellt Phänomene vor und erarbeitet im fragend-entwickelnden Stil die Inhalte. Am Ende eines langen und mühsamen, aus Schülersicht oft quälend-öden Unterrichtsgesprächs gibt endlich ein Schüler dem Lehrer die lang ersehnten Stichworte, um ruckzuck eine Definition oder einen Merksatz an die Tafel zu bringen.“ [5, S. 5] Es scheint, als diene dieser Unterricht, in dem es kein chancengleiches Fragen und Antworten gibt, mehr der Abarbeitung von Lehrplänen als dem Lernen auf Seiten der Schüler.

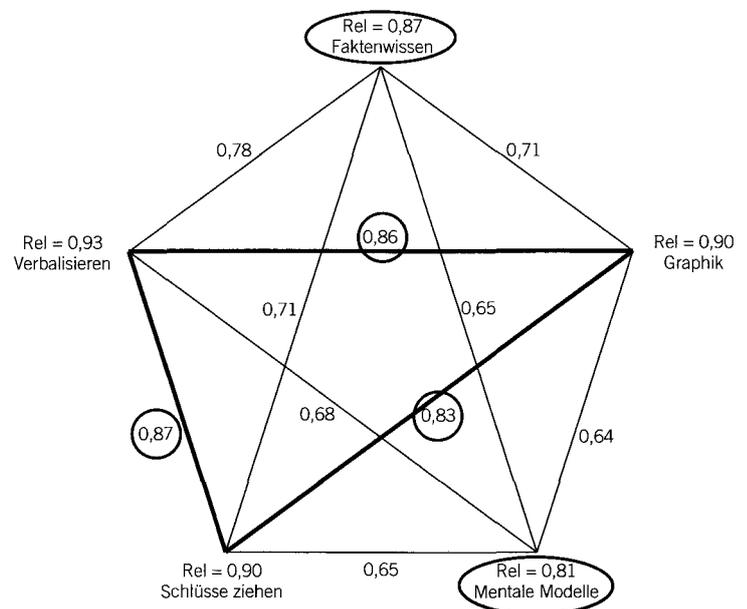
Dem „asymmetrischen Scheingespräch“ zwischen Lehrkraft und Lernenden [6, S. 127] gesellt sich eine wenig entwickelte sachbezogene Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern hinzu. Zu selten werden Aufgaben für die gemeinsame Bearbeitung gestellt, bei denen sich die Lernenden mit den eigenen Vorstellungen zu einer Fragestellung und denen eines Partners auseinandersetzen können, und zu selten sind solche Situationen so strukturiert, dass sie alle Beteiligten zu intensiver kognitiver Arbeit und zu einer gleichberechtigten Kommunikation führen.

Bestätigt wurden diese Zuschreibungen auch von der inzwischen gut bekannten Video-Studie des IPN [7]. Der Anteil von fragend-entwickelndem Unterricht lag hier bei 70 %, auf Lehrer-Stimuli folgten kurze Schülerantworten, selten ganze Sätze. H. Mehan beschrieb diese Art Kommunikation schon 1979 mit sogenannten IRF-Sequenzen: Invitation by the teacher, Response by the pupil, Feedback by the teacher [8].

Für den Chemieunterricht zeigten u. a. Sumfleth & Pitton [9], dass in der Regel die Lehrkraft das Unterrichtsgeschehen dominiert (60–85 %). Sogar die Kommunikation zwischen den Lernenden wurde meistens von den Lehrkräften gesteuert. Die geringe Sprachaktivität der Lernenden war zudem gepaart mit sehr kurzen „Sätzen“, genauer Einwort- bzw. Zweiwortantworten. Schließlich verhielten sich die Kommunikationsanteile von Lehrkraft und Schülern quantitativ umgekehrt proportional.

3. Befund: Lesefähigkeit als spezielle kognitive Teilkompetenz

Wer etwas von der Chemie (bzw. den Naturwissenschaften) versteht, muss noch lange nicht ein Ass bzgl. der fachspezifischen Lesefähigkeit sein – und umgekehrt. Dieser im Grunde nicht überraschende Befund ist das Ergebnis einer Analyse der PISA-Daten aus dem Jahr 2000. Bei der Suche nach (statistisch) abgrenzbaren Polen der kognitiven Leistung kamen



1: Kognitive Teilkompetenzen

Standards für den Kompetenzbereich Kommunikation

Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen. Die Schülerinnen und Schüler

- K 1 recherchieren zu einem chemischen Sachverhalt in unterschiedlichen Quellen.
- K 2 wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus.
- K 3 prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit.
- K 4 beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und/oder mit Hilfe von Modellen und Darstellungen.
- K 5 stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und übersetzen dabei bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt.
- K 6 protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form.
- K 7 dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit situationsgerecht und adressatenbezogen.
- K 8 argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig.
- K 9 vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch.
- K 10 planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit als Team.

Auszug aus den Bildungsstandards der KMK [10, S. 12 f.]

fünf Hauptaspekte zum Vorschein: Fachwissen, Fähigkeit zur Nutzung mentaler Modelle, die Fähigkeit zur Interpretation von Graphen und anderen visuellen Informationen, das Vermögen, Schlüsse zu ziehen sowie die Fähigkeit, fachbezogene Inhalte angemessen zu verbalisieren [2, S. 225 f.]. Die Grafik (Abb. 1) zeigt u. a. den Zusammenhang zwischen diesen Faktoren und auch, dass „Faktenwissen“ und „Benutzung mentaler Modelle“ vergleichsweise unabhängig sind, auch voneinander, während die drei anderen Faktoren „Interpretieren von Grafiken“, „Verbalisieren“ und „Schlüsse ziehen“ deutlich enger zusammenhängen. Die drei letztgenannten Faktoren bilden in gewisser Weise den Kern der fachbezogenen Lesefähigkeit. Ihre Ausprägung bestimmt zu einem großen Teil den Lernerfolg, und zwar umso mehr, je weniger leistungsfähig eine Lerngruppe ist [2, S. 224].

Erste Schlussfolgerungen

Die drei skizzierten Befunde fordern Konsequenzen heraus, die ganz unterschiedliche Ebenen der Kommunikation im Unterricht betreffen.

Fachsprache als Fremdsprache bedeutet zuerst, dass die Lehrkraft sorgsam mit sprachlichen Äußerungen umgeht, das Sprechen über fachliche Inhalte nicht zu früh alleine auf Fachbegriffe beschränkt und die Rolle der Alltagssprache als Mittler im Lern- und Aneignungsprozess ernst nimmt. Im Unterricht verwendete Medien müssen zudem kritisch gewertet und ggf. umgearbeitet werden.

Um dem *asymmetrischen Zustand der Unterrichtskommunikation* wenigstens ansatzweise zu begegnen, bedarf es der Entwicklung von methodischer Vielfalt, wie in dieser Zeitschrift schon mehrfach dargestellt. Dazu können Methodenswerkzeuge der unterschiedlichsten Art eingesetzt werden. Augenmerk sollte aber insbesondere auf solche Arbeitsformen gelegt werden, die einen strukturierten inhaltsbezogenen Austausch erfordern, etwa im Gruppenpuzzle oder bei Aufgaben mit gestuften Hilfen.

Wenn man schließlich ernst nimmt, dass *domänenspezifische Lesefähigkeit* sich nicht automatisch zusammen mit den Inhalten entwickelt, sondern – z. B. als Fähigkeit, Graphen zu interpretieren – auch eingeführt und an möglichst vielfältigen Beispielen geübt werden muss, dann bedeutet das, dieser Art von Literacy-Förderung ausdrücklich einen festen Platz im Chemieunterricht einzuräumen.

Der Blick auf die Bildungsstandards

Eine markante Reaktion der Bildungspolitik auf das wenig ermutigende Abschneiden deutscher Schülerinnen und Schüler bei TIMSS und PISA war die Erarbeitung und Verabschiedung von Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss [10]. Neben den Hauptfächern wurden auch die drei Naturwissenschaften erfasst, sodass seit Dezember 2004 bundeseinheitlich geregelt ist, was Schülerinnen und Schüler zum Ende der Klasse 10 „können“ sollten. Formuliert in vier Kompetenzbereichen wird beschrieben und an Beispielaufgaben erläutert, um welche Kompetenzen es sich dabei im Einzelnen handelt. Ausdrücklich widmet sich einer dieser vier Kompetenzbereiche der „Kommunikation“, und zwar weitgehend wortgleich für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer. In den Bildungsstandards Chemie wird als Ziel der sach- und fachbezogene „Informationsaustausch auf der Basis einer sachgemäßen Verknüpfung von Alltags- und Fachsprache“ beschrieben, explizit sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, Phänomene ihrer Lebensumwelt sich selbst und anderen „mit Hilfe der Chemiekenntnisse unter Nutzung der Fachsprache erklären zu können“ [10, S. 9–10]. Eigenständige Informationssuche gehört ebenso zu den anzustrebenden Fähigkeiten wie ein „ständiges Übersetzen von Alltagssprache in Fachsprache und umgekehrt“. Hinsichtlich der Darstellung von Verstandenem und eigenen Ergebnissen führen die Bildungsstandards weiter aus, dass dies in geeigneter Form erfolgen soll: verbal, symbolisch oder mathematisch. „Kommunikation“, so die Standards, „ist somit Instrument und Objekt des Lernens zugleich“.

Versucht man, die in den Bildungsstandards aufgelisteten Einzelkompetenzen weiter zu strukturieren, dann kommen vier Subbereiche zum Vorschein:

- Recherche und Bewertung von Informationen,
- eigene Darstellung und Argumentation,
- Übersetzung von Fachsprache und Alltagssprache unter Beachtung von Situation und Adressaten
- sowie Kooperation /Teamwork

Besonders die ersten drei Untergruppen erfordern Kenntnisse von domänenspezifischen Formen und Normen, etwa vom Aufbau eines Graphen, einer Formel oder eines Fachtextes. Gezielte Kompetenzentwicklung ist hier von Beginn an notwendig, die notwendigen Modelle und Ansätze blieben aber bisher überschaubar.

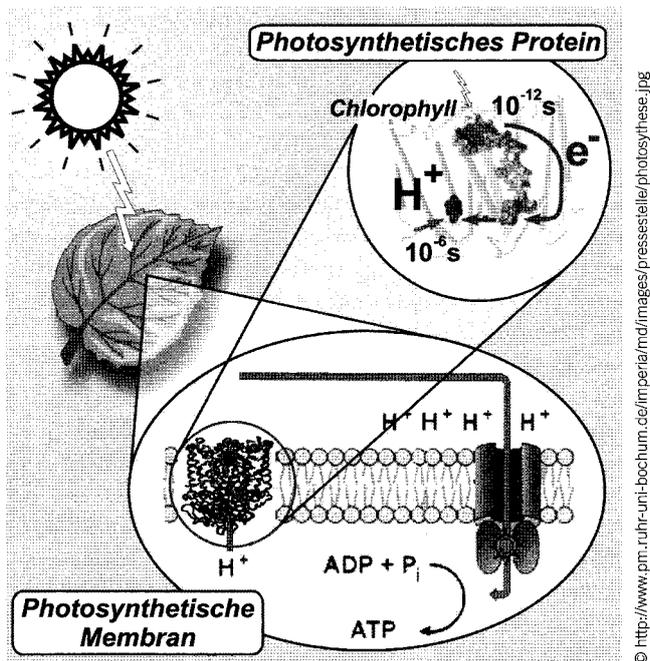
Was die Fachsprache im Chemieunterricht ausmacht

Die Zielstellungen der Bildungsstandards für den Kompetenzbereich Kommunikation verweisen ausdrücklich auf den besonderen Charakter der Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht. Sieht man von der speziellen Syntax von dargebotenen Informationen in der Chemie (und ihren Nachbarfächern) ab, also vom vorherrschenden Nominalstil, von zahlreichen Passivkonstruktionen und substantivierten Verben, dann fällt zunächst die häufige Verwendung von „diskontinuierlichen Texten“ auf, also die Kombination von geschriebenem Text und grafischen Elementen unterschiedlichster Art. Das „Lesen“ solcher Informationen erfordert ein Hin- und Herspringen zwischen den einzelnen Elementen, nur so erschließt sich der Informationsgehalt.

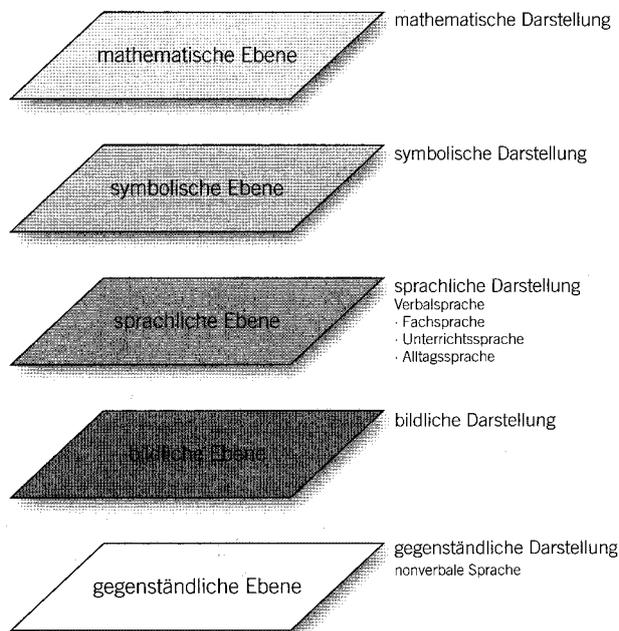
Jedes einzelne grafische Element hat zudem seine spezifischen Eigenschaften. So rekurren Skizzen teils auf reale Verhältnisse, teils auf Modellvorstellungen. Nicht selten werden die verschiedenen Ebenen dabei vermischt, sodass eine Interpretation gleich die Beherrschung mehrerer Darstellungs-Codes notwendig macht.

Wie im Beispiel zur Photosynthese vorgeführt (Abb. 2), werden oft die unterschiedlichsten Darstellungsebenen miteinander verknüpft, zusätzlich begriffliche „Bilder“ benutzt und diese wiederum ins Verhältnis gesetzt zu weiteren Informationen anderer Art, etwa auf der Ebene chemischer Symbole. Tatsächlich spielen im naturwissenschaftlichen Unterricht mindestens fünf Ebenen der Darstellung eine wichtige Rolle (Abb. 3), nicht immer lassen sie sich allerdings in hierarchischer Abfolge verstehen, wie Leisen dies vorgeschlagen hat [5, S. 8].

Die Vielzahl der Codes, in denen im Chemieunterricht eine Information präsentiert werden kann – wenn auch mit je unterschiedlichem Gehalt und unterschiedlicher Tiefe der Aussage – führt zu einem zweiten Spezifikum von Fachsprache: Sie erfordert in vielen Fällen die Übersetzung von einer Darstellungsform in eine andere, also domänenspezifische Übersetzungsleistungen. Dazu gehören wie oben beschrieben z. B. die Interpretation eines Graphen, die Umsetzung von im Experiment ermittelten Werten in eine Tabelle und weiter in ein Diagramm, die Ermittlung relevanter Informationen in einem Text und deren Umsetzung in eine Skizze und umgekehrt, und schließlich – spezifisch für den Chemieunterricht – die „Übersetzung“ von Reaktionsgeschehen in



2: Verknüpfung unterschiedlicher Darstellungsebenen am Beispiel „Fotosynthese“



3: Für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutsame Darstellungsebenen [5, S. 8]

Wort- und Formelgleichungen. Während es für das Aufstellen von Reaktionsgleichungen selbstverständlich erscheint, dass die entsprechenden Kompetenzen ohne gezieltes Üben nicht aufgebaut werden können, ist dies für die anderen „Übersetzungsleistungen“ oft nicht im Bewusstsein von Lehrkräften. Allerdings müssen nicht nur hinreichend Möglichkeiten eröffnet werden, diesen Wechsel der Darstellungsform an geeigneten Beispielen zu vollziehen und später zu üben, hinzukommen muss eine Metakommunikation mit den Lernenden, die anhand des jeweiligen Falls deutlich macht, welche

Denken und Sprache

Wie der Einfluss der Unterrichtskommunikation auf den Wissenserwerb eingeschätzt wird, hat deutlich mit dem eingenommenen Standpunkt zu tun. Abhängig von der Aus der behaviouristischen Perspektive des frühen 20. Jahrhunderts erschienen Denken und Sprache identisch. Für Watson, einen radikalen Vertreter dieser Ansicht (1930), schied eine geistige Aktivität ohne Beteiligung von Sprache grundsätzlich aus. Dem Gegenargument, dass Menschen auch ohne Sprache ganz offensichtlich Denkleistungen vollbringen, begegnete er mit der Vorstellung, dass es sich beim Denken im Stillen um subvokales Sprechen handele. Damit stand er in der Tradition von W. von Humboldt, der die Sprache als „das bildende Organ der Gedanken“ bezeichnete.

Ein bedeutender Verfechter des Einflusses von Sprache auf mentale Vorgänge war der russische Entwicklungstheoretiker Lew Vygotski. Für ihn spielte Sprache bei der Entwicklung eines Individuums eine große Rolle, ebenso maß er dem individuellen Verbalisieren eine bedeutende Funktion zu (Vygotski 1964). Im Zentrum seiner Theorie standen die mentale Aktivität und deren Beeinflussung durch interne und externe Bedingungen – im Hinblick auf Schule und Lernen sprachliche Instruktion und Kooperation mit einem Partner. Mit seiner Vorstellung von einer Zone der nächsten Entwicklung (zone of proximal development) begründete er, dass gute Instruktion der aktuellen Entwicklung voraus sein sollte.

Aus der psychologischen Lehr-Lernforschung heraus wird seit langem die Bedeutung des Verbalisierens für das Problemlösen propagiert. Dörner (1976) konnte zeigen, dass Verbalisierungen einen strukturierenden Charakter in Problemlösesituationen haben können. Ähnlich charakterisiert Levina (1981) Verbalisierungen als Hilfsmittel zur Wissensverknüpfung und -umstrukturierung.

Kognitionspsychologen betrachten Sprache als Abbild unserer Gedanken und umgekehrt vom Denken beeinflusst. Piaget (1970) sah die kognitiven Fähigkeiten als Grundlage von sprachlicher Entwicklung, da die Sprachentwicklung im Kindesalter der Entwicklung der Kognition nachgeschaltet sei. In dem Maße, in dem Sprache eine Rolle spiele, könne sie

die Entwicklung vorantreiben oder erleichtern, das kognitive Wachstum aber selbst nicht bewirken.

Auch Anderson (1996) sieht Denken als notwendige Voraussetzung für die Sprache an. Er argumentiert ähnlich wie Piaget, dass die Fähigkeit zu denken sowohl in phylogenetischer als auch in ontologischer Hinsicht vor der Sprachfähigkeit auftritt. Für ihn ist Sprache ein Werkzeug unter vielen, um Gedanken mitzuteilen; in dieser Rolle stellt sie Materialien für das Denken zur Verfügung.

Allen beschriebenen Standpunkten ist die Annahme gemeinsam, dass ein enger Zusammenhang zwischen Sprache und Denken besteht und daher Verbalisierungen den Wissenserwerb fördern, indem sie kognitive Prozesse herausfordern. Verbalisierungen sind einerseits für den Sprecher hilfreich, um durch Fragen, Vermutungen oder eigene Schlussfolgerungen Verstehen und Klarheit über das eigene Denken zu entwickeln. Rückmeldungen oder Kommentare der Lehrperson oder des Lernpartners können ebenfalls hilfreich sein, geeignete Konstellation vorausgesetzt. Manchmal genügt es schon, die Dinge auszusprechen und eigene Ideen verbal zu testen, um sie selbst beurteilen zu können. Angenommen wird dabei auch, dass Mitlernende von diesen Verbalisierungen profitieren, da sie durch anders gewählte Formulierungen oder einfach durch Wiederholungen von Zusammenhängen ihr eigenes Wissen überprüfen und ggf. neu strukturieren können.

Literatur

- Watson, J. B.: Is thinking merely the action of language mechanisms? *British Journal of Psychology*, 11 (1920), S. 87–104
- Vygotski, L.: Denken und Sprechen. Berlin 1964
- Dörner, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Stuttgart 1976
- Levina, R.: L. S. Vygotsky's ideas about the planning function of speech in children. In: J. Wertsch (Hrsg.): *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk 1981, S. 279–299
- Piaget, J.: *Psychologie der Intelligenz*. Zürich 1970
- Anderson, J. R.: *Kognitive Psychologie*. Heidelberg 1996

Art Tätigkeit damit verbunden ist. „Ihr habt eben, wie es auch ein Naturwissenschaftler gemacht hätte, eine Datenreihe in einen Graphen umgewandelt und seht jetzt, wie man damit wesentliche Veränderungen herausstellen kann.“ Mit solchen Kommentaren wird nicht nur ein Bewusstsein für die eigenen sich entwickelnden Kompetenzen geschaffen, sondern auch der Instrumentcharakter von Präsentationsebenen erfahrbar gemacht. Unter diesem Blickwinkel kann den Lernenden auch verdeutlicht werden, warum Protokolle bestimmten fachspezifischen sprachlichen Normen folgen sollten, und umgekehrt, wie man Fachtexte betrachten muss, ohne sich von deren Sprache abschrecken zu lassen.

Die Beiträge dieses Heftes – Pragmatische Antworten

Mit den skizzierten Charakteristika von Fachsprache im Hintergrund lassen sich jetzt auch die eingangs gestellten Fragen nach dem Verhältnis von allgemeiner und bereichsspezifischer Lesefähigkeit im Ansatz beantworten. Chemieunterricht kann kein Deutschunterricht sein, grundlegende sprachliche Verständnisprobleme müssen in anderen Situationen bearbeitet und überwunden werden. B. Ralle und P. Wlotzka berichten über entsprechende kritisch reflektierte Interventionen, die diese These stützen (vgl. S. 62 ff. in diesem Heft). Fehlt das

Verständnis der deutschen Umgangssprache als moderierendes Mittel der Verständigung bei der Bedeutungszuweisung, dann nützen auch muttersprachliche Arbeitsblätter wenig. Zu einem ähnlichen Schluss kommen auch S. Hesse und S. Krämer in ihren Praxisberichten (s. S. 66 ff. bzw. S. 72 ff. in diesem Heft). Allerdings zeigen die Beiträge „Wenn Schülern die Worte fehlen“ und „Texte verstehen und schreiben“ auch, wie an vielen Stellen Unsicherheiten im Umgang mit der Fachsprache abgefangen und durch praktische Übungen zumindest gemildert werden können. Die Palette der bekannten Methodenwerkzeuge wird hier noch einmal – gezielt sprachbezogen – erweitert und an Beispielen konkretisiert.

Wie komplex das Verhältnis von Fachsprache und Alltagssprache ist, zeigt P. Pfeifer am Beispiel des Kalks (S. 16 ff. in diesem Heft). Kalk zum Mauern, Kalk in den Arterien, Kalk im Wasser – die notwendigen Differenzierungen machen deutlich, wie sorgfältig ein Chemielehrer mit der eigenen Begriffsverwendung umgehen muss und wie weit die Möglichkeiten des Missverstehens gefächert sind, verursacht durch disparate Bedeutungszuschreibungen in den Gefilden von Alltag und Naturwissenschaft. Eine Verallgemeinerung unter dem Aspekt „Fachsprache: eindeutig – zweideutig“ erfährt diese Betrachtung im entsprechenden Beitrag von I. Parchmann und S. Venke (s. S. 10 ff. in diesem Heft). Da Eindeutigkeit oft erkaufte werden muss durch Abstraktion und geringen Bezug zur Alltagssprache, führt diese Analyse auch vor, wie schmal der Pfad zum Verstehen und zu dessen fachlich angemessener Artikulation gelegentlich sein kann.

Eher methodisch orientiert wenden sich auch die Beiträge von S. Heuer/I. Parchmann und G. Franke-Braun dem Verhältnis von Fach- und Alltagssprache zu. Während S. Heuer und I. Parchmann sich durch Hinhören und Zusehen, Befragen und Auswerten der Frage nähern, wie Sechstklässler die chemische Formelsprache interpretieren (s. S. 20 ff. in diesem Heft), zeigt G. Franke-Braun anhand von Mitschriften der Schülerkommunikation bei der Bearbeitung von Aufgaben, wie auf diesem Weg Einblick in das Denken der Lernenden möglich und insbesondere auch erkennbar wird, was sie noch nicht verstanden haben (s. S. 25 ff. in diesem Heft).

Die weiteren Beiträge wollen konkrete Hilfen zum Erwerb fachsprachlicher Kompetenzen für den Chemieunterricht liefern. N. Dunker und D. Schmidt zeigen, wie die Entwicklung von Concept-Maps das Begriffe-Verstehen erleichtert (s. S. 30 ff.), G. Franke-Braun und L. Stäudel stellen noch einmal Ansätze zur Förderung der strukturierten sachbezogenen Kommunikation vor, von der 1-2-4-alle-Methode bis zum Gruppenpuzzle (s. S. 35 ff.), und L. Stäudel präsentiert eine Vielzahl von methodischen Ansätzen, die chemiebezogene Übersetzungsleistungen fördern und fördern sollen (s. S. 40 ff. in diesem Heft). H. Schmidkunz schließlich beschreibt am Beispiel von Oxidationsreaktionen behutsam den Weg von der Wort- zur Symbolgleichung und lässt dabei erkennen, wie schwierig für Schülerinnen und Schüler die Stufen zur Abstraktion sind und wie man sie dabei unterstützen kann (s. S. 52 ff. in diesem Heft). Die sprachbezogenen Artikel dieses Heftes werden abgerundet durch einen Beitrag von M. Nashan und I. Parchmann, die an verschiedenen Beispielen zeigen, wie sich über Fachsprache und Wissenschaftskommunikation

auch ein Zugang zur „Natur der Naturwissenschaften“ eröffnen lässt (s. S. 57 in diesem Heft). Die Auseinandersetzung mit Textbeispielen macht u. a. erfahrbar, dass (und warum) die Vorstellung von Forschungsergebnissen oft den steinigsten Weg zum Erfolg ausblendet und was es bedeutet, Informationen adressatenbezogen zu gestalten.

Mit freundlicher Genehmigung von Autoren und Verlag haben wir in diesem Heft außerdem auszugsweise einen „Klassiker“ nachgedruckt, nämlich „Darstellungen in der Chemie – die Sprache der Chemiker“ von Roald Hoffmann und Pierre Laszlo [12]. Dieser auf deutsch erstmals 1991 in der *Angewandten Chemie* erschienene Artikel setzt sich auf virtuose Weise mit Formel- und Strukturdarstellungen in wissenschaftlichen Beiträgen auseinander, mit der faktischen und vermeintlichen Schlampigkeit der Chemiker dabei und insbesondere mit dem Verhältnis von Informationsgeber und Rezipient.

Mit einer markanten Aussage von R. Hoffmann und P. Laszlo soll diese Einleitung zugleich schließen: Mit doppeltem Blick – auf chemische Formeln einerseits und Kunstwerke andererseits – stellen sie fest: „Die Reaktionen der meisten Leute auf abstrakte Kunst oder die von primitiven Stämmen auf realistische westliche Kunst waren und sind auch nicht von einem spontanen Verständnis begleitet.“ Und wieder auf die Chemie gewendet: „Um sicher zu sein, (dass eine Verständigung gelingt und Verständnis wachsen kann; L. S.) muss man die Zeichen der Chemiker verstehen lernen.“

Angesichts von PISA, Bildungsstandards und unserem Verständnis von Lesen könnte man dieses Motto abwandeln: „Lasst uns unseren Schülern helfen, ihre bereicherspezifische Lesefähigkeit zu entwickeln!“

Literatur

- [1] Georgius Agricola: Vom Bergwerck 12 Bücher (ins Deutsche übersetzt von Phil. Bechium), Basel 1557. Interessierte finden dieses bahnbrechende Werk faksimiliert auf den Seiten des Max-Planck-Instituts für Wirtschaftsgeschichte Berlin <http://libcoll.mpiwg-berlin.mpg.de/index.html> (06/2008)
- [2] Baumert, J. u. a. (Hrsg.): PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001
- [3] Brämer, R.; Clemens, H.: Physik als Fremdsprache. PU 14 (1980), Nr. 3, S. 76–86
- [4] Merzyn, G.: Sprache und naturwissenschaftlicher Unterricht. PdN-Physik 47 (1998), Nr. 2, S. 2 ff. (3 Teile)
- [5] Leisen, J.: Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht. In: UP 16 (2005), Nr. 87, S. 4–9
- [6] Wuttke, E.: Unterrichtskommunikation und Wissenserwerb. Zum Einfluss von Kommunikation auf den Prozess der Wissensgenerierung. Frankfurt a. M. 2005
- [7] Seidel, T.; Prenzel, M.; Rimmel, R.; Schwindt, K.; Kobarg, M.; Herweg, C.: Unterrichtsmuster und ihre Wirkungen. Eine Videostudie im Physikunterricht. In: M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms. Münster 2006, S. 99–123
- [8] Mehan, H.: Learning Lessons. Social Organization in the Classroom. Cambridge (MA). 1979
- [9] Sumfleth, E.; Pitton, A.: Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht. In: ZfDN 4 (1998), Nr. 2, S. 4–20
- [10] KMK (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. München 2005. Verfügbar als pdf-Dokument: http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Chemie_MSA_16-12-04.pdf (06/2008)
- [11] Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin 1995
- [12] Hoffmann, R.; Laszlo, P.: Darstellungen in der Chemie – die Sprache der Chemiker. In: *Angewandte Chemie* 103 (1991), Nr. 1, S. 1–16