

Chemieunterricht im Umbruch

Tendenzen und Perspektiven

Heinz Schmidkunz

Einige Bemerkungen zur historischen Entwicklung des Chemieunterrichts

Etwa um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts wurde die Chemie als normales Unterrichtsfach in den allgemeinbildenden Schulen aufgenommen. Gelehrt wurde sie zunächst so, wie es an den Universitäten üblich war. Wir bezeichnen das als streng fachwissenschaftlichen Ansatz. Doch schon bald wurde von pädagogischer Seite Kritik laut an der Art der Unterrichtsführung. Man forderte für das Lehren und Lernen an Schulen eigene methodische Lehrgänge (Diesterweg). In Deutschland war es zunächst Rudolf Arendt (1828 - 1902), der einen solchen Lehrgang für Chemie entwickelte. Er ging von Atomen bzw. den Grundstoffen aus und führte von da aus zur chemischen Reaktion und zum Aufbau von chemischen Verbindungen. Etwa zur gleichen Zeit wurde von Ferdinand Wilbrand (1824 - 1893) ein zweiter solcher methodischer Lehrgang vorgestellt. Er ging von Alltagsstoffen wie Kalk, Salz, Erze usw. aus und kam durch Teilen und Trennen allmählich zum Atom und zu den Grundstoffen.

Der Ansatz von Arendt kann als *synthetisch* und der von Wilbrand als *analytisch* bezeichnet werden. Beide Ansätze waren letzten Endes an der Fachwissenschaft Chemie orientiert und sie sind mit wechselnden Modifizierung bis heute erhalten geblieben.

Beide Ansätze hatten das gleiche Ziel. Man wollte bei den Lernenden ein Chemieverständnis erreichen, denn die Chemie galt wegen der großen Erfolge in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts (neben anderen naturwissenschaftlichen Fächern) als ein Schlüssel für ein Weltverständnis. Dem Fach wurde eine grundlegende Allgemeinbildungstendenz zuerkannt.

Chemielehrer und Chemiker waren immer wieder gefordert, den Anspruch des Faches auf seinen Beitrag zur Allgemeinbildung zu beweisen. Kerschensteiner [1] z.B. hat das mit seiner viel beachteten Publikation *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts* (1913) getan.

In der Zeit nach dem 2. Weltkrieg wurde der fachsystematische Ansatz des Chemieunterrichts konsequent fortgesetzt. Zwar wurden in den letzten Jahrzehnten auch zunehmend Ergebnisse der Lernpsychologie und der fachdidaktischen Forschung zur Gestaltung des Unterrichts herangezogen - wie z.B. Anwendung von Modellvorstellungen, der Einsatz von spezifischen Unterrichtsverfahren und geeigneten Experimenten, eine lesefreundliche Gestaltung der Schulbücher - aber der fachwissenschaftliche Anspruch wurde dennoch erweitert und vertieft. Man versuchte auch neue fachwissenschaftliche Ergebnisse und Methoden der chemischen Forschung in den Unterricht zu bringen und erhöhte damit vor allem den theoretischen Anteil.

Univ. Prof. Dr. Heinz Schmidkunz,
Fachbereich Chemie, Universität Dortmund
Vortrag bei der 48. Fortbildungswoche 1994

Kritik am Chemieunterricht in den vergangenen Jahrzehnten

Schüler und Lehrer klagten in zunehmendem Maße über den Chemieunterricht. Dort, wo Schüler unter Schulfächern wählen konnten, wurde die Chemie weitgehend abgewählt. Folgende Klagen wurden eingebracht:

- Die Stofffülle ist zu groß. Die Zeit reicht deshalb nicht aus, um den Stoff in einem Schuljahr zu bewältigen. Zum Üben bleibt keine Zeit übrig.
- Der theoretische Anteil wird immer größer. Dadurch wird der experimentelle Chemieunterricht immer mehr zurückgedrängt. Bei den Schülerinnen und Schülern wird immer mehr der kognitive Bereich angesprochen und der affektive sowie der psychomotorische Bereich werden vernachlässigt. Chemieunterricht wird zur Kreidechemie. Erkenntnisse der Entwicklungspsychologie (Piaget) werden nicht berücksichtigt.
- Verbindungen zum täglichen Leben fehlen. Die zu erwerbenden Chemiekenntnisse bleiben abstrakt.
- Schülerinteressen werden nicht berücksichtigt. Die Unterrichtsinhalte sind rein wissenschaftsorientiert und sprechen die Adressaten nicht an.
- Auf Vorwissen, das die Schüler in den Unterricht mitbringen, wurde nicht zurückgegriffen.

Mit diesen inhaltlich orientierten Schwierigkeiten sind auch methodische Mängel verbunden.

- Ungenügende Strukturierung der Unterrichtsinhalte
- Mangelnde Festigung des Gelernten (keine Wiederholungsmöglichkeiten)
- Ungenügende Berücksichtigung entwicklungspsychologischer Erkenntnisse. Die Fähigkeit der Lernenden zu abstraktem und systematisch-logischem Denken wird vorausgesetzt, ist aber meistens nicht gegeben.
- Zu schmale Repräsentation und Erklärung von Begriffen.

Der bekannte Physik-Didaktiker *Martin Wagenschein* beklagte diese Entwicklung mit folgenden Worten:

1. Warum bringt es die Schule nicht fertig, die Naturwissenschaften (gemeint waren Physik und Chemie) den Schülern verständlich zu machen ?
2. Wieso wird so wenig Wert auf die phänomenologische Stufe gelegt, bzw. wieso wird sie übersprungen ?
3. Muß mit solche Eile unterrichtet werden ?
4. Wie schaffen wir es nur, die Lernfreude der Schüler so schnell zu zerstören ?

Chemieunterricht um die Jahrhundertwende - Tendenzen und Ansätze

Die hier gemachten Ausführungen beziehen sich auf den Anfangsunterricht in Chemie, also auf den Chemieunterricht bis

zur Jahrgangsstufe 10, die häufig auch mit dem Begriff *Sekundarstufe I* bezeichnet wird. In der Oberstufe wird eine Orientierung an die Wissenschaft Chemie sicher stärker deutlich werden.

Chemie als allgemeinbildendes Unterrichtsfach hat zweifellos folgende Aufgaben und Grundziele:

- ein gewisses Chemieverständnis bei den Lernenden zu erzeugen, um täglich in den Medien auftretende Begriffe richtig verstehen und einordnen zu können.
- und sie muß fähig sein, bestimmte kognitive Strukturen zu fördern. Gemeint ist damit vor allem die Entwicklung eines logisch-systematischen Denkens, also der Aufbau einer objektiven, rationalen Denkstruktur.

Selbst bei den Fachdidaktikern ist umstritten, was man unter einem "Chemieverständnis" zu verstehen hat. Es gibt sicher Konsens, daß man phänomenologische chemische Vorgänge auch auf der atomaren-molekularen Ebene modellhaft deuten und erklären muß. Reine phänomenologische Erscheinungen allein genügen dem Anspruch nicht.

Der Philosoph und Pädagoge Karl Jaspers sagte 1981 in seinem Buch *Was ist Erziehung*: "... Die Planung des wissenschaftlichen Unterrichts kann entscheidend nicht durch die Wissenschaft selbst, nicht durch den Sachverstand der Wissenschaften bestimmt werden. ... Unter dieser Instanz ist die Rolle der Wissenschaft an der Schule, insbesondere die Auswahl des Wissenswerten jederzeit vom Geist der Schule her neu zu prüfen."

Sicher bleibt die Wissenschaftsorientierung in der Chemie an der Schule erhalten, aber die Ausdeutung des Begriffs ist vielfältig. Auf keinen Fall ist damit eine Orientierung an der Systematik in irgendeiner Form gemeint, obzwar eine maßvoll in bestimmten Bereichen angewandte Systematik didaktisch durchaus sinnvoll ist. Man war in den letzten Jahrzehnten bemüht, den Schülern einen "roten Faden" der Chemie auf einfacher Grundlage zu vermitteln. Diese Absicht wird durch die neuen Tendenzen in Frage gestellt.

Wichtiger erscheint das Vermitteln und das Erhalten von Interesse an der Chemie und nicht ein umfassendes Bild dieser faszinierenden Wissenschaft.

Der neue Ansatz läßt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Alltagschemie steht im Vordergrund. Das bedeutet, daß *Alltagsphänomene mit Hilfe der Chemie erklärt werden sollen. Es soll nicht Chemie gelehrt werden, um damit Alltagsphänomene zu verstehen.*
- Aktuelle Anlässe und Vorfälle bestimmen die Themenfelder für den Unterricht.
- Die Unterrichtsinhalte sollen sich an Schülerinteressen orientieren.
- Die Umweltproblematik soll verstärkt in den Unterricht einbezogen werden. Die Erhaltung der Umwelt soll Unterrichtsziel sein.
- Chemische Grundlagen sollen erst dann erarbeitet werden, wenn sie gebraucht werden. Die Erarbeitung von bestimmten chemischen Grundlagen (Atombegriff, Molekülbindung, Ionenentstehung, Stoffgruppen) soll in vielen Themenbereichen möglich sein. Es gibt also keinen systematischen Aufbau des Chemiekurses mehr.

- Im methodischen Bereich soll die projektorientierte Arbeitsweise den Vorrang haben. Dabei darf Projektorientierung nicht mit einem Projekt selbst verwechselt werden. Ein *Projekt* wird von vielen Lehrkräften gleichzeitig, also mit möglichst vielen Fächern über einen längeren Zeitraum eingerichtet. *Projektorientierter Unterricht* wird von einer Lehrkraft, so weit sie dazu fähig ist, unter Mitwirkung der Schüler fächerübergreifend gestaltet.
- Durch Handlungsorientierung sollen die Schüler aktiv in den Erkenntnisprozeß einbezogen werden.

Der Begriff *Alltagschemie* soll nun noch etwas genauer betrachtet werden. Man versteht unter diesem Begriff in allgemeiner Form den Umgang mit Stoffen und Vorgängen, die täglich zur Befriedigung der Bedürfnisse eines Menschen dienen. Nach Marlow sind das:

1. Grundbedingungen für das Leben: Ernährung, Gesundheit, Kleidung, Wohnung, Hygiene.
2. Sicherheit gegenüber Gefahren: Lebensmittel, Wasser, Luft, Boden.
3. Soziale Zugehörigkeit: Kultur, Kommunikation, Verkehr.

Die unter 1 und 2 genannten Bedingungen haben sicher einen Vorrang und sollen verstärkt in den Unterricht einfließen.

Aus dieser Position heraus ist zu verstehen, daß für einen neuen Lehrplan für die Realschule in Nordrhein-Westfalen folgende Themen für den Chemieunterricht ausgewählt wurden:

1. Nahrungsmittelproduktion und Ernährung
2. Mode - Kleidung - Kosmetik
3. Wohnen - Baustoffe - Werkstoffe
4. Waschen - Reinigen
5. Verbrennung - Energie - Luftverschmutzung

Der Lehrkraft bleibt eine weitgehende Freiheit, diese Inhalte "chemisch" zu gestalten. Weitere Themenbereiche können von der Lehrkraft gemeinsam mit den Schülern gewählt werden.

Für eine gut ausgebildete Lehrkraft dürften selbst diese sehr "offenen" Themenbereiche keine Schwierigkeiten bereiten, Chemie zu betreiben. Allerdings ist es auch möglich, diese Themen weitgehend *ohne* Chemie zu bearbeiten. Hier ist die Gefahr nicht zu übersehen. Es gibt noch keinerlei Erfahrungen mit solchen Lehrplänen. Dem Chemiedidaktiker kommen erhebliche Zweifel, ob in Zukunft mit solchen Ansätzen die beiden Grundziele des Chemieunterrichts auch erreicht werden können.

Einige Vorstellungen zur Reform des Chemieunterrichts

Es wird in Zukunft notwendig sein, mehr auf Schülervorstellungen einzugehen als bisher. Die Anwendungen chemischer Vorgänge im täglichen Leben sollen eine größere Bedeutung erhalten. Insgesamt muß die Stofffülle reduziert werden und der Theorieanteil sollte verkleinert, also reduziert werden. Natürlich muß eine Erklärung der chemischen Phänomene auf molekularer Ebene immer in irgendeiner didaktischen Reduktionsstufe erfolgen. Die *qualitative* Chemie muß hier im Gegensatz zu quantitativen Betrachtungen den Vorrang haben. Chemische Phänomene sollen nicht eine Erklärung für chemische Sachverhalte sein, sie sollen vielmehr die Ausgangssituation bilden.

Chemieunterricht muß für diejenigen Schülerinnen und Schüler erteilt werden, die einmal keinen Chemieberuf ergreifen werden. Andererseits sollte er diejenigen motivieren, die an der Chemie ein besonderes Interesse finden.

Größere Themenbereiche, wie *Chemie und Gesundheit*, *Chemie und Ernährung*, also eine einfache Lebensmittelchemie, und alltägliche Produkte (Waschmittel, Kosmetika, Reinigungsmittel usw.) sollten Eingang in den Unterricht finden. Ein besonderer Schwerpunkt sollte dem Energieumsatz bei chemischen Reaktionen gewidmet werden. Hier ist die Fachdidaktik gefordert, verständliche Vorgänge und Modellreaktionen zu entwickeln, z.T. liegen sie auch schon vor.

Umweltaspekte sind ebenfalls aus dem Chemieunterricht nicht mehr wegzudenken. Wir schlagen die Behandlung von *Kreisprozessen* als übergeordnete Idee und als didaktisches Prinzip für eine sinnvolle Umwelterziehung vor [2] [3]. Kreisprozesse können auf vielen Ebenen entwickelt werden. Auf atomarer-molekularer Ebene haben sie den Vorteil, bessere Einsichten in chemische Vorgänge zu vermitteln als geradlinige Reaktionsgleichungen [4]. Hier ergibt sich auch ein deutlicher didaktischer Vorteil. Solche Kreisprozesse können von den Lernenden gut experimentell nachvollzogen werden.

Im methodischen Bereich wird mehr Wert auf problemorientierte Unterrichtsverfahren gelegt, um die kognitiven Strukturen der Schüler im positiven Sinn zu fördern. Beispiele dafür sind das Forschend-entwickelnde [5] und das Historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren. Beide Verfahren sind im Grunde didaktisch konzipierte Problemlöse-Strategien.

Das Experimentieren mit ausgewogenen Schülerversuchen und nach visuellen Wahrnehmungsgesetzen gestalteten Demonstrationsversuchen muß ein wesentliches Element der Erkenntnisgewinnung im Chemieunterricht bleiben. Das entspricht der Forderung nach Handlungsorientierung und ist Ausdruck der *Konkret-operationalen Phase* der *entwicklungspsychologischen Studien* von Piaget, außerdem entspricht es lernpsychologischen Gegebenheiten. Von diesen konkreter Sachverhalten ausgehend können dann theoretische Überlegungen und Ableitungen vorgenommen werden.

Nach unserer Meinung sollte auch mehr spiralcurriculare Strukturierung für den Unterricht in die Lehrpläne einfließen. das bedeutet, daß wichtige Grundlagen und zentrale Themen der Chemie, wie Atomvorstellungen, Säure-Basen, Reaktionsabläufe usw. mehrmals, mindestens zweimal im Laufe eines Chemiekurses auf unterschiedlichen Ebenen behandelt werden sollten. Dieses Prinzip kommt einem *genetischen Lehren* gleich, das *Wagenschein* schon vor Jahrzehnten als wichtige Unterrichtsmethode darstellte.

Schlußbetrachtung

Solange Chemieunterricht für alle Schülerinnen und Schüler ein Pflichtfach ist, sollte er so gestaltet werden, daß er bei den Lernenden Interesse findet. Alltagsphänomene müssen der Anlaß zu chemischen Betrachtungen sein. Experimente sollen die Erscheinungen verdeutlichen, und die sich daran anschließenden Betrachtungen auf atomarer und molekularer Ebene sollen eine Deutung und Erklärung geben und Gesetzmäßigkeiten aufzeigen. Es sollte vermehrt auf didaktische Redukti-

onsstufen (Elementarisierungen) im Sinne eines Spiralcurriculums Rücksicht genommen werden. Im methodischen Bereich sollten problemorientierte (das Unterrichtsziel problematisierende) Verfahren vermehrt Eingang finden. *Chemie ist eine wunderschöne und volkswirtschaftlich unverzichtbare Wissenschaft. In diesem Sinne gilt es, die Chemie als Unterrichtsfach zu gestalten.*

Literatur

- [1] Kerschensteiner, Georg: *Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts*; München 1953 (Nachdruck von 1913)
- [2] Schmidkunz, Heinz: *Die Entwicklung und die Erörterung von Kreisprozessen ein didaktisches Prinzip einer Umwelterziehung im Chemieunterricht* in: *Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie*, Heft 16, 1993
- [3] Korczak, Peter: *Die Solar-Wasserstoffanlage in Neunburg vorm Wald* in: *PLUS LUCIS* 3/93, Wien 1993
- [4] Schmidkunz, Heinz: *Darstellen und Denken in Kreisprozessen - ein anschauliches Verfahren zum besseren Verständnis chemischer Vorgänge* in: *Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie*, Heft 4, 1990
- [5] Schmidkunz, H, Lindemann, H: *Das Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*; Westarp-Wissenschaften, Essen 1992