

Reinhard Schoppmann

# Auf der Suche nach dem Konsens

## Zum Chemie-Unterricht an der Waldorfschule

Die Redaktion der »Erziehungskunst« unterstützte in ihrer Einleitung eines Artikels von Wolfgang Schad zum Chemie-Unterricht\* die berechtigte Forderung nach einem stärkeren Dialog zwischen den Chemielehrern der Waldorfschulen über den Lehrplan in diesem Fach. Seit Gründung der ersten Waldorfschule sind tatsächlich die entsprechenden Angaben Rudolf Steiners, besonders die für die oberen Klassen, recht selten zum Inhalt umfassender innerdisziplinärer Gespräche gemacht worden, obgleich seit Jahrzehnten jährlich Fachtagungen sowie Fortbildungswochen speziell für Chemielehrer (meist in Kassel) angeboten wurden. Eine wünschenswerte stärkere Teilnahme daran kam wohl vor allem deswegen nicht zustande, weil das Fach Chemie in vielen Waldorfschulen von Lehrern unterrichtet wird, die die Chemie nicht als Hauptfach, sondern als Nebenfach neben Biologie oder Physik studiert und sich auch innerlich mehr diesen letzteren Fächern zugewandt haben. Da die jeweiligen Fachtagungen im Herbst alle gleichzeitig veranstaltet wurden, ergaben sich entsprechende Interessen-Konflikte und ein relativ schwacher Besuch der reinen Chemie-Tagungen. Seit 1996 sind die jeweiligen Termine aber getrennt worden, so daß mit einer umfassenderen Teilnahme gerechnet werden darf.

Diese Vorbemerkungen sollen die von Schad in seinem Artikel behandelten Ursachen für den von ihm thematisierten »Dissens« unter den Waldorflehrern für Chemie ergänzen. Überhaupt erscheinen die an sich sehr anregenden Darstellungen Schads in mancher Hinsicht ergänzungsbedürftig, besonders in Hinblick auf die Überbrückung des von ihm so genannten »Hiatus zwischen Phänomenologie und Verständnisbedürfnis der Schüler am Ende der Schulzeit«. Scheint es doch nach seinen Ausführungen so, als ob bestimmte Erziehungsziele der Waldorfschule im Fach Chemie ganz allgemein nicht oder nur ungenügend erreicht würden. Um dieser Frage näherzutreten, ist es wohl angemessen, zuerst einmal nach dem Sinn und der Aufgabe des Chemie-Unterrichtes in einer Waldorfschule zu fragen. Schon dabei kann sich ein bedeutungsvoller Unterschied zu den bisherigen Traditionen zeigen. Denn Rudolf Steiner hat dieses Fach sicher nicht lediglich deshalb in den Gesamtlehrplan aufgenommen, weil es seinen Platz in den »Realgymnasien« des 19. Jahrhunderts erobert hatte und seitdem auch zu einem möglichen Prüfungsfach im Abitur avanciert war!

Dies berührt die viel umfassendere Frage, warum für die Waldorfschule in fast

\* Wolfgang Schad: Zum Chemie-Unterricht in der Waldorfschule. »Erziehungskunst« 62. Jg., Heft 3, 1998, S. 264 ff.

allen Unterrichtsfächern eine eigene, vom Herkömmlichen abweichende Methodik entwickelt wurde. Von einem bestimmten Standpunkt aus könnte man behaupten, daß der spezifische Weg zu den Erziehungszielen der Waldorfschule oft nicht ein direkter ist, sondern gewissermaßen einen Umweg darstellt. Man könnte auch sagen, die auf den ersten Blick scheinbar angestrebten Ziele sind gar nicht die tatsächlichen, sondern letztere liegen viel tiefer und oft auf einem ganz anderen Gebiet, als es die herkömmliche Bezeichnung des »Faches« vermuten läßt.

Denken wir z. B. an den Handarbeitsunterricht, in dem alle Schüler schon sehr früh das Stricken lernen. Es wäre falsch anzunehmen, daß dies deswegen geschieht, weil sie zu tüchtigen Strickwarenherstellern ausgebildet werden sollen. Rudolf Steiner sagte dazu: »... die Hauptsache ist: Eine Pflege solcher Handarbeiten macht den Menschen *nach den verschiedensten Richtungen* (Hervorhebung v. Verfasser) geschickt. Es sieht ja vielleicht etwas paradox aus, aber dennoch bin ich der Überzeugung, daß niemand ein ordentlicher Philosoph sein kann, der nicht in der Lage ist, wenn es nötig wird, sich auch seine Strümpfe zu stopfen oder seine Kleider auszubessern ...«<sup>1</sup> So wie das Handarbeiten das Denkvermögen ausbilden hilft, so soll auch anderer Unterricht – man denke z. B. an das Buchbinden, das Feldmessen, den Werkunterricht – nicht in erster Linie eine Grundlage für das spätere Berufsleben vermitteln, sondern der Ausbildung bestimmter übergeordneter Fähigkeiten, besonders auch in sozialer Beziehung, dienen. Dem aufmerksamen Leser dieser Zeitschrift dürften noch viele andere Beispiele einfallen, die von einzelnen Autoren in ihren jeweiligen Beiträgen beschrieben wurden. Beruht nicht das Ansehen der Waldorfschule in der Öffentlichkeit vielfach darauf, daß ihr Bildungsweg gerade nicht zur vorzeitigen Spezialisierung führt, sondern immer



die harmonische Entwicklung des ganzen jungen Menschen anstrebt und damit die heute so gefragten »Schlüsselqualifikationen«<sup>2</sup> vermittelt?

1 Rudolf Steiner: Vortrag vom 17. 8. 23, in: Gegenwärtiges Geistesleben und Erziehung (GA 307), Dornach 51986

2 vgl. dazu das »Gespräch« Stöckli/Hiller in: »Erziehungskunst«, Heft 7/8, 1998, S. 808

*Handarbeit hilft  
das Denkvermögen  
auszubilden (Foto Lutz)*

Was kann nun der Chemie-Unterricht zur Lebenstüchtigkeit eines jungen Menschen in der heutigen Zeit beitragen? Soll er nur auf direktem Wege versuchen, das für das Abitur und ein Studium notwendige Wissen über die heute gültigen chemischen Anschauungen vermitteln? Schad hat in seinem erwähnten Artikel treffend den Charakter eines solchen Unterrichtes mit dem Begriff »Pappmaché« gekennzeichnet und darauf hingewiesen, wie dann statt Verständnis eigentlich nur ein Glaube herangezüchtet wird. Wäre es nicht sinnvoller, wenn der Unterricht viel umfassender eine Grundlage dafür schafft, daß sich jeder Schüler – auch derjenige, welcher nicht studieren will – in gesunder und selbständiger Weise Gedanken bilden kann, die ihm auf *allen* Lebensgebieten eine Orientierung und bewegliche Urteilsbildung ermöglichen? Das scheint hoch gegriffen und ist sicher nicht allein durch einen dementsprechend ausgerichteten Chemie-Unterricht zu erreichen, andererseits bietet aber gerade die Chemie als Wissenschaft hierzu einzigartige Voraussetzungen. Um diese kühne Behauptung verständlicher erscheinen zu lassen, wollen wir im folgenden einmal versuchsweise Chemie von einem etwas ungewöhnlichen Gesichtspunkt aus betrachten.

## Was ist die spezifische Aufgabe der Chemie?

Viel zu oft wird ins Lehrgebäude der Chemie – auch an Waldorfschulen – die Physik unreflektiert mit eingebaut. Wenn wir genau sein wollen, gehören zum Chemischen nur *Stoffumwandlungen*, das Prozessual-Bewegliche im weitesten Sinne. Alle *Stoffbeschreibungen*, also auch die Stoffanordnungen auf Grund der äußerlichen Merkmale und gar die Fragen nach den Ursachen der Unterschiede in den sinnenfälligen Erscheinungen der Stoffe (Atombau), berücksichtigen nur den einmal gewordenen Zustand, den Status quo, und gehören damit essentiell zur Physik als »Wissenschaft des Seienden«, in der der Zeitbegriff nur eine quantitative Rolle spielt. (Schad hat dies in seinem Artikel als »die besondere Natur der Chemie« treffend dargestellt.) Chemie im angestrebten Sinne lebt *unmittelbar* vom Unterschied zwischen einem Vorher und einem Nachher – hier ist »Zeit« qualitativ und unabdingbar in das Geschehen mit einbezogen. Sie ist die »Wissenschaft des Werdens und Vergehens«. Nur so auch läßt sich die Formelschrift angemessen lesen: Der Ausdruck » $H_2O$ « macht nur Sinn, wenn er bedeutet: Das durch und durch einheitliche, homogene Wasser *kann* bei einer Umwandlung 2 Volumina Wasserstoff und 1 Volumen Sauerstoff bilden bzw. *wurde* aus diesen beiden Elementen im angegebenen Verhältnis gebildet. Formeln enthalten so unausgesprochen jeweils einen Zukunfts-(Analyse-) oder Vergangenheits-(Synthese-)Aspekt; sie sind Ausdruck von in der Zeit ablaufenden Prozessen. Die Gegenwart, in der nur wahrgenommen wird, wird durch eine Formel unzutreffend beschrieben. Wasser ist in jedem Augenblick *nur* Wasser und *besteht* nicht aus zwei Gasen (wie das Knallgas), sondern läßt diese u. U. in Zukunft daraus *entstehen* oder ist in der Vergangenheit daraus entstanden.

Diese für ein »chemisches Denken« enorm wichtige Überlegung sollte vom

Lehrer so verinnerlicht werden, daß im täglichen Sprachgebrauch auch ohne jeweils neue Besinnung nicht mehr vom *Bestehen* eines Stoffes aus verschiedenen Elementen geredet wird, sondern stets das *Entstehen*-(oder *Vergehen*-)Können sprachlich ausgedrückt wird. Also: »Wasser entsteht aus Wasserstoff und Sauerstoff (bzw. kann zu Wasserstoff und Sauerstoff werden)« etc.

Nun sind die menschlichen Sinne allerdings so beschaffen, daß sie das (chemische) Werden und Vergehen nicht unmittelbar wahrnehmen können – es ist im wahrsten Sinne des Wortes übersinnlich. Der Zugehörigkeit unserer Sinnesorgane zur physischen Leiblichkeit entsprechend, können wir nur die physikalischen Eigenschaften der Stoffzustände vor und nach der Umwandlung feststellen und haben uns deshalb angewöhnt, für das »schwarze Loch« dazwischen Theorien bzw. Modelle zu ersinnen.

*Womit* können wir aber in der Zeit ablaufende zeitliche Prozesse wahrnehmen? Dazu ist ein Denken notwendig, das gewissermaßen die einzelnen »zeitlosen« sinnlichen Feststellungen zu einem Kontinuum verknüpft und dadurch innerlich ein Bild dessen schafft, was äußerlich nur als Anfang und Ende erkennbar ist.<sup>3</sup>

Wenn wir also mit den Schülern jedes Mal so intensiv und ausgedehnt wie möglich das Nachher einer chemischen Umsetzung mit dem Vorher vergleichen und den Prozeß denkerisch zu begleiten versuchen, so arbeiten wir damit an der Beweglichkeit des Denkens! Erst dadurch bekommt das viel zitierte phänomenologische Vorgehen im Chemie-Unterricht der Waldorfschule den ihm zustehenden Sinn, der allerdings nicht bloß in den faszinierenden Eindrücken »bunter, riechender, dampfender, knallender Experimente« zu suchen ist – wie Schad schreibt.

An dieser Stelle scheint ein Seitenblick auf »goetheanistische« Methoden in anderen Bereichen angebracht: Wie bei Goethe selbst (»Naturgeschichte beruht überhaupt auf Vergleichung«)<sup>4</sup> ist der Vergleich *die* Methode der Wahl bei jeder Wissenschaft, welche zeitliche Veränderungen zum Gegenstand hat. Das hat z. B. Jochen Bockemühl in eindrucksvoller Weise durch seine Blattentwicklungsreihen, aber auch in der Landschaftskunde gezeigt.<sup>5</sup> Denn auch hier liegt das Ziel der Forschung im Zwischenbereich zwischen einzelnen sinnlichen Feststellungen, die notgedrungen an Augenblicks-Eindrücke gebunden sind. Dieser Zwischenbereich ist aber nur durch vielfaches Üben zu erfassen. – Das gleiche gilt von den sog. bildschaffenden Methoden,<sup>6</sup> wo ein einzelnes Bild tatsächlich

3 Ähnliches geschieht, wenn wir z. B. einem bewegten Körper eine Geschwindigkeit zusprechen nach Beobachtung seiner Ortsveränderung in der Zeit. Auch die Möglichkeit, einzelne Tonwahrnehmungen als Musik erleben zu können, gehört zu diesen Fähigkeiten.

4 J. W. Goethe: Erster Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, Jena 1795. Hamburger Ausgabe Bd. 13, S. 170

5 z. B. in: Erscheinungsformen des Ätherischen (Hrsg. Jochen Bockemühl), Stuttgart 1977, S. 11 ff. und S. 107 ff.

6 Hierzu zählen vornehmlich: a) die Steigbildmethode, von Lili Kolisko erstmalig im Jahre

nur Ausdruck einer vergangenen Wirkung ist – also Werkwelt, wie Schad betont. Erst durch den Vergleich mehrerer Bilder kann der Mensch als geistiges Wesen sich dem wirkenden Geistigen hinter dieser bewirkten Welt nähern. Der vergleichende und urteilende Mensch ist also das »Anzeigement« bei der Deutung der Bilder, nicht die Bilder selbst. Das haben manche Lehrer mit Erfolg und Zustimmung bei ihren Oberstufenschülern praktiziert.<sup>7</sup> (So gesehen umfaßt der Begriff »das Geistige« naturgemäß alles, was sich hinter der Sinnesschranke *im* forschenden Menschen auftut.)

Die oft rätselhaft erscheinende Formulierung Steiners in der Lehrplanangabe zur Chemie der 12. Klasse<sup>8</sup> vom vierfachen Eiweiß ist m. E. auch nur zu verstehen, wenn wir dabei das Vorher mit dem Nachher des Eiweißes in den vier Naturreichen vergleichen und nicht etwa an Analysen-Unterschiede gewisser Eiweiß-Zustände denken.

## Chemie-Unterricht als Schule lebendiger Gedankenbildung

Die Notwendigkeit, eine lebendige Gedankenbildung – im Gegensatz zu schematischem Denken – zu fördern, braucht wohl nicht ausdrücklich betont zu werden. Daß die Chemie hierzu ein hervorragendes Mittel ist, sollte noch viel mehr Lehrer überzeugen und bestärken, ihren Unterricht entsprechend einzurichten. Die oft geforderte stärkere Betonung der quantifizierenden und systematisierenden Methoden der anorganischen Chemie ab der 10. Klasse scheint hierzu kontraproduktiv. Das von Schad als Begründung angeführte Kausalbedürfnis der Schüler kann *dort* befriedigt werden, wo kausale Zusammenhänge bestehen: im Mechanischen (Steiner: »Mechanik ist wichtiger als Latein«) und im Handwerklich-Technischen. Deswegen die Chemie zu »physikalisieren« erscheint bedenklich. Der »Hiatus zwischen Phänomenologie und (kausalem?) Verständnisbedürfnis zum Abschluß der Schulzeit« kann auf andere Weise vermieden werden. Das soll hier noch kurz angedeutet werden.

Selbstverständlich wird und soll dem Schüler der Unterschied einer »Waldorfchemie« im angedeuteten Sinne und der üblichen Schulchemie nicht verborgen bleiben. Es ist aber vermeidbar, letztere als die »eigentliche Chemie« erscheinen zu lassen. Dazu trägt bei, wie es Hans Rohrwacher in Heft 6/1998 der »Erzie-

1923 beschrieben; b) die Kristallisationsbildmethode, die von Ehrenfried Pfeiffer seit 1930 ausgearbeitet wurde; c) die Tropfenbildmethode nach Theodor Schwenk, die dieser Ende der 50er Jahre in die Forschung einführte. Seither sind diese Methoden von zahlreichen Wissenschaftlern auf vielen Gebieten der Qualitätsforschung angewendet, verändert und kritisch untersucht worden. Die meisten dieser Arbeiten wurden in den letzten Jahren in der Zeitschrift »Elemente der Naturwissenschaft« (Verlag Kooperative Dürna) veröffentlicht.

7 Auf Bitte der »Erziehungskunst« arbeitet z. Zt. ein Chemielehrer einen Beitrag über diese Methoden und über Erfahrungen mit ihrer Behandlung im Chemie-Unterricht aus.

8 E. A. Karl Stockmeyer: Angaben Rudolf Steiners für den Waldorfunterricht, Manuskriptdruck, Stuttgart 1988, S. 235



*August Kekulé, deutscher Chemiker (1829-1896) erkannte die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs und baute damit die Strukturformeln der organischen Chemie auf. 1865 entdeckte er den Benzolring.*

hungskunst« vorbildlich dargestellt hat, wenn in zunehmendem Maße (ab der 11. Klasse etwa) die Ausdrucks- und Erklärungsweise der materialistischen Anschauung als *historisch* bedingtes und sich stetig veränderndes Faktum – als Zugabe, nicht als Gegensatz – mit in die Betrachtungen einbezogen wird. Etwa in dem Sinne: »Was wir jetzt hier erlebt haben, wurde in der Entwicklung der chemischen Wissenschaft in folgender Weise gedeutet ...«. Also z. B. nicht (auch nicht in den Gedanken des Lehrers!): »Das Benzol *ist* eigentlich ein Ring aus sechs Kohlenstoffatomen«, sondern: »Die heutigen Erklärungsversuche der Benzol-Reaktionen gehen auf Kekulé zurück, der dazu ein Modell vorschlug, das sechs Kohlenstoff-Atome in folgender Anordnung zeigt ...«. Vor einem solchen Schritt muß allerdings sichergestellt sein, daß der Schüler ein Molekül-Modell mit den bekannten

Kugeln nicht vordergründig-realistisch auffaßt, genau so wenig, wie er etwa eine als Kreuz in der Landkarte verzeichnete Kirche in der Landschaft selbst als großes Kreuz suchen darf. Dazu ist zumindest ein deutlicher Hinweis auf die (wie Schad richtig erwähnt) zunehmend entmaterialisierte Vorstellung der Modelle bis hin zur wellenmechanischen Interpretation – eben nicht als »Knochen« (!) – notwendig. Hier setzt dann die Aufgabe des Physiklehrers ein, der allerdings meist auch nur eine näherungsweise Beschreibung der modernsten Auffassung geben kann, weil die Erarbeitung der Quantentheorie die Möglichkeiten der Schule übersteigt. Aber auch diese letzte Tatsache vermittelt einen zutreffenden Eindruck von der nicht sinnfällig zu lösenden Frage nach dem Wesen dessen, was gemeinhin als »Materie« bezeichnet wird. Ab welchem Alter die Schüler fähig werden, gedanklich zwischen menschlichen Vorstellungen und naturgegebenen Realitäten zu differenzieren, muß in jedem Falle sorgfältig geprüft werden, damit sie nicht ihre Lebenssicherheit in den Abgründen der interkorpuskularen Leere verlieren. Rudolf Steiner hält es sogar für möglich und »pädagogisch ungeheuer wichtig«, daß der Physiklehrer (!) bei der Besprechung der Elektrizität »bis zur Ionen- und Elektronen-Theorie herunter-kommen kann, ohne von etwas anderem als von Phänomenen zu reden« (Konferenz v. 25. 9. 1919).<sup>9</sup>

9 a.a.O., S. 216 f.

Für die nach der 12. Klasse abgehenden Schüler und erst recht für die Abiturienten der 13. Klasse ist es nach eigener langjähriger Erfahrung kein Problem, die heute üblichen Erklärungsversuche und die in der Klasse erlebten und gedanklich verarbeiteten Phänomene aufeinander zu beziehen, wenn im Unterricht die Beziehungen *relativierend* – und manchmal augenzwinkernd – besprochen worden sind. Es kann dann sogar oft ein gewisser Stolz erspürt werden, daß in der Waldorfschule eigene Wege abseits vom »main-stream« gesucht werden – ohne sich blind zu machen für letzteren, der ja aber auch die heutige Chemie in einen gewissen Verruf getrieben hat.

Die von Schad angeführte Ansicht Steiners, daß der Waldorfschüler in der Oberstufe das Modernste der Naturwissenschaft mitbekommen müsse, bezieht sich m. E. auf die Physik und heißt außerdem nicht, daß man ihm den Materialismus – ohne ihn zu hinterfragen – beibringen müsse. Den Anschluß an die Universitätschemie finden in vielen Fällen auch diejenigen Oberschüler, die Chemie als Prüfungsfach abgewählt hatten, dafür aber ihr Denken bis zum Abschluß der Schule genügend beweglich gehalten haben. Die Bedeutung einer solchen beweglichen Gedankenbildung zeigen die immer wieder erhobenen Forderungen der Wirtschaft an die Ausbildungsstätten. Wer kennt nicht die Warnungen vor dem »Fachidiotentum«?

Zum Schluß sei noch eine Bemerkung gestattet, die sich auf die oft geäußerte Vermutung bezieht, in den Waldorfschulen würden die Schüler in einer von der öffentlichen Meinung erzeugten Stimmung »Chemie ist böse« bestärkt. Das Gegenteil ist der Fall. Fast durch alle Angaben Steiners zum Chemie-Unterricht der einzelnen Klassen ziehen sich die Hinweise auf physiologische, d. h. lebendige Prozesse, die dann für die 12. Klasse in dem Aufruf gipfeln: »Wir wollen einmal die Chemie im innigsten Zusammenhang mit dem Menschen betrachten!«<sup>10</sup> Durch diese allmählich wachsende und schließlich ausdrücklich thematisierte Erkenntnis, daß *alle* Lebensvorgänge des Menschen von chemischen Umwandlungen begleitet sind, bekommen die Schüler ein neues, positives Verhältnis zur Chemie als Wissenschaft, die sonst oft nur negativ vor dem Hintergrund einer ausufernden und schädlichen chemischen Technik beurteilt wird.

Vielleicht kann nun auf Grund dieser Darstellungen auch für den unbefangenen Leser erkennbar werden, wie das Fach Chemie in der Waldorfschule durchaus einen wichtigen Beitrag zum Gesamterziehungsziel leistet, obwohl oder gerade weil manche Schwerpunkte von den gewohnten abweichen. Die Chemielehrer werden darin sicher ihren von Schad vermißten Konsens entdecken.

*Zum Autor:* Reinhard Schoppmann, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Jahrgang 1930, Abitur an der Rudolf-Steiner-Schule Wuppertal, Studium der Chemie in Karlsruhe und Innsbruck. Nach 17 Jahren Berufstätigkeit in der pharmazeutischen Industrie 11 Jahre Oberstufenlehrer an der FWS Pforzheim, ab 1987 Mitarbeiter der Pädagogischen Forschungsstelle beim Bund der Freien Waldorfschulen in Kassel und Dozent für Chemie am dortigen Lehrerseminar für Waldorfpädagogik.

10 Siehe Anm. 8