

- [13] W. Frese, 'Auf heisser Spur in kalten Wolken', *Energie* 1989, 41, 18–23.
- [14] International Energy Agency: Oil and Gas Information 1986–1988, 2 Rue Andre Pascal, 75 775 Paris, Cedex 16, 189, p. 1/85–1/86.
- [15] Federal Aviation Administration (USA): FAA Aviation Forecasts – Fiscal Years 1990–2001, 1990, p. 44–46 and 191.
- [16] M. Kavanaugh, 'New Estimates of NO_x from Aircraft: 1975–2025', 81st Annual Meeting of APCA, 1988, (CA: 111 (20): 179910 g).
- [17] M. Lecht, P. Schimming, G. Winterfeld, Ermittlung der Emissionen ziviler Triebwerkstypen im Teillastbereich, Bericht der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V., IB-325-12, 1986.
- [18] U.S. Environmental Protection Agency: Compilation of Air Pollution Emission Factors, AP-42, 1985.
- [19] G. Weyrauther, J. Brosthaus, I. Höhne, G. Schulz, Ermittlung der Abgasemissionen aus dem Flugverkehr über der BRD. Bericht 6/89, Erich Schmid-Verlag, 1989.
- [20] Oliver, Bauer, Hidalgo, Gardner, Wasykiwskyj, Happ Report, U.S. Federal Aviation Administration, 1977.
- [21] J.C. Bobick, Global Aircraft Emissions Forecasting Model Documentation and Users Manual, FAA Report, SRI International, Menlo Park, CA, 1983.
- [22] D.E. Kinnison, D.J. Wuebbles, 'Preventing Depletion of Stratospheric Ozone – Implications on Future Aircraft Emissions', 82nd Annual Meeting of APCA, 1989, UCRL-99 926, Rev. 1, NTIS: 89013779/XAD.
- [23] W. Bula, Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch des Zivilluftverkehrs in der Schweiz pro 1988, Bericht des Bundesamtes für Zivilluftfahrt 1989.
- [24] H.S. Johnston, D.E. Kinnison, D.J. Wuebbles, 'Nitrogen Oxides from High-Altitude Aircraft, an Update of Potential Effects on Ozone', *J. Geophys. Res.* 1989, 94, 16 351–16 363.
- [25] Ehhalt, Drummond, in 'Chemistry of the Unpolluted and Polluted Troposphere', Eds. Georgii and Jaeschke, Reidel, Dordrecht, 1982.

Chimia 44 (1990) 371–377
© Schweiz. Chemiker-Verband; ISSN 0009-4293

Rückblick auf 40 Jahre Chemieunterricht

(nach einem vor der Berner Chemischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag)

Hans Rudolf Christen*

Im Herbst 1948 habe ich meine Tätigkeit als Chemielehrer begonnen. Ich möchte Ihnen einiges über meine Erfahrungen oder Erlebnisse aus den vergangenen vierzig Jahren berichten. Es soll kein 'wissenschaftlicher' Beitrag sein, sondern eine 'Plauderei'. Bedenken Sie bitte, dass ich von meinen *persönlichen* Erfahrungen berichte, von meiner Schule, von meinen Schülern und von meinem persönlichen Standpunkt aus. Andere Kollegen würden vielleicht ganz andere Dinge berichten oder andere Schwerpunkte setzen.

Also, im Herbst 1948 habe ich angefangen. Ich war damals Doktorand an der ETH. In Winterthur, an der Schule, wo ich selbst zur Schule gegangen bin (und ich mir nach der Maturität vorgenommen hatte, nie mehr einen Fuss in das Schulhaus zu setzen; so hatte ich genug von der Schule!) suchte man einen *Hilfslehrer*, um eine Klasse in Chemie zu unterrichten. Ein Kollege aus unserem ETH-Institut, der bereits in Winterthur als Hilfslehrer tätig war, fragte mich an, ob ich die Klasse übernehmen wolle. 'Man kann ja den Versuch wagen', war meine Meinung, obschon ich eigentlich nicht die Absicht gehabt hatte, das

Lehramt als Beruf zu wählen und dementsprechend auch keine Minute didaktischer Ausbildung genossen hatte. (Böse Zungen werden vielleicht sagen: 'Aha, das merkt man heute noch!'). Ich sagte zu und begann nach den Herbstferien – nach 3 Wochen WK – meinen Unterricht. Mit sehr grosser Angst, muss ich gestehen, denn meine Schwester charakterisierte meine zukünftige Klasse als eine der schlimmsten in der Schule. Ich war meiner Sache gar nicht sicher und war fast überzeugt zu scheitern; niemandem durfte deshalb von meiner zukünftigen Lehrtätigkeit erzählt werden. Ich erinnere mich noch sehr gut an meine erste Stunde und an die Gefühle, mit denen ich zum Schulhaus ging: die Stunde kam mir lang vor; ich hatte zuwenig vorbereitet und der Stoff ging mir fünf Minuten vor Schluss aus. Die Klasse war aber überaus brav.

Im folgenden Frühjahr musste ich noch drei weitere Klassen übernehmen; ich fühlte mich allmählich sicherer, und das Unterrichten begann mir Freude zu machen. Die Situation war damals ganz ähnlich wie heute: *Der* Chemielehrer der Schule stand kurz vor der Pensionierung; vielleicht schätzten die Schüler den frischen, vielleicht auch konsequenteren Unterricht des jungen Doktoranden.

Bevor ich dazu übergehe, von meinen Erfahrungen und Erlebnissen zu berichten,



Hans Rudolf Christen: geboren 1924, Schulen in Winterthur. Studium an der Abteilung für Naturwissenschaften der ETHZ. Diplom 1948, Doktorat 1950. Wahl zum Hauptlehrer für Chemie und Biologie an der Kantonsschule Winterthur (1951). 1964 Lehrauftrag für Didaktik des Mittelschul-Chemieunterrichts an der Universität Zürich, 1975 Wechsel an die ETH. 1983 Ernennung zum Titularprofessor.

1974 Berufung an den neugeschaffenen Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Universität Tübingen. 1975 Lehrauftrag in Tübingen. Ablehnung des Rufes.

Verfasser zahlreicher Lehrbücher für Schule und Hochschule, zuletzt 'Chemieunterricht – eine praxisorientierte Didaktik' (1990). Die letzte Bearbeitung der 'Grundlagen der organischen Chemie' erfolgte gemeinsam mit F. Vögtle in Bonn ('Organische Chemie – Von den Grundlagen zur Forschung', 2 Bände). Mitherausgeber der Zeitschrift 'Chemie in Labor und Biotechnologie'. Verschiedene Veröffentlichungen über Limnologie und farblose Flagellaten. Träger der Gmelin-Beilstein-Denkünze der GDCh für Verdienste um die chemische Literatur (1976) und Ehrenmitglied des Institut Grand Ducal de Luxembourg, Section Sciences (1982).

möchte ich kurz einige allgemeine Gesichtspunkte beleuchten. Bitte bedenken Sie nochmals, dass ich auch hier von meinen persönlichen Erfahrungen berichten muss; meine Feststellungen haben also keineswegs Allgemeingültigkeit. Winterthur ist eben keine Großstadt, und wir haben viele Schüler, die aus der umliegenden Landschaft kommen. Zudem ist unsere Schule – ein 4½-jähriges Gymnasium – in mancher Hinsicht eine 'Aufstiegsschule'.

* Correspondence: Prof. Dr. H. R. Christen
Wolfensbergstr. 10
CH-8400 Winterthur

- [13] W. Frese, 'Auf heisser Spur in kalten Wolken', *Energie* 1989, 41, 18–23.
- [14] International Energy Agency: Oil and Gas Information 1986–1988, 2 Rue Andre Pascal, 75 775 Paris, Cedex 16, 189, p. 1/85–1/86.
- [15] Federal Aviation Administration (USA): FAA Aviation Forecasts – Fiscal Years 1990–2001, 1990, p. 44–46 and 191.
- [16] M. Kavanaugh, 'New Estimates of NO_x from Aircraft: 1975–2025', 81st Annual Meeting of APCA, 1988, (CA: 111 (20): 179910 g).
- [17] M. Lecht, P. Schimming, G. Winterfeld, Ermittlung der Emissionen ziviler Triebwerkstypen im Teillastbereich, Bericht der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V., IB-325-12, 1986.
- [18] U.S. Environmental Protection Agency: Compilation of Air Pollution Emission Factors, AP-42, 1985.
- [19] G. Weyrauther, J. Brosthaus, I. Höhne, G. Schulz, Ermittlung der Abgasemissionen aus dem Flugverkehr über der BRD. Bericht 6/89, Erich Schmid-Verlag, 1989.
- [20] Oliver, Bauer, Hidalgo, Gardner, Wasykiwskyj, Happ Report, U.S. Federal Aviation Administration, 1977.
- [21] J. C. Bobick, Global Aircraft Emissions Forecasting Model Documentation and Users Manual, FAA Report, SRI International, Menlo Park, CA, 1983.
- [22] D. E. Kinnison, D. J. Wuebbles, 'Preventing Depletion of Stratospheric Ozone – Implications on Future Aircraft Emissions', 82nd Annual Meeting of APCA, 1989, UCRL-99 926, Rev. 1, NTIS: 89013779/XAD.
- [23] W. Bula, Schadstoffemissionen und Treibstoffverbrauch des Zivilluftverkehrs in der Schweiz pro 1988, Bericht des Bundesamtes für Zivilluftfahrt 1989.
- [24] H. S. Johnston, D. E. Kinnison, D. J. Wuebbles, 'Nitrogen Oxides from High-Altitude Aircraft, an Update of Potential Effects on Ozone', *J. Geophys. Res.* 1989, 94, 16 351–16 363.
- [25] Ehhalt, Drummond, in 'Chemistry of the Unpolluted and Polluted Troposphere', Eds. Georgii and Jaeschke, Reidel, Dordrecht, 1982.

Chimia 44 (1990) 371–377
© Schweiz. Chemiker-Verband; ISSN 0009-4293

Rückblick auf 40 Jahre Chemieunterricht

(nach einem vor der Berner Chemischen Gesellschaft gehaltenen Vortrag)

Hans Rudolf Christen*

Im Herbst 1948 habe ich meine Tätigkeit als Chemielehrer begonnen. Ich möchte Ihnen einiges über meine Erfahrungen oder Erlebnisse aus den vergangenen vierzig Jahren berichten. Es soll kein 'wissenschaftlicher' Beitrag sein, sondern eine 'Plauderei'. Bedenken Sie bitte, dass ich von meinen *persönlichen* Erfahrungen berichte, von meiner Schule, von meinen Schülern und von meinem persönlichen Standpunkt aus. Andere Kollegen würden vielleicht ganz andere Dinge berichten oder andere Schwerpunkte setzen.

Also, im Herbst 1948 habe ich angefangen. Ich war damals Doktorand an der ETH. In Winterthur, an der Schule, wo ich selbst zur Schule gegangen bin (und ich mir nach der Maturität vorgenommen hatte, nie mehr einen Fuss in das Schulhaus zu setzen; so hatte ich genug von der Schule!) suchte man einen *Hilfslehrer*, um eine Klasse in Chemie zu unterrichten. Ein Kollege aus unserem ETH-Institut, der bereits in Winterthur als Hilfslehrer tätig war, fragte mich an, ob ich die Klasse übernehmen wolle. 'Man kann ja den Versuch wagen', war meine Meinung, obschon ich eigentlich nicht die Absicht gehabt hatte, das

Lehramt als Beruf zu wählen und dementsprechend auch keine Minute didaktischer Ausbildung genossen hatte. (Böse Zungen werden vielleicht sagen: 'Aha, das merkt man heute noch!'). Ich sagte zu und begann nach den Herbstferien – nach 3 Wochen WK – meinen Unterricht. Mit sehr grosser Angst, muss ich gestehen, denn meine Schwester charakterisierte meine zukünftige Klasse als eine der schlimmsten in der Schule. Ich war meiner Sache gar nicht sicher und war fast überzeugt zu scheitern; niemandem durfte deshalb von meiner zukünftigen Lehrtätigkeit erzählt werden. Ich erinnere mich noch sehr gut an meine erste Stunde und an die Gefühle, mit denen ich zum Schulhaus ging: die Stunde kam mir lang vor; ich hatte zuwenig vorbereitet und der Stoff ging mir fünf Minuten vor Schluss aus. Die Klasse war aber überaus brav.

Im folgenden Frühjahr musste ich noch drei weitere Klassen übernehmen; ich fühlte mich allmählich sicherer, und das Unterrichten begann mir Freude zu machen. Die Situation war damals ganz ähnlich wie heute: *Der* Chemielehrer der Schule stand kurz vor der Pensionierung; vielleicht schätzten die Schüler den frischen, vielleicht auch konsequenteren Unterricht des jungen Doktoranden.

Bevor ich dazu übergehe, von meinen Erfahrungen und Erlebnissen zu berichten,



Hans Rudolf Christen: geboren 1924, Schulen in Winterthur. Studium an der Abteilung für Naturwissenschaften der ETHZ. Diplom 1948, Doktorat 1950. Wahl zum Hauptlehrer für Chemie und Biologie an der Kantonsschule Winterthur (1951). 1964 Lehrauftrag für Didaktik des Mittelschul-Chemieunterrichts an der Universität Zürich, 1975 Wechsel an die ETH. 1983 Ernennung zum Titularprofessor.

1974 Berufung an den neugeschaffenen Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Universität Tübingen. 1975 Lehrauftrag in Tübingen. Ablehnung des Rufes.

Verfasser zahlreicher Lehrbücher für Schule und Hochschule, zuletzt 'Chemieunterricht – eine praxisorientierte Didaktik' (1990). Die letzte Bearbeitung der 'Grundlagen der organischen Chemie' erfolgte gemeinsam mit F. Vögtle in Bonn ('Organische Chemie – Von den Grundlagen zur Forschung', 2 Bände). Mitherausgeber der Zeitschrift 'Chemie in Labor und Biotechnologie'. Verschiedene Veröffentlichungen über Limnologie und farblose Flagellaten. Träger der Gmelin-Beilstein-Denkünze der GDCh für Verdienste um die chemische Literatur (1976) und Ehrenmitglied des Institut Grand Ducal de Luxembourg, Section Sciences (1982).

möchte ich kurz einige allgemeine Gesichtspunkte beleuchten. Bitte bedenken Sie nochmals, dass ich auch hier von meinen persönlichen Erfahrungen berichten muss; meine Feststellungen haben also keineswegs Allgemeingültigkeit. Winterthur ist eben keine Großstadt, und wir haben viele Schüler, die aus der umliegenden Landschaft kommen. Zudem ist unsere Schule – ein 4½-jähriges Gymnasium – in mancher Hinsicht eine 'Aufstiegsschule'.

* Correspondence: Prof. Dr. H. R. Christen
Wolfensbergstr. 10
CH-8400 Winterthur

Schüler aus der Stadt und vor allem aus Akademikerkreisen besuchen viel eher das 6¹/₂-jährige Gymnasium.

Was lässt sich über die *Schülerschaft* und ihren Wandel im Verlauf der vierzig Jahre aussagen?

Das Auffälligste ist der *äussere Wandel*. Wohin sind nur die hübsch gekleideten Mädchen der fünfziger Jahre gekommen? (1958 wollte unser Rektor noch den Mädchen das Tragen von Gehhosen verbieten!) Das äussere Bild, die Aufmachung und Kleidung, die Jeans-Uniform der heutigen Schüler wirken auf mein konservatives Gemüt eher abstossend. Höflicher sind sie auch nicht geworden, ganz im Gegenteil! Gegrüsst wird man z. B. bestenfalls von den eigenen Schülern! Doch das Äussere täuscht in vielen Fällen. Auch heute noch gibt es viele interessierte Schüler, die mitmachen und etwas lernen wollen; ich kann mich jedenfalls über meine Klassen nicht beklagen, im Gegenteil! Die Schüler sind dankbar, wenn ihnen die oft schwierig erscheinende Chemie verständlich und interessant dargeboten wird. Das galt sogar auch für die in mancher Hinsicht vielleicht etwas schwierigeren siebziger Jahre. Ein Kollege aus Deutschland, der 1971 oder 1972 meine Klassen besucht hat, fragte damals eine Klasse, was sie von ihrem Chemielehrer erwarteten. Zu seinem Erstaunen bekam er von einem Schüler, der ausgesprochen 'links' stand, die Antwort: 'Ich erwarte von ihm, dass er mir den Stoff so erklärt, dass ich ihn verstehe!' (Der Deutsche erwartete Antworten wie etwa 'Er soll für mich und meine Probleme Verständnis haben'.) Dies gilt sicher heute auch noch. Ein interessanter und anregender, klar aufgebauter Chemieunterricht mit einer verständlichen Theorie und mit schönen Experimenten vermag auch die heutigen Schüler zu fesseln. Ich muss allerdings betonen, dass ich nicht für alle Schulen sprechen kann; seit 15 Jahren unterrichte ich nämlich nur noch Schüler der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung, die naturgemäss an Chemie mehr interessiert sind als andere. So haben Umfragen, die vor 2 Jahren durchgeführt worden sind, ergeben, dass Chemie oder Physik in der Beliebtheitsrangliste der Fächer bei 40% unserer Schüler im ersten oder zweiten Rang stehen!

Zugegeben: wir hatten auch gelegentlich schwierigere Zeiten, so z. B. eben in den frühen siebziger Jahren, als sich der Geist der antiautoritären Achtundsechziger bemerkbar machte. Zudem hatten wir in unserer Schule wegen der Neubesetzung des Rektorpostens starke Auseinandersetzungen in der Lehrerschaft, was sich naturgemäss auch auf das 'Klima' in der Schule auswirkte.

Natürlich war die Jugend der fünfziger Jahre viel eher bereit, Dinge einfach hinzunehmen, ohne sie ständig in Frage zu stellen. Es war wohl für den Lehrer damals bequemer und einfacher zu unterrichten, gerade das 'in Frage stellen' von manchem, das durch Tradition oder aus Bequemlich-

keit des Lebens 'immer so gemacht' worden war, zwang uns Lehrer aber zum steten Überdenken unseres Unterrichts, seiner Inhalte und Formen.

Geändert hat sich allerdings das *Umfeld* der Schüler. Der heutige Schüler wird durch sein Umfeld in einem viel höheren Mass beeinflusst und abgelenkt als früher. Es steht ihm mehr Geld zur Verfügung, er kann mehr konsumieren; Fernsehen und Disco ersetzen in einem hohen Mass die private Lektüre und die Gespräche unter Schülern. Viele heutige Schüler können nicht mehr 'lesen'; man muss ihnen z. B. zeigen, wie man ein Schulbuch 'liest'. 'Studieren' ist für sie schwieriger geworden. Die in der Umwelt allgegenwärtige Tonberieselung erleichtert die so notwendige Arbeit im 'stillen Kämmerlein' nicht.

Drogenprobleme? Hier zeigt sich wieder der spezifische Charakter unserer Schule. Gewiss hatten wir in den siebziger Jahre Fälle von Drogenkonsum. Aber es ist so, wie es mein Freund und Schulleiter in einem Interview mit der Winterthurer Tageszeitung formuliert hat: 'Der Beruf eines Gymnasiasten ist mit dem Drogenkonsum nicht vereinbar!' Das heisst natürlich nicht, dass ein Schüler wegen Drogenkonsums aus der Schule fliegt, sondern wenn dadurch seine Leistungen sinken, er sozusagen automatisch die Schule nach einiger Zeit verlassen wird. Wir haben ja keine Oberstufenreform erfahren; noch immer bewegt sich der Anteil der Abiturienten um 10–15% der Jugendlichen eines Jahrgangs, und Leistung wird wie eh und je gefordert und erbracht.

Dass sich auch die *Lehrerschaft* – mindestens äusserlich – gewandelt hat, ist selbstverständlich. Stehkragen und Krawatte im Hochsommer sind verschwunden; man gibt sich ungezwungener, auch gegenüber den Schülern. Mein persönliches Verhalten den Schülern gegenüber hat sich allerdings in den vielen Jahren kaum geändert. Das Gespräch mit den Schülern war auch früher möglich, 'autoritär' im üblen Sinn waren wir Chemielehrer eigentlich nie, und Disziplinschwierigkeiten hatten wir im Chemieunterricht kaum. Weitgehend verschwunden sind allerdings die Originale unter den Lehrern, wie wir sie seinerzeit während unserer Schulzeit kannten. Auch die mehr oder weniger 'lustigen' Schülerstreiche, wie sie früher beinahe gang und gäbe waren, kommen kaum mehr vor.

Was und wie wurde denn in den frühen fünfziger Jahren *unterrichtet*? Auch mein Anfang war ganz der Tradition verhaftet; ich hatte mein eigenes Chemieheft aus meiner Schulzeit hervorgehoben und machte anfänglich ungefähr dasselbe, was unser Chemielehrer uns geboten hatte. Es war in erster Linie 'Stoffchemie' – so behandelte ich z. B. wie andere Darstellung, Eigenschaften und Verbindungen der wichtigsten Elemente. Die Aufzählung der Darstellungsmöglichkeiten der Halogene gehörte ebenso zum Unterrichtsstoff wie die Chlor-Sauerstoff-Säuren. Der Wertigkeitsbegriff spielte eine grosse Rolle, wobei

die Wertigkeiten 'gelernt' werden mussten. Ganz selbstverständlich war ein Kapitel 'Säuren, Basen, Salze'. BaO war ein 'Basenanhydrid', NaOH enthielt das OH-Radikal und bei der Elektrolyse traten Sekundärreaktionen auf, indem z. B. das SO₄²⁻-Ion dabei zuerst zum SO₄⁻-Radikal entladen wurde, das sich dann 'sekundär' mit Wasser zu Schwefelsäure und Sauerstoff umsetzte.

Als Theorie genügte für längere Zeit das Dalton-Modell; Periodensystem und Bohr-Modell fanden in die Schule nur zögernd Eingang. Ich erinnere mich jedenfalls noch an eine Diskussionsveranstaltung unter Chemielehrern in Zürich im Herbst 1948, wo lebhaft darüber gestritten wurde, ob die 'Elektronentheorie' im Schulunterricht Verwendung finden sollte, d. h. ob man vom 'Atombau' in der Schule überhaupt etwas erzählen sollte. Die grosse Mehrzahl der Kollegen wehrte sich vehement dagegen mit den Argumenten, das sei zu kompliziert und theoretisch, die Schule hätte in erster Linie Stoffchemie zu treiben und der Atombau gehöre auf die Hochschule.

Wir jüngeren Chemiker und Naturwissenschaftler hatten an der ETH eine ganz im Rahmen des Traditionellen gelegene Ausbildung erhalten, Namen wie TREADWELL oder RUZICKA belegen dies. Bei TREADWELL bildete die Bohrsche Theorie des Wasserstoffatoms einen Höhepunkt, und er sprach noch wie WERNER von Haupt- und Nebenvalenzen beim Aufbau von Komplexen. RUZICKA wollte nach seiner eigenen Aussage die Elektronentheorie der Valenz nicht mehr lernen; ihm genügte der Valenzstrich. Er empfahl uns eine Vorlesung des damals jungen Dozenten PRELOG, der uns in die Grundlagen der Wellenmechanik einführen wollte. Verstanden habe ich als Student davon allerdings nicht viel. Der Valenzstrich beherrschte auch die anorganischen Verbindungen; die Zahl der Valenzstriche entsprach der Wertigkeit. So schrieben wir 'Strukturformeln' für CaCO₃ oder Na₂SO₄ mit Strichen zwischen den Metall- und den Sauerstoffatomen oder die 'Strukturformel' von Salpetersäure mit zwei N=O-Doppelbindungen; Stickstoff war ja fünfwertig! Ich erinnere mich an eine Vorlesung von PRELOG, in der er hier eine einfache und eine Doppelbindung schrieb und dazu sagte: 'Pentakovalenten Stickstoff darf es nicht geben!' Kaum einer von uns begriff damals, warum das so sein muss. Von BRÖNSTED hörten wir nichts; einen Reaktionsmechanismus (die Nitrierung) lernte ich zum erstenmal bei einem Kolloquium an der Uni Bern im Jahr 1951 kennen. Ich hörte das mit ziemlichem Erstaunen, denn vorher hatte ich geglaubt, die zugesetzte Schwefelsäure wirke wasserabspaltend – jetzt erfuhr ich, dass sie NO₂⁺-Ionen 'erzeugt'! Im anorganischen Praktikum 'herrschte' die qualitative und quantitative Analyse; für Wägungen benützte man die alten Analysen-Balkenwaagen, bei denen man zuerst durch Auszählen von Schwingungen den Nullpunkt fest-

legen musste und dann durch Verschieben des Reiters Zehntel-Milligramme wägen konnte. So eine Wägung konnte gut und gern 20 min dauern. Im Institut für anorganische Chemie in Bern existierte 1951 eine einzige METTLER-Waage, mit welcher nur der Chef, Prof. FEITKNECHT, persönlich wägen durfte. Mit den Glaselektroden war's ähnlich.

Bücher wie z. B. die 'Anorganische Chemie' von SCHWARZENBACH oder PAULINGS 'General Chemistry' (deren erste Auflage ich im Sommer 1949 gekauft habe) zeigten uns aber auch modernere Aspekte der Chemie. Insbesondere SCHWARZENBACH benutzte konsequent die BRÖNSTED-Begriffe und erklärte mit ihnen die 'Hydrolyse' der Salze, was uns vorher nur mit allerlei gedanklichen Verrenkungen möglich gewesen war. Auf SCHWARZENBACH geht auch die Einteilung der Stoffe nach ihren physikalischen Eigenschaften in fünf Stoffklassen zurück, was manche Kollegen in ihren Unterricht übernahmen. Ein vier Jahre älterer Kollege, der zunächst auch in Winterthur gewirkt hatte, dann aber in Zürich seine Lebensstellung fand, Dr. Kurt GROB, führte schon 1946 mit einer Klasse das Bohr-Modell relativ früh ein, ging dann in Zürich zum 'Kastenmodell' von KUHN über und erklärte 1952 mit aller Bestimmtheit: 'Ich werde nicht zum Bohrschen Modell zurückkehren!' 1952 – als manche Kollegen noch mit sich kämpften, überhaupt ein strukturiertes Atommodell im Schulunterricht zu bringen und wenn schon, dann erst möglichst spät.

1951 war für mich ein wichtiges Jahr. Ich wurde zum *Hauptlehrer* für Chemie und Biologie an unserer Schule gewählt und wurde dadurch der Nachfolger meines eigenen Chemielehrers. (Biologie habe ich allerdings seit 1958 nie mehr erteilt!) Von nun an unterrichtete ich bis 1975 ein volles Pensum (25 Lektionen/Woche); da ich 1975 die Fachdidaktik für Chemie an der ETH übernahm, wurde mein Pensum auf die Hälfte reduziert.

1951 – immer noch bewegte sich mein Unterricht in *traditionellen* Bahnen. Ich benutzte Wertigkeiten, die vor der Behandlung des Periodensystems oder gar der Bindungslehre eingeführt wurden, und die man immer noch zu lernen hatte. Die einzelnen Stoffgruppen des Periodensystems bildeten das Rückgrat; Bohr-Modell und einfachste Bindungslehre wurden nach ungefähr einem Jahr Unterricht eingeführt. Ein Satz, den ich damals von einer Klasse hörte, als ich auf das Zustandekommen chemischer Bindungen einging 'Wenn Sie uns das früher erzählt hätten, hätten wir viel mehr verstanden!' blieb mir bis heute im Gedächtnis. Immerhin ist doch festzuhalten, dass das Bohr-Modell und damit die 'Elektronentheorie' ab etwa 1950 ihren Einzug in meinen Unterricht gehalten hat.

Und die *Unterrichtsmethode*? Sie war damals wie heute im Prinzip fragend-entwickelnd. Es wurde (und wird) im Klassenverband unterrichtet (eine Oberstufenre-

form à la Bundesrepublik Deutschland wurde zwar in den sechziger Jahren diskutiert, jedoch – zu unserem Glück, wie ich meine – nie durchgeführt). Das Experiment spielte seit je (und spielt noch immer) eine wichtige Rolle, obschon ich früher von deutschen Kollegen oft die Meinung hörte: 'Der CHRISTEN experimentiert nicht!' Dies wohl deshalb, weil ich in meine Bücher mit voller Absicht keine Anleitungen für Schüler- oder gar Lehrerversuche aufgenommen habe. Experimente dienen uns als Ausgangspunkte für gedankliche Entwicklungen, zur Bestätigung einer Überlegung oder zum simplen Veranschaulichen eines Sachverhalts; sicher ist, dass in meinem Unterricht oder im Unterricht meiner Winterthurer Kollegen nicht weniger experimentiert wird als anderswo, ja ich würde sogar meinen, sogar eher mehr. Allerdings – das muss betont werden – Schülerversuche werden während des normalen Unterrichts gewöhnlich nicht durchgeführt; das hörsaalartige Chemiezimmer lässt dies nicht zu. Der Praktikumsunterricht ist vielmehr vom Klassenunterricht auch zeitlich völlig getrennt; sollen zu einem bestimmten Thema einmal sogleich Schülerversuche durchgeführt werden, so geht man mit der Klasse ins Laboratorium.

Während vieler Jahre wurde ich in Deutschland als Vertreter der 'deduktiven' Unterrichtsmethode betrachtet oder gar verschrien. Gewiss gehen meine Kollegen und ich eher 'deduktiv' vor als beispielsweise ein deutscher Mittelstufenlehrer; die knappe uns zur Verfügung stehende Zeit (2 bis 2½ Jahre mit 2 bis 3 Wochenstunden im 11. bis 13. Schuljahr und zusätzlichem Praktikum während zwei oder drei Semestern) lässt ein anderes Verfahren gar nicht zu. Sogenannter 'Forschungsunterricht' ist bei uns nicht durchführbar. Trotzdem ist es (wie schon gesagt) häufig möglich, von Experimenten – Beobachtungen! – auszugehen und so wenigstens kleinere oder grössere Abschnitte eher 'induktiv' zu erarbeiten. Musterbeispiele dafür sind für mich die Einführung der Säure- und Base-Begriffe, der Oxidation von Alkoholen und heute auch des chemischen Gleichgewichts.

Wir meinen, dass diese Unterrichtsform unseren 17- bis 19jährigen Schülern am besten angepasst ist. Sie erfordert vom Schüler intensive gedankliche Mitarbeit, die natürlich nicht jeder erbringen kann oder will. Ich glaube aber, dass es doch möglich ist, der Mehrzahl von ihnen ein Verständnis der 'Chemie' zu vermitteln.

Die *frühen fünfziger Jahre* waren für mich die entscheidende Zeit sowohl des eigenen Lernens wie auch der Suche nach Möglichkeiten zur Modernisierung des Unterrichts. Die angelsächsische Literatur bot mir eine Fülle von neuen Erkenntnissen und Anregungen; insbesondere faszinierte mich ein Buch von GOULD ('Inorganic Reactions and Structure'). Auch aus dem ganz hervorragenden, auch heute noch modernen Buch von H. G. WINKLER

'Struktur und Eigenschaften der Kristalle' habe ich sehr viel gelernt. 1953 fand in Zürich ein erster Chemielehrer-Kurs statt. Hier hörte ich einen Vortrag von Prof. GÜNTARD von der ETH über Chemische Bindung, gedeutet mit dem Orbital-Modell und der MO-Theorie, etwa entsprechend dem Buch von COULSON ('Valence'), der die meisten Kollegen – auch mich! – zum guten Teil überforderte. Unter Kollegen spielten sich hitzige Diskussionen ab, ob die BRÖNSTED-Begriffe im Unterricht benutzt werden sollten; ich war damals noch skeptisch. Ein erster Versuch damit – 1954 noch zaghaft begonnen – überzeugte mich.

Im Unterricht begann ich allmählich, die 'Stoffchemie' in den Hintergrund zu drängen und mehr und mehr die allgemeinen Gesetzmässigkeiten zu betonen. Insbesondere faszinierte mich das Konzept der 'Elektronegativität' (PAULING) und damit verbunden die Möglichkeit, dass auch der Schüler Polarität und damit Stärke von Bindungen und den exothermen bzw. endothermen Verlauf einfacher Reaktionen abschätzen konnte. In der Aufsichtskommission der Schule sass damals ein älterer Herr, Kollege meines Vaters an der Ingenieurschule, dem dies jedoch gar nicht einleuchten wollte und der ständig über die 'moderne' Chemie schimpfte, weil er der Meinung war, der Chemieunterricht hätte in allererster Linie Stoffkenntnisse zu vermitteln. Fast bei jedem Besuch bei meinen Eltern musste ich mir Kritik am Chemieunterricht anhören; auch beim damaligen Rektor (einem Physiker) wurde diese Kritik laut. Jedesmal, wenn ich zu jener Zeit aufs Rektorat zitiert wurde, hatte ich Herzklopfen, obschon der Rektor den jungen Chemielehrer gegenüber 'oben' stets in Schutz nahm. Die Vorwürfe betreffend mangelnder Stoffkenntnis meiner Schüler verstummten erst, als der betreffende Herr seinen Rücktritt genommen hatte.

Angeregt durch einen Artikel meines Zürcher Kollegen GROB schrieb ich 1955 meinen ersten Aufsatz über 'modernen Chemieunterricht' in die MNU, die Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. Er hatte zur Folge, dass eines Tages Herr Dr. LEIMBACH, der Leiter der Lehrmittelfirma PHYWE, in meinem Vorbereitungsraum auftauchte und mich kurzerhand für einen Vortrag für einen Fortbildungskurs in Göttingen anheuerte. Mit sehr gemischten Gefühlen fuhr ich im Sommer 1956 noch mit einer Dampflokomotive nach Göttingen; überrascht hat mich nachher nicht die Tatsache, dass die meisten Kollegen meine Ideen abgelehnt haben, sondern dass es doch mit einigen Kollegen – ich erinnere mich z. B. an einen Kollegen aus Krefeld – zu höchst anregenden Gesprächen gekommen ist. Auch im Institut von Prof. GLEMSER kam es zu interessanten Gesprächen; so erinnere ich mich an einen seiner Doktoranden, mit dem ich über die unterschiedliche EN der Halogene und von Sauerstoff diskutierte und der sich höch-

lich darüber wunderte, dass das EN-Konzept einem Gymnasiallehrer (schon) bekannt war.

Wieder eine entscheidende Zeit waren die Jahre 1959–1965. Auf Einladung der OECD versammelten sich im Frühjahr 1960 Chemielehrer und -professoren aus allen europäischen Ländern und den USA in Greystones (Irland) und diskutierten während 14 Tagen Fragen der Modernisierung des Chemieunterrichts. Die Vertreter der Schweiz (Kurt GROB, Pater ZÜND aus Einsiedeln und ich) sowie die Kollegen aus Schweden waren die 'Progressiven', während z. B. die Holländer noch ganz energisch das Bohr-Modell vertraten (von dem auch ich unterdessen längst abgekommen war) und BRÖNSTED entschieden ablehnten. Aus den USA nahmen u. a. die Herren STRONG (CBA) und CAMPBELL (Chem Study) an der Tagung teil; sie haben uns allen viel Anregungen gegeben. Die Folgen dieser Tagung zeigen sich in den nächsten Jahren: selbst konservative Kollegen in Belgien, Luxemburg, Frankreich und Grossbritannien modernisierten Unterricht und Lehrbücher.

Die OECD ermöglichte während der folgenden Jahre eine Fortführung der internationalen Zusammenarbeit. Auf einer Tagung in Frascati wurde der Band 'Chemistry to-day' erarbeitet, der später, von Günter KELLER übersetzt, unter dem Titel 'Chemieunterricht heute' bei Diesterweg erschienen ist. An der letzten Tagung in London (1963) nahmen aus der Bundesrepublik die Herren Dr. ADOLF (Hamburg), Dr. MUTSCHELLER (Karlsruhe) und Dr. BAURMANN (ebenfalls aus Karlsruhe) teil; sie trugen die neuen Ideen dann nach Deutschland.

Und die *Chemiebücher*? 1942 hatte die Vereinigung Schweizer Naturwissenschaftslehrer (VSN) erstmals ein eigenes Chemiebuch herausgegeben, weil die früher benutzten Bücher aus Deutschland entweder ungeniessbar (weil 'braun') oder nicht mehr erhältlich waren. Dieses Buch stammte von verschiedenen Autoren; jeder Abschnitt war von einem bestimmten Kollegen geschrieben worden. Es enthielt zahlreiche Versuchsvorschriften und war für die damalige Zeit ultramodern. Verschiedene seiner Kapitel sind auch heute noch lesenswert! Wegen seines grossen Umfangs stiess es aber manchenorts auf Kritik, so dass mein Vorgänger in Winterthur, Dr. E. HESS, um 1948 von der VSN den Auftrag erhalten hatte, ein kürzeres, für die Hand des Schülers besser geeignetes Buch zu schaffen. Das Buch entstand in enger Zusammenarbeit aller Mitglieder der Chemiebuchkommission (wie sie damals noch hiess); jedes neu geschriebene Kapitel wurde von jedem Mitglied begutachtet, ergänzt oder verbessert. Es erschien Anfang der fünfziger Jahre.

Als der Vorrat der zweiten Auflage langsam dem Ende entgegenging, beschloss die Chemiebuchkommission, nun ein neues, moderneres Werk herauszugeben, und zwar in zwei Ausgaben, einer umfangrei-

cheren, vor allem für den Typus C bestimmten und einer knapperen, für die Typen A und B. Weil sich keiner der von der Kommission zunächst angefragten Kollegen als Verfasser zur Verfügung stellen wollte, wurde diese Aufgabe mir übertragen – 1959. Der Gedanke, ein Lehrbuch zu schreiben, lag mir allerdings nicht ganz fern, hatte doch bereits mein Vater verschiedene Bücher verfasst ('Materiallehre', 'Stahl als Werkstoff' u. a.). Auch hatte mir meine Frau – auf einen Ausruf 'Mir passt einfach kein Lehrbuch!' – bereits früher im Scherz geraten, selbst eines zu schreiben. So packte ich die neue Aufgabe an. Mein Wunsch, das Buch bzw. die Bücher allein, ohne Mitwirkung der Kommission zu verfassen, wurde unter leichtem Murren akzeptiert; ich glaube heute noch, dass gerade diese Tatsache – ein einziger Verfasser – für den Erfolg mitverantwortlich war.

Ende 1960 war das Manuskript des 'dicken CHRISTEN' fertig; er ging bei Sauerländer in den Satz. Im Frühjahr 1962 läutete ein meiner Frau unbekannter Herr an unsere Haustüre: 'Ich bin Hans SAUERLÄNDER und bringe das erste Exemplar des neuen Buches!' Der grosse Augenblick war gekommen! Natürlich war ich auf die Reaktion der Kollegen und die Rezensionen gespannt. Ich hörte und las am Anfang nicht nur Positives; insbesondere ist mir noch ein Brief eines Kollegen an den Verlag in Erinnerung, der besagte, dass das Buch 'viel zu modern' sei, und dass die meisten Lehrer den darin enthaltenen Stoff zuerst selbst lernen müssten. Der Kollege befürchtete einen Misserfolg, wenn das geplante zweite, kürzere, Buch nicht etwas 'gemässigt' werde. Nun, es wurde nicht gemässigt, und eine gute Rezension meines heutigen Kollegen ARNI (Bern) in der *Chimia* trug zu seinem Erfolg bei.

Prof. STIEGER hatte mir bereits Kontakte mit dem Diesterweg-Salle-Verlag vermittelt. Obschon es zunächst so aussah, wie wenn der Frankfurter Verlag das Buch, die 'Chemie' auch in Deutschland bekanntmachen und vertreiben wolle, wurde nichts daraus, weil es dem Verlag für die deutschen Schulen unbrauchbar schien. Erst die 'Kurzfassung', die 'Allgemeine Chemie' wurde in das Verlagssortiment übernommen. Die Bahn frei für eine Verbreitung in Deutschland machte eine begeisterte Rezension von Prof. DIMROTH in 'Chemie für Labor und Betrieb', in der er die neuen Schulbücher dem 'Handbuch der Schulchemie' (KINTTOF-WAGNER) gegenüberstellte.

Einige Bücher wurden auch in andere Sprachen, vor allem ins Spanische, übersetzt. Daran knüpft sich ein nettes Erlebnis: Um 1965 erhielt ich von einem ehemaligen Schüler eine Karte aus Bolivien, auf der er schrieb, er hätte in einer dortigen Buchhandlung das Chemiebuch ausgestellt gesehen, das sie als Schüler seinerzeit benutzt hätten, allerdings auf spanisch!

Im Sommer 1962 führte Prof. SCHUMACHER (damals an der Universität Zürich) einen Kurs für Chemielehrer durch

und bot uns während einer Woche eine gründliche Einführung in die allgemeine Chemie. Er war kurz vorher von einem Studienaufenthalt in den USA zurückgekommen und stellte uns das *Kimball-Modell* ('Kugelwolkenmodell') als das für die Schule am besten geeignete Modell vor. Während andere Kollegen davon begeistert waren, blieb ich zunächst ablehnend ('Warum ein weiteres Modell? Es ist ja bisher auch gegangen!') Ich sehe Herrn SCHUMACHER und mich heute noch, wie wir im Hof des Chemiegebäudes der Uni Zürich unsere Runden drehten und er mich zu einem Versuch mit dem *Kimball-Modell* überreden wollte. Kollege GROB – gegenüber Neuerungen damals aufgeschlossener als ich – sagte mir am Telefon: 'Bist Du wirklich schon so alt, dass Du nichts Neues mehr ausprobieren willst?' Erst ein Jahr später überwand ich meine Bedenken und führte das Modell versuchsweise mit zwei Klassen ein. Der Erfolg war durchschlagend; ich blieb während langer Zeit ein überzeugter Vertreter dieses Modells und habe dann auch auf der Fördervereinstagung 1963 in Kiel darüber vorgetragen. Dass die Kollegen in Deutschland zunächst skeptisch blieben, war nicht zu verwundern; allerdings klangen einige Argumente mehr als komisch ('Wenn schon ein Modell, warum nicht gleich das Richtige?') Manche waren auch nur schwer von der Überzeugung abzubringen, eine Doppelbindung 'bestehe aus zwei prinzipiell verschiedenartigen Bindungen'; dass dies der Inhalt einer besonderen Modellvorstellung, nämlich des HMO-Modells ist, war nicht nur ihnen, sondern auch manchem Studenten nicht klar. Noch 1971 sagte mir ein Doktorand der anorganischen Chemie nach der Vorlesung über Modelle, heute sei ihm zum erstenmal der Modellcharakter dieser Vorstellung klar geworden.

In den frühen sechziger Jahre habe ich auch begonnen, Literatur über organische *Reaktionsmechanismen* zu studieren, ein Gebiet, das mich faszinierte, wohl gerade deshalb, weil es mir vorher ganz fremd gewesen war. 1963 führte Prof. SCHMID an der Universität Zürich einen Kurs über moderne organische Chemie durch. Hier wurde die 'Mechanistik' vertieft und auf zahlreiche uns bekannte Reaktionen angewandt. Wie wohl alle Zuhörer war auch ich davon begeistert. Und was tut man als begeisterter Lehrer? Man sucht nach Wegen, das Neu-Gelernte in die Schulstube zu übertragen. Während einer Reihe von Jahren habe ich nach geeigneten Wegen gesucht, denn ich war überzeugt, dass 'Reaktionsmechanismen in der organischen Chemie eine ähnliche Rolle spielen werden wie das Periodensystem in der anorganischen Chemie' (wie ein Stuttgarter Kollege einmal in der Diskussion nach einem Vortrag gesagt hat).

Und mein *eigener Unterricht* während der sechziger Jahre? Nach Einführung der Grundbegriffe, der Vorstellung einiger wichtiger Elemente und Verbindungen folgten Atommodelle (*Dalton-* und *Kugel-*

wolkenmodell!), Bindungslehre (Atom- und Ionenbindung, Metalle), Quantitative Beziehungen (höchstens 4 Stunden!), Reaktionsgeschwindigkeit, Gleichgewicht und Säure/Base-Theorie. Anschliessend wurden Stoffe behandelt, allerdings nicht mehr nach Elementgruppen geordnet, sondern zuerst die nichtmetallischen Elemente, dann ihre Wasserstoff- und Sauerstoffverbindungen. Es folgte ein ausführliches Kapitel 'Elektrochemie' und dann – am Schluss – die organische Chemie. Sie nahm etwa $\frac{1}{6}$ der Gesamtunterrichtszeit ein und stützte sich, wie erwähnt, besonders auf die Mechanismen organischer Reaktionen. Der Versuch, der mechanistischen Betrachtungsweise eine kurze Zusammenfassung organischer Stoffklassen vorauszuschicken, scheiterte (wie im Nachhinein leicht zu verstehen ist); ich musste wieder dazu übergehen, Mechanismen an geeigneter Stelle in den Unterricht einzubauen. Überhaupt machte ich hier die Erfahrung, dass durchaus nicht alles, was den Lehrer fasziniert, auch für den Schüler interessant ist! Eine Binsenwahrheit – mir wurde sie auf experimenteller Basis klar. Die Unterrichtsmethode blieb im Wesentlichen unverändert; es kamen höchstens neuere Unterrichtshilfsmittel hinzu, wie z. B. der Hellraumprojektor oder pH-Meter mit digitaler Skala. Im Laborunterricht begannen instrumentelle Methoden wichtig zu werden wie z. B. die Gaschromatographie oder auch spektroskopische Methoden; die Schülerarbeiten wurden erleichtert durch die generelle Einführung von Schliffgeräten (Korkbohren lernt keiner unserer Schüler mehr – leider!), von einer genügenden Zahl von Waagen und Messinstrumenten, insbesondere pH-Meter.

Und die Lehrbücher? Auch in Deutschland wandelten sich allmählich die Unterrichtsauffassungen; viele Kollegen erkannten, dass eine Einführung in die allgemeinen Grundlagen der Chemie ein *Verständnis* chemischer Phänomene ermöglicht und versuchten, von der 'Stoffchemie alten Stils' wegzukommen. Die Diskussionen waren stets sehr intensiv und anregend; ich erinnere mich noch an einen Brief eines Kollegen aus Lübeck, der mich – mit leicht ablehnendem Unterton – fragte: 'Müssen denn Ihre Schüler die Chlor-Sauerstoffsäuren nicht lernen?' Ähnlich klang es nach einem Vortrag in Stuttgart, als mich ein Kollege fragte: 'Was sagen denn Ihre Schüler, wenn Sie an einem Bauplatz vorbeikommen und nicht wissen, was Zement ist?' Meine damalige, etwas freche Antwort klingt mir immer noch in den Ohren: 'Glauben Sie denn, Ihre Schüler wüssten zwei oder drei Jahre nach dem Abitur noch, was Zement ist?' Die Tendenz, weg von der 'Warenkunde', hin zur Allgemeinen Chemie, zeigte sich deutlich in den von einer Gruppe von Kollegen erarbeiteten 'Nürnberger Lehrplänen' (so benannt nach der Nürnberger Fördervereinstagung, an der sie vorgestellt und diskutiert wurden; 1965).

Ja, die Lehrbücher! 1964 beauftragte mich der Diesterweg-Verlag mit der Erarbeitung eines für die Schulen in Deutschland brauchbaren Unterrichtswerks. So entstand die 'Einführung in die Chemie', die 1965 in Nürnberg vorgestellt wurde. Sie war noch ganz konventionell einfarbig gedruckt, enthielt aber einige schöne Farbtafeln. Der Absatz entwickelte sich eher zögernd, bis dann 1969 die vierfarbige Ausgabe erschien. Zunächst ganz gegen meinen Willen so bunt; mich störte die 'Farbigkeit' und ich empfand sie als eine unangebrachte Konzession dem Zeitgeist gegenüber. Der Verlagsredakteur, Herr NEUBERT, schrieb mir im Januar 1970, ich möge mich doch dazu aufrufen, das 'ungeliebte Buch' für einen Nachdruck durchzusehen; es sei im Dezember das 'umsatzstärkste Buch' des Verlags gewesen. Dieses so bunte Buch erhielt dann 1970 eine *Auszeichnung*; es erschien unter den 'schönsten Büchern Deutschlands'! Zusammen mit dem fast gleichzeitig erschienenen Lehrbuch von KEMPER-FLADT bewirkte die 'Einführung' wohl einen Durchbruch im Chemieunterricht in Deutschland.

1968 und 1970 erschienen meine beiden *Hochschulbücher*. Angelsächsische, vor allem amerikanische Bücher zeichneten sich damals – im Gegensatz etwa zu deutschen Büchern – dadurch aus, dass sie die *allgemeine Chemie*, ihre Grundlagen und Prinzipien in den Vordergrund stellten und nicht eine ausführliche Stofflehre. Diese Art Text hatte mir seit je gefallen, und im Gespräch mit Kollegen und den Verlagsleuten reifte die Idee, selbst etwas Ähnliches zu versuchen. So entstanden zunächst die 'Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie', erschienen auf die Buchmesse 1968. Es war dabei zunächst gar nicht so einfach, einen Verleger zu finden. Zwei renommierte Verlage, an die ich mich gewandt hatte, sagten ab (nachdem sich der Erfolg eingestellt hatte, wollte mich allerdings jeder der beiden als Autor gewinnen!); ich bin deshalb Herrn Hans SAUERLÄNDER heute noch dankbar, dass er das Risiko auf sich nahm, das Buch herauszubringen. Es war ein Risiko, denn es war keineswegs vorzusehen, dass ein von einem Gymnasiallehrer und Didaktiker verfasstes Lehrbuch sich an den Hochschulen durchsetzen konnte. Offenbar stiessen aber beide Hochschulbücher in eine Marktlücke, denn sie wurden beide sehr erfolgreich, vor allem in Deutschland. In der Schweiz, wo man die Stellung und die Herkunft des 'CHRISTEN' besser kannte, waren die Hochschulleute lange Zeit eher skeptisch und bevorzugten angelsächsische Lehrbücher. Beide Bücher, auch die 'Grundlagen der organischen Chemie' wurden übrigens ins Spanische übersetzt. Inzwischen ist die Zeit weitergelaufen. *Mitautoren* für diese Bücher mussten gesucht werden. In Herrn Prof. VÖGTLE von der Uni Bonn habe ich einen hervorragenden Mitarbeiter gefunden, der mir inzwischen vom Mitautor zum Freund geworden ist, und mit dem eine Zusammenarbeit mög-

lich war und ist, wie sie besser überhaupt nicht hätte sein können. Ihr Ergebnis sind die beiden, 1988 und 1990 erschienenen zwei Bände '*Organische Chemie – von den Grundlagen zur Forschung*' und die 'Kompaktausgabe' '*Grundlagen der organischen Chemie*' (1989). Die anorganische Chemie entwickelt sich ähnlich.

1980 hatte ich Gelegenheit, während eines Semesters zahlreiche Schulen in Wien und in Deutschland zu besuchen. Dadurch wurde mir die Möglichkeit geboten, den Chemieunterricht der Kollegen und seine Rahmenbedingungen gewissermassen 'vor Ort' kennenzulernen. Die unterschiedliche Situation der Chemielehrer in den beiden Ländern und der Schweiz war augenfällig; was mir dabei besonders auffiel: die viel stärkere 'Verrechtlichung' des gesamten Schulbetriebs in Deutschland, aber auch in Österreich. (In Frankfurt legte man mir einen dicken Ordner 'Schulrecht Hessen' vor mit über einem Dutzend Paragraphen über die Durchführung von Klausuren!) In der Schweiz ist man diesbezüglich (noch) viel freier.

Mein eigener Unterricht entwickelte sich unterdessen auch weiter. Gegen Ende der siebziger Jahre ersetzte ich das Kugelwolkenmodell durch die Elektronenpaar-Abstossung von GILLESPIE, weil ich diesen Weg eleganter fand (und finde), und weil dadurch weniger Missverständnisse auftreten können, wie etwa das, dass das Methan deswegen tetraedrisch gebaut ist, weil die vier Kugelwolken im C-Atom tetraedrisch angeordnet sind. Die organische Chemie – immer noch am Schluss des Unterrichts – begann ich mit dem Ethanol, ein Einstieg, der sich jahrelang sehr bewährt hat. Bei Kollegen hiess es deshalb 'Beim CHRISTEN fängt die Chemie mit dem Alkohol an!'

Unterdessen kam in Deutschland die *Oberstufenreform*. Der Verlag beauftragte mich 1972, ein Werk für die Mittelstufe (SI-Stufe) herauszugeben. Das Ergebnis waren die beiden Bände von 'Struktur, Stoff, Reaktion', im Verlag 'Baby-Christen' genannt. Es war die 'goldene' Zeit der Hochkonjunktur; der Verlag scheute weder Mühe noch Geld, ein auch ästhetisch gelungenes, vierfarbig illustriertes Werk zu schaffen. Beide, vor allem aber der anorganische Band, waren ein grosser Erfolg und leiteten einen eigentlichen Umbruch in der Lehrbuchliteratur ein. Vieles, das in der 'Einführung' oder in einem der 'Struktur, Stoffe, Reaktion'-Bände erstmals zu lesen war, wurde von anderen Autoren übernommen und ist inzwischen Gemeingut geworden; sogar gewisse Elemente der graphischen Gestaltung fand ich später in anderen Büchern wieder. Beide Bände waren auch meine letzten Schulbücher, die in *allen* deutschen Bundesländern genehmigt worden sind, heute ist das unvorstellbar!

'Genehmigt' – das muss erklärt werden. In der Bundesrepublik dürfen nämlich nicht die Lehrer entscheiden, welches Buch sie für den Unterricht verwenden wollen. Die Schulbücher müssen vielmehr von den Kultusministerien (den 'Erziehungsdirek-

tionen') 'genehmigt' werden. Zu diesem Zweck bestellen sich die Ministerien von ihnen bekannten Gymnasiallehrern 'Gutachten', die das betreffende Buch auf seine Eignung für den Unterricht – und heute – vor allem auf die Übereinstimmung mit dem für das betreffende Bundesland gültigen Lehrplan überprüfen. Da die Gutachter den Verlagen und Verfassern unbekannt bleiben, kann es dabei geschehen, dass jemand, den der Autor vielleicht einmal kritisiert hat, dann ein entsprechend ablehnendes Gutachten verfasst. Manchmal hat man auch den Eindruck, die Gutachter suchten sich zu profilieren, in dem sie ihre Kenntnis des Einheitsgesetzes oder der DIN-Normen dazu benützten, um ein Buch, das ihnen nicht passt, abzulehnen. Ich komme später nochmals auf diese Zulassungspraxis zurück.

Im Laufe der späten siebziger und der achtziger Jahre zeigten sich jedoch gewisse Weiterentwicklungen in Deutschland. Aufgrund von Cassandra-Rufen (PICHT: 'Die Bildungskatastrophe') und des Schlagworts der 'Chancengleichheit' wurde der Zugang zum Gymnasium erleichtert, so dass heute die Abiturientenquote (gemessen an der Zahl der Jugendlichen) in manchen Bundesländern bis 40% beträgt, was zwangsläufig zu einer gewissen Senkung des intellektuellen Niveaus der Schüler geführt hat. Dies machte sich besonders in der Sekundarstufe I bemerkbar, wo der Unterricht noch für alle Schüler verpflichtend ist. Die Folge für den Lehrbuchautor war, dass seine Texte für den durchschnittlichen Mittelstufenschüler zu anspruchsvoll wurden. Andere Autoren waren da erfolgreicher.

Mit der Oberstufenreform einher ging natürlich die Entwicklung neuer *Lehrpläne*. Jedes Bundesland suchte und fand seinen eigenen Weg, der natürlich viel besser und erfolgreicher schien als die Pläne der anderen. Gleichzeitig stützten sich Behörden und Gutachter in viel höherem Masse als früher auf diese Lehrpläne, wenn es um die Zulassung eines Lehrbuches ging. Eigentlich ist mir diese Zulassungspraxis unbegreiflich. Weshalb *muss* denn ein Lehrbuch unbedingt dem Lehrplan entsprechen? Kann es nicht für den Schüler geradezu lehrreich oder interessant sein zu erfahren, dass man Chemie auch anders unterrichten kann als es sein Lehrer tut bzw. tun muss, dass man die Schwerpunkte auch anders setzen kann? Es ist mir auch unverständlich, dass der Staat, der ja die Lehrer ausbildet und sie durch ein Staatsexamen prüft, dem Einzelnen die Kompetenz nicht einräumt oder zutraut, ein Buch nach seinen eigenen Bedürfnissen, nach seinem eigenen Geschmack zu wählen!

Überhaupt die Gründe, die für eine Ablehnung herangezogen werden! Einmal wurde mir in einem Gutachten vorgeworfen, in dem Buch werde die S_N -Reaktion behandelt, was vom Lehrplan nicht vorgesehen sei! Ein anderes Gutachten monierte die Schreibweise Na^+Cl^- für Kochsalz mit der Begründung, NaCl existiere entweder

in Ionenform, gelöst, oder dann fest, undissoziiert. Auch die Schreibweise 'Kohlenstoffmonoxid' statt 'Kohlenstoffmonooxid', wie es die IUPAC vorschlägt, kann bewirken, dass eine Ablehnung angedroht wird! Die IUPAC-Nomenklatur treibt im Unterricht überhaupt sonderbare Blüten. Alkohole, Aldehyde und Ketone heissen heute in Schulbüchern 'Alkanole', 'Alkanale' und 'Alkanone', wie wenn es keine ungesättigten Alkohole und Carbonylverbindungen gäbe! Besonders pikant wird es, wenn dann die Ölsäure unter 'Alkansäuren' abgehandelt wird!

Wiederum *mein eigener Unterricht?* Atombau und Bindungslehre wurden gestrafft; der 'Modellbegriff' war mir zwar immer noch wichtig, jedoch wurden mir 'Modelle' je länger je mehr nicht Selbstzweck, sondern 'Werkzeuge', um die stoffliche Vielfalt zu verstehen und sie in einen allgemeinen Zusammenhang einzuordnen. Die Bindungslehre konnte enger mit Experimenten und den Eigenschaften von Stoffen verknüpft werden. Organische Verbindungen, wie z. B. die Kohlenwasserstoffe wurden schon früh, im Zusammenhang mit der Bindungslehre, behandelt. Grössere Bedeutung erlangte die 'Umweltchemie' (obschon wir schon 1956 erstmals Gewässeruntersuchungen und seit 1963 regelmässig Arbeitstage zur Untersuchung des Zürichsees und einiger fliessender Gewässer durchgeführt haben); Luftverschmutzung, 'Waldsterben', der Abgaskatalysator, das Ozonloch, die See-Eutrophierung und die Abwasserreinigung sind Themen, die im Unterricht der achtziger Jahre wichtig wurden. Die anorganische Stofflehre musste deshalb etwas gekürzt werden, dafür bekam die organische Chemie mehr Raum. Reaktionsmechanismen kamen noch vor, doch viel sparsamer als in früheren Jahren. Auch der Betrachtung technischer Prozesse und ihrer Durchführung in der Praxis wurde mehr Zeit eingeräumt.

Und die achtziger Jahre in Deutschland? Es scheint fast, dass das in den sechziger und siebziger Jahren vielleicht etwas stark in Richtung 'Theorie' ausgeschlagene Pendel wieder zurückschlägt. 'Problem-orientierter' Unterricht ist *das* Schlagwort geworden. War denn der bisherige Unterricht nicht 'problem-orientiert', ging er nicht auch von 'Problemen' aus, sei es von Experimenten oder sei es von einem theoretischen Ansatz? Arbeitsunterricht ist Trumpf, meiner Meinung nach mit Recht, so lange er nicht übertrieben wird. Zu viele Schülerversuche können nämlich auch dazu führen, dass der 'rote Faden' verloren geht und der Unterricht zerflattert. Das Einheitsgesetz und – wie schon gesagt – die IUPAC-Normen werden wichtig. Der Grössenkalkül ersetzt den früheren sorglosen Umgang mit der Proportion; macht man dadurch den Chemieunterricht attraktiver? Diskussionen um die Unbeliebtheit unseres Faches werden geführt; ist man sich wohl bewusst, dass die Überbetonung formaler Unterrichtsinhalte – 5 Methoden zur Herstellung von Salzen lernen,

den Begriff 'Stoffmenge' verwenden, ohne richtig begriffen zu haben, was dieser Ausdruck (von dem Kollege WENINGER sagt, es handle sich 'um eine nicht fassbare Eigenschaft') bedeutet, 'Stoffmenge' und 'Stoffportion' unterscheiden können – zur Unbeliebtheit der 'Chemie' sicher ganz wesentlich beiträgt? Die 'Lehrplangläubigkeit' hat mancherorts in einem erschreckenden Ausmass zugenommen. Es müssen Bücher für Baden-Württemberg, für Bayern, für Nordrhein-Westfalen geschrieben werden – die Lehrpläne verlangen es, und die Kollegen werden kontrolliert, ob sie den Lehrplan auch genau einhalten (so gehört aus Nordbaden). Last but not least entwickelt sich bei den Behörden eine eigentliche 'Gift-Hysterie'; für jeden auch nur in einem Schulbuch abgebildeten Versuch mit einem giftigen Stoff (wie z. B. Acetaldehyd beim ALCO-Test) sollte der Vermerk 'Vorsicht: Gift!' hinzukommen (so geschehen in einem Gutachten 1988) und so altbekannte Versuche wie die Zerlegung von Quecksilberoxid sollten nicht mehr durchgeführt werden dürfen. (Wieviele Schülergenerationen haben wohl diesen und ähnliche Versuche erlebt, ohne je Schaden an Leib und Seele genommen zu haben?).

Bevor ich zu meiner letzten 'Phase' übergehe, noch einige Stichworte.

– Seit Mitte der sechziger Jahre hielt ich die Vorlesung über 'Didaktik des Chemieunterrichts' an der Universität. 1975 wechselte ich an meine eigene Hochschule, die ETH Zürich, über, wo ich die Vorlesung hielt und Übungen (Erteilen von Lektionen) und ein Kolloquium durchführte. (In der Schweiz gibt es meines Wissens keine Fachdidaktik-Professuren; die Fachdidaktiker sind alle noch als Gymnasiallehrer tätig. Das macht die Didaktik praxisnah!) Auch diese Tätigkeit war interessant und anregend. Ein wichtiges Ziel war für mich, den Absolventen klar zu machen, dass es wichtiger ist, *wie* der Unterricht erteilt wird, als *was* unterrichtet wird. Ich wünsche ihnen auch, dass sich ihre ehemaligen Schüler gerne an den Chemieunterricht erinnern, wie ich selbst es auch immer wieder aus Gesprächen mit Ehemaligen erfahren darf.

– Ehemalige? Darunter befinden sich eine ganze Reihe Hochschullehrer, darunter Prof. WIRTH, der Erfinder von Pascal, Prof. WIDMER und Prof. WILD von der ETH und Prof. WEBER von der Universität Bern. Zahlreiche Chemiker bei *Ciba-Geigy*, *Roche* und *Sandoz* sind ebenfalls aus der Winterthurer Schule hervorgegangen. Als ich vor einem Jahrzehnt noch im Winterthurer Stadtparlament mitwirkte, zählte auch ein Teil meiner Fraktion zu den Ehemaligen!

– Um 1983 fand eine intensive Diskussion zwischen Chemielehrern und Prof. PRIMAS von der ETH statt. Er schockierte uns etwas mit der prononcierten Meinung, unsere Modelle seien doch im Wesentlichen 'Märchen', die man nur mit

schlechtem Gewissen im Unterricht benützen solle. Mich hat die Diskussion darin bestärkt, möglichst einfach und anschaulich zu bleiben und die 'Orbitalistik' völlig zu vergessen. Meine Schüler und auch die Schüler meiner Winterthurer Kollegen hören z. B. das Wort 'Orbital' niemals.

Die letzte Phase meines Unterrichts begann 1983, als mir Herr NEUBERT vom Diesterweg-Verlag den 'Floh' hinters Ohr setzte, ein Buch zu schreiben, das mit der organischen Chemie beginnt. Seit 1986 unterrichtete ich selbst nach einem solchen Lehrgang. Dies bedeutete, den bisherigen Gang vollkommen umzustellen, andere Experimente zu benützen und neue Überlegungen anzustellen. Manchen Samstag-Nachmittag stand ich im Vorbereitungszimmer und habe aus der 'Mottenkiste' geholt Versuche durchprobiert und optimiert. Dass mir dies im 'hohen Alter' noch gelungen ist, freut mich besonders. Der neue Lehrgang ermöglichte auch die 'induktive' Einführung des Begriffs 'chemisches Gleichgewicht' anhand von Gaschromatogrammen einer (während drei Wochen gelaufenen) Veresterung und Verseifung. Er hat auch das Schülerpraktikum

noch attraktiver werden lassen: in der ersten Doppelstunde wurde Seife hergestellt, in der nächsten Molekülmodelle gebaut; dann wurde Aspirin synthetisiert, das Produkt identifiziert und auf seine Reinheit geprüft (IR-Spektren!) usw. Zwei Wochen nach der Durchführung der Grignard-Reaktion im Praktikum besuchten wir die Firma F. Hoffmann-La Roche in Basel und schauten uns die technische Durchführung der Reaktion an (zur Synthese von Vitamin A).

Ich komme zum Ende. Vor ¼ Jahren haben meine 'ewigen Ferien' begonnen. Ich habe das Glück, in Herrn Dr. W. CAPREZ einen Nachfolger bekommen zu haben, der sehr vielseitig interessiert, fähig und einsatzfreudig ist, der neue Gedanken in den Unterricht bringt und trotzdem im wesentlichen in meinem Geist weiterfährt. Was will man mehr?

Meine Nichte hatte mich vor einigen Jahren gefragt, ob ich wiederum Chemie studieren und Chemielehrer werden würde, wenn ich nochmals beginnen könnte. Mein überzeugtes 'Ja!' hatte sie erstaunt. Doch! Es ist ein schöner Beruf. Mit jungen Leuten umzugehen, sie für unsere faszinierende Wissenschaft begeistern

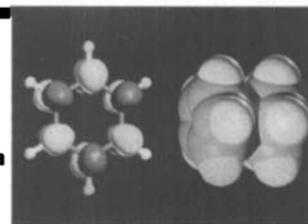
und sich selbst einen Überblick über das weite Gebiet bewahren zu können; ist das nicht herrlich?

Ich möchte auch hier schliessen mit einem *Dank*. Dank an alle, die mir während meiner Tätigkeit als Chemielehrer in irgend einer Weise geholfen haben, die mir Anregungen vermittelt oder Hilfe geleistet haben. Dies betrifft in erster Linie meine Frau, welche intensiven Anteil am Entstehen der Bücher genommen und meinen 'barocken Stil' oftmals verbessert hat; dies betrifft die Verleger und die Mitarbeiter der Verlage Diesterweg und Sauerländer; dies betrifft schliesslich auch meine Winterthurer Kollegen Dr. FRIEDLI, Dr. WETH und Dr. CAPREZ, mit denen eine jahrelange und von einer echten Freundschaft getragene Kooperation möglich war. Von WOODWARD, dem berühmten Synthetiker, der zusammen mit meinem Studienkollegen, Prof. ESCHENMOSER, das Vitamin B₁₂ synthetisiert hat, erschien nach Beendigung der Synthese in den 'NACHRICHTEN AUS CHEMIE UND TECHNIK' ein Interview unter dem Titel 'Herr Woodward bedauert, dass die Sache fertig ist!' So ähnlich geht es mir auch.

Eingegangen am: 30. Mai 1990

COMPUTATIONAL CHEMISTRY COLUMN

Column Editors:
Prof. Dr. J. Weber, University of Geneva
PD Dr. H. Huber, University of Basel
Dr. H. P. Weber, Sandoz AG, Basel



Chimia 44 (1990) 377-378

© Schweiz. Chemiker-Verband; ISSN 0009-4293

Forcefields? Forcefields!

In our last Column (*Chimia* 1990, 44, 258), we briefly outlined molecular mechanics and its basic approach to modeling 3D-molecular structures. This time, we will continue the discussion of 'this topic with special attention to that part of molecular mechanics which is called the FORCEFIELD'.

The various parts of a molecular mechanics program may conveniently be grouped into four major segments; *i.e.*:

i) An input/output section, which deals with the perception of a molecular model and its environment, translating

the 'world model' (*e.g.* atoms, bonds, *etc.*), as typically used by chemists) into the appropriate 'computer model' (which usually consists of cartesian coordinates, internal atom types, *etc.*), and *vice versa*.

ii) An 'energy section', which calculates the 'potential energy' of the molecular system, and its first and second derivatives with respect to the coordinates. The basic assumption in molecular mechanics is, that the potential energy can be defined as a sum of empirical potentials, analogous to classical me-

chanical potentials. The typical form of this function is,

$$\begin{aligned}
 E = & \sum_{\text{bonds}} k_b (b - b_0)^2 && \text{(bond stretch)} \\
 & + \sum_{\text{angles}} k_\theta (\theta - \theta_0)^2 && \text{(angle bend)} \\
 & + \sum_{\text{torsions}} k_\tau (1 - s \cos' n\tau) && \text{(bond torsion)} \\
 & + \sum_{\text{nb}} (A_{ij} r_{ij}^{-2} - B_{ij} r_{ij}^{-6} + q_i q_j / \epsilon r_{ij}) && \text{(non-bond inter.)} \\
 & + \dots && \text{(others)}
 \end{aligned}$$

The 'potential energy parameters' in this expression, k , A , *etc.*, including the 'atomic charges q ', and the definition of the 'potential energy functions' together are in globo called the 'forcefield'. Note that the 'forcefield'