

Forschung, Wissenschaft

Die Schwierigkeiten der Chemie *

Jürg Rutschmann **

SANDOZ AG, Postfach, CH-4002 Basel

Abstract

Chemistry as a science, as a field of applied research, an industrial endeavour, and as a profession is increasingly confronted with a number of difficulties. From a science mainly concerned with its own chemical objectives, it has in the course of the last decades developed into a mature discipline largely involved in a multitude of interdisciplinary and specialized scientific and technological fields, in many of which the objectives are set by non-chemists. Some aspects and consequences of this situation are discussed in the following talk before the Basle Chemical Society on June 5th, 1980.

Die Chemie als Wissenschaft, als Gebiet der angewandten Forschung, als Industrie und als Beruf sieht sich gegenwärtig einer Anzahl von Schwierigkeiten gegenüber. Ich glaube, dass es sich lohnt, einigen dieser Probleme unseres Fachs in der heutigen Zeit etwas nachzugehen. Einigermassen klare Fragen und das ehrliche die Dinge-beim-Namen-nennen sind noch immer die ersten Voraussetzungen für Antworten und Lösungen gewesen.

Ich setze voraus, Sie gehen mit mir einig, dass die Chemie Schwierigkeiten hat, und zwar über diejenigen hinaus, die an Aktionärsversammlungen der Industrie und in der Wirtschaftspresse zur Sprache kommen, wie das globale Energie- und Rohstoffproblem, die Kosten und Preise, Inflation und Währung, Produktivität und Rentabilität. Ich meine heute die intimeren Probleme der Chemie in Forschung und Lehre an den Hochschulen, in der Industrieforschung und -entwicklung, der Innovation, der Chemie als Beruf. Ich meine aber auch die vielfältigen Probleme in der Auseinandersetzung zwischen Chemie und Öffentlichkeit, soweit sie einer Behandlung auf einigermaßen rationaler Basis zugänglich sind.

Alle diese internen und grenzüberschreitenden Fragen überschneiden sich gegenseitig, sind miteinander verflochten, potenzieren sich gelegentlich, bereiten Unbehagen im Innern und gefährden, ungelöst, letztlich die Funktion, die die Chemie in unserer Gesellschaft zu erfüllen hat. Diese letztere Aussage führt zur

* Vortrag gehalten am 5. Juni 1980 vor der Basler Chemischen Gesellschaft.

** Dr. Jürg Rutschmann, Direktor, Sandoz AG, Postfach, 4002 Basel.

2. *Prämisse* für das, was ich sagen möchte: meine Betrachtungen haben nur dann einen Sinn, wenn wir uns darüber einig sind

- dass die wissenschaftliche und industrielle Betätigung in der Chemie – grundsätzlich – positiv zu werten ist
- dass, allgemeiner, das Streben des Menschen nach Kenntnis der ihn umgebenden Natur und seiner selbst als gegeben und als legitim betrachtet wird
- dass die Anwendung solcher Kenntnisse zur erhofften Verbesserung seiner Lebensumstände nicht verneint wird
- dass es sich also lohnt, die Probleme zu sehen und sich Gedanken über ihre Gründe und wenn möglich Lösungen zu machen.

Damit möchte ich mich ausdrücklich von jenen Mini-Savonarolas distanzieren, die in Kolumnen und Gratisanzeigen – mit fragwürdiger Legitimation als Autoritäten ausgegeben – im Vorspann der Reklame für Konsumprodukte über die Übel des wissenschaftlich-technischen Fortschritts lamentieren, entweder das Rad der Geschichte in vermeintlich idyllischere Zeiten zurückdrehen wollen oder resigniert dem endgültigen und unvermeidlichen Untergang der Menschheit durch die Wissenschaft ins Auge blicken, die wahren, viel manifesteren Gefahren unserer Zeit aber verdrängen. Das zweite Millennium nähert sich ja passenderweise seinem Ende.

Auf einer unvergleichlich viel höheren Ebene, aber in ähnliche Richtung zielend, bewegt sich *Erwin Chargaff* in seinem sehr lesenswerten neuen Buch *, wenn er, zwar nicht die Chemie im engeren Sinne anvisierend, z. B. schreibt:

«Zwei verhängnisvolle wissenschaftliche Entdeckungen haben mein Leben gezeichnet: erstens die Spaltung des Atoms, zweitens die Aufklärung der Chemie der Vererbung. In beiden Fällen geht es um die Miss-handlung eines Kerns: des Atomkerns, der Zellkerns. In beiden Fällen habe ich das Gefühl, dass die Wissenschaft eine Schranke überschritten hat, die sie hätte scheuen sollen.»

Ich verstehe die Gefühle Chargaffs nur allzugut. Doch

* «Das Feuer des Heraklit», Verlag Klett-Cotta, 1979.

wenn wir uns seinen zwar geistreichen, aber unsagbar traurigen und pessimistischen Gedankengängen vollständig anschliessen wollten, wären wohl weitere Sorgen und Anstrengungen um eine Zukunft sowieso zwecklos. Lamentiert Chargaff nicht über Fakten, deren Eintreten auf keine vorstellbare Weise hätte verhindert werden können?

Wissenschaftliche Entdeckungen konnten noch nie dauernd unterdrückt werden, nicht einmal in Systemen, die für die Unterdrückung der freien Meinungsäusserung und der geistigen Betätigung ungleich besser ausgerüstet waren und sind als unsere westliche Gesellschaft.

Es gibt keine praktikable Alternative: wir müssen mit dem Fortschreiten von Wissenschaft und Technik leben in der Hoffnung, dass uns diese auch die Mittel in die Hand geben, damit verbundene Probleme beherrschen zu lernen. Dass dabei der soeben wieder von einer höchsten geistlichen Autorität erlassene Appell an Selbstverantwortung und -kontrolle des Wissenschaftlers alle Nachachtung verdient, ist, glaube ich, unbestritten.

Eine *dritte Vorbemerkung* noch: die Auswahl der Probleme und ihre Behandlung ist natürlich höchst subjektiv, durch die Person des Sprechenden, seine Ausbildung, seine Erfahrung, seine Interessen und die Zugehörigkeit zu seiner Generation geprägt. Meine Bemerkungen sind als Anstoss zur Diskussion gedacht.

Lassen Sie mich zuerst so unvoreingenommen wie möglich auf die Entwicklung der chemischen Wissenschaft an der Hochschule und in der Industrie, wie ich sie während meiner 40 Jahre als Chemiker miterlebt habe, eingehen; Jahre, die die Studienzeit während der Kriegsjahre, den ganzen unerhörten Aufschwung seit dem Kriege bis etwa 1970, aber auch die Zeit der zunehmenden Skepsis und Kritik der Wissenschaft und Technik gegenüber und die seither zunehmende Verknappung der früher stetig wachsenden Mittel einschliessen. Als ich das Studium 1945 abschloss, war die Chemie noch eine zwar grosse, aber überschaubare, selbst noch immense unerschlossene Gebiete enthaltende Insel im Ozean des Unbekannten. Andere benachbarte Inseln, z. B. die Physik, die Inselgruppe der Biologie, die Medizin und damit verbunden die physiologische Chemie oder Biochemie, der Archipel der technischen Wissenschaften z. B. lagen mehr oder weniger entfernt, waren deutlich sichtbar oder konnten, wenn man es wollte, gelegentlich im Dunst des Horizonts gesichtet werden. Zwischen einigen gab es mehr oder weniger solide Stege und Brücken, mit anderen wurde ein mehr oder weniger sporadischer Fährverkehr aufrechterhalten. Es war klar: man war Chemiker, Physiker, Zoologe, Mediziner oder allenfalls Biochemiker. Allerdings hatte die organische Chemie an der Hochschule und in der Industrie bereits seit geraumer Zeit die Inseln der Biologie und Biochemie nach Arbeitsthemen ausgebeutet, und die Naturstoff-

chemie war eines ihrer erfolgreichsten Tummelfelder geworden. Ihre Interessen waren aber trotz gelegentlicher Einsichten in die biologische, medizinische und damit auch wirtschaftliche Bedeutung der Projekte und Resultate überwiegend chemische. Die Chemie der Alkaloide, Vitamine, Steroide und Pflanzenfarbstoffe stand in voller Blüte. Die Isolierung der Stoffe war durch die Säulenchromatographie erleichtert worden, die Konstitutionsermittlung erfolgte durch chemischen Abbau, gelegentlich wurde in mühsamer Handarbeit ein UV-Spektrum zur Charakterisierung einer Substanz aufgenommen oder die Absorptionsbanden eines Farbstoffs im Sichtbaren beobachtet. Das Penicillin war isoliert und aufgeklärt. Auf der Insel physiologische Chemie waren die alkoholische Gärung, der Zitronensäurezyklus und die ersten Anhaltspunkte über die Rolle der Vitamine als Coenzyme bekannt geworden und die oxydative Phosphorylierung und das ATP wurden gegenüber auf der Chemie mit mildem, aber anerkennendem Interesse zur Kenntnis genommen. Einige hatten auch aufgehört, als *Avery* die Bedeutung des DNS als Trägersubstanz der Vererbung mitgeteilt hatte. Die anorganische Chemie lag etwas auf der Schattenseite unserer Insel.

Seither sind die Meere und Sunde zwischen den Inseln an vielen Stellen trockengelegt, viele neue Gebiete, Halbinseln und Landbrücken sind aufgetaucht und besiedelt worden, jede mit ihrem Souveränitätsanspruch, mit eigenem Namen (manchmal mehr als einem für dasselbe), eigener Sprache und eigener Presse. Zwar haben die Chemiker unendlich viel zur Entstehung dieser neuen Zwischenbereiche beigetragen, aber es ist nicht zu verkennen: ihre äusseren Grenzen zum Unbekannten liegen heute oft in fremden Bereichen. Der Chemiker muss Festkörperforscher, Molekulargenetiker, Genetic Engineer, Molekularpharmakologe, Ökologe werden, will er an den grossen offenen und modischen Grenzen des Wissens mitkämpfen und entdecken. Das angestammte Territorium bietet zwar noch immer unerhört viel an weissen Flecken, scheint aber durch die unabänderlichen Tatsachen des periodischen Systems stark vorparzelliert und begrenzt. Die Chemie ist eine reife Wissenschaft geworden, mit allen Vorteilen und Nachteilen der Reife: es wird reichlich geerntet, aber die Zukunft, das Abenteuer scheint vielen anderswo zu liegen.

Die Situation der Chemie im Spektrum der Wissenschaften, die ich mit diesem natürlich auf allen Beinen hinkenden geographischen Vergleich habe verdeutlichen wollen, hat Konsequenzen. Viele sagen zum Beispiel, sie sei eine Hilfswissenschaft geworden. Ohne dass das an den Tatsachen irgendetwas ändert, würde ich meinen, dass Ausdrücke wie Grundlagenwissenschaft, Partnerwissenschaft angemessener, wenigstens taktvoller wären. Die Chemie hat etwas Mühe mit dem eigenen Erfolg, mit den hohen Standards, die sie durch ihre eigene Leistung gesetzt hat – von der ppb-Analytik

bis zu den Wunderdingen der Strukturermittlung und Synthese. Die Leistungsfähigkeit wird von den Nichtchemikern in einer merkwürdigen Mischung von Unterschätzung der Schwierigkeiten und Überschätzung der Möglichkeiten als selbstverständlich hingenommen. Wenn einmal etwas nicht geht, ist die Enttäuschung über den offenbar nicht auf der Höhe befindlichen Chemiker nicht zu übersehen.

Reine Chemie, also Chemie im Hinblick auf *chemische* Fragestellungen, wird noch an einem Teil der chemischen Hochschulinstitute getrieben, in der Industrie eigentlich nur noch in der Verfahrensforschung und -entwicklung. Sonst ist chemische Forschung, ob an der Hochschule oder in der Industrie, Teil von interdisziplinären Strukturen mit entweder biologischen, medizinischen oder anwendungstechnischen Zielen. Umgekehrt kann gesagt werden, dass heute kaum mehr irgendein Zweig der Naturwissenschaften und der Technik ohne Beteiligung des Chemikers oder wenigstens seiner Methoden auskommt. Sogar die *scientia amabilissima*, die systematische oder Büchsenbotanik, braucht chemische Merkmale als taxonomische Kriterien, und die Verhaltensforschung am äussersten Rand der Naturwissenschaft hat nicht nur bei den Insekten, sondern bis in die Spitze des Tierreichs hinein die Bedeutung der Pheromone insbesondere beim Fortpflanzungsbenehmen erkannt.

So steht der Chemiker heute zwischen zwei Polen, dem Zwang zur Interdisziplinarität einerseits, der Notwendigkeit, seine Kenntnisse auf fremde Gebiete auszuweiten, um mindestens die Sprache der Partner zu verstehen; und andererseits dem Zwang zur Spezialisierung.

Welches sind die Folgen, die sich aus dieser Situation ergeben? Ich sehe vor allem drei Problemkomplexe, den der *Aus- und Weiterbildung*, den der *Organisationsstruktur von Forschungsgruppen* und den der *Kommunikation und Information*.

Zur Ausbildung:

Das Hochschulstudium der Chemie ist nach wie vor (und immer mehr) intellektuell und zeitlich anspruchsvoll. Neben der allgemeinen Fähigkeit zum wissenschaftlichen Denken und Handeln muss es solide mathematische, physikalische und physikochemische Grundlagen, ein umfangreiches Sachwissen (Strukturen, Reaktionen, Mechanismen) und ein ausreichendes Rüstzeug an experimentellen Techniken vermitteln. Neben diesen «musts» hat sicher nicht sehr viel weiteres, Biologie, Pharmakologie, Biochemie und technische Chemie (die ja heute eigene Studienrichtungen sind) Platz. Im allgemeinen wird also der Chemiker, der nach dem Abschluss ins Berufsleben tritt, zusätzliche Ausbildung brauchen, um den Ansprüchen des interdisziplinären Teamworks und der Spezialisierung gerecht zu werden. Diese Zusatzausbildung muss in den folgenden Jahren vertieft werden – ohne dass daneben das up-to-date-Halten des chemischen Wissens

und Könnens vernachlässigt wird. Denn interdisziplinäres Arbeiten setzt nach wie vor volle Leistungsfähigkeit als Chemiker voraus. Diese doppelte Aufgabe der ständigen Weiterbildung muss klar gesehen werden, denn ein allmähliches Abgleiten in die in der Regel «weichere», z. B. biologische Sphäre der Partnerschaft, z. B. durch überbetontes Applikationsdenken und unter übertriebenem Erfolgszwang, führt zu Monotonisierung und Qualitätsverlust der *chemischen* Arbeit.

Glücklicherweise hat es sich gezeigt, dass das Studium der Chemie in seinen verschiedenen Formen, wie es unsere Hochschulen vermitteln, eine optimale Ausgangsbasis für alle anschliessenden Zusatzausbildungen ist; d. h. der allgemein aber gründlich ausgebildete Chemiker ist flexibel und polyvalent, sehr gut vorbereitet, die von ihm selbst oder von den Notwendigkeiten seiner beruflichen Stellung verlangten Umstellungen und Richtungsänderungen vorzunehmen. Er kann mit einem Minimum an Zeit- und Reibungsverlust in die umgebenden Gebiete der Wissenschaften vordringen und unter Einsatz seiner chemischen Mittel nicht-chemische Ziele verfolgen.

Interdisziplinarität und Spezialisierung haben im Laufe der Zeit auch zu wesentlichen Veränderungen der Führungs- und Organisationsstruktur von Forschungs- und Entwicklungseinheiten geführt. Selbstverständlich und natürlicherweise macht jedes an einer gemeinsamen Aufgabe beteiligte Fach oder seine Vertreter einen mehr oder weniger ausgeprägten Führungsanspruch geltend. In der chemischen Industrie lag aus traditionellen Gründen vor Jahren die Führung in allen Sparten und den meisten Funktionen in den Händen von Chemikern. In der Pharmaforschung z. B., die damals weitgehend Naturstoffforschung war, also Isolierung, Charakterisierung und allenfalls Abwandlung von vorgegebenen Stoffen mit durch die Eigenschaften einer Droge vorbekannten Wirkungen, war die *Zielsetzung eine überwiegend chemische*. Mit dem Aufkommen der synthetischen Chemie und dem Eindringen der Forschung in die komplexen Probleme der körpereigenen Wirkstoffe nahm die Bedeutung der *pharmakologischen und therapeutischen Zielsetzung* und die Wichtigkeit der Analyse von Wirkungsspektren und -mechanismen stark zu. Damit und mit der gleichzeitigen Zunahme des quantitativen Anteils der Biologie verstärkte sich auch deren Führungsanspruch. Die Gewichte glichen sich aus oder kehrten sich um.

Wichtiger aber als das Problem des Primats der Fächer in der Führung ist die Frage, ob eine interdisziplinäre Organisation nach Fächern oder nach anwendungsbedingten Zielen bzw. Projekten strukturiert sein soll. Dieses Matrixproblem wurde während langer Zeit auf manche Art zu lösen oder wenigstens zu übertünchen versucht. Keine der Lösungen war voll befriedigend, weil eine von Nachteilen freie Lösung, vor allem aus menschlichen Gründen, einfach unmöglich ist.

Heute werden unter dem Druck des sinkenden Nutzen/

Aufwand-Verhältnisses der Forschung projektorientierte Strukturen als effizienter betrachtet, hoffentlich – uns allen zum Wohle – mit Erfolg. Für die Chemiker (wie übrigens für die Vertreter der andern Fächer auch) ergeben sich in solchen Strukturen aber einige neue Probleme der Kommunikation, des Informations- und Erfahrungsaustausches, der fachlichen Weiterbildung und hinsichtlich des Aufbaus von Spezialgebieten chemischen Wissens über die Projektgrenzen hinaus. Ich zweifle nicht daran, dass unsere Kollegen, die sich in solchen Situationen befinden, Mittel und Wege finden werden, wo nötig informelle Strukturen aufzubauen, die diese Schwierigkeiten und die Gefahr einer Fragmentierung der Chemie meistern können.

Abgesehen von diesen speziellen, organisatorisch bedingten Problemen haben Interdisziplinarität und Spezialisierung tiefgreifende Auswirkungen auf das Gebiet der Information und Kommunikation. Zusammen mit der Tatsache, dass sich das Gesamtvolumen der irgendwie zu verarbeitenden wissenschaftlich-technischen Information gewaltig vergrößert hat, haben diese beiden Phänomene die Anzahl der Publikationsorgane explodieren lassen. Jedes neue Zwischengebiet hat seine eigenen, im Spektrum immer engeren Zeitschriften und innerhalb der traditionellen Disziplinen ist die Tendenz zum Separatismus der Spezialisten nicht weniger ausgeprägt. Der Konsument, will er überhaupt noch Zeit zu eigener Arbeit finden, hat keine Wahl als sich zu beschränken, d.h. viel über immer weniger zu lesen oder immer weniger über viel. Trotz aller Hilfe durch die computerisierte Informationsverarbeitung kommt einem die uralte Geschichte vom Turmbau zu Babel in den Sinn. Manche, vor allem jene, die an der Front des wissenschaftlichen Konkurrenzkampfes stehen, sind dazu übergegangen, die schriftliche Publikation nur noch als Beleg für Geleistetes zu benutzen, die aktuelle, für die Arbeit benötigte Information über den neuesten Stand der Technik aber direkt vom Kollegen/Konkurrenten einzutauschen. Diesem Bedürfnis u.a. dient der hektische Jahrmarktsbetrieb der Symposien, Tagungen, Kongresse mit seinem Verschleiss an Zeit und Kraft, seinem Zwang, überall dabei zu sein: man könnte ja etwas verpassen.

Sicher müssen allmählich neue Formen der Publikation und Dokumentation gefunden werden, um die Flut, die Zersplitterung und die Verzögerung bei der Übermittlung unter Kontrolle zu bringen. Ganz sicher aber muss an die Selbstdisziplin der Wissenschaftler appelliert werden, etwa wie beim Verkehr oder Energieverbrauch. Es könnte ohne Verlust weniger und kürzer, aber besser publiziert werden. Mehrfachveröffentlichungen, das Aufblasen irrelevanter Nichtigkeiten, fast unverarbeitete Datenhaufen wären zu meiden. Das heisst aber, dass dem *qualitativen* Gesichtspunkt gegenüber Zahl und Volumen von Publikationen als Leistungsausweis wieder mehr Gewicht zugemessen würde. – Fromme Wünsche?

Lassen Sie mich jetzt kurz auf einige der Schwierigkeiten eingehen, die das Verhältnis der Chemie zu ihrer Umwelt, der Öffentlichkeit betreffen. Es ist uns allen bekannt und bewusst, dass die chemische Industrie weltweit im Verlauf ihrer langen und erfolgreichen Geschichte immer wieder Fehler gemacht hat und wahrscheinlich auch weiterhin machen wird; ebenso, dass es einige schwere Betriebsunfälle gegeben hat und dass niemand solche in der Zukunft mit absoluter Sicherheit ausschliessen kann. Wir müssen leider auch zugeben, dass einige der Fehler zutreffender als bewusste Vergehen zu bezeichnen sind und einige der Unfälle durch grobe Fahrlässigkeit bedingt waren und somit hätten vermieden werden können. Niemand wird Öffentlichkeit und Behörden das Recht abstreiten, sich soweit als möglich vor solchen Pannen und Missbräuchen zu schützen.

Massnahmen, die in einigen Ländern in Verfolgung dieses legitimen Anliegens getroffen worden sind und in beschleunigtem Rhythmus weiter getroffen werden, sind aber zum Teil grotesk übertrieben, unverhältnismässig und unvernünftig und gefährden die Funktionsfähigkeit der Industrie aufs schwerste; da sie in letzter Zeit von berufener Seite mehrfach dargelegt worden sind, möchte ich mich mit diesen Aspekten der Problematik hier nicht weiter befassen.

Mir geht es auch hier wieder um die Frage der Kommunikation, Information und die tieferen Gründe des offenbar gespannten Verhältnisses zwischen Wissenschaft, Technik und insbesondere Chemie und der Öffentlichkeit.

Wer aber ist diese Öffentlichkeit?

Sie besteht im Prinzip aus drei Teilen oder Schichten: der wichtigste Teil ist die grosse Mehrheit der Bevölkerung, der sogenannte einfache Mann (und die einfache Frau) auf der Strasse, die in der Rolle des Arbeitnehmers, des Konsumenten und des Stimmbürgers auftreten. Wir gehören alle mit mindestens einem Teil unseres Wesens zu dieser Schicht.

Die zweite Schicht ist die ausserordentlich vielgestaltige, aber viel dünnere derjenigen Leute, die in irgendeiner Weise eine aktive Rolle entfalten, Initiative ergreifen und durch ihre Aktivitäten auf die Grundschicht einwirken. Dazu gehören die grossen und die kleinen Unternehmer, die Kader aller Art (vom Kern einer Pressure group bis zum bezahlten Manager), die Lehrer aller Art, die Politiker aller Schattierungen, vom erklärten Umstürzler über die sogenannten Progressiven bis zu den linken und rechten Traditionellen. Und schliesslich haben wir als dritte Schicht die Behörden und die Beamten, die dazu gewählt oder angestellt sind, durchzuführen, was aus dem Wechselspiel zwischen den beiden andern Schichten als politischer Wille des Volkes resultiert.

Die Chemiker sind über diese drei Schichten ungleichmässig verstreut, aber überall sind es wenige. Umso gewaltiger ist die Rolle, die ihre Wissenschaft vor allem

über die Industrie mit ihren Produkten und als Wirtschaftsfaktor spielt.

Die Chemie ist im Bewusstsein der Öffentlichkeit fast ausschliesslich *die chemische Industrie*. Sie ist *nicht* bewusst die materielle Grundlage des biologischen und zivilisierten Lebens und sie ist *nicht* bewusst repräsentiert in der Unzahl von Gegenständen und Produkten, die täglich mit grösster Selbstverständlichkeit konsumiert und gebraucht werden wie das saubere Wasser aus der Leitung und der konstante Strom aus der Steckdose. Die Chemie, also die chemische Industrie, ist für allzuviele ein isolierter, unsympathischer, bedrohlicher, reicher und stinkender Koloss, auf dem man – wann immer möglich – glaubt herumhacken zu können, ohne dass es für einen selbst Folgen hat. Diese Haltung, deren indirekte Konsequenzen via die politischen Mechanismen und die daraus resultierenden Gesetze, Vorschriften, Auflagen und Kosten uns bedrängen, hat, glaube ich, drei Gründe:

- die inhärente Schwierigkeit der Chemie als Wissensgebiet und die dadurch mitbedingte rudimentäre chemische Bildung der Allgemeinheit in allen drei Schichten
- das Fehlverhalten der Chemiker und der Industrie gegenüber der Öffentlichkeit bezüglich Information und Kommunikation
- das opportunistische, verantwortungslose und – bewusst oder unbewusst – destruktive Verhalten von einzelnen Repräsentanten der zweiten Schicht, insbesondere von gewissen Gestalten und Gruppen der «Politszene» und der «Medienlandschaft».

Zum ersten: Die Grundtatsachen des atomaren und molekularen Aufbaus der Materie, der verschiedenen Kategorien stofflicher Umwandlungen, die Skala der Mengen, Dimensionen, Konzentrationen und Geschwindigkeiten, die Formelsprache und Strukturmodelle sind dem Chemiker durch jahrelanges Lernen und ständigen Umgang vertraut und selbstverständlich. Er überlegt sich meist nicht, wie weit diese Begriffe und Vorstellungen für den chemischen Laien von dessen gewöhnlicher Erfahrungswelt entfernt und wie schwer verständlich sie deshalb sind.

Dieselben Schwierigkeiten der Mitteilung chemischer Dinge gelten für den Unterricht, der so oft sogar an der Mittelschule zu keinem weiteren bleibenden Eindruck von der Chemie führt, als dass sie knallt und stinkt. Dabei scheint es doch heute für alle am gesellschaftlichen und politischen Entscheidungsprozess Teilhabenden ganz einfach unabdingbar, einen Begriff von den Hauptsätzen der Energielehre und den Grundtatsachen der Chemie (und auch der Biologie) zu haben. Allzuviele, auch in verantwortlicher Stellung, glauben diesbezüglich sozusagen noch an den Storch, und das Perpetuum mobile wird täglich in vielerlei Gestalt neu erfunden, erwartet oder gefordert.

Wirken wir also darauf hin, dass mehr und besser als bisher besonders an den Mittelschulen das Basiswissen

der wichtigsten physikalischen und chemischen (und biologischen) Fakten nicht als Vorauswissen für die Hochschule, sondern als essentieller Teil der Allgemeinbildung für die zukünftigen Wirtschaftler und Politiker, Juristen, Lehrer und Geisteswissenschaftler vermittelt wird. Ein solcher Unterricht sollte, damit er zu unverlierbaren Eindrücken führt, nicht in falschem Akademismus hochgestochen, mit unverständlichen und unverstandenen Vorstellungen agierend, nicht abschreckend formalistisch, sondern auf das Wesentliche ausgerichtet, einfach und anschaulich sein.

Ähnliche Kriterien gelten – *mutatis mutandis* – auch für das Gespräch zwischen Chemie und Öffentlichkeit. Trotz vieler, zum Teil ausgezeichneter Ansätze ist hier noch viel zu tun. Wir haben wirklich keinen Grund zur Geheimniskrämerei und dürfen selbstbewusst auf die Leistungen unserer Wissenschaft und Industrie hinweisen. Wir müssen aber auch dort, wo es um potentielle Gefahren, Risiken oder Unannehmlichkeiten geht, ehrlich zu den Tatsachen stehen und unsere Seite der *cost/benefit*-Betrachtung darstellen.

Was schliesslich die Politiker und die Medienleute betrifft, habe ich keine Hoffnung, diejenigen unter ihnen, die am lebenden Objekt der Chemie ihre sogenannten gesellschaftskritischen, systemverändernden oder schlicht sensationslüsternen Neigungen ausleben wollen, für einen konstruktiven Dialog zu gewinnen. Sie werden weiterhin durch Hochspielen von Halbwahrheiten, Übertreiben von aus dem Zusammenhang gerissenen Einzeltatsachen und durch Vorgaukeln der Utopie einer risikofreien Gesellschaft die Bevölkerung verunsichern oder für ihre politischen Zwecke einzuspannen versuchen. Geben wir ihnen so wenig wie möglich konkrete Ansatzpunkte für ihre Attacken und gleichzeitig dem kritischen, aber objektiven Politiker und Journalisten Gelegenheit zu sachlicher und nützlicher Diskussion.

Eine Konsequenz der gegenwärtigen Unpopularität der Chemie ist als besondere Sorge zu erwähnen. Zusammen mit anderen, zum Teil schon behandelten Faktoren trägt das verzerrte Image der Chemie dazu bei, dass die Zahl der Chemiestudierenden empfindlich zurückgegangen ist. Bei allem Verständnis für die Vorliebe für die Biologie, um nur die gegenwärtige Lieblingswahl in den Naturwissenschaften zu erwähnen, muss doch im Interesse der Jugend vor den Folgen unausgewogener und auf unrealistischen Vorstellungen beruhender Entwicklungen bei der Studienwahl gewarnt werden. Das Chemiestudium erschliesst demgegenüber ein breitgefächertes berufliches Spektrum mit nach wie vor ausserordentlich vielen interessanten Möglichkeiten, die – so hoffe ich – auch wieder vermehrt genutzt werden.

Ich bin damit gegen den Schluss nochmals zur Chemie als Beruf und als Gebiet wissenschaftlicher und angewandter Forschung gekommen. Die behandelten chemie-internen Faktoren, besonders aber die schwe-

ren Folgen der Entwicklung im Verhältnis Chemie-Öffentlichkeit-Behörde haben zu einem sinkenden Nutzen/Kosten-Verhältnis, einer Verlangsamung der Innovation durch die industrielle chemische Forschung allgemein und die Pharmaforschung insbesondere geführt. Wissenschaftsinhärente Faktoren spielen mit. Man hat gelegentlich den Eindruck, das auf den vorhandenen Fundamenten Aufzubauende sei weitgehend verwirklicht, neue tragfähige Grundlagen müssten gefunden werden, um wieder eine Basis für neues Bauen zu haben; das Leichte sei getan, es bleibe das Schwierige. Auf manchen Gebieten besteht auch das Gefühl einer Sättigung von der Bedürfnisseite her.

Diese Gefühle sind vielleicht nicht ganz unangebracht, aber sie müssen überwunden werden. Es ist *soviel* zu tun, in der reinen Chemie wie in der Chemie als Partnerwissenschaft. Denken Sie an die Gebiete Ernährung, die Materialwissenschaften (vor allem für den Energiesektor), die nach wie vor offenen Probleme der Gesundheit, auf denen neue chemische Leistungen und Beiträge nötig, lebensnotwendig sind.

Lassen wir uns somit die Freude an der Chemie und das Bewusstsein, dass wir in unseren vielen chemischen oder *auch*-chemischen Berufen etwas Wesentliches tun, nicht vermiesen. Für die meisten der Probleme, die ich angeschnitten habe, gibt es zwar keine generellen Lö-

sungsrezepte. Lösungen müssen dort gesucht und gefunden werden, wo die Schwierigkeiten auftreten. Das heisst vor allem:

- jeder von uns muss erkennen, dass seine Aus- und Weiterbildung nie aufhört, dass berufliche Flexibilität, die ständige Bereitschaft, Neues zu tun, heute zu unserem Beruf gehört
- jeder von uns muss dazu beitragen, dass die Probleme der effizienten Zusammenarbeit in mehrdimensionalen, interdisziplinären akademischen und industriellen Strukturen im Dienste der übergeordneten Zielsetzungen überwunden werden
- und schliesslich: jeder von uns muss dazu beitragen, dass die realen und die fiktiven Probleme zwischen Wissenschaft, Technik und Industrie und der Öffentlichkeit, dem Staat, sich nicht weiter vertiefen, damit unsere Gesellschaft und unsere Zivilisation, die nun einmal in Gottesnamen und *Gottseidank* eine wesentlich naturwissenschaftlich, technisch und industriell begründete ist, nicht schweren Schaden leide.

Es gibt leider genug andere reale Möglichkeiten für ihren Niedergang und ihre Zerstörung, doch die liegen entweder ausserhalb unserer Einflussnahme oder wenigstens – und zum Glück – ausserhalb meines heutigen Themas.