

Bedeutung und Aufgaben der analytischen Chemie

Von B. WURZSCHMITT

BASF, Ludwigshafen

Am 31. Mai 1951 wurde in Frankfurt die Fachgruppe «Analytische und Mikrochemie» der Gesellschaft Deutscher Chemiker gegründet. Vor der Gründung wurden folgende Vorträge gehalten:

B. WURZSCHMITT (BASF, Ludwigshafen), *Bedeutung und Aufgaben der analytischen Chemie*; W. GEILMANN (Universität Mainz), *Anforderungen an moderne analytische Methoden und Wege zu ihrer Erfüllung*; E. ABRAHAMCZIK (BASF, Ludwigshafen), *Fortschritte der Mikrochemie, Fortschritte für Forschung und Technik*; W. KOCIT (MPI für Eisenforschung, Düsseldorf), *Analytische Aufgaben in Metallurgie und Metallkunde*.

Wir sind Herrn Dr. B. WURZSCHMITT, dem Vorsitzenden dieser neuen Fachgruppe, für die Überlassung seines Manuskriptes zum Abdruck in der *Chimia* zu Dank verpflichtet.

Redaktion

Meine Damen, meine Herren!

Im Januarheft 1951 der Zeitschrift «Chemische Industrie» las ich folgende interessante Ausführungen:

«In den Vereinigten Staaten, die heute fast die Hälfte der Weltchemieproduktion stellen, lief in den vorhergehenden Monaten eine gut durchdachte Pressekampagne unter dem Schlagwort: *Chemistry touches everything, nothing escapes it*. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß die Chemie heute bereits in alle Lebensbereiche eingedrungen ist und daß praktisch jede Industrie letztlich auf der Chemie beruht: die Kleidungsstücke, die wir tragen, die Häuser, in denen wir wohnen, die Arzneimittel, die unsere Gesundheit erhalten, die Kraftstoffe, die unsere Beförderungsmittel antreiben, die Bücher und Zeitungen, die wir lesen, die Filme, die wir sehen, und die vielen kleinen Annehmlichkeiten, die Licht und Freude in unser Dasein bringen, erinnern uns ständig daran, daß wir im ‚Zeitalter der Chemie‘ leben. Der tiefere Sinn dieser vielen populär gehaltenen Berichte über die Chemie war, das amerikanische Volk mit der Tatsache vertraut zu machen, daß nicht nur sein Lebensstandard von der chemischen Industrie beeinflusst wird, sondern daß im Grunde genommen seine eigene Sicherheit, ja sein Leben von der überragenden Macht dieses Industriezweiges abhängt.»

Jede industrielle Produktion – nicht nur die chemische – kann aber nur dann wirtschaftlich, mit dem größten Nutzeffekt und konkurrenzfähig arbeiten, wenn in allen ihren Stadien eine eingehende analytische Kontrolle durchgeführt wird. Sie setzt ein bei der zweckmäßigen Auswahl und Überwachung der Qualität der Rohstoffe, parallel mit der Ermittlung der günstigsten Zusammensetzung der Materialien und ihrer ständigen Sicherung für die Apparaturen, Hilfsmittel und Verpackungstoffe, läuft weiter über eine ebenso eingehende Untersuchung der Zwischenprodukte, Fertigerzeugnisse

und Abfallstoffe und endet auf dieser Straße erst, wenn durch entsprechende Versuche festgestellt ist, wie dafür gesorgt werden muß, daß die Ware auch nach langem Transport und Lagern, selbst bei ungünstigen klimatischen Verhältnissen, einwandfrei in die Hände des Verbrauchers gelangt.

Auf einer anderen Straße der analytischen Kontrolle liegen die Untersuchungen zur Überwachung der Luft in den Arbeitsräumen und ihrer Freihaltung von gesundheitsschädlichen Stoffen, wie Kohlenoxyd, Blausäure, Nickelcarbonyl, Arsenwasserstoff, Quecksilber, Blei, Beryllium, aromatischen Basen, Lösungsmitteln usw., die Prüfung der Aufnahme giftiger Stoffe durch die Atmung oder durch die Haut und ihre Ausscheidung durch die in solchen Betrieben beschäftigten Menschen.

Die laufende eingehende Analyse der festen und flüssigen Brennstoffe, der Abgase und Abbrände sowie des Kesselspeisewassers und seiner Aufbereitungsanlagen sichert wirtschaftliche Energieerzeugung, die des Abwassers und seiner eventuell erforderlichen Reinigung vermeidet unzulässige Schädigung des Vorfluters.

Die Forschung von heute ist die Technik von morgen. Ohne großzügig vom Staat geförderte Grundlagenforschung an den Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstituten und ohne Bereitstellung sehr erheblicher Mittel aus dem Produktionserlös der Industrie für ausgedehnte, in der Hauptsache zweckgebundene Forschung wird kein Land im scharfen Konkurrenzkampf auf die Dauer bestehen. Gerade die Forschung aber bedarf eines sehr gut organisierten, sicher und schnell arbeitenden analytischen Apparates. Die synthetisch arbeitenden Chemiker müssen in kürzester Zeit die genaue Elementarzusammensetzung ihrer Produkte in Händen haben. Darüber hinaus müssen sie wissen, in welchen funktionellen Bindungsarten die einzelnen Elemente vorliegen. Besonders bewährt hat sich die Aufstellung der Elementarbilanz bei der Untersuchung völlig unbekannter Substanzen, seien es Naturstoffe oder Konkurrenzprodukte. Hier muß man unbedingt wissen, wieviel des z. B. insgesamt vorhandenen Sauerstoffs als Hydroxyl-, Äther-, Carbonyl-, Carboxyl-, Ester- oder an Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Silicium usw. gebundener Sauerstoff vorhanden ist.

Interessant sind in diesem Zusammenhang die Mitteilungen, die ein Vertreter der amerikanischen Farbenindustrie kürzlich machte: «Von jedem verdienten 100 Dollar dieses Industriezweiges werden 1,62 Dollar für

Forschungsaufgaben ausgegeben. Dieser Betrag wird für folgende Einzelzwecke verwendet: 55 Cents für Analysen und Kontrollen der Rohstoffe, Verfahren und Fertigprodukte; 62 Cents für die Verbesserung, 39 Cents für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren; 6 Cents für Grundlagenforschung. Außerdem geben die Gesellschaften durchschnittlich 1 Cent je 100 verdienten Dollar für Forschungen außerhalb ihrer eigenen Laboratorien aus.»¹

Aber nicht nur die Forschung und die Industrie sind auf die analytische Chemie angewiesen. In höherem Maße, als man gemeinhin annimmt, trifft dies auch für unsere Ernährungswirtschaft zu. Ohne Boden- und Pflanzenuntersuchung keine richtige Düngung und damit keine vollen Erträge in der Landwirtschaft. Besonders sei hier auch an die Wichtigkeit der Spurenelemente für alle biologischen Vorgänge erinnert.

Auf rund ein Fünftel ihres Gesamtwertes schätzt man die Verluste an Lebensmitteln durch zu raschen Abbau, Fäulnis, Schwund, Schädlinge usw. Wissenschaft und Forschung bemühen sich, diese Werte zu erhalten durch Bereitstellung von Frischhalte-, Konservierungs-, Unkraut- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Wachststoffen, Antioxydantien usw. Neben den zu ihrer Auffindung und Ausarbeitung erforderlichen zahlreichen Analysen waren vor ihrer praktischen Anwendung eingehende Untersuchungen notwendig, ob und in welchem Maße sie im Boden bzw. in den Pflanzen gespeichert werden und welche Wirkungen sie dabei hervorrufen.

Es ist – wegen der universalen Notwendigkeit der analytischen Orientierung für fast alle Zweige der Naturwissenschaft – unmöglich, sie alle hier aufzuzählen. Einige Beispiele über die bereits gebrachten hinaus sollen jedoch den außerordentlich großen Umfang und die Bedeutung der analytischen Chemie noch unterstreichen. Denken wir nur an die vielen biologischen, physiologischen und medizinischen Probleme, an die Überwachung unserer Lebensmittel einschließlich des Trinkwassers, an die Gewerbehygiene, an die Aufgaben der forensischen Chemie, der Kulturgeschichtsforschung usw. Die großen Fortschritte der letzten Jahre auf dem Gebiete der Kunststoffe, der Kunstfasern, der Acetylenchemie, der Antibiotika und anderer Arzneimittel usw. wären ohne die Hilfsstellung der und den Rückgriff auf die analytische Chemie nicht oder wenigstens nicht in diesem Tempo zu erzielen gewesen.

Meine Damen und Herren! Ich glaube, die Bedeutung der analytischen Chemie brauche ich nicht weiter zu belegen. Ihre Aufgaben habe ich schon gestreift. Vor weiteren Ausführungen hierzu erscheint es mir zweckmäßig, die Begriffe «Analytische Chemie» und «Analytiker» bzw. «analytischer Chemiker» erst einmal zu definieren.

Angelsächsische Autoren haben das auch schon versucht, z. B. 1947 PHILIP J. ELVING. Er sagte, heutzutage sei es schwierig, «analytische Chemie» genau zu definieren, und meinte, in erster Annäherung könne

¹ Chem.-Ing.-Techn. 23, 55 (1951).

man sagen, sie umfasse alle Techniken und Methoden, die Aufschluß geben über die Zusammensetzung, Identität, Reinheit und Konstitution von Substanzproben im Hinblick auf Art, Menge und Atom- und Molekülgruppierung, sowie die Bestimmung solcher physikalischer Eigenschaften, die mit diesen Methoden bestimmt werden können. So umschließt «analytische Chemie» nicht nur die Feststellung der qualitativen und quantitativen Elementarzusammensetzung, sondern auch der funktionellen Anordnung der Atome. Ähnlich äußerten sich WAYNE W. HILTY, ELI LILLY und andere. B. L. CLARKE setzt das Wesen der «chemischen Analyse» als Zerlegung zusammengesetzter in einfachere Substanzen in den bekannten Gegensatz zu «chemischer Synthese».

Ich möchte «analytische Chemie» wie folgt definieren: «Analytische Chemie» ist die Spezialisierung eines sowohl in anorganischer als auch organischer Chemie sehr gut ausgebildeten Chemikers, der daneben die Nachbargebiete, zum mindesten Physik, physikalische Chemie, Mineralogie und Biologie, genügend beherrscht, auf die Untersuchung von Stoffen und Stoffgemischen mit allen chemischen und physikalisch-chemischen Methoden mit dem Ziel, Aufschluß über ihre Natur, ihre Zusammensetzung und Konstitution und ihr Verhalten bei der Untersuchung zu gewinnen.

Die «analytische Chemie» gehört – das gilt natürlich auch für die Mikrochemie – genau so zur Chemie, wie etwa die Geburtshilfe oder die Anästhesie zur Medizin. In ihren Anfängen gab es noch keine Spezialisten. Der Arzt war Internist, Wundarzt und Geburtshelfer zugleich, nach Einführung der Narkose (mit Äther durch JACKSON 1841/42, durch MORTON 1846, mit Chloroform durch SIMPSON 1847/48) sein eigener Anästhesist und meistens auch sein eigener Apotheker. Erst später entwickelte sich das Fachärztetum, wie wir es heute kennen: praktische Ärzte und Fachärzte, z. B. Chirurgen, Gynäkologen, Neurologen, Röntgenologen, Orthopäden, Rhinologen usw. Im Ausland kam in den letzten Jahren noch der Facharzt für Anästhesie hinzu, und bei uns wird die Entwicklung wohl denselben Weg gehen. Typisches Kennzeichen für alle diese Spezialzweige der Medizin ist, daß alle ihre Vertreter Ärzte sind mit guter, grundlegender medizinischer Allgemeinbildung und einer darauf aufgesetzten Spezialausbildung an entsprechenden Instituten. Ein Rhinologe z. B. ist ein sehr gut ausgebildeter Arzt, der daneben noch die Nachbargebiete, wie z. B. Physik, Chemie und Biologie, genügend beherrscht und sich auf die Behandlung von Nasen-, Hals- und Ohrenleiden spezialisiert hat.

Sie sehen die völlige Parallelität zu dem «analytischen Chemiker», den man manchmal kurz auch «Analytiker» nennt. Dabei ist aber folgendes zu beachten: Was ein «Organiker» ist und was ein «Anorganiker», was ein «Physikochemiker» und ein «Biologe» ist, das wissen wir alle ganz genau. Es sind alle Chemiker mit abgeschlossener Hochschulausbildung, und die unterschiedliche Berufsbezeichnung charakterisiert nur ihr engeres

Arbeitsgebiet als Chemiker, genau wie wir es oben bei den Ärzten gesehen haben. Wenn aber bei der Krankheitsbehandlung eine Reihe von indifferenten Heilmaßnahmen, wie z. B. Massagen, Rektaleinläufe, Magensaftentnahmen, subkutane Injektionen usw., auch von approbiertem Heil- und Pflegepersonal durchgeführt werden darf, so werden diese Helfer des Arztes doch in der Praxis niemals als Ärzte oder Mediziner bezeichnet. Ähnlich liegen die Dinge bei den Juristen.

Dagegen hat es sich im Sprachgebrauch allmählich so herausgebildet, daß wir unter «Analytiker» nicht mehr ausschließlich einen Chemiker mit abgeschlossener Hochschulbildung und dem speziellen Arbeitsgebiet der analytischen Chemie, sondern jeden verstehen, der eine Analyse – und sei sie noch so einfach und kochbuch- und routinemäßig auszuführen – macht. In diesem Sinne sind Stoffprüfer und analytisch arbeitende Chemiker, Chemiefachwerker, Laboranten und Laboratoriumstechniker auch «Analytiker». Ich habe in einem am 28. März 1941 im damaligen Reichsamt für Wirtschaftsausbau in Berlin gehaltenen Vortrag über die Bedeutung, die Aufgaben, die Organisation und den methodischen Ausbau der analytischen Chemie in der Industrie ausgeführt, daß in den industriellen analytischen Laboratorien sogar fast alle Analysen von diesen «Analytikern» ausgeführt werden und daß von den rund 1200 damals in den großen analytischen Zentrallaboratorien der ehemaligen I.G. Farbenindustrie beschäftigten Personen nur 85 (= 7%) «analytische Chemiker» im Sinne meiner vorhin gebrachten Definition waren.

Der Leitartikel in «Analytical Chemistry» vom März 1947 kommt zu ähnlichen Feststellungen: «Der analytische Chemiker wird allzu häufig noch als ein – genau genommen – Routine-Arbeiter betrachtet, als einer, der mehrere Stufen tiefer steht als der Forschungschemiker und alle anderen Chemiker. Er leidet dabei im Ansehen und in der Bezahlung durch eine alte falsche Vorstellung. Heute werden infolge der weitverbreiteten Einführung apparativer Hilfsmittel (Instrumentation) Tausende von analytischen Operationen von Laboratoriumstechnikern ausgeführt. Vom analytischen Chemiker verlangt man dagegen die Leitung, die Organisation und die Sicherung des technischen Fortschritts im analytischen Laboratorium. Man muß zwischen den Funktionen eines Laboratoriumstechnikers und eines analytischen Chemikers eine scharfe Trennungslinie ziehen.»

Noch eine andere interessante amerikanische Stellungnahme zu diesem Problem sei hier angeführt. R. BOWLING BARNES, Stamford Research Laboratories, American Cyanamid Company, sagte im Februar 1948 in «Analytical Chemistry» etwa folgendes: «In den frühesten Tagen der modernen Chemie war sie ganz analytisch. Die analytische Chemie war so die Grundlage des chemischen Fortschritts geworden. Die Forscher, die sich mit der Zusammensetzung der Welt befaßten, in der sie lebten, mußten sich ausschließlich mit der analytischen

Aufklärung unbekannter Substanzen befassen. Erst mit der Auffindung der ersten Synthese einer organischen Substanz durch WÖHLER begann die Ära der synthetischen organischen Chemie. Das Pendel schlug aber dann so weit nach der anderen Seite aus, daß die analytische Chemie fast ganz von der Bildfläche verschwand. Nur in bestimmten Schulen und in bestimmten Laboratorien wurde weiter analytisch geforscht. Glücklicherweise hat nunmehr das Pendel seine normale Schwingung wieder erreicht und der analytische Chemiker beginnt sein *come back*.»

Nun, für die deutschen Verhältnisse stimmt das nicht. In meinem schon oben erwähnten Vortrag im Jahre 1941 konnte ich darauf hinweisen, daß, schon nach dem Ersten Weltkrieg beginnend, die deutsche Industrie, den Wert der analytischen Chemie einschließlich der Mikromethodik klar erkennend, ihre analytischen Laboratorien stark ausgebaut und ihre analytischen Chemiker genau so wertgeschätzt hat wie die Forschungs- und Betriebschemiker. Die Betriebsausgaben allein der analytischen Zentrallaboratorien der ehemaligen I.G. Farbenindustrie betragen damals schon etwa 6–7 Millionen Mark jährlich und stiegen bis zum Kriegsende noch weiter an.

Lassen Sie mich nunmehr aus meiner 28jährigen praktischen Erfahrung als analytischer Chemiker der Industrie zusammenfassen, was ich als Aufgaben der analytischen Chemie und damit auch des analytischen Chemikers betrachte:

1. die Unterstützung der Hochschul- und der Industrieforschung bei der Untersuchung der von den Forschern synthetisierten neuen Substanzen und bei der Aufklärung der Natur unbekannter Naturstoffe;
2. die Erhöhung der Produktionsausbeuten und damit Verbilligung der Erzeugung durch laufende Untersuchungen;
3. die Erleichterung der Einführung neuer Fabrikationsmethoden;
4. die Erhöhung der Sicherheit des Betriebes und der Belegschaft;
5. die Ausarbeitung schneller und einfacher, auch von Betriebsarbeitern nach kurzer Anlernung ausführbarer Betriebsanalysenmethoden;
6. den Einsatz aller Fortschritte der Wissenschaft und Technik zur Ausarbeitung zuverlässiger, universeller und schneller Methoden für allgemeine Bestimmungen einerseits und spezifischer Methoden mit hoher Empfindlichkeit für möglichst viele Einzelindividuen aller bekannten Verbindungsklassen;
7. Heranziehung eines guten Nachwuchses an Hilfskräften, und schließlich
8. Einflußnahme auf die Ausbildung des akademischen Nachwuchses an analytischen Chemikern.

Die Möglichkeiten der analytischen Chemie und ihrer Hilfsmittel sind ungeheuer groß, sowohl methodisch wie apparativ. Fast alle Operationen, die der synthetische Chemiker anwendet, sind auch zur Lösung analytischer

Probleme brauchbar und angewandt worden. Es sei nur an die Methoden der Oxydation und Reduktion, der Hydrolyse und Wasseranlagerung, der Veresterung und Umesterung, der Kupplung und Diazotierung, der Halogenierung und Halogenabspaltung, der Kondensation, Polymerisation und Depolymerisation, der Grignardierung, die kürzlich ihren fünfzigsten Geburtstag gefeiert hat, der DIELS-ALDER-Reaktion, der Oximierung, der Hydrierung, der Acetylierung, der Sulfierung und Sulfonierung, der Nitrierung und Nitrosierung, der Alkylierung und Entalkylierung usw. erinnert.

Unsere Kollegen von der Physik haben zusammen mit der optischen und elektrischen Industrie ihre physikalischen Methoden ausgebaut, verfeinert und praktisch narrenfest gemacht. Man kann die dafür erforderlichen Apparate heute in schön gekapselten, serienmäßig gebauten stabilen und betriebssicheren Industriemodellen kaufen. Wegen der Kürze der Zeit kann ich nur die wichtigsten erwähnen:

- die Polarographen mit photographischer oder - moderner - lichtelektrischer Registrierung der Stromspannungskurven zur raschen Bestimmung anorganischer und organischer Verunreinigungen, zur Bestimmung kathodisch reduzierbarer Verbindungen neben nicht reduzierbaren und zur Bestimmung kapillaraktiver Stoffe;
- die Röntgenspektrographen zur Strukturanalyse;
- die Ultrarotschreiber und Ultrarotspektrographen zur kontinuierlichen Überwachung von Gasen auf fremde, unerwünschte oder gefährliche Beimengungen und zur Bestimmung von Isomeren und Homologen nebeneinander (eine über das Ultrarot hinausgehende Mikrowellenspektroskopie kündigt sich bereits an);
- die modernen Spektrographen mit größter Dispersion und Ersatz des Phototeils durch lichtelektrische Zellen, die eine Bestimmung von dreizehn Legierungsbestandteilen in einer Stahlprobe in zwei Minuten gestatten,
- RAMAN- und die Massenspektrographen,
- die Spektrophotometer zur automatischen Registrierung ganzer Absorptionskurven im Sichtbaren, Ultraviolett und nahen Ultraviolett,
- die neuen Mikroskope mit Polarisierung, Dunkelfeld- und Phasenkontrastverfahren und die Elektronenmikroskope, die alle als Kameraverfahren die Dokumentation der Ergebnisse gestatten.

An modernen Methoden sei noch die Adsorptionsanalyse (Chromatographie) sowohl an Säulen als auch an Papier erwähnt, die eine geradezu universelle Anwendung gefunden und bisher für unmöglich gehaltene Resultate erzielt hat.

Ähnlich allgemein anwendbar und apparativ einfach gestaltet wurde die schöne Wasserbestimmungsmethode von K. FISCHER durch Titration mit einer Lösung von Jod und schwefliger Säure in wasserfreiem Methanol-Pyridin-Gemisch. Sie läßt sich auch zur Bestimmung

von Umsetzungen heranziehen, bei denen Wasser gebildet oder verbraucht wird.

Die Verwendung organischer komplexbildender Reagenzien zur qualitativen und quantitativen Bestimmung von Kationen hat immer größeren Umfang angenommen und sich besonders dann bewährt, wenn die entstehenden Komplexe durch organische Lösungsmittel ausgeschüttelt werden können. Hier sei besonders das Dithizon erwähnt.

Die Titration von schwachen Basen in wasserfreiem Eisessig mit Perchlorsäure und die von schwachen Säuren in Äthylendiamin mit alkoholischer Natronlauge bietet in vielen Fällen große Vorteile.

Die Verwendung anorganischer und organischer Ionenaustauscher, die elektrometrischen Methoden, die Lumineszenzanalyse, die Flammenspektroskopie, die Thermogravimetrie, die Methoden, die auf der Messung der Dielektrizitätskonstante bzw. der Anwendung von Ultraschall beruhen, die Beobachtung aller Schmelzvorgänge unter dem Mikroskop auf der Heizplatte, die radio-metrische Analyse, die Analyse durch Kernumwandlung, die mikrobiologischen und biologischen Methoden, die automatischen Mikromethoden in der Elementaranalyse, die Tüpfelmethode, die Mikroanalyse, die Dialyse und Diasolyse, die Molekulardestillation und die Feinfraktionierung, die Kolorimeter und pH-Meßgeräte, die Gegenstromextraktion usw. will ich nur kurz erwähnen mit dem Hinweis, daß manche der genannten Methoden noch den Nachweis und die Bestimmung von Mengen von $1 \cdot 10^{-11}$ g gestatten.

Wir sehen, die Zeiten haben sich geändert. In den frühesten Perioden der Chemie waren die Chemiker lange nicht so spezialisiert wie ihre Kollegen von heute. Sie waren noch ihre eigenen Glasbläser, Chemikalienlieferanten, Gerätebauer und Analytiker. Heute ist es schon nötig, daß der analytische Chemiker sich wieder spezialisiert, z. B. auf Mikrochemie, Spektroskopie usw. Der Überblick über die Vielzahl von Methoden wird immer schwieriger, die apparativen Einrichtungen immer komplizierter. Und doch ist es erforderlich, daß wenigstens eine größere Anzahl von analytischen Chemikern diesen Überblick behält. Die Zeit, sich diesen zu verschaffen, muß er dadurch gewinnen, daß er zur Durchführung der immer wiederkehrenden analytischen Aufgaben Hilfskräfte einsetzt, denen er durch bis ins Kleinste ausgearbeitete und festgelegte Untersuchungsmethoden die analytische Arbeit leicht und einfach macht. Dasselbe gilt für die Bedienung der speziellen Apparaturen. Die Hauptaufgabe des analytischen Chemikers bleibt also heute nur noch die Leitung der Laboratorien, ihre Organisation und die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter, das Eingreifen bei neuen und schwierigen Aufgaben, die Verfolgung der Literatur, die Nachprüfung von dort neu beschriebenen und nicht zuletzt die Ausarbeitung neuer Methoden. Chemiker mit abgeschlossener Hochschulbildung sollten im analytischen Laboratorium nur dort eingesetzt werden, wo ihre Tätigkeit

nicht von Technikern, Laboranten oder Arbeitern übernommen werden kann.

Die moderne analytische Chemie beruht also in ihrem Erfolg auf der guten und reibungslosen Zusammenarbeit zwischen relativ wenigen vollakademisch ausgebildeten und auf analytische Chemie spezialisierten Chemikern und einer großen Anzahl von auf einzelne Gebiete der analytischen Methodik bzw. auf die Bedienung bestimmter Apparaturen spezialisierten, gut ausgebildeten und erfahrenen Technikern, Laboranten und Hilfskräften. Die Industrie ist – wenigstens in den größeren Werken – dazu übergegangen, sich diese Mitarbeiter selbst heranzuziehen. Auf die Dauer wird es sich aber als unbedingt zweckmäßig erweisen, diese Ausbildung auf die Hochschulen zu verlagern. Da die beiden Gruppen nach ihrer Ausbildung doch eng zusammenarbeiten müssen, ist es meiner Meinung nach nicht nur logisch, sondern auch unerlässlich, daß sie auch schon während ihrer Ausbildung zusammenarbeiten. Ich stelle mir diese gemeinsame Ausbildung etwa wie folgt vor: Zunächst einmal an einem größeren Hochschulort – besonders geeignet wäre ein solcher, an dem sich eine Technische Hochschule und eine Universität, vielleicht auch noch ein Kaiser-Wilhelm-Institut und in ihrem Umkreis auch größere Industrie befindet – wird ein «Institut für analytische Chemie» errichtet. Sein Leiter wird ein erfahrener analytischer Forscher und Lehrer sein. Das Personal dieses Instituts besteht nicht nur aus dem Institutsvorstand, seiner Sekretärin, den Assistenten, dem Glasbläser, dem Mechaniker und dem Heizer, sondern noch aus einer größeren Anzahl gut ausgebildeter, erfahrener Techniker und Laboranten, die natürlich erst allmählich herangezogen werden müssen. Ausgerüstet ist das Institut mit den modernsten Apparaturen und Einrichtungen. Die Einrichtungskosten und vielleicht auch einen Teil der laufenden Kosten übernimmt der Staat. Es führt im Lohn gegen Berechnung der Unkosten analytische Aufträge der am Hochschulinstitut befindlichen wissenschaftlichen Institute, natürlich auch von anderen Instituten und Hochschulen, sowie von der umliegenden interessierten Industrie durch und deckt mit diesen Einnahmen den restlichen Teil seiner Ausgaben. Auf der Basis der sich dabei einstellenden vielseitigen analytischen Tätigkeit über das ganze Gebiet der Chemie hinweg ergibt sich für den Institutsleiter und seine Assistenten ein weites fruchtbares Gebiet für die analytische Forschung und die praktische

Arbeit. Die nach mehrsemestriger Tätigkeit an diesem Institut von dort abgehenden Assistenten (*graduate analyst*) werden von der Industrie außerordentlich gesucht sein. Diejenigen, die Neigung zur wissenschaftlichen Laufbahn haben, werden den akademischen Nachwuchs für das Lehrfach der analytischen Chemie stellen. Da, wie ich schon oben ausführte, das Studium der analytischen Chemie ein auf das Grundstudium der Chemie aufgesetztes Spezialstudium sein soll, werden als Assistenten Chemiker mit abgeschlossenem Chemiestudium (mindestens Diplom-Chemiker, nicht ohne Schaden erst nach erfolgter Promotion) eingesetzt.

Die an dem Institut tätigen analytischen Laboranten und Techniker (*undergraduate analyst*) werden nach mehrjähriger Tätigkeit am Institut ebenfalls sicher in der Industrie gute Arbeitsmöglichkeit und entsprechende Bezahlung finden. Ihr Nachschub erfolgt im allgemeinen durch die Aufnahme von Laboranten-Lehrlingen mit guter Volksschulbildung, gelegentlich auch durch Abiturienten oder Chemie-Studierende, denen bei guter Qualifikation die Mittel zum Weiterstudium nicht mehr zur Verfügung stehen und am Institut über den Laboranten hinweg zum analytischen Techniker ausgebildet werden. Auch von ihnen wird ein bestimmter Prozentsatz beim Institut als Stammausbilder verbleiben und dort eine Lebensstellung finden.

Selbstverständlich sind an diesem Institut auch einige Gastplätze vorhanden für Herren mit abgeschlossener Hochschulbildung anderer Richtungen, die sich über die Möglichkeiten der modernen Analysemethoden unterrichten und sich für einige Zeit dieser Spezialausbildung widmen wollen.

Meine Damen und Herren! Ich bin damit am Schluß meiner Ausführungen angelangt. Ich glaube, Ihnen gezeigt zu haben, welche gewaltige Bedeutung man der analytischen Chemie, vor allen Dingen auch im Ausland, zumißt. Ich habe Ihnen das ungeheure Ausmaß an Aufgaben für die analytische Chemie gezeigt und zum Schluß ausgeführt, daß der Einsatz analytischer Chemiker zur Durchführung laufender und immer wiederkehrender Analysen, selbst wenn diese ein hohes Maß von Erfahrung und Geschicklichkeit und komplizierte Apparaturen erfordern, ein Fehleinsatz wissenschaftlicher Potenz wäre. Dadurch ergibt sich aber ohne weiteres die Notwendigkeit einer Reform bzw. überhaupt erst einer richtigen Gestaltung der Ausbildung des analytischen Chemikers, etwa in der von mir als Diskussionsbasis skizzierten Form.