

## Mikrochemie

*Ein wenig beachtetes Kapitel der Chemie*

Von Dr. GERTRUD BUSSMANN

Arzneimittel-Prüfungs-Anstalt des Schweizerischen Apotheker-Vereins, Bern

*Überblick.* Ist von Mikrochemie die Rede, so denken die meisten Chemiker an Mikrokohlenstoff- oder Stickstoffbestimmungen in organischen Substanzen, wie ja auch längst im Sprachgebrauch «Mikrolabor» der Raum heißt, wo quantitative organische Mikroanalyse getrieben wird. Doch Mikrochemie bedeutet viel mehr, nämlich ganz allgemein wissenschaftliches Arbeiten mit kleinen und kleinsten Substanzmengen, vom Gramm hinab bis zum Tausendstelmilligramm und Bruchteilen davon.

Die Geburtsstunde der Mikrochemie liegt wohl im Jahre 1705, als LEEUWENHOEK eine Abhandlung über die Kristallform von Salzen schrieb, und Mikrochemie trieb auch MARCGRAF, der 1747 seinen Rübenzucker unter das Mikroskop nahm. Richtig groß geworden je-

doch ist unser Wissenszweig erst seit Anfang des 20. Jahrhunderts, und zwar besonders durch die österreichische Schule: Weltbekannt sind die Namen von FRIEDRICH EMICH, dem Altmeister der Mikrochemie (1860–1939, Graz), von HANS MOLISCH, dem Pflanzenphysiologen (1856–1937, Wien), von FRITZ PREGL (1869–1930, Graz), welcher die quantitative organische Mikroanalyse schuf, und von FRITZ FEIGL, dem heute in Rio de Janeiro tätigen Begründer der Tüpfelanalyse.

Als zu Beginn des 20. Jahrhunderts die leicht zugänglichen Naturstoffe weitgehend erforscht waren und die Wissenschaft sich lebenswichtigen, aber seltenen Stoffen zuwandte, riefen diese Arbeitsgebiete neuen Methoden, die erweitert und verfeinert heute unter dem Namen

Mikrochemie zusammengefaßt werden. Die lebhafteste Entwicklung der Biochemie, der physiologischen, medizinischen und pharmazeutischen Chemie, die bahnbrechenden Fortschritte auf dem Gebiete der Atomenergie und der künstlichen radioaktiven Isotopen, die Arbeit des Gerichts-, Lebensmittel- und Agrikulturchemikers, all dies und vieles mehr wäre unmöglich ohne Mikrochemie.

**Anorganische Mikrochemie.** Schon im ersten Semester begegnet der Chemiestudent der Mikrochemie, wenn er die Natrium-Uranylacetatkrystalle unter das Mikroskop nimmt. BEHRENS in Delft hat 1894 erstmals solche Nachweise anhand der Kristallform angewandt<sup>1</sup>. Bald hört der junge Chemiker auch von der Tüpfelanalyse, die F. FEIGL vor etwa 25 Jahren in Wien ausarbeitete<sup>2</sup>. Dies Verfahren mit seinen hochempfindlichen Nachweisen sämtlicher Elemente ist eines der schönsten Kapitel der anorganischen Mikrochemie. Auch quantitative Mikroanalyse steht dem Anorganiker zur Verfügung: Dem mikrochemisch Geschulten bietet das Buch von HECHT und DONAU<sup>3</sup> zuverlässige Anleitung zu wohlbegründeten Verfahren.

**Schmelzpunktsbestimmung.** Je weiter das Studium fortschreitet, desto öfter hat der Chemiker mit kleinen und kleinsten Mengen zu tun. Schon die gewöhnliche Schmelzpunktsbestimmung gehört ins Reich der Mikrochemie. Daneben gibt es heute eine Methode zur Schmelzpunktsmikrobestimmung, deren Schöpfer LUDWIG KOFLER<sup>4</sup> ist (1891-1951, Pharmakognostisches Institut der Universität Innsbruck). Der KOFLER-Block erlaubt, die charakteristischen Eigenschaften eines Stoffes oder Stoffgemisches mit größter Genauigkeit festzulegen. So bestimmt man Schmelzpunkt, Sublimationstemperatur, Lichtbrechung der Schmelze – dies mit Hilfe einer Skala von Glaspulvern von bekanntem Brechungsexponenten –, Mischschmelzpunkt, Eutektikum, Schmelzdiagramm. Am Verhalten jedes einzelnen Kriställchens sind mannigfache Erscheinungen zu beobachten, so daß die Schmelzpunktsmikrobestimmung viel leistungsfähiger ist als die Bestimmung in der Kapillare. Besonders läßt sich der Reinheitsgrad sehr genau beurteilen; am unscharfen Schmelzbeginn, dem «Sintern», sind mikroskopisch Verunreinigungen bis hinab zu 0,25% zu erkennen. Zur Reinheitsprüfung dient auch die Bestimmung der eutektischen Temperatur des Gemischs mit geeigneten Teststoffen.

Zur raschen Feststellung des Schmelzpunkts irgendeiner Substanz, besonders aber zur Bestimmung des tatsächlichen Schmelzpunkts zersetzlicher Stoffe an Stelle des ungenauen Zersetzungspunkts, schuf KOFLER seine

Heizbank<sup>5</sup>, einen etwa 40 cm langen elektrisch geheizten Metallkörper, dessen Temperatur von 260° am einen Ende auf 50° am andern Ende stetig abfällt. Zur Ablesung der Temperatur dient eine Skala mit verschiebbarem Läufer. Zur Schmelzpunktsbestimmung bringt man etwas Substanz auf die Heizbank und kann augenblicklich die Grenze zwischen Geschmolzenen und Ungeschmolzenen feststellen.

**Allgemeine und präparative Mikrochemie.** Im präparativen Praktikum wird der Studierende, freiwillig oder gezwungen durch schlechte Ausbeuten, allerlei Mikrochemie kennen lernen. Hier wäre Gelegenheit zur Anwendung der genialen Verfahren, die wir F. EMICH, dem Begründer der präparativen Mikrochemie, verdanken<sup>6</sup>. Bestechend einfach und sicher, erlauben sie, alle chemischen Operationen im kleinsten Maßstab auszuführen. Es braucht nur ein paar ausgezogene Glasröhrchen und einfache Glasgeräte, Behelfe, die sich der Chemiker selbst herstellt, und dann noch eine sorgfältige, geschickte Hand. Man kann filtrieren, destillieren, umkristallisieren; man kann in einem Reagensglas von 30 mm Höhe und 5 mm Durchmesser einige Milligramm verschiedener Substanzen mischen, erwärmen, das Lösungsmittel durch ein Kapillarheberchen abtrennen, den Rückstand trocknen: nach 15 Minuten ist ein Präparat fertig, das mit größeren Mengen eine Tagesarbeit wäre. Besonders wertvoll sind die qualitativen Mikronachweise der Elemente in organischen Stoffen. Sie sind leicht auszuführen und zuverlässiger als die üblichen Proben, mit welchen man sich oft genug fruchtlos quält. Wie häufig kommt es vor, daß Substanzen ins Mikrolabor gebracht werden, damit durch eine Elementaranalyse auf die Gegenwart von Stickstoff, Schwefel, Halogen oder selbst Kohlenstoff geprüft werde!

Leider sind die Bücher EMICHS, sein *Lehrbuch der Mikrochemie*<sup>6</sup> und besonders sein *Mikrochemisches Praktikum*<sup>6</sup>, das dem Anfänger so gute Dienste leistet, längst vergriffen. Amerika hat den Wert der allgemeinen Mikrochemie sofort erfaßt. EMICHS Werke wurden übersetzt, sind aber auch vergriffen. Vor einigen Jahren erschien in New York ein Buch von F. SCHNEIDER<sup>7</sup> über allgemeine Mikrochemie. Dieses enthält über die EMICHschen Verfahren hinaus viele neue Methoden, was seinen Wert für den Mikrochemiker erhöht, wenn auch die Übersichtlichkeit für den Anfänger vermindert wird. Dem PREGL-Laboratorium in Graz entstammt ein unlängst erschienenenes Buch von H. LIEB und W. SCHÖNIGER<sup>8</sup>, in welchem der Chemiker die Beschreibung von Mikrogeräten und Arbeitsweisen findet und als Anwen-

<sup>1</sup> H. BEHRENS und P. KLEY, *Mikrochemische Analyse*, Leipzig und Hamburg 1922.

<sup>2</sup> F. FEIGL, *Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen*, 3. Auflage, Leipzig 1938. *Qualitative Analysis by Spot Tests*, 3. Auflage, Amsterdam 1947. *Chemistry of Specific, Selective and Sensitive Reactions*, New York 1949.

<sup>3</sup> F. HECHT und J. DONAU, *Anorganische Mikrogewichtsanalyse*, Wien 1940.

<sup>4</sup> L. und A. KOFLER, *Mikromethoden zur Kennzeichnung organischer Stoffe und Stoffgemische*, Innsbruck 1948.

<sup>5</sup> Mikrochem. ver. mit *Microchim. Acta* 34, 374-81 (1949), *Mh. Chem.* 81, 619-26 (1950).

<sup>6</sup> F. EMICH, *Mikrochemisches Praktikum*, 2. Auflage, München 1931; *Lehrbuch der Mikrochemie*, München 1926; *Methoden der Mikrochemie*, in *Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden* 1, 3, Berlin-Wien 1921.

<sup>7</sup> F. SCHNEIDER, *Qualitative Organic Microanalysis*, New York 1946.

<sup>8</sup> H. LIEB und W. SCHÖNIGER, *Anleitung zur Darstellung organischer Präparate mit kleinen Substanzmengen*, Wien 1950.

dung die in den Mikromaßstab übertragene Darstellung der im chemischen Unterricht üblichen organischen Präparate. Das handliche Buch ist für jeden Studenten erschwinglich, die Übungen sollten im Lehrplan keines Hochschulinstituts fehlen: Nicht nur erlauben sie große Ersparnisse an Zeit und Material – man benutzt 1/40 der GATTERMANNschen Ausgangsmengen –, vor allem lernt der Studierende sorgfältiges Arbeiten mit kleinen Ansätzen. Neu und interessant ist die qualitative Analyse der charakteristischen Gruppen in organischen Substanzen, wofür das Buch von LIEB und SCHÖNICER bei jeder Klasse von Verbindungen Mikroreaktionen anführt, die auf der FEIGLschen Tüpfelanalyse beruhen: Verwendet diese organische Reagenzien für die anorganische Analyse, so können umgekehrt in der organischen Analyse Gruppen, die unter Bildung von Salzen, inneren Komplexen usw. FEIGLsche Reaktionen ermöglichen, durch die gleichen Reaktionen nachgewiesen werden.

*Mikroverfahren der allgemeinen und physikalischen Chemie.* Zur Mikrochemie zählen viele allgemein bekannte Verfahren, wie Titrations im Mikromaßstab, Mikrogasanalyse, manometrische Methoden, mikrochemische Anwendung biologischer Methoden, und besonders das dankbare Gebiet der Farbreaktionen, aus welchem zahlreiche Fächer Nutzen ziehen: medizinische Chemie, Tüpfelreaktionen, kolorimetrische Kationenanalyse, die von MOLISCH begründete botanische Mikrochemie und die Histochemie. Auch die chromatographische Adsorptionsanalyse kann als mikrochemisches Verfahren gelten, da man am besten mit kleinen Ansätzen arbeitet. Besonders jedoch ist die Papierchromatographie ein Mikroverfahren ohnegleichen, das in den wenigen Jahren seit seiner Entdeckung einen wahren Siegeszug durch die wissenschaftliche Welt ausführte. Seine Entwicklung ging so rasch vor sich, daß erst jetzt Bücher über das Arbeitsgebiet zu erscheinen beginnen: Die Monographie von F. CRAMER<sup>9</sup> bringt eine klare Darstellung der Grundlagen, die Beschreibung der Ausrüstungsgegenstände und im speziellen Teil Arbeitsvorschriften für die verschiedenen Stoffklassen. Wertvoll ist besonders das gute Schriftumsverzeichnis. Ähnlich in Aufbau und Inhalt, doch ausführlicher, ist das kürzlich erschienene kleine Handbuch der Amerikaner R. J. BLOCK, R. LE STRANGE und G. ZWEIG<sup>10</sup>. Ein sehr bedeutendes mikrochemisches Gebiet jüngsten Datums ist die Anwendung künstlicher radioaktiver Substanzen zur Lösung biochemischer, analytischer und technischer Fragen aller Art. Auch zahlreiche Methoden der physikalischen Chemie lassen sich der Mikrochemie nutzbar machen: die schon beschriebene Mikroschmelzpunktbestimmung, ferner Mikrobestimmungen für Siedepunkt und Molekulargewicht, für Dichte, Härte und Viskosität;

die Messung der Wasserstoffionenkonzentration, die potentiometrische, konduktometrische oder amperometrische Titration, die Polarographie, die Arbeit am Kolorimeter, am Polarimeter, am Polarisationsmikroskop und besonders auch die Spektralanalyse.

*Quantitative organische Mikroanalyse.* Der schönste Erfolg der Mikrochemie ist die quantitative organische Mikroanalyse. Man schätzt sie besonders der großen Zeiterparnis und Zuverlässigkeit wegen, obschon sie an den Ausführenden hohe Anforderungen stellt. Der Schöpfer dieser Verfahren, der österreichische Forscher F. PREGL, war Mediziner und erhielt den Anstoß zu seiner Erfindung um 1909 bei einer Untersuchung der Gallensäuren, wo er aus 100 kg Galle nur 0,4 g einer reinen Substanz gewann. Nach wenigen Jahren unermüdlicher Arbeit erschien 1917 sein Lehrbuch<sup>11</sup> mit den fertigen Methoden. Von überall strömten Chemiker nach Graz, um die Arbeitsweise beim Meister selbst zu erlernen und sie in alle Erdteile zu tragen. Die Fachwelt hat den hohen Wert der neuen Methode sofort erkannt; dies bezeugt die Verleihung des Nobelpreises an PREGL im Jahre 1923.

An vielen Universitäten der Alten und Neuen Welt ist ein Praktikum in organisch-quantitativer Mikroanalyse Pflichtfach für Chemiestudenten. Dieser Kurs stellt nur eine Einführung vor; zur erfolgreichen Ausübung der Mikroanalyse gehört eine längere Lehrzeit in einem spezialisierten Laboratorium. Die scheuen Gefühle leiser Furcht, welche die Studenten vor dem mikroanalytischen Kurs empfinden, lassen an den Ausspruch BENEDETTI-PICHLERS (New York) denken, wonach die Mikroanalyse mit den natürlichen Eigenschaften des Menschen in Widerspruch stehen soll. Die Mikroanalyse ist jedoch noch von jedem durchschnittlich begabten Studenten erlernt worden, und das Praktikum bildet eine gute Schule für sauberes Arbeiten, für Ausdauer, Geduld und Willenskraft. Darüber hinaus lernt man Einzelheiten, die auch dem nützlich sind, der später nie mikroanalytisch arbeitet, so die vorschriftsmäßige Ausführung der Mikrowägung und die Titration mit n/100 Lösungen.

Daß die quantitative organische Mikroanalyse auf der breiten und soliden Grundlage PREGLs ein auch heute noch lebendiges Gebilde ist, beweisen wertvolle Beiträge neueren Datums, über die H. LIEB in dieser Zeitschrift berichtet hat<sup>12</sup>, und wovon ich besonders die ZIMMERMANNsche Form der Mikro-DUMAS-Bestimmung des Stickstoffs, die Bestimmung des Schwefels nach BÜRGER-ZIMMERMANN und UNTERZAUCHERS direkte Bestimmung des Sauerstoffs hervorheben möchte. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Ausführungsform der Methylimid-Bestimmung nach FIERZ, PFANNER und OPLIGER<sup>13</sup> hingewiesen.

<sup>11</sup> F. PREGL, *Quantitative organische Mikroanalyse*, 6. Auflage, bearbeitet von H. ROTH, Wien 1949.

<sup>12</sup> H. LIEB, *Chimia* 6, 34–9 (1952).

<sup>13</sup> H. E. FIERZ-DAVID, E. PFANNER und F. OPLIGER, *Helv. Chim. Acta* 28, 1463–72 (1945).

<sup>9</sup> F. CRAMER, *Papierchromatographie*, Weinheim 1952.

<sup>10</sup> R. J. BLOCK, R. LE STRANGE und G. ZWEIG, *Paper Chromatography*, New York 1952.

**Ultramikroanalyse.** Trotz aller Vervollkommnung ist die Mikroanalyse noch nicht die *quinta essentia* der analytischen Chemie, denn immer feinere Verfahren verlangt die Forschung im Zuge ihrer Entwicklung. So entstand die Ultramikroanalyse, systematisch bearbeitet an der «University of California» in Berkeley und lebhaft gefördert durch die Entwicklung der Atomchemie in Amerika. Der Biochemiker P. L. KIRK, im Zweiten Weltkrieg Mitarbeiter der «Atomic Energy Commission», hat die Ultramikroanalyse in einem vor zwei Jahren erschienenen Buch<sup>14</sup> dargelegt. Dieses erschließt dem Analytiker das Reich des Gamma sowohl zur Untersuchung extrem kleiner Substanzmengen als zur Spurenbestimmung. Auf eine Beschreibung der Quarzfadenwaage, verschiedener Geräte und Operationen folgt die genaue Anleitung zu volumetrischen, kolorimetrischen und gasanalytischen Ultramikrobestimmungen. Erfasst werden eine Anzahl organischer Verbindungen, verschiedene Metalle und Nichtmetalle und die physikalischen Konstanten. An der «University of California» wird die Ultramikroanalyse von den Studenten geübt; die Verfahren sind einfach, leicht zu erlernen und rasch auszuführen. Der Biochemie und der medizinischen Chemie eröffnet die Ultramikroanalyse ungeahnte Möglichkeiten, und zur Handhabung von Radioisotopen ist sie unentbehrlich. Darüber hinaus wären die meisten der Verfahren und Apparate auch zu allgemeiner Verwendung geeignet. Es ist darum zu hoffen, daß dieser schöne Zweig der Mikroanalyse an recht vielen Orten aufgenommen und weiterentwickelt wird.

**Vorteile.** Aus den zahlreichen Verfahren und Anwendungsgebieten geht hervor, daß die Mikrochemie nicht nur unentbehrlich ist, wenn man mit wenig Substanz auszukommen hat; man schätzt sie überall in Wissenschaft und Industrie, ermöglicht sie doch große Ersparnisse an Raum, Material und Zeit. So beansprucht die Mikrochemie verhältnismäßig wenig Platz, sie schont die Kräfte des Chemikers und steigert dadurch seine Leistungsfähigkeit; ferner erlaubt sie, viel Chemikalien zu sparen, ebenso Gas, elektrischen Strom, Wasser und besonders auch Geräte. Nach einer amerikanischen Angabe lassen sich die Betriebskosten durch Anwendung von Mikroverfahren um etwa 60% verringern. Die Methoden von EMICH oder LIEB-SCHÖNIGER erlauben, Substanzen rasch und wirksam zu reinigen oder in kürzester Zeit eine Menge herzustellen, die zu Vergleichszwecken ausreicht. Die Vorzüge der KOFLER-Verfahren und der Mikronachweise der Elemente wurden schon erörtert, und bei der quantitativen Analyse bringt die Verkleinerung der Einwaage auf den zehnten Teil eine Verkürzung der Arbeitsdauer um die Hälfte oder mehr.

Ein weiterer Vorteil der Mikrochemie ist ihre Einfachheit. Nach GOTTFRIED KELLERS Wort: «Alles Große und Edle ist einfacher Art», ist auch hier das Einfachste immer das Beste. EMICHs Verfahren erinnern häufig an

das Ei des Kolumbus; das Geniale daran ist, an etwas so Selbstverständliches gedacht zu haben. Vorbildlich einfach sind auch die Methoden PREGLS, und nicht zuletzt deshalb sind sie heute noch so beliebt. Leider tritt ein Zug nach komplizierten Apparaturen und automatischen Verfahren immer mehr hervor; die Mikrochemie gerät unter die Diktatur des Roboters. Sind hochentwickelte Geräte bei den physikalisch-chemischen Anwendungsgebieten auch unerlässlich, so ist doch in der Mikroelementaranalyse eine Überdimensionierung nachteilig, besonders für den Durchschnittsbetrieb: sie erhöht die Kosten unverhältnismäßig, vermindert die Übersichtlichkeit und führt dazu, daß jegliche Mikroanalyse in die Hand von Spezialisten und Laboranten abgedrängt wird.

**Zeitschriften.** Als weitverzweigtes und allgemein bedeutsames Gebiet wuchs die Mikrochemie bald zu einer selbständigen Wissenschaft heran. Sie hat ihre eigene Zeitschrift, «Mikrochemie vereinigt mit Microchimica Acta», die seit 1923 erscheint. Die «Mikrochemie» ist leider viel zu wenig bekannt, was zum Teil mit der Ansicht zusammenhängt, Mikrochemie bedeute nur Mikroanalyse, und eine Zeitschrift für dieses Spezialgebiet sei eine unnötige Ausgabe. Unsere Zeitschrift bringt jedoch Arbeiten aus allen Gebieten der Mikrochemie und sollte in keinem chemischen Institut fehlen: ihre 39 bisherigen Bände enthalten eine Unsumme wertvollsten Wissens und Könnens, das leider den wenigsten Chemikern zugänglich ist. Aufsätze mikrochemischen Inhalts trifft man noch in zahlreichen wissenschaftlichen Zeitschriften, Veröffentlichungen über Mikroanalyse regelmäßig in der amerikanischen Zeitschrift «Analytical Chemistry» (früher «Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition»), häufig in den andern analytischen Zeitschriften.

**Mikrochemische Gesellschaften.** Mancherorts haben sich die Mikrochemiker zu Fachgruppen vereinigt; so gibt es die «Österreichische Gesellschaft für Mikrochemie» und die «Microchemical Section of the American Chemical Society»; kürzlich wurde eine Fachgruppe «Analyse und Mikrochemie» der «Gesellschaft Deutscher Chemiker» gegründet; der «Microchemical Club» in Großbritannien, der wie viele wissenschaftliche Gesellschaften im Zweiten Weltkrieg seine Tätigkeit einstellte, hat diese jetzt als «Microchemistry Group of the Society of Public Analysts and Other Analytical Chemists» wieder aufgenommen. Im Juli 1950 trafen sich Mikrochemiker aus aller Welt in Graz, der Geburtsstätte der Mikrochemie, zu einem internationalen Kongreß, dem ein voller Erfolg beschieden war und dem nun in regelmäßigen Zeitabständen weitere Kongresse in andern Städten der Alten oder Neuen Welt folgen sollen. Die rund 130 Vorträge aus allen Fachgebieten bringen einen Überblick über den letzten Stand der Mikrochemie in Theorie und Praxis und sind als Band 36/37 der Zeitschrift «Mikrochemie vereinigt mit Microchimica Acta» erschienen.

<sup>14</sup> P. L. KIRK, *Quantitative Ultramicroanalysis*, New York 1950.

*Mikrochemie in der Schweiz.* Bei uns kennt man von der Mikrochemie einerseits die verbreitetsten Anwendungsgebiete, wie Kolorimetrie, Chromatographie, Spektrographie, besonders aber die quantitative organische Mikroanalyse. Mehrere Hochschulen und alle größeren Industriebetriebe haben eigene mikroanalytische Laboratorien. Dagegen sind bedauerlicherweise die allgemeinen präparativen und qualitativ-analytischen Mikroverfahren der österreichischen Schule kaum bekannt. Es wird zwar in Wissenschaft und Praxis sehr viel mit kleinen und kleinsten Mengen gearbeitet, und vielerorts kommt es vor, daß die Mikrochemie neu entdeckt werden muß wie seinerzeit die in Vergessenheit geratenen MENDELSchen Regeln. Meist sucht man sich durch Verkleinern der gewohnten Methoden so gut wie möglich zu behelfen. Darum wäre es höchste Zeit, daß die allgemeine Mikrochemie in den Lehrplan unserer Hochschulen aufgenommen würde. Man fordert ja auch schon überall die Einführung mikrochemischer Methoden in die Pharmakopöen. Das Arbeiten mit ausgezogenem Röhrchen, Spitzröhrchen, Kapillarheber und Filterstäbchen sowie die Mikronachweise der Elemente sollten unbedingt zum grundlegenden Rüstzeug jedes Chemikers, Pharmazeuten und Biologen gehören, so gut wie Wägen, Titrieren und der Nachweis von Chlor- und Sulfationen. Die allgemeine Mikrochemie wurde vernachlässigt, weil die Schwierigkeiten des Mikromaßstabs gewisse Arbeitsgebiete auf spezialisierte Laboratorien beschränken; so entstand ein allgemeines Vorurteil, und heute betrachtet man sämtliche Mikroverfahren als Sache des Spezialisten. Die qualitative Mikroanalyse und die präparative Mikrochemie bieten jedoch keinerlei Schwierigkeiten; im Gegenteil sind sie so reizvoll, daß jeder alsbald davon entzückt ist und sich mit Erfolg zu eigenen Erfindungen verleiten läßt.

*Mikrochemie in aller Welt.* Ähnlich wie bei uns liegen die mikrochemischen Verhältnisse auch in andern Ländern. Man hört von großen mikroanalytischen Laboratorien in aller Welt<sup>15</sup>. Am bekanntesten ist das PREGL-Laboratorium am Medizinisch-Chemischen Institut der Universität Graz. Dann gibt es ein mikroanalytisches Laboratorium am MAX-PLANCK-Institut für Medizinische Forschung in Heidelberg, in Paris ein «Laboratoire de Microanalyse organique du Centre National de Recherche Scientifique», in Novara am «Centro Nazionale

delle Ricerche» eine «Sezione per la Microanalisi», und die «Common Wealth Scientific and Industrial Research Organisation» Australiens unterhält in Melbourne ein «Organic Microanalytical Laboratory» verbunden mit Dozentur für Mikroanalyse. Die drei letzten Institute arbeiten ausschließlich in quantitativ organischer Richtung und sollen den Analysenbedarf der betreffenden Länder decken. Die Pflege der allgemeinen Mikrochemie dagegen ist recht selten. Man findet sie in Österreich, zunal in Graz im PREGL-Laboratorium (H. LIEB und W. SCHÖNIGER) und an der Technischen Hochschule (G. GORNACH), ferner in Amerika, z. B. an der «New York University» (J. B. NIEDERL) und am «Queens College» in New York (F. SCHNEIDER); auch in Großbritannien wird allgemeine Mikrochemie getrieben (C. L. WILSON, Belfast), ebenso in Belgien: in Brüssel besteht seit 1939 das von A. LACOURT geleitete «Centre de Microchimie»<sup>16</sup>, welches die Mikrochemie und ihre Methode, den Unterricht und wissenschaftliche Forschung auf mikrochemischem Gebiet fördern soll und Studenten sowie berufstätigen Chemikern offensteht. Seine Aufgaben umfassen allgemeine qualitative Mikrochemie, präparative Mikrochemie, Mikroelementaranalyse und Mikroanalyse der funktionellen Gruppen, Mikrobestimmung der physikalischen Konstanten organischer Stoffe. Ein Vortrag<sup>17</sup> am Ersten Mikrochemischen Kongreß in Graz berichtete über die erfolgreiche Tätigkeit des Instituts während der zwölf Jahre seines Bestehens.

Die ausdrückliche Anerkennung der allgemeinen qualitativen und der präparativen Mikrochemie als eine Aufgabe des Brüsseler Instituts ist um so erfreulicher, als meines Wissens außer in Graz und Brüssel an keiner abendländischen Hochschule ein mikrochemisches Institut oder auch nur eine mikrochemische Abteilung verwirklicht wurde. Dieser Mangel beruht nicht zuletzt auf der veralteten Einstellung, in der Mikrochemie keine Wissenschaft, sondern nur ein Mittel zum Zweck zu sehen, und dies nicht zuletzt darum, weil man meist unter Mikrochemie nur organische Mikroanalyse versteht. Eigentlich ein merkwürdiger Irrtum, denn niemand würde daran denken, Chemie und Analyse zu verwechseln! Hoffen wir, daß die allgemeine Mikrochemie in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts überall zu neuem Leben erwachen und zu ihrem verdienten Ansehen gelangen werde. Ihre Entfaltung würde der gesamten Naturwissenschaft zum größten Nutzen gereichen.

<sup>15</sup> Diese Aufzählung mikrochemischer Institute will nur Beispiele bringen und macht bei weitem keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

<sup>16</sup> Mikrochem. 27, 243 (1939).

<sup>17</sup> A. LACOURT, Mikrochem. ver. mit Microchim. Acta 36/37, 69-74 (1951).