

FORSCHUNGS-INSTITUTIONEN FÜR REINE UND ANGEWANDTE CHEMIE IN DEN VEREINIGTEN STAATEN VON NORDAMERIKA

Von Dr. phil. KURT G. STERN, BERLIN
z. Zt. NEW YORK

Auf Veranlassung der Schriftleitung dieser Zeitschrift soll ein kurzer Überblick über die Organisierung der chemischen Forschung in den Vereinigten Staaten außerhalb der Universitäten und Staatslaboratorien gegeben werden.

Es sind in diesem Land besonders von privater Seite für Forschungszwecke aller Art Kapitalien bereitgestellt worden, die selbst im Verhältnis zu dem Nationalvermögen und zu der hochentwickelten Industrie als ungewöhnlich groß bezeichnet werden müssen. Abgesehen davon, daß viele und gerade mit die besten Universitäten aus privaten Mitteln unterhalten werden, wird die reine und angewandte Forschungstätigkeit in U. S. A. dank privater Initiative zu höchster Intensität angeregt.

Die für diesen Zweck geschaffenen Institutionen gliedern sich in drei Gruppen: Erstens die nur fördernd und kooperativ tätigen Gesellschaften und Akademien, zweitens die freien Forschungsstätten für reine und angewandte Chemie und endlich die Forschungslabore der Industrie selbst.

Es wird hier keine erschöpfende Aufzählung aller vorhandenen Einrichtungen dieser Art versucht, sondern es werden einige typische Vertreter der einzelnen Gruppen aufgeführt.

Gruppe I. Fördernde Gesellschaften:

Die American Chemical Society wurde im Jahre 1876 mit dem Sitz in Washington begründet und zählt heute 18 300 amerikanische und ausländische Chemiker zu ihren Mitgliedern. Sie vertritt die Wirtschafts- und Standesinteressen der amerikanischen Chemiker. Das Hauptziel der Gesellschaft ist jedoch die Förderung des Fortschritts der Chemie und die Berichterstattung über chemische Forschung und neue Anwendungsgebiete der Chemie. Sie gibt zu diesem Zwecke folgende sehr verbreitete Zeitschriften heraus:

1. *Chemical Abstracts*, Halbmonatsschrift im 24. Jahrgang, die in dreißig Sektionen klassifizierte Referate über alle internationalen Aufsätze und Bücher chemischen Inhalts gibt. Jährlich erscheint ein nach Autoren, Gegenständen und Formeln geordneter Index; Sammelverzeichnisse erscheinen etwa alle zehn Jahre.

2. *Industrial and Engineering Chemistry*, entspricht dem Inhalt und Interessengebiet nach der deutschen „Zeitschrift für angewandte Chemie“, vereinigt mit der „Chemischen Fabrik“. Sie umfaßt bisher 22 Bände.

3. Das *Journal of the American Chemical Society* wird monatlich in Nummern von etwa 400 Seiten Umfang ausgegeben und befindet sich im 52. Erscheinungsjahre. Sein Inhalt besteht aus Originalarbeiten aus allen Gebieten der reinen Chemie, den „Proceedings“ der Gesellschaft und zahlreichen Buchbesprechungen.

Neben den genannten Zeitschriften gibt die Gesellschaft zwei Serien von chemischen Monographien heraus, deren eine wissenschaftlichen und deren andere technischen Charakter trägt.

Gemeinsam mit der Londoner Chemical Society wird das „Journal of Physical Chemistry“ herausgegeben. Ferner erscheinen unter den Auspizien der Gesellschaft das „Journal of Chemical Education“, das speziell Fragen des chemischen Unterrichts an den höheren Lehranstalten und Universitäten gewidmet ist, sowie endlich die „Chemical Reviews“, von denen bisher zwei Bände vorliegen, in denen kurze Zusammenfassungen und Monographien chemischen Inhalts vereinigt sind.

Für hervorragende Arbeiten verleiht die Gesellschaft die Priestley-, Nichols- und Willard Gibbs-Medaillen.

Die Gesellschaft erfreut sich unter anderem der finanziellen Hilfe der „Chemical Foundation“, die sich unter ihrem Präsidenten Garvan die Unterstützung aller gemeinnützigen chemischen Unternehmungen zum Ziel gesetzt hat, sowie derjenigen des „International Education Board“.

Das American Institute of Chemists, New York, sei hier nur kurz erwähnt, da es sich nicht mit der Chemie als Wissenschaft oder Forschungsgegenstand, sondern mit der wirtschaftlichen und ethischen Stellung der Chemiker als Berufsklasse befaßt. Es nimmt nur Chemiker von gründlicher Ausbildung, größerer Erfahrung und einwandfreier Persönlichkeit als ordentliche Mitglieder auf und versucht, den Stand durch ethische Regeln und Auskünfte vor moralischen Schäden zu bewahren. Präsident: F. E. Breithut; Organ: The Chemist, Bulletin of the American Institute of Chemists (8. Jahrgang).

Das American Institute of Chemical Engineers, gegründet 1908 zu Philadelphia, fördert die Anwendung der exakten Naturwissenschaften auf die Probleme der Industrie. Es arbeitet des weiteren für die Anerkennung und die Hebung des Standes der „Chemischen Ingenieure“ und für die Aufstellung von ethischen Standesgesetzen. Als Vollmitglieder werden nur anerkannte Fachleute von über dreißig Jahren aufgenommen. Präsident: A. H. White; Organe: Bulletins und Transactions des A. I. C. E.

Die American Academy of Arts and Sciences, gegründet zu Boston 1780, stellt eine gelehrte Körperschaft von internationalem Ruf dar, der in drei Klassen (physikalisch-mathematische, naturwissenschaftlich-physiologische und moralisch-politische Klasse) mehrere hundert amerikanische und ausländische Gelehrte angehören, die von der Akademie selbst gewählt werden. Die Institution besitzt ein größeres Gebäude mit Bibliothek, in dem regelmäßige Sitzungen abgehalten und wissenschaftliche Mitteilungen entgegengenommen werden. Die Publikationen der Akademie erscheinen in Form von „Proceedings“ und „Memoirs“. Präsident ist Edwin B. Wilson.

Die National Academy of Sciences wurde zu Washington 1863 unter der Präsidentschaft von Abraham Lincoln begründet und nimmt unter den die Naturwissenschaften fördernden Gesellschaften Amerikas wohl den ersten Rang ein. Durch besondere Forschungsfonds, Medaillen, Publikationen usw. werden vorzüglich physikalische, ozeanographische, astronomische, aber auch chemische Untersuchungen gefördert. Organe der Akademie: „Memoirs“, „Biographical Memoirs“, „Annual Reports“, „Annual Proceedings“. Die Exekutivorganisation der Akademie ist der im folgenden beschriebene „National Research Council“. Eigene Forschungsstätten besitzt die Akademie nicht.

Der National Research Council weist in seiner Zweckbestimmung und Tätigkeit einige Ähnlichkeit mit unserer „Deutschen Forschungsgemeinschaft“ (früher: „Notgemeinschaft“) auf. Er wurde 1916 auf Veranlassung von Präsident Woodrow Wilson von der National Academy of Sciences geschaffen und stellte zunächst einen Exekutivausschuß zur Organisierung der wissen-

schaftlichen Hilfsmittel des Landes dar. Dementsprechend arbeitete der Council während des Krieges eng mit den zuständigen Regierungsstellen zusammen. Im Mai 1918 wurde die Akademie von Präsident Wilson aufgefordert, den „Council“ als permanente Einrichtung bestehen zu lassen und ihn zur Zusammenfassung und Unterstützung der amerikanischen Forschung in geeigneter Weise auszubauen. Neben einer Stiftung der Carnegie Institution zu Washington in Höhe von 5 Millionen Dollar wurden dem Council mehrere Millionen Dollar von der Rockefeller Foundation und von privater Seite zur Verfügung gestellt.

Die Verwaltungsarbeit wird unter dem Präsidenten Burgess von einem „Executive Board“ geleistet. Der Council ist in elf Fachgruppen unterteilt, an deren Spitze Fachautoritäten stehen. Gleich wie bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft wird die experimentelle Forschung nicht in eigenen Instituten, sondern an den Universitäten und Forschungsanstalten des Landes und teilweise auch im Auslande betrieben, wobei die „National Research Fellows“ gleich den deutschen „Notgemeinschafts-Assistenten“ ihr Gehalt von dem Council beziehen (etwa 2000 Dollar jährlich). Der Council gibt „Bulletins“ und „Reprints and Circulars“ heraus, wovon die ersten zur Veröffentlichung von größeren wissenschaftlichen Arbeiten, die letzteren für kürzere Aufsätze und Nachdrucke bestimmt sind. Amtliche Stellen, wie das „Bureau of Standards“ und sonstige Staatslaboratorien, arbeiten eng mit dem Council zusammen und entsenden Vertreter in seine Sitzungen. Eine Durchsicht der Mitgliederliste zeigt, daß praktisch alle Naturwissenschaftler von Rang vertreten sind und so den Council im Verein mit der staatlichen Förderung zu seiner heutigen positiven Arbeit befähigen.

Wohl die großartigste private Institution der Welt zur Förderung der Forschung stellt die **Rockefeller Foundation**, New York, dar. Sie wurde 1913 begründet, um „dadurch dem Wohle der Menschheit zu dienen, daß das Fortschreiten der Erkenntnis und die Erweiterung unseres Wissens gefördert wird.“ Die Foundation befaßt sich heute mit Fragen der Medizin, Naturwissenschaften, Sozialwissenschaften, Volksgesundheit. Sie selbst führt keine Forschungen durch, sondern unterstützt Universitäten, andere wissenschaftliche Anstalten und Einzelforscher durch großzügige materielle Beihilfe, ferner arbeitet sie auf dem Gebiete der Hygiene und Volksgesundheit mit Regierungsstellen aller Länder zusammen. Das hauptsächlich von der Familie Rockefeller gestiftete Vermögen beträgt nach dem letzten Ausweis 209 Millionen Dollar. Präsident der Foundation ist jetzt Max Mason.

Der Jahresbericht der Foundation für 1929 (Umfang 400 Seiten) gibt einen Überblick über die ungemein reiche und intensive Tätigkeit der Institution. Besonders freigebig unterstützte die Foundation zuletzt verschiedene private amerikanische Universitäten durch Hergabe großer Summen für Gebäudeneubauten und Forschungslaboratorien. Sehr interessant ist der mit Unterstützung der Foundation unternommene Versuch des Departments of Chemistry der John Hopkins-Universität in Baltimore, durch nationale Auswahl und Erziehung Führer auf dem Gebiete der Chemie heranzubilden. Die Auserwählten werden mit vierjährigen Fellowships bedacht, die ihnen ein sorgenfreies Studium ermöglichen. Eine Anzahl bedeutender Chemiker des In- und Auslandes ist für Gastvorlesungen vor dieser Studentenelite gewonnen worden. Allein für Forschungsarbeiten an amerikanischen und europäischen Hochschulen wurden

1929 780 000 Dollar ausgegeben. Die Summe der Fellowships und der Unterstützungen an wissenschaftliche Institutionen (u. a. auch an die Deutsche Forschungsgemeinschaft) betrug 1 Million Dollar. Die Rockefeller-Fellowships für Europa auf dem Gebiete der Naturwissenschaften werden von einem in Paris residierenden Komitee vergeben. Die Rockefeller-Fellowships für Medizin werden dagegen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft verwaltet, soweit deutsche Bewerber in Frage kommen. Die Stipendiaten, die Arbeiten an amerikanischen Instituten durchführen wollen, erhalten monatlich 150 Dollar sowie Überfahrt II. Klasse. Voraussetzung ist Vorschlag des Kandidaten durch Hochschullehrer und Zusicherung einer Hochschulassistentenstelle nach Rückkehr von dem Auslandsstudium.

Auf dem Gebiete der Pharmazie ist die **American Pharmaceutical Association** die bedeutendste fördernde Organisation in den Vereinigten Staaten. Die Association zählt nicht nur praktische Pharmazeuten, sondern auch viele Hochschul-Pharmakologen sowie Hersteller von Arzneimitteln zu ihren Mitgliedern. Das „Journal of the Amer. Pharm. Ass.“ bringt neben rein wissenschaftlichen Aufsätzen auch Standesnachrichten, ferner Artikel über pharmazeutische Ausbildung und Gesetzgebung usw. Von großen pharmazeutischen Firmen, wie z. B. Squibb, Parke-Davis, Eli Lilly u. a. werden gut dotierte Industrial Fellowships an verschiedenen Hochschullaboratorien für Forschungen auf vorgeschriebenen Arbeitsgebieten unterhalten. Zur Zeit ist ein großangelegtes „Pharmacy Headquarters Building“ zu Washington im Bau, das u. a. das „American Institute of Pharmacy“ mit entsprechenden Forschungslaboren aufnehmen soll.

Gruppe II. Freie Forschungsinstitute:

Das „Wagner Free Institute of Science“ zu Philadelphia wurde 1855 von dem Geologen Prof. William Wagner begründet. Es umfaßt ein naturwissenschaftlich-technisches Museum, eine Bibliothek und eine volkshochschulähnliche Abendschule, in der Kurse in verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen abgehalten werden. Das Institut gibt neben einem „Bulletin“ sogenannte „Transactions“ heraus, die Studien botanischen, zoologischen, chemischen und geologischen Inhalts umfassen. Mit Hilfe des Henry Leffmann Chemistry Research Fund werden Untersuchungen chemischen Charakters unterstützt.

Das bedeutendste Institut für technologische Forschung ist das „Mellon Institute of Industrial Research“ zu Pittsburgh, Pennsylvania. Das Institut wurde 1913 von den Großindustriellen Brüdern Mellon, deren einer heute amerikanischer Staatssekretär der Finanzen ist, zur Verwirklichung der Ideen von R. Kennedy Duncan gegründet. Duncan hatte das System der „Industrial Fellowships“ geschaffen, das heute einen unentbehrlichen Faktor der technologischen Forschung in den Vereinigten Staaten darstellt. Die Forschungen im Institut werden nämlich auf der Basis von Jahresverträgen mit einem industriellen Auftraggeber durchgeführt, der das zu bearbeitende Thema angibt. Die Einzelheiten der Untersuchungen, die Auswahl der geeigneten Forscher usw. bleibt dem Institute überlassen. Der Auftraggeber hat pro Jahr und Forscher etwa 5000 Dollar zu entrichten, ihm gehören dafür die erzielten Resultate zwecks wirtschaftlicher Auswertung. In einer dem Institut angegliederten kleinen Fabrikalage können neu ausgearbeitete Verfahren erst in kleinerem Maßstabe auch hinsichtlich ihrer Wirtschaft-

lichkeit erprobt werden, ehe sie von der Fabrik des Auftraggebers im großen übernommen werden. Diese Einrichtung erweist sich besonders für mittlere und kleinere Industriefirmen als nützlich, die auf diesem Wege Forschung betreiben können, ohne ein eigenes Laboratorium und besonderes Personal unterhalten zu müssen. Oft genug jedoch geschieht es, daß ein Auftraggeber nach glücklicher Lösung der gestellten Aufgabe beschließt, weitere Untersuchungen auf eigene Rechnung und in eigenen Laboratorien zu betreiben, und zu diesem Zwecke den Bearbeiter seines Problems in seine Dienste nimmt. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden nur insoweit geheim gehalten, als dies das Interesse des Auftraggebers erfordert. Meist stimmt dieser einer fast vollständigen Veröffentlichung der Resultate in einer der wissenschaftlichen oder technischen Zeitschriften zu.

Neben den im Auftrage der Industrie unterzunehmenden Studien betreibt das Institut in einer Sonderabteilung auch selbständige Untersuchungen und bringt die Mittel hierfür aus den durch die Industrieaufträge erzielten Überschüssen auf.

Kaum ein wichtigeres Gebiet der chemischen Technologie ist im Laufe der Zeit unberücksichtigt geblieben. Die Arbeit des Instituts hat in hohem Grade befruchtend auf die Industrie gewirkt und schlagend dargetan, daß auch die kleineren und mittleren Betriebe der Forschung nicht entraten können, wenn sie nicht hinter der Konkurrenz zurückbleiben wollen. Zeit Zeit sind 63 verschiedene Probleme auf Grund derartiger „Industrial Fellowships“ in Bearbeitung. Ein geplanter weiträumiger Neubau soll weiteren Raum für Forscher schaffen.

Als hervorragender Vertreter der vielen niedizinisch-chemischen Forschungsanstalten sei hier das New Yorker „Rockefeller Institute for Medical Research“ aufgeführt. Es wurde 1901 auf Veranlassung und mit der finanziellen Hilfe von John D. Rockefeller gegründet und umfaßt heute einen größeren Gebäudekomplex am East River. Es zerfällt in das „Departement of the General Laboratories“ unter Direktor Simon Flexner, das Hospital für ausgewählte Fälle unter R. Cole und endlich in das „Departement of Animal Pathology“ in Princeton unter Theobald Smith.

Die Laboratorien umfassen folgende Abteilungen: Pathologie und Bakteriologie, Chemie und chemische Pharmakologie, Experimentelle Chirurgie, Allgemeine Physiologie und Biophysik. In ihnen ist ein großer Stab von Wissenschaftlern unter der Leitung von bekannten Gelehrten, wie z. B. Carrel (Gewebezüchtung), MacInnes (Physikalische Chemie), Michaelis (Physikalische Chemie), Levene (Organische Chemie), Northrop (Allgemeine Physiologie), Murphy (Biophysik), Landsteiner (Serologie) und van Slyke (Stoffwechsel) tätig.

Organe des Instituts sind: „Studies from the Rockefeller Institute“, „The Journal of Experimental Medicine“; ferner erscheinen „Monographs of the Rockefeller Institute“. Die Teilnahme an den Arbeiten im Institut ist von einer Einladung durch die Direktion abhängig.

Das „Food Research Institute“ wurde mit Hilfe der Carnegie Corporation, New York, im Rahmen der Stanford University, Kalifornien, gegründet. An seiner Spitze stehen die drei Direktoren Alberg, Davis und Taylor. Es ist der Hauptzweck des Instituts, unsere Kenntnis der Produktion, des Handels, Konsums und des Preises der Nahrungsmittel zu mehren. Außerdem werden der Reihe nach die verschiedenen Hauptgruppen der Nahrungsmittel und ihrer Rohstoffe zum Gegenstande experimenteller und ökonomischer Studien gemacht. Die Resultate der Weizen und Weizenprodukte betreffenden Studien werden in den zehnmal jährlich erscheinenden „Wheat-Studies“, zum Teil auch unter dem Titel „Miscellaneous Publications“ veröffentlicht. Arbeiten über Öle und Fette erscheinen hauptsächlich in den unregelmäßig herausgegebenen „Fats and Oil Studies“. Die Einbeziehung weiterer Hauptnährmittel, wie Fleisch, Zucker usw. ist geplant. Kürzere Beiträge erscheinen auch oft in technologischen Zeitschriften.

Gruppe III. Industrie-Institute:

Das „American Dry Milk Institute“ wurde 1925 von der Trocken-Magermilch herstellenden Industrie auf der Basis von Beitragsquoten konstituiert, die gemäß der Erzeugung jeder das Produkt herstellenden Fabrik festgelegt wurden. Präsident ist H. E. van Norman, Sitz des Instituts ist Chicago. Es hat folgende Aufgaben zu erfüllen: 1. Statistik. 2. Förderung von Experimentalunter-

suchungen durch Fellowships und Materialbeschaffung. Auf dieser Grundlage haben staatliche Untersuchungsstellen und Hochschulinstitute den Wert der Trockenmilch für die Bäckerei, die Eiskrembereitung, Tierfütterung usw. nachgeprüft. 3. Aufklärung der Öffentlichkeit über den Nährwert und die Anwendungsmöglichkeiten des Produkts mittels Denkschriften, Pamphleten, Aufsätzen und Inseraten.

Das „Institute of American Meat Packers“ zu Chicago ist die Handels-, Forschungs- und Aufklärungsorganisation der amerikanischen Fleischpackerindustrie. Es besitzt auch ein Forschungslaboratorium, das der Universität von Chicago unter der Leitung von W. L. Lewis angegliedert ist. Hier durchgeführte Arbeiten betreffen unter anderem: den Gebrauch von Nitrit, von verschiedenen Zuckerarten und von Räuchersalz bei der Fleischkonservierung, die Beeinflussung der Fleischfarbe durch chemische und physikalische Faktoren usw. Außerdem in dem Laboratorium des Institutes werden Forschungen ernährungswissenschaftlicher, kommerzieller und rohstofftechnischer Richtung an verschiedenen anderen Universitäten mit Unterstützung des Instituts durchgeführt.

Die „Fleischmann Research Laboratories“, New York, der Standard Brand, Inc. (Großhefe-Fabrikation), stellen den Typ der rein privatwirtschaftlichen Forschungsstätte dar. Unter dem Direktor Frey werden von einem größeren Stab Untersuchungen meist über fermenttechnische Probleme aller Art durchgeführt. Direkt mit dem Institut ist eine kleine Hefefabrikationseinheit verbunden, die ebenfalls Versuchs- zwecken dient. Außerdem werden an Universitäten etwa



Abb. 1. Neubauprojekt des Mellon-Instituts.

15 industrielle Forschungsstipendien vergeben, auf Grund deren Arbeiten über etwas ferner liegende Gebiete (Kaffee, Mehl, Gelatine) längere Zeit finanziert werden. Die Resultate der Forschungen werden oft in den einschlägigen Fachzeitschriften publiziert.

Auf ähnlicher Grundlage arbeiten die „Research Laboratories“ der anderen großen chemischen, pharmazeutischen und gärungstechnischen Betriebe.

Eines der größten Industrieinstitute ist das der „General Electric Company“ zu Schenectady. Es wird von W. R. Whitney geleitet. Die berühmten Physiker Coolidge und Langmuir sind Abteilungsvorsteher. Die heute 425 Köpfe zählende Mitarbeiterchaft kann in drei Sektionen unterteilt werden: 1. Abteilung für Verbesserung und Kontrolle der Produktion, 2. Forschungsabteilung, 3. Abteilung zur technischen Erforschung neuer Produkte und ihrer Anwendungsmöglichkeiten.

Zur Zeit sind unter anderem Gegenstände von Untersuchungen: Kohlenbürsten, Wolfram und Molybdän, Isolationsmaterialien, Röntgen- und Kathodenstrahlen, Elektronen- und sonstige Vakuumröhren, Röntgen-

spektren, synthetische Harze, Keramik, magnetische Materialien, Quecksilberkocher.

Der große Gebäudekomplex ist überaus reich mit allen technischen Erfordernissen neuester Konstruktion versehen. In diesen Laboratorien sind viele bedeutende Erfindungen auf dem Gebiete der Radio- und Röntgen-technik ausgearbeitet worden. Die wirtschaftliche Auswertung der Resultate hat zu dem heutigen Stande der „General Electric Co.“ in entscheidender Weise beigetragen.

Es konnten im vorstehenden natürlich nur knappe Hinweise auf die einzelnen Institutionen gegeben werden. Eine ausführlichere Darstellung der naturwissenschaftlichen Institute Nordamerikas findet man in dem von Brauer, Mendelsohn-Bartoldy und Meyer herausgegebenen Handbuch „Die Forschungsinstitute“, in dem Referat von Dr. R. Wigand: „Die naturwissenschaftlichen und medizinischen Forschungsinstitute der Vereinigten Staaten von Nordamerika“ (II. Band, S. 437—457), erschienen 1930 im Verlage von Paul Hartung, Hamburg. [A. 13.]

Explosionsstudien an Ammoniak-Luft- und Ammoniak-Sauerstoff-Gemischen (unter Berücksichtigung höherer Anfangsdrucke).

Von H. HEINRICH FRANCK und GEBHARD DÖRING*),

Centrallaboratorium Berlin und Betriebslaboratorien Piesteritz der Bayerische Stickstoffwerke Aktien-Gesellschaft, Berlin.

(Eingeg. 31. Januar 1931.)

Die Explosionsfähigkeit des Ammoniakgases ist mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Henry (1) hatte durch Explosionsversuche die Formel des Ammoniaks bewiesen und als Explosionsgrenzen für Ammoniak-Sauerstoff 25 und 68% NH₃ angegeben. Ähnliche Zahlen (21,3 und 74,3% NH₃) fanden in neuerer Zeit Partington und Prince (2) aus Versuchen in einer kleinen Glaskugel (100 cm³) bei Anwendung von Funkenzündung. Reis (3) kam auf Grund seiner Studien an der Ammoniak-Sauerstoff-Flamme zu einem Explosionsbereich von 15 bis 80% NH₃.

Ammoniak-Luft-Gemische galten lange als nicht explosionsfähig (1, 4). Ein Explosionsunglück, über das Bunte (5) berichtet, machte auf die Gefährlichkeit solcher Gemische aufmerksam und wurde Anlaß zu einer eingehenden Untersuchung durch Schulmberger und Piotrowski (6). Es wurde als Explosionsgefäß ein Glaskolben von 500 cm³ Inhalt mit einer 6-mm-Funkenstrecke in der Mitte benutzt und mit trockenen Gasen gearbeitet. Unter diesen Bedingungen trat zwischen 16,5 und 26,8% NH₃ Explosion ein, während in der Bunte-Bürette fortschreitende Verbrennung zwischen 19 und 25% beobachtet wurde¹⁾.

Schließlich hatte White (8) Ammoniak-Luft- und Ammoniak-Sauerstoff-Gemische in seine Untersuchungen über die Fortpflanzung der Flamme in Rohren einbezogen. Er bestimmte in Glasrohren von 5 und 7,5 cm Durchmesser bei verschiedenen Temperaturen (bis zu 450°) die Grenzen für die Fortpflanzung aufwärts, ab-

wärts und in horizontaler Richtung. Die Zündung erfolgte am Ende des Rohres durch das von 1 bis 2 mg Schießbaumwolle hervorgebrachte Flämmchen. Zum Beispiel ergaben sich im 5 mm weiten Rohr bei Zimmertemperatur für die horizontale Fortpflanzung folgende Bereiche: für Ammoniak-Luft 18,2 bis 25,5% NH₃, für Ammoniak-Sauerstoff 16,7 bis 79% NH₃.

Alle diese Untersuchungen wurden in verhältnismäßig engen Explosionsgefäßen und mit verhältnismäßig geringen Zündenergien durchgeführt. Besonders im Hinblick auf das technische Verfahren der katalytischen Ammoniakverbrennung war eine neue Untersuchung der unteren Explosionsgrenze wünschenswert. Wir benutzten eine starkwandige, gedrungen zylindrische Explosionsbombe von rund 50 l Inhalt.

Unsere Apparatur erlaubte auch die Anwendung erheblicher Zündstärken und hoher Anfangsdrucke. Die Untersuchung erstreckte sich bis zu Anfangsdrücken von 20 at unter verschiedenen Zündverhältnissen. In dieser Hinsicht gewinnen die Ergebnisse allgemeineres Interesse, unabhängig vom Einzelfall der Ammoniak-gemische. Der Einfluß wachsender Zündenergie kann nur in großen Gefäßen verfolgt werden. In kleinen Räumen wird bei wachsender Zündenergie schließlich jede Mischung umgesetzt, also nur eine erzwungene Explosion beobachtet. Über den Einfluß der Zündung liegt daher noch wenig systematisches Material vor, und auch die vorliegende Arbeit ist in dieser Beziehung nur ein Anfang. Anders steht es mit dem Einfluß des Anfangsdruckes auf die Explosionsgrenze. Reaktionskinetische Überlegungen lassen beim Übergang zu höheren Anfangsdrucken eine Erweiterung des Explosionsbereiches, für die untere Deflagrationsgrenze also eine Verschiebung zu kleineren Prozentgehalten hin erwarten, und zwar bei Gemischen brennbarer Gase mit Sauerstoff in stärkerem Maße als bei solchen mit Luft. Nach den Ergebnissen früherer Beobachter (9, 10) an verschiedenen Gasgemischen entspricht aber die eintretende Verschiebung der Deflagrationsgrenze dieser Vorstellung nicht.

*) Inaugural-Dissertation von Döring, Berlin 1931. Wir sprechen Herrn Dr. Rudolf Wendlandt, Piesteritz, auch an dieser Stelle unsern Dank für seine erfolgreiche Beihilfe und wertvollen Ratschläge aus, die zur Erlangung unserer Ergebnisse ganz wesentlich beitrugen. Eine theoretische Deutung derselben möchten wir ihm vorbehalten.

1) Später fand die Explosionsfähigkeit von Ammoniak-Luft-Gemischen noch eine Bestätigung durch eine Untersuchung, die die Chemisch-Technische Reichsanstalt (7) für den Verband für Kältemaschinen ausführte.