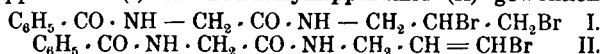


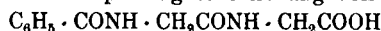
Die genaueren Untersuchungen über die Einwirkung des Ozons auf aromatische Kohlenwasserstoffe blieb ebenfalls Harries<sup>38)</sup> vorbehalten. Er prüfte die schon oben erwähnten Arbeiten Houzeaus und Renards nach. Es gelang ihm schließlich nach vielen Bemühungen, eine Analyse des Einwirkungsproduktes des Ozons auf Benzol durchzuführen und ihm entsprechend der Kékulé'schen Benzolformel, die Struktur eines normalen Triozonides zuzuschreiben. Auch die Spaltung beim Kochen mit Wasser — man erhält hauptsächlich Glyoxal — stimmt damit gut überein. Bei den Toluolen und Xylole liegen die Verhältnisse bedeutend schwieriger. Das Toluoltriozonid z. B. ist nur bei tiefer Temperatur erhältlich und stellt einen derartig explosiven Körper dar, daß eine nähere Untersuchung ausgeschlossen sein dürfte. Dagegen konnte das Mesityl triozonid als ein schon in feuchtem Zustande explosiver Körper erhalten werden, der entsprechend den Spaltprodukten des Benzoltriozonides bei der Spaltung Methylglyoxal liefert.

Bei der Behandlung von aromatischen Verbindungen mit ungesättigter Seitenkette gelingt es leicht, bei der Anwendung eines schwachen Ozonstromes die Ozonidbildung so zu leiten, daß dieselbe nur in der Seitenkette stattfindet. So erhielt Harries<sup>39)</sup> aus Stilben Benzaldehyd.

Auch die Einwirkung von Ozon auf die Halogenderivate aromatischer Verbindungen ist vielfach geprüft worden. So konnte Diels<sup>40)</sup> zeigen, daß bei der Abspaltung von Bromwasserstoff aus dem Dibrompropylhippuramid (I) ein Bromallylhippuramid (II) gewonnen wird.

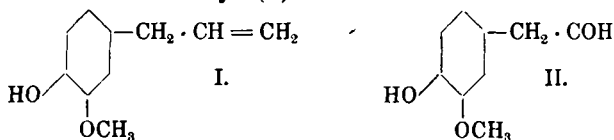


da dasselbe bei der Ozonspaltung eine Lösung von Hippurglycin



ergibt. Es war also der Beweis erbracht, daß das Brom tatsächlich aus der Endgruppe herausgespalten war.

Besonderes Interesse hatte schon vor den Harriesschen Arbeiten die Einwirkung des Ozons auf ungesättigte Phenole gehabt, ein Weg, der, wie anfangs näher besprochen worden ist, zur künstlichen Darstellung von Vanillin und Piperonal verwandt wurde. Unter den üblichen Bedingungen gelang die Ozonspaltung meistens nicht. Dieser Weg wurde durch eine neue, von Harries und Harmann<sup>41)</sup> ausgearbeitete Methode, nach der die Ozonide mit Eisessig und Zinkstaub reduziert werden, bedeutend verbessert. So entstanden aus dem Isoeugenol über 70% Vanillin und aus Eugenol (I) der schon lange gesuchte Homovanillin aldehyd (II):



Auf diese Art wurden dann von Harries und Adam<sup>42)</sup> weiter Phenolaldehyde, z. B. das Methylhomovanillin, das Homopiperonal und der Homoanisaldehyd gewonnen.

Das Hexahydrobenzol wird der Erwartung gemäß von Ozon nicht angegriffen. Das Cyclohexen bildet ein gegen die Zersetzung sehr beständiges Ozonid, das bei der Spaltung mit Wasser Adipinaldehyd, den Halbaldehyd der Adipinsäure und die Säure selber liefert.

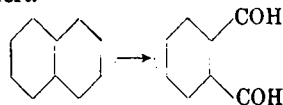
Von Auvers und Lange<sup>43)</sup> stellten mit Hilfe der Ozonspaltung die Konstitution verschiedener hydroaromatischer Kohlenwasserstoffe mit gemischten Alkylgruppen fest.

Die Ozonide der hydroaromatischen Reihe zeichnen sich durch eine ganz ungewöhnliche Beständigkeit aus.

Desgleichen wurde die Ozonspaltung für umfangreiche Arbeiten betreffend die Konstitutionsaufklärung bei den Verbindungen der Citral und Citronellalreihe von Harries und Langheld<sup>44)</sup> und Himmelmann und Seitz<sup>45)</sup> durchgeführt. Es wurden so die beiden Formen des Citrals als stereomer erkannt, desgleichen wurde das natürliche Citronellal als ein Gemisch mit Rodinal festgestellt.

Die cyclischen Terpenkörper wurden ebenfalls, und zwar von Semmler und seinen Schülern, in ihrem Verhalten gegen Ozon untersucht.

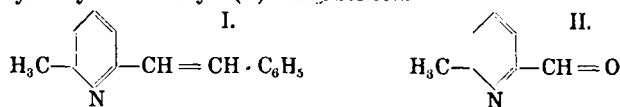
Mehrkernige aromatische Verbindungen lagern nicht soviel Ozon an, wie den vorhandenen Doppelbindungen entsprechen würde. Naphthalin z. B. gibt nur ein Diozonid, das bei der Spaltung neben Glyoxal o-Phthaldialdehyd liefert.



Phenanthren verhält sich ähnlich, Anthracen war zu schwer löslich, um mit Erfolg untersucht werden zu können. Diphenyl nimmt unter Bildung eines Tetraozonides nur 4 Moleküle Ozon auf.

Bei den heterocyclischen Verbindungen ist die Ozonspaltungsmethode mit Erfolg für die Darstellung bisher nicht zugänglich gewesener Aldehyde benutzt worden. Harries<sup>46)</sup> kam so vom  $\alpha$ -Stilbazol zum  $\alpha$ -Pyridinaldehyd. Dem Verfasser dieses Berichtes gelang

es ebenfalls auf diese Weise<sup>47)</sup>, aus dem  $\alpha$ -methyl- $\alpha$ -Stilbazol (I) den  $\alpha$ -methyl- $\alpha$ -Pyridinaldehyd (II) darzustellen.



Auf die gleiche Weise erhielt ich auch das Piperidin-N-äthanal (I) aus dem N-Allylpiperidin (II).



Von den neueren Arbeiten über die Anwendung des Ozons zu technischen Zwecken dürften die Untersuchungen von Harries<sup>48)</sup> über die durch Oxydation des Braunkohlenteers entstehenden Fettsäuren Erfolg versprechen. Zu erwähnen wäre noch ein von Wohl und Brüning ausgearbeitetes Verfahren zur Gewinnung von Glyoxal aus Acetylen<sup>49)</sup>.

Was nun die präparative Darstellung und Gewinnung der Ozonide anbetrifft, so sei auf folgende wichtige Einzelheiten hingewiesen.

Im allgemeinen kann man annehmen, daß alle ungesättigten organischen Verbindungen, besonders mit aliphatischer mehrfacher Bindung der Ozonanlagerung zugänglich sind. Natürlich sind auch dieser Methode gewisse Grenzen gezogen, die durch das Additionsvermögen der betreffenden Verbindung, die Spaltbarkeit des betreffenden Ozonides und die Widerstandsfähigkeit der übrigen Atomgruppen des jeweiligen Moleküls gegen das Ozon bedingt sind. Speziell die Aufspaltung der gebildeten Ozonide ist Bedingungen unterworfen, die sich nicht mit Sicherheit voraussagen lassen und die jeweils erst für das erhaltene Ozonid ausgearbeitet werden müssen. Besondere Beachtung ist dabei der etwaigen Explosionsgefahr zu widmen.

Die Einwirkung des Ozons auf die zu untersuchende Substanz im unverdünnten Zustande ist nicht ratsam, da sie nur in kleinen Mengen quantitativ verläuft. Am besten arbeitet man in Lösungen von Chloroform und Tetrachlorkohlenstoff, als zwei Substanzen, die von Ozon verhältnismäßig wenig angegriffen werden und die sich von dem gebildeten Ozonid leicht bei tieferer Temperatur entfernen lassen. Bei gewissen gegen Wasser sehr beständigen Ozoniden ist auch Eisessig als Lösungsmittel benutzt worden<sup>50)</sup>. Bei leicht zersetzlichen und explodierenden Ozoniden ist für gute Kühlung zu sorgen.

Die Dauer der Ozonisation ist recht verschieden. Im allgemeinen erfolgt die Ausnützung des ozonhaltigen Sauerstoffs am besten, wenn man größere Mengen der zu ozonisierenden Substanz auf einmal verarbeitet. Die Beendigung der Reaktion stellt man in der Weise fest, daß man mit Bromeisessig auf Entfärbung prüft.

Für die Reinigung der Ozonide ist bis jetzt nur eine Methode bekanntgeworden, nämlich das Lösen des Ozonides in Essigester und nachheriger Fällung desselben mit Ligroin<sup>51)</sup>.

Die Spaltung der Ozonide erfolgt mit wenigen Ausnahmen durch Zugeben von Wasser. Je nach der Spaltbarkeit des betreffenden Ozonides wendet man dabei verschiedene Temperaturen an. Bilden die Spaltprodukte keine zersetzlichen Aldehyde, so kann man die Zerlegung durch Zusatz von verdünntem Alkali beschleunigen<sup>52)</sup>.

Bei in Wasser löslichen ungesättigten Körpern kann die Ozonisation und Spaltung in einem Prozeß durchgeführt werden, eine Methode, die bei der Spaltung ungesättigter Amine angewendet wird.

[A. 255.]

## Al Rāzī (Rhases) als Chemiker.

Von Prof. Dr. JULIUS RUSKA, Heidelberg.

Nach einem Vortrag auf der Leipziger Naturforschertagung 1922.

(Eingeg. 21./10. 1922.)

Der Glanz der ärztlichen Tätigkeit al Rāzīs hat die übrigen Seiten seines vielseitigen Schaffens verdunkelt und auch die der Chemie gewidmeten Schriften in Vergessenheit geraten lassen. Noch H. Kopp fertigt ihn 1875 in seinen Beiträgen zur Geschichte der Chemie in einer Anmerkung ab. M. Berthelot hat in dem groß angelegten Quellenwerk La Chimie au Moyen Age zum erstenmal eine lateinische Übersetzung bekanntgegeben, die Liber Secretorum Bubacaris überschrieben ist und sich als ein Werk des al Rāzī ausgibt. Daß der Originaltext dieser Schrift in Leipzig liegt und schon 1838 von H. L. Fleischer katalogisiert wurde, war ihm ebenso entgangen wie der Hinweis des damals 26-jährigen Eilhard Wiedemann in der Z. d. d. Morgenl. Ges. vom Jahr 1878.

In ungeahnter Weise bereicherte ein Handschriftenfund in der Bibliothek des Nawāb (Nabob) von Rāmpūr östlich von Delhi unsere Kenntnisse. Der Chemiker und Orientalist H. E. Stapleton entdeckte dort einen Sammelband alchemistischer Abhandlungen aus dem 13. Jahrhundert, über den er in den „Memoirs“ der Asiatic Society of Bengal 1910 berichtet hat. In mehreren Fällen scheint der ursprüngliche Sammler Handschriften benützt zu haben, die sich im Besitz des

<sup>38)</sup> B. 37, 3431; A. 343, 311. <sup>39)</sup> B. 36, 1936. <sup>40)</sup> B. 39, 4125.

<sup>41)</sup> B. 48, 32 u. 868. <sup>42)</sup> B. 49, 1029. <sup>43)</sup> A. 409, 149.

<sup>44)</sup> A. 343, 351. <sup>45)</sup> B. 40, 2823; Seitz, Dissertation, Kiel 1913.

<sup>46)</sup> A. 490, 96 u. 115.

<sup>47)</sup> Walter, Dissertation, Berlin 1922.

<sup>48)</sup> B. 52, 65; Ch. Z. 1917, 117. <sup>49)</sup> Ch. Z. 1920, 157.

<sup>50)</sup> B. 39, 2844. <sup>51)</sup> B. 38, 1195. <sup>52)</sup> B. 41, 41.

1121 hingerichteten Staatsmannes und Alchemisten al Togrā'i befanden. So gleich die erste Abhandlung, ein Sendschreiben des weisen (āmasp an Ardeschir den König über das verborgene Geheimnis, aus dem Persischen ins Arabische übertragen. Eine Abhandlung über chemische Apparatur haben Stapleton und Azo schon 1905 in den gleichen Memoirs veröffentlicht. Von al Rāzī fanden sich zwei Abhandlungen, die zu seinem zwölfteligen großen Werk über Chemie gehören, das „Buch der Beweisstellen“ und das „Buch der Einführung“ (in die Chemie). Stapleton hat die Vorrede zum „Buch der Beweisstellen“ und einige andere Textproben im Original mit englischer Übersetzung veröffentlicht, vom „Buch der Einführung“ die Einleitung und die Schlußworte.

Dies alles war mir noch unbekannt, als ich 1921 in der Göttinger Bibliothek nach arabischen Steinbüchern suchte und dabei auf eine ebenfalls längst katalogisierte, aber nie benützte Handschrift stieß, die sich als das im Fihrist (Verzeichnis) des Al-Nadīm (um 987) erwähnte Kitāb sirr al asrār herausstellte. Nach kurzem Einlesen konnte ich feststellen, daß hier ein vollständiges und systematisch vorgehendes Lehrbuch der alten Chemie vor mir lag. „Dies mein Buch“, sagt al Rāzī, „umfaßt drei Gebiete: die Kenntnis der Stoffe, die Kenntnis der Apparate und die Kenntnis der Operationen. Die Stoffe teilen sich in tierische, pflanzliche und mineralische. Die mineralischen sind von sechserlei Art: flüchtige Stoffe (wörtlich Geister, πνεύματα), Metalle (wörtlich Körper, σώματα), Steine, Vitriole, Boraxe und Salze. Die flüchtigen Stoffe sind das Quecksilber, der Salmiak, der Schwefel und der Zarnich (As<sub>2</sub>S<sub>2</sub> und As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>).“ Metalle sind es 7, Steine 13, Vitriole 5, Boraxe 6, Salze 11 usw. Es folgt das zweite Kapitel über die Kennzeichen dieser Stoffe und die Unterscheidung der guten von den schlechten Arten, kurze Diagnosen, denen auch noch die Beschreibung künstlich dargestellter Salze angeschlossen ist<sup>1)</sup>. Das zweite Hauptstück, bereits von E. Wiedemann übersetzt, soweit die Leipziger Handschrift dasselbe Thema behandelt, teilt die chemischen Apparate in Geräte zur Behandlung der Metalle und solche für Nichtmetalle. Das dritte handelt in sieben Abschnitten von allen Verfahren, die auf Metalle, Steine, flüchtige Körper und organische Stoffe angewandt werden, um sie in verschiedene Zustände überzuführen und der Aufgabe dienstbar zu machen, unedles Metall zu veredeln und schließlich in Silber oder Gold zu verwandeln. Der erste Teil handelt vom Reinigen der Geister und vom Verkalken der Metalle und Steine. Der zweite Teil beschreibt die Überführung der Geister, Kalke und Salze in einen wachstümlich weichen Zustand. Der dritte handelt vom Lösen der erweichten Geister, Kalke und Salze, der vierte vom Mischen der gelösten Stoffe. Der fünfte ist dem Fixieren oder Verfestigen der Körper gewidmet, der sechste der Sublimation der Metalle, der siebente beschreibt die rotfärbenden, d. h. die Umwandlung in Gold bewirkenden Flüssigkeiten.

Vergleicht man Form und Inhalt dieser Hunderte von Vorschriften mit dem Durchschnitt der aus griechischen Quellen stammenden alchemistischen Traktate, so erkennt man leicht, daß dort die mystisch-philosophische Theorie überwiegt, während al Rāzī die in unermüdlichem Eifer Versuch auf Versuch häufende, vom endlichen Gelingen felsenfest überzeugte Arbeit des praktischen Alchemisten vertritt. Woher die Theorie stammt, und wo die Versuche, die der Erzeugung von edlen aus gemeinen Metallen galten, zuerst ausgeführt wurden, ist von E. O. v. Lippmann in nicht zu übertreffender Vollständigkeit und Klarheit dargelegt worden. Daß Theorie und Praxis dauernd nebeneinander hergingen und schließlich in der modernen Chemie ausmündeten, ist auch eine allgemein anerkannte Tatsache. Wollen wir aber feststellen, auf welchen Wegen die griechische Alchemie in die Welt des Islam eindrang, welche Fortschritte in den Jahrhunderten zwischen Zosimos und Albertus Magnus gemacht worden sind, so stehen wir auch heute noch vor einer Fülle ungelöster Fragen. Die von Berthelot veröffentlichten syrischen und arabischen Texte stehen der griechischen Literatur noch zu nahe oder sind als anonyme Schriften viel zu unsicher in der Datierung, als daß sich darauf eine Entwicklungsgeschichte der Alchemie im Orient gründen ließe. Vor allem aber ist eine Hauptfrage bisher noch nie scharf gestellt worden, die nach dem Verbleib von Theorie und Praxis der Chemie in den Jahrhunderten zwischen ihrem Dahinsiechen auf griechischem Boden und ihrem Wiederaufleben im neunten Jahrhundert. Hier verspricht die Untersuchung der Schriften al Rāzīs in jeder Hinsicht wertvolle Ergebnisse. Wir haben in dem Kitāb sirr al asrār, dem „Buch des Geheimnisses der Geheimnisse“ einen ziemlich genau datierbaren, etwa auf den Anfang des 10. Jahrhunderts zu setzenden Zeugen, damit also einen festen Punkt für andere, nach Entstehungszeit und Verfasser nicht gesicherte Schriften. Wir haben aber in dem Texte auch ein Dokument, aus dem sich durch Anwendung geeigneter Methoden für die vorhin formulierte Hauptfrage eine einwandfreie Antwort finden läßt.

Daß bei al Rāzī anstatt einer vorwiegend theosophisch-mystischen Spekulation das Experiment und die chemische Technik in den Vordergrund gerückt sind, ist die erste wichtige Beobachtung. Wir wreden

<sup>1)</sup> Ein Beispiel: Der Salmiak. Von ihm gibt es zwei Arten, die eine davon ist mineralisch, weiß, spaltbar, heiß, salzig scharf. Sie wird aus Chorasan und aus Samarkand eingeführt; auch gibt es eine gelbe Sorte, die nicht in der chemischen Kunst verwendet wird. Die andere Art ist der Haarsalmiak, dessen Sorten wir bei den Operationen mit den gelösten (löslichen) tierischen Stoffen erwähnen.

nicht annehmen, daß diese Rezepte alle sein Eigentum sind. Hier liegt Tradition vor, hier stoßen wir auf eine Schule und eine systematische Schulung, die älter sein muß als al Rāzī. Er selbst gibt uns die Antwort auf die Frage, wo das chemische Experiment dauernde und systematische Pflege gefunden haben könnte. In einem seiner großen medizinischen Sammelwerke, dem Gāmi', finden wir, was wir suchen. Es enthält ein Kapitel über die Beschreibung der Arzneistoffe, ihrer Farben, ihres Geschmacks und ihres Geruchs, ihrer Fundorte, ihrer guten und schlechten Sorten; ein Kapitel über das Pulvern, Brennen, Waschen, Sublimieren der Stoffe, über das Ausziehen ihrer wirksamen Kräfte, über das Konservieren derselben und die Dauer ihrer Wirksamkeit; ein Kapitel über die Zusammensetzung der Arzneien und über Ersatzmittel, endlich ein Wörterbuch der Arzneistoffe in fünf Sprachen, griechisch, syrisch, persisch, indisch und arabisch. Hier hat man den Zusammenhang: die Ärzte und die Apotheker sind es gewesen, die damals wie heute mit der chemischen Kunst in engster Beziehung standen und die technischen Methoden ausbildeten. Die Reihenfolge der Sprachen zeigt uns den geschichtlichen Weg der Überlieferung: sie ist griechisch-syrisch-persisch und führt zu der großen Pflanzstätte der Medizin unter den Sassaniden in Gondeschapur, wahrscheinlich auch nach Merw und an andere alte Orte des nördlichen Reiches, wo nestorianische Syrer als Träger der griechischen Überlieferung mit christlichen und mazdajasnischen Persern jahrhundertlang unbekümmert um die großen politischen Umwälzungen Medizin lehrten und lernten, bis sie von den Abbasidenkalifen sozusagen wieder entdeckt und ans Licht gezogen wurden.

Wir stehen hier im Brennpunkt wichtiger kulturhistorischer Fragen. Gibt es eine arabische Wissenschaft? Gibt es so etwas wie eine große „arabische Kultur“? Oswald Spengler hat bekanntlich diesen Begriff in einer Weise erweitert und umgeprägt, wie es bisher auch der größte Schwärmer für den Islam und seine Sendung nicht gewagt hätte. Er hat das gesamte Christentum und das talmudische Judentum, den Manichäismus und die verschiedenen Formen der persischen Kirche in den Begriff hineingezogen. Aber er hat dadurch ein Monstrum geschaffen, das nicht lebensfähig sein wird, auch wenn es noch so vielen Zeitgenossen imponiert. Ich leugne nicht, daß man von „arabischer Kultur“ sprechen kann, wenn man darunter alles versteht, was an politischen Bildungen und geistigen Strömungen sich infolge der Ausbreitung des Islam über Vorderasien und Zentralasien, über Ägypten und Nordafrika bis Spanien und Sizilien fruchtbar erwiesen hat. Denn es ist keine Frage, daß mit der gemeinsamen arabischen Verkehrssprache ein gemeinsames religiöses Grundgefühl, eine gleichartige oder wenigstens vergleichbare äußere Kultur die Länder des Islam umspannt. Wirklich arabisch ist dies jedoch ebensowenig, als man alles, was vom frühen Mittelalter an in lateinischer Sprache geschrieben wurde, alles, was die katholische Kirche geleistet hat, was von der Renaissance bis heute in dieser Verkleidung erschienen ist, zur römischen Kultur rechnen kann. Arabisch ist an dieser Kultur fast gar nichts: arabisch ist weder der Monotheismus, denn ehe Moham med ihn predigte, waren die Araber Heiden und Polytheisten, — noch die Theologie, denn die ruht auf den Methoden der griechisch-christlichen und jüdischen Spekulation, — weder das Staatsrecht noch die Staatsverwaltung — denn die sind Byzanz und dem Sassanidenreich entlehnt —, am allerwenigsten Philosophie und Wissenschaft, denn die ist und bleibt griechisch.

Spengler spricht davon, daß in den ersten Jahrhunderten nach Christus „an den berühmten Hochschulen des gesamten aramäischen Gebiets eine prachtvolle Scholastik und Mystik magischen Stils“ zu Hause gewesen sei, und daß hier die Hauptsitze einer blühenden Philosophie, Astronomie, Chemie und Medizin waren. Damals habe die „arabische Wissenschaft“ begonnen. Weil die Philologen aber nur das entdeckt hätten, was in spätantiker Fassung in Alexandria und Antiochia erschien, weil sie von dem ungeheuren Reichtum der arabischen Frühzeit und den wirklichen Mittelpunkten ihres Forschens und Schauens nichts geahnt hätten, habe die „absurde Meinung“ entstehen können, die Araber seien geistige Epigonen der Antike gewesen. In Wahrheit sei alles jenseits der griechischen Sprachgrenze der Widerschein früharabischer Innerlichkeit.

Ich bedaure, von der arabischen, nicht griechischen Philologie aus versichern zu müssen, daß ich in der originalsten Schöpfung der vorislamischen Zeit auf arabischem Boden, in der arabischen Poesie, nicht das geringste von magischer Innerlichkeit entdecken kann, daß die syrische Literatur jener Zeit der denkbar dürtigste Abklatsch griechischer Originale ist, soweit Wissenschaft in Frage kommt, daß wir über eine selbständige Entwicklung mittelpersischer Wissenschaft nichts aussagen können, da diese Literatur, wenn sie vorhanden war, ganz verlorenging, und daß in der ganzen späteren Entwicklung islamischer Wissenschaft nichts ist, was nicht unmittelbar oder auf bekannten Umwegen mit der griechischen Wissenschaft zusammenhinge und von dem Stande abhängig wäre, den sie vor ihrer Zurückdrängung durch die „magische Kultur“ erreicht hatte.

Auf die arabische Chemie und al Rāzī angewandt heißt die Frage: woher stammt der Inhalt seiner Chemie? Welches sind die benützten Autoren? Und wenn sie nicht zu ermitteln sind — welchem Zeitalter, welchem Kulturkreis, welcher Sprache gehören sie an? Wenn die Quellen nicht unmittelbar griechische sind, waren es vielleicht syrische oder — persische Überlieferungen? Es ist klar, wenn die ältere Literatur verschwunden ist, bleibt uns nur übrig, nach den

Spuren zu forschen, die sie, sei es im Inhalt, sei es im sprachlichen Ausdruck bei al Rāzī hinterlassen hat. Es ist nicht anders, als wenn der Geologe die Ausdehnung der diluvialen Gletscherdecke aus der Verbreitung der Irrblöcke, der Zoologe oder Botaniker aus der Reliktenfauna eines Sees oder dem Vorkommen nördlicher Pflanzen zu bestimmen sucht. Es gibt auch in chemischen Texten Blöcke, die fremden Ursprung verraten, das sind die Substanzen und Geräte, die der griechischen Alchemie fremd waren und dem Arabischen erst recht fremd gewesen sind. Es gibt eine syrische und persische Reliktenfauna von technischen Ausdrücken, die offen oder versteckt zwischen der arabischen Überflutung erhalten geblieben ist. Ein paar Beispiele sollen das erläutern. Man wird den Salmiak vergeblich in der griechischen Literatur suchen. Er spielt weder in den Rezepten der Chemiker, noch in der chemischen Theorie, noch bei den Ärzten eine Rolle. Bei al Rāzī aber ist er eine der vier Grundsäulen der Theorie der Metallverwandlung und ein Körper, der bei allen möglichen Rezepten Anwendung findet. Von einer Darstellung aus Kamelmist oder Ruß der Bäder weiß al Rāzī noch nichts; ihm ist er ein Naturprodukt, das aus Chorasán und der Bucharei nach Persien eingeführt wird, also jenen auch den Chinesen bekannten Fundstellen, die von allen persisch-arabischen Geographen erwähnt werden. Der Name des Salmiak, Nūšādīr oder Naušādūr, ist dunkel, jedenfalls ist er nicht persisch oder gar griechisch, sondern wahrscheinlich baktrisch. Daß das Salz wegen seiner leicht zu entdeckenden und in allen Berichten wiederzuerkennenden Eigenschaft der unzersetzten Sublimation und wegen seines scharfen Geschmacks den Eindruck besonderer Kräfte machte und in die Chemie eindrang, ist nur zu begreiflich; daß es neben Quecksilber, Schwefel und den Arsenikalien eine auch in der Theorie hervorragende Bedeutung gewann, ist aus al Rāzī zu erweisen. Ähnlich verhält es sich mit einer großen Anzahl anderer Stoffe, mit Salzen wie Borax, mit Steinen, Erzen, Kunstprodukten, deren Namen zeigen, daß sie persischen Ursprungs sind und weder Arabern noch Syrern bekannt waren. An der Bemerkung des al Gāhiz, daß die Araber den Nūšādīr von den Römern (Byzantinern) erhalten hätten, braucht man sich nicht zu stoßen; noch niemand hat die Behauptungen dieses exzentrischen Kopfes als vollwertige geschichtliche Urkunden anerkannt. Die von E. O. v. Lippmann in seiner Geschichte der Alchemie besprochenen syrischen Schriften, die den Salmiak erwähnen, sind viel jünger als al Rāzī und beweisen gar nichts für die Herkunft. (S. 392.)

Fast noch reicher ist die Ausbeute an fremden Ausdrücken bei den Geräten. Hier tritt bei al Rāzī eine Unmenge persischer Namen auf, die selbst das sonst so schöpferische Arabisch nicht zu assimilieren vermochte. Sie beweisen, daß die Geräte selbst den Arabern fremd waren, und sie zeigen durch die Erhaltung der mittelpersischen Wortformen, die in gewissen Beispielen sich merklich von dem neueren Persisch unterscheiden, daß sie schon dem Bestand der Medizinschule zu Gondeschāpūr angehörten.

Ich habe vor zehn Jahren, als ich das Steinbuch des Aristoteles herausgab und kommentierte, überrascht durch die Menge der persisch klingenden Steinnamen, die Vermutung ausgesprochen, daß der Ursprung dieses Steinbuchs an den Sitzen syrisch-persischer Medizinstudien zu suchen sei (S. 43). Leider hat sich bis jetzt noch niemand gefunden, der meinem Wunsch entsprochen hätte, die Entlehnungen der arabischen Medizin und Naturkunde aus älterem persischem Sprachgut zu verfolgen. Ich bin nun dabei, wenigstens für den Bereich der Chemie die Sache selber zu machen. Schon aus den wenigen Proben wird man die Überzeugung gewonnen haben, daß der Weg gangbar ist und wertvolle Ergebnisse verspricht. Das einzige, was mir Sorge macht, ist die Beschaffung eines Verlegers und die Deckung der Kosten. Aber vielleicht findet mein Notruf, wenn er von dieser Stelle aus in die Welt geht, irgendwo Widerhall und gibt mir neue Kraft, bei dem begonnenen Werke auszuhalten.

[A. 245.]

## Über die beim Arbeiten mit Membranfiltern<sup>1)</sup> verwendete Filtrierapparatur.

Von Dr. GERHART JANDER, Göttingen.

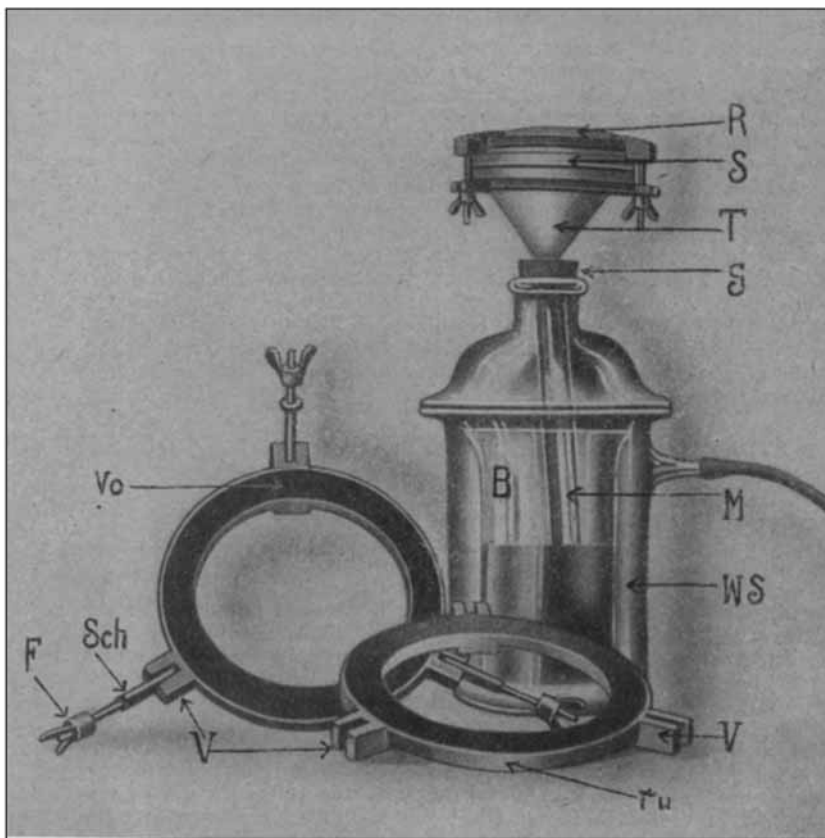
(Eingeg. 10./10. 1922.)

Seit einer Reihe von Jahren werden im chemischen Institut der Universität zu Göttingen nicht nur bei wissenschaftlichen, analytischen Arbeiten, sondern auch im allgemeinen Praktikum für die Studierenden mit großem Nutzen die Membranfilter verwendet. Sie haben sich so gut bewährt, daß sie in ihrem Anwendungsbereich ein beinahe unentbehrliches Hilfsmittel geworden sind.

Die Filtrationen mit Membranfiltern geschehen unter Verwendung einer an die bekannten Büchnertrichter erinnernden Apparatur, welche von Zsigmondy<sup>2)</sup> seinerzeit zum Zwecke der Filtrationen mit Kollodium-

filtern angegeben wurde. Diese Filtrierapparatur<sup>3)</sup> ist später nur unwesentlich verändert, in den zitierten Abhandlungen mehrfach skizziert und eingehend beschrieben worden. Sie besteht, wie auch die hier beigefügte Figur erkennen läßt, aus dem eigentlichen Trichter T, der nach unten tellerförmig vertieften Siebplatte S und dem ringförmigen Aufsatz R. Das Membranfilter liegt über S, seine Randpartie wird durch R auf S aufgedrückt.

Bisher nun wurde das Befestigen der Membranen in der Filtrierapparatur durch drei oder vier Schraubzwingen aus Eisen oder aus Messing vorgenommen in der Weise, daß die nach außen vorspringenden Ränder von R und T mit ihrer Hilfe zusammengepreßt wurden, nachdem zuvor oben auf die Siebplatte S ein Membranfilter aufgelegt war. Der Druck durch die Schraubzwingen auf die Apparatur erfolgte also nur an drei oder vier Stellen des Ringaufsatzes R oder des Trichters T. Bei unvorsichtiger Handhabung namentlich aber, wenn Praktikanten



zum ersten Male mit der Filtriervorrichtung arbeiteten, geschah es mitunter, daß infolge ungleichmäßigen Anziehens der Schraubzwingen Stücke der Randpartien von R oder T herausbrachen. Die beschädigte Apparatur war meist nicht mehr gasdicht. Die einzelnen Teile müssen aber luftdicht aufeinander zu drücken sein, da die Filtrationen beim Unterdruck einer Wasserstrahlpumpe vorgenommen werden.

Als weiterer Mangel beim Verschließen der Filtrierapparatur ist empfunden worden, daß der Verschluss aus zu vielen verhältnismäßig kleinen, unzusammenhängenden Einzelteilen bestünde.

Um die erwähnten Unannehmlichkeiten auszuschalten, werden seit einiger Zeit von uns andere Verschlussvorrichtungen benutzt, die im folgenden beschrieben sein mögen. Die Verschlussvorrichtung besteht — man vergleiche hierzu die obenstehende Figur — aus zwei Metallringen  $v_0$  und  $r_u$  (Hartaluminium oder Messing), welche symmetrisch drei stabile Ansätze V besitzen. Die lichte Weite dieser Metallringe ist so gewählt, daß sowohl der eigentliche Trichter T als auch der Aufsatzring R bequem hindurchpassen, und daß nur die vorspringenden Randpartien von R und T aufliegen. Die Ansätze V der Metallringe sind aufgeschlitzt; in den Aufschlitzungen des oberen Metallringes  $v_0$  sind bewegliche Schraubbolzen Sch befestigt, die am unteren Ende Flügelmuttern F tragen. Die Schraubbolzen Sch können herumgeklappt werden und müssen in die Aufschlitzungen der Ansätze V des unteren Metallringes  $r_u$  hineinpassen. An den inneren Seiten auf den vorspringenden Teilen des Filtrierapparates aufliegen oder aufdrücken, sind auf die Metallringe  $v_0$  und  $r_u$  passende Gummi-, Leder- oder dickere Pappringe aufgeklebt. Die Figur läßt links unten den auseinandergenommenen Verschlussring zum großen Filtrierapparat erkennen, rechts oben einen fertig zum Gebrauch zusammengestellten, kleinen Filtrier-

<sup>3)</sup> Die Firma E. de Haën A.-G. in Seelze bei Hannover liefert eine große und eine kleine „Filtrierapparatur für analytische Zwecke“ ganz aus Porzellan, die Vereinigte Lausitzer Glaswerke A.-G. in Berlin nur die große, bei welcher die gewölbte Siebplatte aus Porzellan, die übrigen Teile aber aus Glas hergestellt sind.

<sup>1)</sup> Ztschr. f. analyt. Chem. 58, 241 [1919]; 60, 289 [1921]; 61, 145 [1922]; Ztschr. f. angew. Chem. 35, 269 [1922].

<sup>2)</sup> Ztschr. f. angew. Chem. 26, 447 [1913].