

Wir haben sowohl mit reiner als auch mit hemihaltiger Tauchlauge, wie sie im Betrieb anfällt, die Untersuchungen der oxydativen Alkalisierung vorgenommen. Es zeigte sich, daß der Hemigehalt der Tauchlauge auf den erreichten Endwert des Polymerisationsgrades von Einfluß ist, da die gelöste Hemicellulose in erster Linie von dem Oxydationsmittel erfaßt wird und dieses verbraucht.

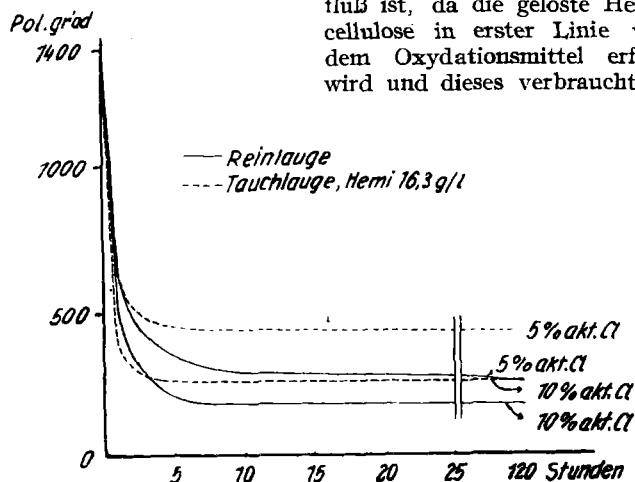


Abb. 10. Oxydative Alkalisierung von Strohzellstoff in Tauch- und Reinlauge

Wir sind noch einen Schritt weiter gegangen und haben einen ungebleichten Zellstoff oxydativ alkalisiert. Wir konnten so in einem Arbeitsgange folgendes erreichen:

1. Bleiche des Zellstoffes, 2. Alkalisierung, 3. Abbau der Cellulose auf den gewünschten Polymerisationsgrad.

Es soll hiermit nur gesagt werden, wie wandlungsfähig die oxydative Alkalisierung ist, die man selbstverständlich der Wirtschaftlichkeit des Betriebes anpassen muß. Ein weiterer Vorteil der oxydativen Alkalisierung ist die Vergleichmäßigung des Polydispersitätsdiagrammes, die dadurch erreicht wird, daß der oxydative Abbau gleichmäßiger erfolgt. Der Grad der normalen Vorreife ist abhängig vom Grad der Abpressung. Je besser die überschüssige Lauge entfernt ist, um so stärker ist der oxydative Abbau, da ein Überschuß von Lauge die Zellstoffasern teilweise verklebt, wodurch der Sauerstoff nur sehr ungleichmäßig an die Cellulosemoleküle herantreten kann. Der Abbau erfolgt also ungleichmäßig und führt zu stark polydispersen Produkten. Bei der oxydativen Alkalisierung hingegen wird das Oxydationsmittel durch die Natronlauge

sehr gleichmäßig in die Zellstoffasern hineingetragen. Eine zusätzliche Vergleichmäßigung erfolgt dadurch, daß durch die Lauge gleichzeitig die niedermolekularen Anteile herausgelöst werden.

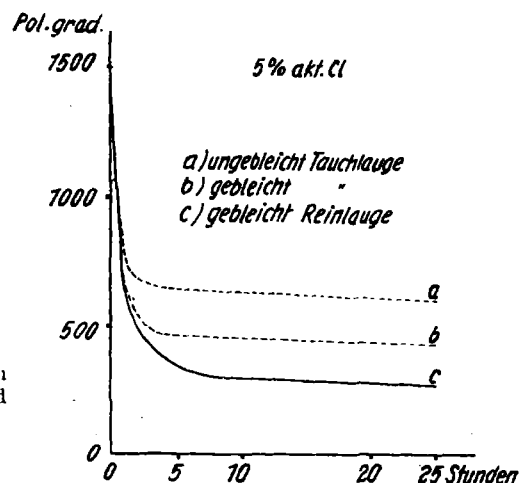


Abb. 11. Oxydative Alkalisierung von gebleichtem und ungebleichtem Strohzellstoff.

Nach den nun bekanntgegebenen Ergebnissen und dem erreichten Stand der Erkenntnisse auf dem Gebiet der Cellulosechemie ist eine fruchtbare Weiterentwicklung der Güte unserer künstlichen Fasern mit Bestimmtheit zu erwarten. Dabei wird die wesentliche Entwicklung dort einsetzen, wo Zellstoff und Zellwolle als untrennbare Einheit betrachtet und demzufolge in einem Arbeitsgang hergestellt werden.

Diese Ausführungen dürften klar genug erwiesen haben, inwieweit für die Erreichung von Qualitätsfasern der alkalische Aufschluß des Grundstoffes, die spezielle Bleiche und Veredlung der Cellulose und besonders

die direkte Naßverarbeitung in der Alkalisierung ausschlaggebend sind. Die Durchführung dieser drei Entwicklungsstufen ist wiederum nur möglich in der kombinierten Sulfatzellstoff-Zellwolle-Fabrik.

Diese Erkenntnis war die Grundlage für die Entwicklung der bekannten kombinierten Zellstoff-Zellwolle-Fabriken der Phrix-Gruppe.

Es gibt also heute nicht mehr ein Zellstoff- und ein Zellwolleproblem; diese Fragen sind einzig und allein in dem Grundstoff Cellulose verankert.

Eingeg. 12. August 1939. [A. 88.]

## Liebigs Experimentalchemie in Kekulés Kollegheft

Von Dr. G. BUGGE, Neu-Isenburg

Am 14. September 1847 hatte August Kekulé Schulzeit in Darmstadt mit einem Vortrag über „Virgils Unterwelt und Dantes Hölle“, den er in italienischer Sprache bei einer Schulfest hielt, ihren Abschluß gefunden. Er sollte — auf Wunsch der Eltern — Architektur studieren und folgte seinem Bruder Emil, der ebenfalls Architekt werden wollte, auf die Universität Gießen, wo er sich das erste Semester eifrig mit Perspektive, deskriptiver Geometrie und ähnlichen Dingen beschäftigte. Im Sommersemester 1848 kam er auf den Gedanken, auch die Vorlesung des schon damals berühmten Professors Justus von Liebig zu hören. Diese Vorlesung verführte ihn zur Chemie und zu dem festen Entschluß, umzusatteln<sup>1)</sup>. Die Darmstädter Verwandten versuchten vergebens, ihn davon abzubringen; man beschloß, ihn im Winter in Darmstadt zurückzuhalten, „damit er sich die endgültige Berufswahl noch einmal in Ruhe überlegen könne“. Aber auch hier fand er den Weg zur Chemie; er hörte an der Höheren Gewerbeschule bei Friedrich Moldenhauer Chemie und arbeitete auch analytisch, bis ihm die Familie im Sommer 1849 erlaubte, wieder nach Gießen zu ziehen und dort bei Liebig seine glanzvolle Laufbahn zu beginnen.

Liebigs „Experimentalchemie“, die so bestimmend in Kekulé's Leben eingriff, hat wohl selten einen so aufmerksamen und begeisterten Hörer gefunden, wie den jungen Kekulé. Davon zeugt das noch erhaltene Kollegheft, von dem ein

vollendeter Faksimile-Neudruck veranstaltet worden ist<sup>2)</sup>, der leider wenig beachtet wurde. Das etwa 350 Seiten umfassende Heft enthält eine mit größter Sorgfalt, in sauberer, nur selten verbesserter Schrift ausgeführte Ausarbeitung der Liebigschen Vorlesung; bei dem vorzüglichen Gedächtnis Kekulé's darf man annehmen — und häufige professorale Redewendungen sprechen ebenfalls dafür —, daß die Niederschrift des Schülers weitgehend den Ausführungen des Lehrers gefolgt ist. Sie ist also nicht nur ein Dokument für den Fleiß und die rasche Auffassungsgabe des jungen Chemiestudenten (er bezeichnet sich auf dem Vorblatt schon als A. Kekulé, stud. chem.), sondern gibt uns auch einen guten Einblick in die Vortragsweise Liebigs.

Die Vorlesung beginnt mit einem Kapitel „Einleitung und Worterklärungen“ und behandelt dann die Metalloide, die Säuren und die Metalle mit ihren Salzen. In der Einleitung kommt die rationalistische Einstellung Liebigs oft zum Ausdruck. „Mit der Erklärung der Naturerscheinungen“, so heißt es am Anfang, „beschäftigte man sich schon vor Jahrtausenden, aber erst in der neuesten Zeit, etwa seit 50 Jahren, hat man begonnen, gründliche Forschungen über dieselben anzustellen. Die Erklärungen des Aristoteles und seiner Schüler sind mit der heutigen Forschung nicht verwandt, es sind bloße Worterklärungen, die die Phantasie ansprechen, aber den Verstand nicht befriedigen. Diese

<sup>2)</sup> Herausgegeben 1929 von der „Vereinigung Liebigshaus E. V.“, Darmstadt, hergestellt bei der I. G.-Farbenindustrie, Werk Agfa, erhältlich vom Vorsitzenden der „Vereinigung Liebigshaus“, Dr. Fritz Merck, Darmstadt (RM. 10,—).

Schule fehlte hauptsächlich darin, daß sie Effekte für Ursachen hält...“ Von der modernen Naturforschung wird dagegen gesagt, daß sie die Erscheinungen betrachtet und darnach fragt, was ihnen vorausgeht und was auf sie folgt. „Das eine nennt sie Ursache, Bedingung, das andere Wirkung, Effekt... Man muß die Erscheinungen kennenlernen, die Ursachen und die Ursachen der Ursachen aufsuchen, bis man auf die Kräfte kommt; alle diese Arbeiten nennt man Beobachtungen.“

Nach der Definition der Materie („Alles, was auf irgendeine Weise auf eine Sinne wirkt“) wird festgestellt, daß es unter den Materien wägbare und unwägbare gibt. Erstere heißen Körper und besitzen den allgemeinen Charakter der Raumerfüllung und Schwere; über die „Imponderabilien“ wird weiter nichts ausgesagt. „Die Eigenschaften der Körper wechseln, wenn sie miteinander in Berührung gebracht werden; diese neuen Wirkungen auf die Sinne heißen chemische Eigenschaften.“ Als Gegenstand der Chemie wird „die Ermittlung der Veränderungen, welche die Körper bei gegenseitiger Berührung erleiden“, bezeichnet; die Ursache dieser Wirkungen wird einer Kraft zugeschrieben, die man chemische Verwandtschaft oder Affinität nennt. Es folgen Erläuterungen der Begriffe Volumen, spezifisches Gewicht, Kohäsion, Wärme, Temperatur, spezifische Wärme, latente Wärme, Kristallisation, Isomorphie, Elektrizität usw. Nach der Erklärung des Begriffs der Elemente („Materien, die wir in ungleichartige Teile nicht mehr zerlegen können“) heißt es: „Man zählt ihrer eben 61; viele derselben sind wahrscheinlich zusammengesetzte Körper, die wir aber bis jetzt nicht in weitere Bestandteile zerlegen konnten.“

In dem speziellen Teil der Vorlesung werden zunächst die nichtmetallischen Elemente, dann die Säuren und zuletzt die Metalle und ihre Salze behandelt. Die besondere Herausstellung der Säuren bei dieser Einteilung erklärt sich wohl aus dem großen Interesse, das ihre Theorie in jener Zeit beanspruchte; es war bekanntlich *Liebig* gewesen, der etwa 10 Jahre vorher Klarheit in dies Gebiet gebracht hatte, indem er die grundsätzliche Einheit von Halogenwasserstoffsäuren und Sauerstoffsäuren erwies und die Begriffe der Basizität und der ein- und mehrbasischen Säuren klarstellte. Auch sonst ist an mehreren Stellen zu merken, daß *Liebigs* eigene Forschungsergebnisse schon in dieser Vorlesung ihren Niederschlag gefunden haben. So wird z. B. in der in das Säurekapitel eingeschobenen Betrachtung über die Verhältnisse, in welchen sich die einfachen Körper verbinden, als Beispiel für die Ermittlung der Formel einer organischen Substanz das im Fleischextrakt enthaltene Kreatin angeführt, mit dem sich *Liebig* kurz zuvor beschäftigte, und für das er aus der Analyse die Formel  $C_3N_3H_5O_4$  ableitete (heute  $C_4H_9N_3O_2$ , da *Liebig* das „Äquivalent“ des Kohlenstoffs mit 8 und das des Sauerstoffs mit 6 einsetzte); andere in die Vorlesung eingeflochtene Ergebnisse eigener Untersuchungen finden sich z. B. im Abschnitt über die Phosphate des Calciums oder in der Betrachtung über den Stoffwechsel der Tiere und Pflanzen. Es spricht für die Bescheidenheit des großen Forschers, daß er an diesen Stellen seinen eigenen Namen nicht nennt, während er sonst bei der Mitteilung neuerer Beobachtungen und Entdeckungen meistens die Chemiker anführt, denen sie zu verdanken sind. Diese Namen gibt *Kekulé* oft ungenau, aber phonetisch getreu wieder („*Kavendish*“ machte die ersten Versuche, Wasser in seine Bestandteile zu zerlegen; „*Clement de Sormé*“ untersuchte den Bleikammerprozeß genauer usw.).

Welche der angeführten Demonstrationsversuche hauptsächlich in der Vorlesung von *Liebig* vorgeführt worden sind, ist leider schwer zu erkennen. Von den analytischen Reaktionen, die besonders genau beschrieben und oft durch Skizzen erläutert werden, seien erwähnt: der Arsennachweis durch die bekannte Spiegelbildung beim Erhitzen von Arsentrioxyd im „Reduktionsröhrchen“ mit Kohle oder durch Erhitzen von Arsentrisulfid mit einem Gemisch von Cyankalium und Soda, die quantitative Bestimmung des Kohlensäuregehaltes in Soda (nach *Will* und *Fresenius*), die Prüfung von englischem Zinn auf Arsen, die Ermittlung des aktiven Chlorgehaltes von Chlorkalk usw. Man vermißt merkwürdigerweise die Demonstration der *Liebigschen* Elementaranalyse, wie überhaupt die organische Chemie in dieser Vorlesung gegenüber der anorganischen vollkommen zurücktritt, da sie Gegenstand einer besonderen Vorlesung war. In dem vom Kohlenstoff handelnden

Teil heißt es: „Der Kohlenstoff bildet mit dem Wasserstoff eine Reihe von Verbindungen, die meist flüssig sind, ätherische Öle; zwei dieser Verbindungen sind gasförmig. Die eine bildet mit Chlor ein Öl und heißt deshalb ölbildendes Gas; die andere heißt Sumpfigas ... oder Grubengas ...“ Außer dem Methan und Äthylen wird noch die Chlorierung des letzteren erwähnt, bei der ein farbloses „ätherisches Öl“ entsteht, „das einen gar nicht unangenehmen Geruch hat“. Bei der Herstellung von Kienruß, „wofür man in Steyermark Steinkohlenteer und weißes Harz verwendet“, die in einem Kessel unter beschränktem Luftzutritt verbrannt werden, bildet sich häufig ein fester Körper, der dem Kienruß den Geruch gibt („*Naphtali* [sic!]  $6C + 4H$ “). „Eine Menge Öle, z. B. Terpentinöl, schwarzes Pfefferöl etc. haben alle, obgleich sonst von ganz verschiedener Beschaffenheit, gleiche Bestandteile O und H, die in gleicher Menge verbunden sind:  $C_{10}H_8$ “. Das Cyan, bei dessen Erwähnung der Begriff des Radikals erörtert wird, das Chlorcyan und Jodcyan, das Cyanquecksilber, das Blutlaugensalz und das Berlinerblau, das „Kohlenstoffchlorid“ (aus Schwefelkohlenstoff und Chlor), „fester Chlorkohlenstoff,  $C_2Cl_3$ “ (herstellbar aus ölbildendem Gas, Wasserstoff und Chlor im Sonnenlicht“, und zwei andere Verbindungen von Cl und O, die mit  $C_2 + Cl_2$  und  $C_2 + Cl$  bezeichnet werden, bilden die übrigen von *Liebig* an dieser Stelle erwähnten Kohlenstoffverbindungen. Dazu kommt noch im Kapitel „Platin“ die Beschreibung der katalytischen Bildung von Essigsäure aus Alkohol, die zuerst von *Döbereiner* beobachtet worden war.

*Liebig* hat im Jahre 1852, also vier Jahre nach der von *Kekulé* ausgearbeiteten Vorlesung, zur gleichen Vorlesung über „Experimentalchemie“ eine Eröffnungsrede gehalten, die nach seinem Tode von seinem Schwiegersohn *M. Carrière* in *Liebigs* „Reden und Abhandlungen“ (Leipzig u. Heidelberg 1874) veröffentlicht worden ist. Er spricht sich darin programmatisch über seine Absichten und Ziele aus. „Die Experimental-Chemie“ sagt er, „ist im wesentlichen eine Elementarvorlesung, sie setzt keine Kenntnisse in der Chemie voraus; ihre Hauptaufgabe ist, den Studierenden mit den Grundlehren der Wissenschaft, mit den Dingen, ihrer Natur und Eigenschaften und mit gewissen Kräften bekannt zu machen. Sie sollen sich dadurch die Fähigkeit erwerben, gewisse Fragen, jeder in seinem Fache zu lösen.“ Anschließend setzt er sich dafür ein, daß in dieser Vorlesung alles ausgeschlossen wird, was nicht zu ihrem eigentlichen Gebiet gehört: „Um nicht unverständlich zu werden, will ich auf einen ganz allgemeinen Fehler hinweisen, den viele Schriftsteller in ihren Lehr- und Handbüchern oder Lehrer in ihrem Vortrage begehen, einen Fehler, der das Studium der Chemie oberflächlich macht, erschwert und häufig davon abzieht. Wenn sie den Phosphor und seine Eigenschaften beschreiben, so erklären sie nicht bloß, worauf seine Anwendung z. B. zu den Streichfeuerzeugen beruht und woraus die Zündmasse besteht, sondern sie beschreiben auch das Instrument, womit man die Zündhölzer hobelt, und wie der Arbeiter verfährt, um eine möglichst große Anzahl Zündhölzer in kürzester Zeit zu fertigen“. *Liebig* fordert demgegenüber, daß in einer Vorlesung über Experimentalchemie „z. B. die Bedingungen der Schwefelsäure- und Essigsäureerzeugung, nicht die Fabrikation der Schwefelsäure und des Essigs“ behandelt werden. Er will, in diesem Sinne, seine Schüler „mit den Grundsätzen und mit den Eigenschaften der Körper bekannt machen, worauf die Anwendungen beruhen“, er will sie aber nicht lehren, „wie die Anwendungen gemacht werden“.

Auch *Jakob Volhard*, *Liebigs* Schüler und Vorlesungsassistent, rühmt in seiner *Liebig-Biographie*<sup>2)</sup> die „außerordentliche Einfachheit des Vortrags und die Sachlichkeit der Disposition, die immer streng darauf gerichtet war, unter Vermeidung alles Überflüssigen das für das Verständnis Wichtige so drastisch wie möglich hervorzuheben“. *Kekulé's* Kollegheft ist eine Bestätigung hierfür; der *Liebigsche* Vortrag war wirklich eine wohlüberlegte Einführung in die wesentlichen Tatsachen der Chemie, er vermied jedes rhetorische Beiwerk und verzichtete auf breite Exkurse in andere Gebiete, wenn er es sich auch nicht ganz versagen konnte, auf gewisse technische Anwendungen der Chemie einzugehen, wie z. B. auf die Industrie der Schwefelsäure, des Chlorkalks, die Eisen- und Stahlindustrie usw., die er auf seinen Reisen nach Frankreich und England näher kennengelernt hatte. Auch ein „Rezept für Rothfeuer“, Einzelheiten über Schießpulver, Glas usw.

<sup>2)</sup> *Justus von Liebig*, von *Jakob Volhard*, 2 Bde., Leipzig 1900.

sind wohl als Zugeständnisse an die Neugier der technisch interessierten Hörer zu betrachten.

Nach Volhard wendete Liebig der Erläuterung des Vortrags durch Experimente große Sorgfalt zu. In einem besonderen „Vorlesungsbuch“ wurden von den Assistenten die in den Vorlesungen vorgeführten Versuche dauernd eingetragen, um ihren Nachfolgern als Anleitung für die Vorbereitung der Vorlesung zu dienen. Daß diese Versuche manchmal auch mißglückten, schildert in ergötzlicher Weise Karl Vogt, der Liebig folgendermaßen imitiert: „Sie sehen, meine Herren, diesen Niederschlag; dieser Niederschlag ist chromsaures Bleioxyd! Sie sehen, meine Herren .... d. h. Sie sehen nichts ....“ (wobei Liebig das Reagenzrohr wütend hinwarf, während sein Assistent achselzuckend auf die Lösung von Bleiessig hindeutete, an dessen Stelle Liebig versehentlich die Wasserflasche ergriffen hatte). Daß auch Liebigs historischer Sinn bei seinen Vorlesungen zum Ausdruck kam, beweisen häufig eingeflochtene chemiegeschichtliche Angaben. Beim Sauerstoff geht er ausführlich auf die Phlogistontheorie ein; als Entdecker des Sauerstoffs nennt er Scheele (für die Entdeckung gibt er das Jahr 1774 an), allerdings ohne Priestley zu erwähnen; von Lavoisier sagt er, daß er die Nichtexistenz des Phlogistons

nachwies. Beim Fluor, das damals noch ein hypothetisches Element war, werden die Untersuchungen von Loiset (Louyet?) angeführt. Die Entwicklung der Anschauungen über die Natur des Diamanten wird eingehend geschildert; bei den Alkalimetallen, Halogenen usw. wird meist der Entdecker und das Entdeckungsjahr angeführt. Interessant ist auch, daß Liebig die Verdienste von C. F. Wenzel (1740—1793) ausführlich würdigt.

So ist Kekulé's Kollegheft eines der wenigen Dokumente, die uns einen Begriff von der gründlichen und doch anregenden Art des Liebigschen Vortrags über Experimentalchemie übermitteln<sup>4)</sup>; er selbst hat diese Vorlesung nie schriftlich festgehalten, sondern bereitete sie nur durch kleine Zettel mit Schlagworten vor. Wenn auch die persönliche Unterweisung der Studenten im Praktikum des Gießener Laboratoriums ohne Zweifel den Hauptanteil an dem nachhaltigen Einfluß Liebigs auf die Entwicklung der chemischen Forschung gehabt hat, so darf doch die Vorlesung über Experimentalchemie, gerade weil sie für die Anfänger bestimmt war, nicht vergessen werden, wenn man von den Erfolgen des Gießener Chemieunterrichts spricht.

Eingeg. 28. November 1939. [A. 102.]

<sup>4)</sup> Auch Volhard besaß ein derartiges Kollegheft, über dessen Verbleib nichts bekannt ist.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Gesellschaft für technische Physik.

Sitzung vom 15. November 1939.

Otto Hahn u. Fritz Straßmann: *Über das Zerplatzen des Uran- und des Thorokernes in leichtere Atome.* Vorgetr. von O. Hahn.

Vortr. gab zunächst einen Überblick über die Vorgänge bei der Einwirkung schneller und verlangsamer Neutronen auf das Uran und das Thorium, wie sie sich bis Ende 1938 durch die Arbeiten von Hahn, Meißner und Straßmann darstellten. Beim Thorium waren neben einem zu einem Protactinium führenden Anlagerungsprodukt drei isomere Radiumisotope angenommen worden, die ihrerseits weiter in Actiniumisotope zerfielen. Beim Uran war außer einem Resonanzprozeß, der sicher zu einem Vertreter des Elements 93, Eka-Rhenium, führt, eine ganze Anzahl von aktiven Atomarten aufgefunden worden, die man nach unseren damaligen Kenntnissen ebenfalls alle als Elemente jenseits Uran, also als „Trans-Urane“ ansehen mußte: Sie waren chemisch verschieden von den linken Nachbarn des Urans, und da nach den allgemein gültigen Vorstellungen über Kernkräfte niedrigere Elemente nicht in Frage kamen, blieben für die neuen Substanzen nur Ordnungszahlen höher als die des Urans übrig. Angeregt durch einige Mitteilungen von Curie und Savitch über eine neue Substanz von 3,5 h Halbwertszeit, deren Einfügung in die Gruppe der Trans-Urane von den französischen Forschern versucht worden war, was aber zu Schwierigkeiten geführt hatte, hat Vortr. in Gemeinschaft mit F. Straßmann den 3,5-h-Körper ebenfalls hergestellt. Sehr bald konnte gezeigt werden, daß es sich bei dieser Substanz um eine recht komplizierte Mischung verschiedener Atomarten handelt, von denen drei als Erdalkalioisotope festzustellen waren. Sie mußten deshalb für Radiumisotope gehalten werden. Ihre Eigenschaften glichen aber mehr dem Barium als dem Radium. Deshalb wurde eine Reihe von systematischen „Indicatorversuchen“ der neuen Erdalkalioisotope mit natürlichen Radiumisotopen durchgeführt. Das natürliche Radium ließ sich unsicher von dem zugesetzten Barium trennen, die neuen Substanzen aber nicht; sie verhielten sich genau wie das Barium. Nachdem noch ein weiterer Beweis für die Bariumnatur der neuen Erdalkalimetalle erbracht war, war der Schluß zwingend, daß beim Bestrahlen des Urans mit Neutronen eine Spaltung, ein Zerplatzen des Urankerns in leichtere Atome stattfindet<sup>1)</sup>.

Diese Ergebnisse wurden sehr schnell mittels physikalischer Methoden bestätigt, zuerst von Meißner und Frisch, dann von vielen anderen Forschern. In rascher Folge konnte dann eine große Reihe von Elementen und isotopen Atomarten nachgewiesen werden, die bei dem Spaltungsprozeß entstehen. Ähnliche Ergebnisse wie mit dem Uran wurden auch mit dem Thorium erzielt. Die beim Thorium früher für Radiumisotope angesehenen Substanzen wurden ebenfalls als Barium erkannt. Nur sind zur Thorspaltung schnelle Neutronen notwendig, während die Uranspaltung besonders gut mit energiearmen, verlangsamen Neutronen erfolgt. Beim Uran ist jetzt die direkte oder indirekte Bildung folgender Elemente, meist in Form mehrerer Isotope, festgestellt: Xenon, Cäsium, Barium, Lanthan; Krypton, Rubidium, Strontium, Yttrium, wahrscheinlich Zirkon; Antimon, Tellur, Jod, Molybdän und Brom. Auch einige andere Elemente kommen noch in Frage, sind aber

noch nicht sichergestellt. Die „Trans-Urane“ sind bis auf einen Vertreter des Eka-Rheniums (Element 93) zu streichen. Letzteres entsteht bestimmt durch den eingangs erwähnten Resonanzprozeß beim Uran. Eine Strahlung dieser Substanz ließ sich aber bisher nicht nachweisen; es ist vielleicht ein langlebiger Körper.

Beim Thorium entstehen im wesentlichen dieselben Spaltprodukte wie beim Uran. Ihr Nachweis ist wegen der geringen Intensität etwas schwieriger, läßt sich aber mit stärkeren Neutronenquellen ebenfalls ganz gut durchführen.

### Universität Berlin.

Physikalisches Colloquium am 17. November 1939.

Gerthsen: *Über die Elementarprozesse bei der Ionisation durch schnelle Protonen.*

Während bei der Ionisation durch Elektronen nur langsame oder schnelle Elektronen aus dem getroffenen Gasmolekül abgespalten werden, setzt sich der Ionisationsvorgang bei Protonen aus den folgenden Elementarprozessen zusammen: 1. Ionisation durch die Protonen, 2. Umladung der Protonen zu neutralen Atomen, 3. Ionisation durch diese neutralen Teilchen, 4. Rückwärtsumladung der neutralen Atome. Für jeden dieser Prozesse läßt sich ein Wirkungsquerschnitt definieren. In einer neuen Arbeit<sup>2)</sup> wurden die Wirkungsquerschnitte für die Ionisation durch Protonen bestimmt. Es ergab sich, daß schon bei niedrigsten Drucken eine merkliche Ionisation durch die positiven Teilchen stattfindet. Ferner zeigte sich, daß der Wirkungsquerschnitt für die Ionisation mit der Energie der Protonen wächst.

Da die Wirkungsquerschnitte für die Umladungsvorgänge bekannt sind<sup>3)</sup>, läßt sich der gesamte Ionisationsprozeß jetzt weitgehend übersehen. Es fehlen nur noch Messungen über den Wirkungsquerschnitt der Ionisation durch neutrale Kanalstrahl-atome, worüber zurzeit eine Arbeit im Gange ist.

Physikalisches Colloquium am 24. November 1939.

P. ten Bruggencate, Potsdam: *Der Stand der Kenntnis von den interstellaren Linien<sup>4)</sup>.*

Im Spektrum von Doppelsternen wurden Absorptionslinien festgestellt, die die periodische Verschiebung der eigentlichen Sternlinien (Doppler-Effekt) nicht mitmachen; es konnte sich also nur um Linien handeln, die von absorbierender Materie zwischen dem betr. Stern und der Erde herrühren. Erstmalig wurden diese interstellaren Linien 1904 durch Hartmann auf der Sternwarte in Potsdam entdeckt; ab 1919 wurden, besonders in Amerika, weitere Messungen angestellt, und in den letzten Jahren hat sich vor allem Dunham<sup>5)</sup> mit einem speziell für diesen Zweck hergestellten sehr lichtstarken Gitter hoher Auflösungskraft um die Erforschung der interstellaren Linien verdient gemacht.

Wie bereits oben erwähnt, wurde der erste sichere Nachweis für das Vorhandensein von interstellaren Linien am Licht der Doppelsterne erbracht. Später wurden gleiche Linien auch im Spektrum anderer Sterne gefunden, ein geübter Beobachter kann sie schon an ihrem Aussehen von den eigentlichen Sternlinien unterscheiden; außerdem kann man sie daran erkennen, daß ihre Intensität naturgemäß unabhängig von der Sterntemperatur ist. Nachgewiesen wurden bisher Linien des einfach ionisierten Natriums, Kaliums, Calciums, Titans und des zweifach ionisierten Calciums, ferner aber

<sup>1)</sup> H. Müller, Physk. Inst. d. Univ. Gießen, noch unveröffentlicht.

<sup>2)</sup> H. Meyer, Ann. Physik **30**, 635 [1937].

<sup>3)</sup> Vgl. B. Strömberg, diese Ztschr. **52**, 451 [1939].

<sup>4)</sup> Z. B. Adams u. Dunham, Astrophysic. J. **87**, 102 [1938].