

## Carl Bosch zum 60. Geburtstag, ein Beitrag zur Geschichte der chemischen Großindustrie.

Zum 60. Geburtstag von Carl Bosch am 27. August gilt der Gruß des Vereins deutscher Chemiker der Person des Gefeierten; die Rückschau in der Vereinszeitschrift dagegen stellt sein Lebenswerk in den Vordergrund, weil wir in einer Zeit, welche Altes stürzt und Neues entstehen läßt, diejenigen Großtaten in der Erinnerung festhalten wollen, die zum dauernden Bestande deutschen Kulturgutes gehören.

Prof. Dr. Carl Bosch, ein Schüler von J. Wislicenus, trat im Jahre 1898 in die Badische Anilin- und Soda-fabrik in Ludwigshafen a. Rhein ein. Hier nahm er unter der Leitung von Rudolf Kniesch an dem großen Aufschwung, den zu dieser Zeit die junge Industrie des synthetischen Indigos erfuhr, tätigen Anteil, indem er sich besonders mit wärmetechnischen Fragen beschäftigte und Verbesserungen in der Wärme- und Kraftversorgung einführte. Aber bald griff Bosch die Frage der Stickstoffbindung auf, die immer mehr in den Vordergrund des chemischen Interesses rückte.

Heute mag an seine ersten Versuche erinnert werden, die den Weg über Metalcyanide und Nitride nahmen. Sein eigentliches Arbeitsfeld fand Bosch aber erst, als die Badische Anilin- und Soda-Fabrik 1908 die von Fritz Haber in Karlsruhe aufgefundene katalytische Hochdruck-synthese des Ammoniaks übernahm und Bosch beauftragt wurde, die aussichtsreichen Laboratoriumsergebnisse zu einem großtechnischen Verfahren zu entwickeln. Die Schwierigkeiten, mit denen man bei diesem Vorhaben rechnen mußte, waren in der Tat für den damaligen Stand der Technik ungewöhnlich hoch. Man erinnere sich an die lebhaften Zweifel, die damals in der Fachwelt laut wurden. Noch im Jahre 1913 wurden die Aussichten für die technische Durchführung der Ammoniaksynthese unter Hochdruck folgendermaßen beurteilt:

„Dieses so begeistert aufgenommene Verfahren dürfte vermutlich nur lokale Bedeutung erlangen und gelegentlich in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen. Die in Bewegung zu setzende Gasmenge ist jedenfalls so gewaltig, daß an eine technische und wirtschaftliche Brauchbarkeit des Verfahrens über Spezialfälle hinaus und an eine volkswirtschaftliche Bedeutung kaum zu denken ist.“

Zu diesen von vornherein erwarteten Schwierigkeiten gesellten sich bald noch weitere Probleme. Die kostspieligen und schwer zu handhabenden Katalysatoren Habers, Osmium und Uran, waren durch einen billigeren und leicht zugänglichen Kontaktstoff zu ersetzen. Nach langer mühevoller Arbeit wurde ein Katalysator gefunden, der die gewünschte vorzügliche und langdauernde Wirkung besaß. Die größten Schwierigkeiten bereitete aber der Angriff des erhitzten und unter Hochdruck stehenden Wasserstoffs auf die Wandung des stählernen Hochdruckofens. Gerade die glänzende Lösung dieses Problems, eines der ausschlaggebendsten Punkte des Verfahrens, hat gezeigt, daß Bosch nicht nur ein hervorragender Wissenschaftler, sondern auch ein genialer Techniker ist.

Auch die Reinigung der beiden für die Ammoniaksynthese erforderlichen Gase Stickstoff und Wasserstoff

gelang. So schuf Bosch, schrittweise zu größeren Fabrikationseinheiten übergehend, allmählich in Zusammenwirken mit einem Stabe ausgezeichneten Mitarbeiter, von denen hier nur Gaus, Mittasch und Lappe genannt seien, das großtechnische Verfahren der Stickstoffsynthese.

In welcher Weise Bosch die Habersche Laboratoriumserfindung in die Praxis übertrug, hat Bosch vor kurzem geschildert<sup>1)</sup>.

Am 10. Juli 1910 wurden bereits mit einem größeren, noch von außen geheizten Druckofen die ersten Mengen flüssigen Ammoniaks gewonnen. Im Januar 1911 lieferte ein weiter vergrößerter Kontaktofen bereits täglich 25 kg Ammoniak und im Juli ein noch größerer 100 kg. Am 5. Februar 1912 war unter wiederholtem Fortschreiten zu immer größeren Ofenmodellen eine tägliche Produktion von über 1000 kg 100%igem Ammoniak erreicht. Jetzt konnte der Entschluß gefaßt werden, die Fabrikation im großen aufzunehmen. Da im Rahmen der alten Ludwigshafener Fabrik die Aufnahme der Fabrikation im großen nicht möglich war, wurde rheinabwärts in Oppau eine neue Fabrik errichtet und im Sommer 1913 in Betrieb gesetzt. Das neue Werk lieferte anfangs täglich etwa 30 t, steigerte aber bald bei weiterem Ausbau die Jahresproduktion auf 100 000 t Ammoniak. Dazu kommt noch das 1917 in Betrieb gesetzte Leuna-Werk, zwischen Merseburg und Corbetha, das zunächst mit einer Leistungsfähigkeit von etwa 250 000 t Ammoniak angelegt wurde.

Es würde zu weit führen, die weitere Entwicklung der Erzeugungskapazität dieser beiden heute bedeutendsten Stickstoffwerke der Welt hier aufzuzeigen. Die große wirtschaftliche Bedeutung dieses Werkes von Bosch für Deutschland wird klar, wenn man es unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet:

Früher war Deutschland für Salpeterverbindungen des Stickstoffs vollkommen auf das Ausland angewiesen. Noch im Jahre 1913 wurden davon 775 000 t im Werte von 171 Mill. RM. eingeführt. Das von Bosch geschaffene Verfahren ermöglichte es, nicht nur den Inlandsverbrauch zu decken, sondern darüber hinaus Stickstoff zu einer wichtigen Exportware Deutschlands zu machen. Das in diesen Tagen in London abgeschlossene Weltstickstoff-Abkommen gibt am besten einen Begriff davon, welche hohe weltwirtschaftliche Bedeutung dieser Rohstoff heute im Leben der Völker einnimmt.

Aber mit dem Ausbau der Stickstoffsynthese ist die bahnbrechende Arbeit von Bosch keineswegs erschöpft. Schon in die Zeit vor dem Kriege, nachdem sich das technische Arbeiten mit Gasen unter hohen Drucken bei hoher Temperatur als möglich erwiesen hatte, fallen die ersten Versuche, Wasserstoff und Kohlenoxyd zu vereinigen und auf diesem Wege flüssige Brennstoffe zu erzeugen. Damals ahnte die größere Öffentlichkeit nicht die Zukunftsmöglichkeiten dieser Arbeiten. Das von Bosch geschaffene Kontaktverfahren sollte der

<sup>1)</sup> Bosch, „Entwicklung der chemischen Hochdrucktechnik bei dem Aufbau der neuen Ammoniakindustrie“, Chem. Fabrik 6, 127 [1933].

Ausgangspunkt werden für die heute fast jedem Laien in den Grundzügen bekannte Hydrierung der Kohle<sup>2)</sup>. Aber auch um dieses Verfahren durchzuwickeln, waren lange Jahre systematischer Arbeit notwendig. Eine der Schwierigkeiten, die bei der Herstellung von Benzin auf synthetischem Wege aus höher-siedenden Kohlenwasserstoffen zu erwarten war, bestand darin, daß alle Ausgangsstoffe der katalytischen Druckhydrierung den gefürchteten Katalysatorenfeind Schwefel enthalten. Überraschenderweise zeigte es sich, daß gerade durch Verwendung von Schwefelverbindungen angriffsfeste Katalysatoren hergestellt werden können. Auch die Lösung der Werkstofffrage für die Hochdruck-apparatur machte wieder besonders große Schwierigkeiten, da während des Betriebes feste Massen in die Hochdrucköfen eingeführt und daraus entfernt werden müssen. Allmählich gelang es aber auch, aller dieser Schwierigkeiten Herr zu werden und die großen Anlagen zu schaffen, auf die Deutschland heute stolz ist. Das Verfahren der Kohlehydrierung hat aber die Brücke geschlagen von der Kohle zur Erdöl-industrie<sup>3)</sup>. Denn in ähnlicher Weise wie an Kohle kann man danach auch an die hochsiedenden Bestandteile des Erdöls Wasserstoff anlagern und dadurch zu einer größeren Ausbeute von leichtsiedenden Produkten gelangen. Gerade diese Ergebnisse haben in aller Welt in steigendem Maße das Gefühl erweckt, daß wir verpflichtet sind, die Schätze, die die Erde uns bietet, aufsparsamste zu verbrauchen.

<sup>2)</sup> Vgl. *Bosch*, „Probleme großtechnischer Hydrierungsver-fahren“, Chem. Fabrik 7, 1 [1934].

<sup>3)</sup> Vgl. *Krauch* u. *Pier*, „Kohleveredelung und katalytische Druckhydrierung“, diese Ztschr. 44, 953 [1931].

Über diese beiden überragenden Leistungen hin-aus, Ammoniaksynthese und Hydrierungstechnik, hat *Bosch*, seit er im Jahre 1925 zum Vorsitzenden des Vorstandes der durch den Zusammenschluß der deutschen Teerfarbenfabriken entstandenen I. G. Farbenindu-strie berufen wurde, alle großen Arbeitsgebiete seiner Werke durch seine Initiative wissenschaftlich be-fruchtet.

Aber hierüber hinaus schulden deutsche Wissen-schaft und Technik *Bosch* Dank dafür, daß er unermüd-lich sich immer wieder einsetzt für die Bedeutung wissenschaftlicher Arbeit auf allen Lebens-gebieten. Deutschland soll seine großen wissenschaft-lichen Traditionen erhalten und pflegen, um unserem Vaterland auch künftig den hohen Rang zu sichern, den es im Wettbewerb mit allen Kulturvöl- kern einnimmt und der eine der ersten Voraussetzungen für sein wirtschaftliches Gedeihen bleiben wird.

Die deutsche chemische Industrie war von jeher ein Nährboden für das Heranwachsen von Führernaturen. Diese Industrie ist ihrerseits aus dem Nährboden der reinen Wissenschaft hervorgegangen, wie zur Genüge aus den Einzelheiten der Geschichte unserer chemischen Fabriken ersichtlich ist. Daher die Symbiose von Wissen-schaft und Technik, welche Deutschlands Volkswirtschaft großgemacht hat. *Carl Boschs* Lebenswerk liefert hierfür ein schlagendes Beispiel. Männer seiner Art, bei denen angeborener technischer Wagenmut und geschäftlicher Scharfblick sich mit tiefer wissenschaftlicher Bildung und persönlichem Hochstand vereinigen, sie braucht Deutschland mehr denn je als Führer seiner Industrie.

[A. 103.]

## Die energetischen Verhältnisse im Periodischen System der chemischen Verbindungen vom Typ $A_m B_n$ <sup>1)</sup>.

### (5. Veröffentlichung über Atombau und Systematik chemischer Verbindungen.)

Von Prof. Dr. H. G. GRIMM,

(Eingeg. 4. Juli 1934.)

Forschungslaboratorium Oppau der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rh.

#### Einleitung.

In einer früheren Arbeit<sup>2)</sup> über das Periodische System der Verbindungen (abgekürzt: P. S. d. V.) war fest-gestellt worden, daß ein enger Zusammenhang zwischen der Bindungsart einer Verbindung  $A_m B_n$ , der Stellung dieser Verbindung im P. S. d. V. und den Elektronen-verteilungszahlen beider Verbindungspartner besteht. Um diesen Zusammenhang tiefer zu verstehen, sollen im folgenden die energetischen Verhältnisse bei der Ver-bindungsbildung genauer betrachtet werden. Diese Auf-gabe wird dadurch erleichtert, daß eine Reihe von Einzelfragen bereits früher von verschiedenen Seiten be-handelt worden ist. Es handelt sich hierbei namentlich

<sup>1)</sup> Die Arbeit deckt sich zum Teil mit einem erstmalig am 25. 1. 34 vor der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg gehaltenen Vortrag. Vgl. auch den demnächst er-scheinenden Bericht über den internationalen Chemiekongreß, Madrid 1934, und den Bericht über die Tagung der Bunsen-gesellschaft, diese Ztschr. 47, 503 [1934]. Sie schließt sich eng an die erste Arbeit über das Periodische System der Verbin-dungen  $A_m B_n$  (diese Ztschr. 47, 53 [1934]) an; dementsprechend sind die Tabellen und Abbildungen in den beiden Arbeiten durchnummeriert.

<sup>2)</sup> H. G. Grimm, diese Ztschr. 47, 53 [1934], im folgenden als „I“ zitiert.

um die Arbeiten von *Kossel*<sup>3)</sup>, *Born* und *Landé*<sup>4)</sup>, *Born*<sup>5)</sup>, *Haber*<sup>6)</sup>, *Fajans*<sup>7)</sup> über die energetischen Verhältnisse bei der Bildung von Salzen, von *v. Weinberg*<sup>8)</sup>, *Fajans*<sup>9)</sup>, *Grimm* und *Wolff*<sup>10)</sup> über die Spaltungsarbeit von Atom-bindungen, von *Fajans* und Mitarbeitern<sup>11)</sup> über die De-formation von Ionen, von *Grimm* und *Sommerfeld*<sup>12)</sup> über diamantartige Stoffe und über einen Vergleich der ener-

<sup>3)</sup> W. Kossel, Ann. Physik 49, 229 [1916]. Ztschr. Physik 1, 395 [1920].

<sup>4)</sup> M. Born u. A. Landé, Sitzungsber. Preuß. Akad. Wiss., Berlin 1918, 1048. Verhandl. Dtsch. physikal. Ges. 20, 210 [1918].

<sup>5)</sup> M. Born, Verhandl. Dtsch. physikal. Ges. 21, 13, 679 [1919]. Vgl. auch M. Born, Atomtheorie des festen Zustandes, Leipzig 1923.

<sup>6)</sup> F. Haber, Verhandl. Dtsch. physikal. Ges. 21, 750 [1919].

<sup>7)</sup> K. Fajans, ebenda 21, 539, 549, 709, 714 [1919].

<sup>8)</sup> A. v. Weinberg, Ber. Dtsch. chem. Ges. 52, 1501 [1919]; 53, 1347, 1519 [1920]; 56, 463 [1923].

<sup>9)</sup> K. Fajans, ebenda 53, 643 [1920]; 55, 2826 [1922]. Ztschr. physikal. Chem. 99, 395 [1921].

<sup>10)</sup> H. G. Grimm u. H. Wolff, Handbuch d. Physik 24, 536, Berlin 1927; 2. Aufl. 24, 1003 [1933].

<sup>11)</sup> K. Fajans, Naturwiss. 11, 165 [1923]. Ztschr. Kristallogr. Mineral. 61, 18 [1925]; 66, 321 [1928]. K. Fajans u. G. Joos, Ztschr. Physik 23, 1 [1924].

<sup>12)</sup> H. G. Grimm u. A. Sommerfeld, Ztschr. Physik 36, 36 [1926].