

сать стихи с 1957 г. По мнению А.Ахматовой, он был наиболее лирическим поэтом своего поколения. В ЛГУ Бродский слушал лекции на филологическом факультете и работал разнорабочим. В марте 1964 г. был осужден за антиобщественный, паразитический образ жизни на высылку из Ленинграда в специально отведенную местность сроком на 5 лет с обязательным привлечением к труду, но позже Верховный суд РСФСР сократил срок высылки до фактически отбытого (1 год и 5 месяцев). В поэтических антологиях 1966-1967 г., изданных в Ленинграде, были опубликованы четыре его поэмы. В июне 1972 г. он был принудительно выдворен из страны и поселился в США.

## MAX BODENSTEINS ROLLE IN DER SCHAFFUNG UND ANERKENNUNG VON N.N.SEMENOV'S THEORIE DER VERZWEIGTEN KETTENREAKTIONEN VON 1927 BIS 1941

*Kritzmann V.A, Hoppe B. (München, Deutschland)*

### 1. EINLEITUNG

Dem russischen Chemiker Nikolaj Nikolaevic Semenov (Semenov, Semenov; 1896 Saratov-1986 Moskau), wurde 1956 zusammen mit seinem Kollegen aus Oxford (Großbritannien) Norman Hinshelwood (1897-1967) der Nobelpreis für Chemie für die Aufklärung des Mechanismus der verzweigten Kettenreaktionen, insbesondere bei Explosionen, verliehen [1]. Bei der Aufstellung von Semenovs Theorie spielte das Interesse eines der bekanntesten Erforscher von Gasreaktionen, des deutschen Physikochemikers Max (Ernst August) Bodenstein (Magdeburg 1871-Berlin 1942) [2] an der Untersuchungen der Schüler Semenovs 1925-1926 über die Reaktionsfähigkeit des Phosphors mit Sauerstoff bei niedrigen Drucken eine wichtige Rolle. Die Ansicht dieser maßgebenden Autorität über die Qualität der Ergebnisse der jungen Forscher änderte sich während weniger Jahre grundlegend. Semenovs Schüler Ju. Hariton und Z. Walta zeigten 1925-1926, dass „bei Partialdrücken des Sauerstoffs, die niedriger als ein bestimmter kritischer Druck sind“, Phosphor und Sauerstoff nicht miteinander reagieren, und dass dagegen bei einer geringen Steigerung des „kritischen Partialdrucks“ des Sauerstoffs die Reaktion „schnell verläuft“. Da diese Resultate über den Reaktionsverlauf frühere Ergebnisse anderer Chemiker nicht überzeugend zu widerlegen schienen, und da sie Bodensteins langjährigen Vorstellungen über die Mechanismen und Ablaufgeschwindigkeiten von Gasreaktionen widersprachen, kritisierte er zuerst die „ungewöhnlichen Ergebnisse“ von Hariton und Walta scharf, indem er ihnen Fehler bei den Druckmessungen und auch eine unrichtige Interpretation der experimentellen Resultate vorwarf. Erst nachdem Semenov die Methode der Druckmessungen verändert hatte und zur Erklärung der Ergebnisse seiner Schüler seine Theorie der verzweigten

Kettenreaktionen bis 1928 ausgearbeitet hatte, erkannte Bodenstein die grundlegende Bedeutung von Semenovs neuer Theorie für die chemische Kinetik an. Danach wurde Bodenstein ein aktiver Anhänger der neuen Theorie und trug maßgeblich zu ihrer Verbreitung bei.

Den fördernden Einfluss Bodensteins erwähnte N.N.Semenov selbst in einer Erwiderung auf Bodensteins Artikel von 1927, in Briefen von 1927 und 1928 und in seinen Arbeiten nach 1933 [3]. In einigen russischen chemiehistorischen Schriften, die seit den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts diese Zusammenhänge zu beachten begannen [4], wurde Bodensteins Haltung nur als ein *einmalig wirksamer Gesinnungswandel* von der Kritik 1927 bis zur Zustimmung 1928 angesehen [5]. Gleichzeitig wurde Bodensteins Einfluss auf die Verbreitung von Semenovs Theorie in der westlichen Literatur, sogar in chemiehistorischen und biographischen Arbeiten über Bodensteins wissenschaftliche Tätigkeit überhaupt nicht analysiert und gewürdigt [7].

In dieser Mitteilung sollen die Ergebnisse unserer Forschungen über Bodensteins Einfluss auf die Begründung und Verbreitung von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktionen als ein nachhaltiger Vorgang, der vom Ausgang der zwanziger bis zum Anfang der vierziger Jahre andauerte, dargelegt werden.

### 2. BODENSTEINS BEGRÜNDETES INTERESSE AN DEN ZUERST „ZUFÄLLIG“ ERMITTELTEN ERGEBNISSEN VON SEMENOV'S SCHÜLERN 1925-1926.

Da sich Bodensteins Aufmerksamkeit seit den Anfängen seiner wissenschaftlichen Tätigkeit auf die experimentelle Untersuchung von Gasreaktionen gerichtet hatte, war sein Interesse an der ersten Arbeit von Semenovs Schülern Hariton und Walta über die Oxidation des Phosphors bei niedrigen Drucken (1926) nicht zufällig.

Bereits in seiner unter Viktor Meyer angefertigten Dissertation und anschließend als junger Chemiker an der Universität Heidelberg untersuchte er die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze und in Luft 1893-1897 [6]. Ebenfalls in Heidelberg habilitierte sich Bodenstein 1899 mit der Arbeit „Kritische Zusammenstellung des vorliegenden kinetischen Materials über Gasreaktionen (eigene Forschungen der reversiblen Reaktionen JH, SeH<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, Knallgas)“ [8]. Die Ergebnisse seiner Forschungen veröffentlichte er in einer Reihe von Artikeln über „Gasreaktionen in der chemischen Kinetik“ in „Zeitschrift für physikalische Chemie“ (1899) [8]. Aufgrund der Analyse eigener Experimente und der Resultate anderer Chemiker kam Bodenstein zu dem Schluss, das sich „bei Gasen stets ein Temperaturintervall wird finden lassen, in welchem ihre Umsetzungen *mit messbarer Schnelligkeit* [Geschwindigkeit] erfolgen [kursiv durch die Autoren]“ [8, 29 (1899), S. 147]. Er wies nach, dass sich die Geschwindigkeitskonstante der reversiblen Gasreaktionen mit der Erhitzung nach der Hauptgleichung der chemischen Kinetik, die J.H. van't Hoff in den klassischen „Études de dynamique chimique“ 1884 in die Chemie eingeführt hatte, ändert [9, S. 115 f.]:

$$d \ln K / dT = q / RT^2$$

$$d \ln k / dT - d \ln k_1 / dT = q / RT^2, \text{ wobei}$$

K die Gleichgewichtskonstante der reversiblen Reaktionen war;  $K = k / k_1$ ;

k und  $k_1$  die Geschwindigkeitskonstanten der Haupt- und Rückreaktionen der reversiblen Prozesse bedeuteten, und q die Wärme der reversiblen Reaktion; R die universelle Gaskonstante waren.

Die Reaktionen, bei denen man die Abhängigkeit der Geschwindigkeitskonstante von Temperaturänderungen mit der obengenannten Gleichung beschreiben kann, bezeichnete van't Hoff als „normale chemische Umwandlungen“. Unter den zahlreichen Ursachen, die den Ablauf der „normalen chemischen Umwandlungen“ bei Gasreaktionen stören (Änderung der Aggregatzustände der Reagenten, Nebenreaktionen, Anwesenheit anderer Stoffe in den untersuchten Gasgemischen u.s.w.), richtete Bodenstein seine Aufmerksamkeit auf diejenige Erscheinung, welche im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts besonders eingehend untersucht worden war, nämlich der plötzliche Abbruch der Gasreaktion beim Verbrauch aller Rohstoffe [10]. Erste Bemerkungen über die verschiedenen Einflüsse der Reaktionsbedingungen auf die Prozesse in Gasgemischen gelangen schon am Ende des 17. Jahrhunderts. 1683 bemerkte der französische Chemiker N. Lemery das Leuchten des Phosphordampfes bei der Erniedrigung des Dampfdrucks in einem Gemisch von Phosphordampf und Luft. Lemery stellte fest, dass das Leuchten des Phosphors in diesem Gemisch nur in einem bestimmten Intervall des Dampfdrucks zu bemerken war [11]. Am Ende des 18. Jahrhunderts (1788) fand der französische Chemiker A. Fourcroy außerdem, dass die Temperatur das Leuchten des Phosphors in reinem Sauerstoff beeinflusste [12]. Die Phosphoroxidation wurde im 19. Jahrhundert eine Modellreaktion für die Untersuchung der chemischen Eigenschaften von Gasgemischen. Schon der Franzose C. Berthollet [13] am Ende des 18. sowie die Engländer Th. Graham [14] und H. Davy [15] in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts fanden experimentell, dass gewisse Gase und Dämpfe (z. B. Ethylen, Phosphorwasserstoff u.s.w.) sogar in geringer Menge ein starkes Leuchten des Phosphors in einem Gemisch mit Luft bewirkten. Graham zeigte dann, dass das Auftreten und das Abbrechen des Phosphorleuchtens von den Werten der Temperatur und der Drucke des Phosphor-Luft-Gasgemisches abhing. Mitte des 19. Jahrhunderts wurde experimentell nachgewiesen, dass ohne Anwesenheit von Sauerstoff in dem Gemisch mit Phosphor das Leuchten des Phosphordampfes nicht auftritt [10, 16]. Die weitere Untersuchung der Phosphoroxidation (Leuchten des Phosphors) führte zur Vertiefung der Kenntnisse über die Vorgänge bei Gasreaktionen. J. Joubert erkannte 1874 die Grenze der Dampfdrucke bei der Entzündung der Gasgemische Sauerstoff mit Phosphor, mit Schwefel oder Arsenikum [17]. Nachdem Joubert den Abbruch der Reaktionen bei Temperaturen höher als Null Grad und bei nicht vollständig verbrauchten Anfangsstoffen beobachtet hatte, indem die Oxidation des Phosphors derart verlief, dass oberhalb eines gewissen Sauerstoffdruckes keine Reaktion mehr stattfand, forderten französische Chemiker (A.

Helier [18], A. Pélabon [19], P. Duhem [20]) in den 1890er Jahren, die besonderen Erscheinungen bei reversiblen chemischen Gasreaktionen im Sinn von „falschen“ oder „scheinbaren“ Gleichgewichten zu erforschen. Diese Erscheinungen, von denen van't Hoff 1898 annahm, „die ältesten hierauf deutenden Beobachtungen beziehen sich wohl auf das Leuchten, also die Oxydation des Phosphors“ [21, S. 206], führten van't Hoff, den Begründer des Begriffs „normale chemische Umwandlung“ (deren Geschwindigkeit mit dem Massenwirkungsgesetz in kinetischer Form beschrieben wurde) zur Anerkennung eines „scheinbaren Gleichgewichts“, dessen kinetische Beschreibung ziemlich schwierig war: „indem neuere Experimentalergebnisse darauf hinweisen, dass jeder Körper und jeder Körperkomplex in einem durch Umstände, wie Temperatur und Druck, scharf umschriebenen Gebiete im Zustande von *sogenanntem scheinbarem Gleichgewicht verharren kann*“ [kursiv durch die Autoren]“ [21, S. 207]. Bodenstein wollte beinahe mehr als van't Hoff selbst, er war ein unbedingter Verfechter von van't Hoffs kinetischen Gesetzen. Er wollte alle Gasreaktionen nur nach den „klassischen“ (d. h. van't Hoff'schen) kinetischen Gesetzen interpretieren. Er prüfte 1899 in einer Reihe von Arbeiten die Experimente von Pélabon und Helier über die Temperaturgrenze bei der Synthese des Selenwasserstoffs, Schwefelwasserstoffs und des Knallgases als Fälle von „falschem“, „scheinbarem Gleichgewicht“ [8]. Das Resultat seiner Arbeiten von 1899 war die Ablehnung der Theorie der „scheinbaren Gleichgewichte“, insofern er diesen Chemikern experimentelle Fehler nachwies. Bei der Einschätzung dieser Fehler urteilte er rigoros: „Die von Pélabon als Grenzen der Schwefelwasserstoffbildung mitgeteilten Zahlen sind daher nichts weiter als willkürlich herausgegriffene Punkte einer im Gange befindlichen Reaktion, und die an dieselben *im Sinne der Theorie der falschen Gleichgewichte* geknüpften Berechnungen von Duhem verlieren damit ihren experimentellen Boden [kursiv durch die Autoren]“ [8, 29 (1899), S. 321].

So kämpfte Bodenstein am Ende des 19. Jahrhunderts für die Interpretation der Gasreaktionen als eine Modellumwandlung um Sinn der klassischen chemischen Kinetik. In seiner Werken der 1890er Jahre kam deutlich das große Talent Bodensteins als Experimentator zum Ausdruck. „Als Forscher war Bodenstein ein typischer Experimentator“, schrieb der deutsche Physiko-Chemiker Paul Günther, „ein Experimentator von großem Format. Er war nicht nur ein Konstrukteur experimenteller Anordnungen, die im Zusammenspiel von Zweckmäßigkeit und Einfachheit manchmal schon etwas ästhetisch reizvolles hatten, sondern auch beim Aufbau ein meisterlicher Handwerker am Gebläsetisch“ [7]. Diese handwerkliche Meisterschaft, die sehr wichtig für die experimentelle Erforschung der Gasreaktionen war, spielte eine nicht nur positive Rolle bei der weiteren wissenschaftlichen Tätigkeit Bodensteins. Einerseits fand er 1899 die experimentellen Fehler der Chemiker, welche die entsprechenden Temperatur- und Druckgrenzen des Abbruchs der Gasreaktionen (in erster Linie bei der Phosphoroxidation) veröffentlicht hatten. Andererseits störte ihn sein stures Festhalten an seiner früheren

Ansicht über den einfachen Charakter der kinetischen Regelmäßigkeiten der Gasreaktionen, die Bodenstein aufgrund seiner Experimente der 1890er Jahre formuliert hatte, bei seinen weiteren Forschungen über die eigentlich komplizierteren Gasreaktionen, bei welchen nicht nur ein, sondern mehrere verschiedene Prozesse gleichzeitig ablaufen. In diesen Fällen waren die allgemeinen Erklärungen Bodensteins der Einfachheit der Gasreaktionen ungültig.

Als Bodenstein 1907 eine Selbsthemmung des Bromwasserstoffs (HBr) aus den Molekülen des Broms  $\text{Br}_2$ , und des Wasserstoffs,  $\text{H}_2$ , in einem Temperaturintervall zwischen  $207^\circ$  und  $302^\circ \text{C}$  fand [22], konnte er diese Selbsthemmung der Reaktion nur im Rahmen des durch ihn 1913 formulierten neuen Mechanismus chemischer Gasreaktionen als einen Mechanismus „der Kettenreaktionen“ interpretieren. Denn er fand 1913, dass während der photochemischen Reaktion von Chlor und Wasserstoff bei der Absorption eines Lichtquants im Gasgemisch nicht nur ein Teilchen wie nach dem quantenchemischen Gesetz von Stark-Einstein von 1912 [23] sondern nach Bodensteins damaligen Vorstellungen  $10^6$  dieser Teilchen des Gasgemisches umgewandelt worden sein müssen. In dieser Arbeit stellte Bodenstein die Hauptstadien der unverzweigten Kettenreaktionen vor: 1) Erscheinung der „aktiven“ Teilchen und Anregung der Kettenreaktion; 2) Kettenentwicklung; 3) Kettenabbruch (Desaktivierung der „aktiven“ Teilchen der Kettenreaktion, nach seiner damaliger Vorstellung Elektronen) [24]. Diese Idee Bodensteins über die Elektronen stellte sich sehr bald experimentell als verfehlt heraus [25]. Die Vorstellungen über Kettenreaktionen war damals so neu, dass sogar seine Naturwissenschaftler-Kollegen seinen Vortrag 1913 nicht verstanden: „Es ist mir unvergeßlich, wie ich, als ich diese Dinge der Bunsen-Gesellschaft 1913 in Breslau vortrug, von den Physikern darob erschlagen wurde“ [25, S. 670]. Ernsthafte Entgegnungen gegen seine Konzeption der „aktiven“ Teilchen bei der photochemischen Bromierung des Wasserstoffs wurden Bodenstein bei einer Diskussion auf der 22. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte Chemie im Oktober 1915 in Berlin vorgetragen [26]. Seine anschließend entworfene neue Konzeption dieser „aktiven“ Teilchen als Chlorwasserstoffmoleküle, die „besonders hohe Energie besitzen“ [27], war zur Erklärung dieser Reaktion ebenfalls ungeeignet.

Weitere kinetische Forschungen über Kettenreaktionen, die am Ende der 1910er Jahre und am Anfang der 1920er Jahre von vielen Chemikern durchgeführt wurden, erhellten die Bedingungen der Kettenreaktionen in den Gasgemischen. Die Resultate dieser Forschungen versetzten Bodenstein in eine unangenehme Lage: entweder musste er Fehler in diesen Resultaten finden, oder er musste die Fehlerhaftigkeit seiner eigenen früheren Theorie der kinetischen Interpretation der Gasreaktionen als einfache Prozesse zugeben. In dieser Lage las er den Artikel von Hariton und Walta über die Phosphoroxidation, welche er 1899 untersucht hatte [8].

3. DIE ROLLE DER FORSCHUNGEN VON SEMENOV'S SCHULE UND IHRE ÜBERPRÜFUNG DURCH BODENSTEIN BEI DER SCHAFFUNG DER

## GRUNDLAGEN VON SEMENOV'S THEORIE DER VERZWEIGTEN KETTENREAKTIONEN.

Nach der ersten Untersuchung über die Oxidation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drucken durch Semenovs Schüler [28], vermittelte die Entwicklung ihrer Resultate einen mächtigen Impuls zur Schaffung von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktionen, die zuerst beiläufig vorgeschlagen worden war, aber schließlich zur Verleihung des Nobelpreises für Chemie 1956 führte. Semenov erinnerte sich später: „Einmal abends - es war Ende 1924 - kam Z. Walta zu mir, eine nette junge Frau, die die Universität absolvierte. Sie wollte als Doktorandin in meinem Laboratorium arbeiten [...]. In den drei Zimmer [meines] Laboratoriums war es eng. Außerdem war ich so beschäftigt mit wissenschaftlichen Arbeiten, die bereits im Laboratorium durchgeführt wurden, daß ich nicht noch ein *neues wissenschaftliches Thema beginnen wollte*. Aber ich habe, *obwohl nicht sehr gern*, nach dem Gespräch mit meinen [wissenschaftlichen] Mitarbeitern entschieden, dass Zina Walta bei uns als Aspirantin arbeiten wird. Wir haben ihr die Erforschung der Lichtabgabe bei der Phosphoroxidation aufgetragen. [...] Dieses [wissenschaftliche] Thema lag nicht in der Richtung der Entwicklung unserer anderen Arbeiten und Ideen. Und um es ehrlich zu sagen, dieses Thema hat mich nicht sehr interessiert. Ich kann nicht verstehen, dass ein Zufall in zweifacher Hinsicht - die Annahme von Walta zur Aspirantur und die Übertragung dieses Themas an sie - anschließend die Hauptrichtung aller Arbeiten in unserer Arbeitsgruppe bestimmen sollte. Es scheint natürlich, dass es unvermeidlich war, dass die verzweigten Kettenreaktionen bald entdeckt werden würden. Aber es war zufällig, dass wir die Pioniere in diesem wichtigen Gebiet der Chemie und Physik waren [kursiv von den Autoren]“ [29, S. 354-355]. Bei der Untersuchung der Phosphoroxidation bei niedrigen Drucken (0,01-0,1 mm. Hg) entdeckten Walta und ihr wissenschaftlicher Betreuer, der später berühmte sowjetische Physiker J.B. Hariton, 1925-1926 unerwartete Erscheinungen: „bei Partialdrucken des Sauerstoffs, die niedriger als ein bestimmter kritischer Druck (ca. 0,05 mm. Hg) sind“, reagierten Phosphor und Sauerstoff nicht. Jedoch bei einer geringen Steigerung dieses „kritischen Partialdrucks“ des Sauerstoffs war zu beobachten, dass diese Oxidationsreaktion „schnell verläuft“ [28, S. 547]. Bei einem Zusatz des inerten Gases Argon zum Reaktionsgefäß begann, obwohl keine Reaktionsfähigkeit des Sauerstoffs festzustellen war, die neue Reaktion, wie die Autoren schrieben: „Es wird gezeigt, daß bei einer Beimengung von Argon der kritische Druck und und die Lichtausbeute verkleinert [werden]“ [28, S. 556]. Diese ungewöhnlichen Feststellungen der jungen Chemiker wurden ein relativ leichtes Objekt für die Kritik aus drei Ursachen: 1. Wegen der Zufälligkeit dieser Untersuchungen konnten die Autoren des Artikels von 1926 und ihr Vorgesetzter N.N. Semenov damals nicht alle unerwarteten experimentellen Erscheinungen sofort zutreffend interpretieren [29, S. 354], und sie konnten keine widerspruchsfreie kinetische Theorie dieser Oxidationsprozesse formulieren. 2. Sie machten viele experimentelle Fehler bei der Durchführung der Experimente. 3. Sie beachtetten die

ihren Ergebnissen widersprechenden experimentellen und theoretischen Resultate der früheren Erforscher der Phosphoroxidation (in erster Linie die Resultate von M. Bodenstein 1899 [8]). Auf diese Arbeit reagierte Bodenstein mit einer scharfen Kritik sofort, da er schon 1899 experimentelle Beweise dafür erbracht hatte, dass „falsche“ und „scheinbare Gleichgewichte“ und die Druck- und Temperaturgrenze bei Gasreaktionen nicht existierten (in erster Linie bei der Phosphoroxidation). Bodensteins Kritik gründete sich hauptsächlich auf die Analyse der experimentellen Fehler von Hariton und Walta, welche „Druckmessungen an dem verwendeten heißkalten System“ (indem diese Forscher 1925-26 ein Reaktionsgefäß mit Phosphor von 16<sup>0</sup> bis 50<sup>0</sup> C erhitzt hatten, und sich zugleich bei dem Quecksilbermanometer ein Kondensator mit flüssiger Luft befand) bei ihrem Experiment vornahmen. Nach Bodensteins Meinung, waren diese „Druckmessungen [...] unmöglich“. Bodensteins meinte, dass richtige Druckmessungen nur mit „einem Apparat, bei dem alles, was mit Phosphor und Phosphoroxyd in Berührung kommen konnte, also auch das Manometer, so hoch erwärmt ist, daß alles dampfförmig bleibt oder wenigstens über dem definierten Bodenkörper eine allseitig definierte Temperatur besitzt“. Außer den obengenannten großen experimentellen Schwierigkeiten schien nicht genügend geklärt zu sein, wie „die Verteilung der beobachteten Drucke auf Phosphor, Oxyd, dessen Formel nicht bekannt ist, und freien Sauerstoff“ möglich gemacht wurde [30, S.550]. Und am Ende von Bodensteins Artikel steht ein beinahe vernichtendes Urteil über die unbekanntes Chemiker aus Leningrad, welche derart ungewöhnliche Feststellungen aufgrund so ungenauer Experimente machten: „Es dürfte [sich] kaum lohnen, solche Versuche anzustellen, das Einschlafen von Reaktionen nach erreichtem Gleichgewicht hat sich bisher stets als *Versuchsfehler oder irrtümliche Deutung der Beobachtungen* [kursiv durch die Autoren] erwiesen“ [Ibid.] .

Diese scharfe Kritik Bodensteins an der ersten Arbeit der Schüler Semenovs hatte eine große Bedeutung für die Entwicklung von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktionen. Semenov mußte damals eine seriöse experimentell und theoretisch begründete Antwort auf Bodensteins Kritik veröffentlichen, um seine Arbeit unter dem damaligen negativen Verhältnis mit der Leitung seines Forschungsinstituts (das Leningrader Physikalisch-Technische Institut) wegen dieses Artikels Bodensteins fortsetzen zu dürfen. Semenov erinnerte sich: „Nachdem die Veröffentlichung von Bodensteins Artikel bekannt wurde [der Direktion und den wissenschaftlichen Mitarbeitern in seinem Institut. - Autoren], hat man an die Berechtigung von Bodensteins Kritik geglaubt. Ich mußte [wegen dieser Kritik] damals nicht wenige unangenehme Stunden erleben.“

Nachdem ich die durch Bodenstein aufgezeigten wahrscheinlichen Ursachen der Fehler sorgfältig behoben hatte, führte ich die experimentelle Prüfung durch [früherer Werke von Hariton und Walta]. Bei dieser Überprüfung wurde nachgewiesen, daß die von uns früher bemerkten Erscheinungen wirklich vorhanden waren und sich noch auffälliger hervorrufen ließen. Durch die Erweiterung unserer Ver-

suche unter verschiedenen Bedingungen ließ sich feststellen, dass die früher bemerkten kritischen Erscheinungen nicht nur für die Drucke, sondern hinsichtlich der Beziehungen zu der Größe des Gefäßes, der Konzentration der reagierenden Gase, der Menge der Beimischungen u.s.w. galten.

Wir haben die experimentellen Gesetzmäßigkeiten ebenfalls erhalten, wenn alle obengenannten Daten in der allgemeinen Formel vereinigt worden waren. Und dieser Fall konnte von uns eindeutig geklärt werden, wenn wir als Ursache der Erscheinungen diejenige annahmen, die man der Entdeckung der großen neuen Klasse der sogenannten „verzweigten Kettenreaktionen“ zugrunde legen konnte. Nur für diese wirklich ablaufenden [Reaktionen] sind die früher als nicht existierend betrachteten „falschen Gleichgewicht“ typisch“ [31, S. 61].

1927 wurde dieser Artikel Semenovs als Antwort auf die frühere Kritik Bodensteins veröffentlicht [32]. Zuerst hat Semenov erkannt, dass „die numerischen Resultate für den kritischen Druck „in dem früheren Artikel Haritons und Waltas „durch die angewandte Meßanordnung verfälscht worden sind“. Unter Veränderung der früheren Versuchsverfahren aufgrund von Bodensteins Bemerkungen zeigte Semenov durch zahlreiche experimentelle Beobachtungen die Grenze der Drucke der verschiedenen Gase und Dämpfe bei der Phosphoroxidation auf. „Die Existenz des kritischen Druckes, schrieb er, glauben wir endgültig nachgewiesen zu haben, und haben auch seinen Wert unter verschiedenen Umständen messen können“. Semenov zeigte, dass „eine unmittelbare Reaktion zwischen den Molekülen P<sub>4</sub> und O<sub>2</sub> unmöglich ist“ [Ibid, S.109]. Semenov schlug zum ersten Mal in der mehr als einhundertfünfzigjährigen Geschichte der Untersuchung der Phosphoroxidation einen widerspruchsfreien Mechanismus dieser Kettenreaktion zwischen einzelnen Elementen unter Einbeziehung der früheren Interpretation Bodensteins hinsichtlich der Besonderheiten der photochemischen Reaktion vor: „die Einleitung der Reaktion durch *besondere aktive Zentren, ihr Kettencharakter*, und die vergiftende Wirkung der Wand“ [Ibid., S.131]. Semenov hat frühere Vorstellungen über die Mechanismen der Kettenreaktionen vertieft und die Anwesenheit einer Grenze bei diesen Prozessen gründlich geklärt: „Die Reaktion hat einen Kettencharakter, verläuft jedoch infolge der kleinen Anzahl der Anfangszentren sehr langsam; unter gewissen Bedingungen kann sie jedoch in den Explosionsprozess übergehen.“ Aufgrund dieser Vorstellungen konnten die durch Semenov „erhaltenen Resultate [...] qualitativ gedeutet werden“ [32, S.109]. Bei der Abfassung dieses Artikels erhielt Semenov erstmals plötzlich eine Idee von dem theoretischen Unterschied zwischen den Mechanismen der photochemischen Reaktionen der Moleküle des Chlors und des Wasserstoffs auf der einen Seite und der Phosphoroxidation auf der anderen Seite. Er erinnerte sich: Bei der Phosphoroxidation „wurde nicht ein gewöhnliches Molekül des Phosphorpentoxids [Phosphor (V) oxid - Autoren] gebildet, sondern ein angeregtes Molekül, das überschüssige Energie hat. Diese Energie ist die Ursache der Lichtausstrahlung bei der Vereinigung des Phosphors mit dem Sauerstoff. Aber manchmal kann das angeregte Phosphormole-

kül, das das Licht noch nicht ausgestrahlt hat, mit dem inaktiven Sauerstoffmolekül zusammenstoßen. Dann bewirkt diese überschüssige Energie der angeregten Phosphormoleküle die Spaltung der inaktiven Sauerstoffmoleküle in die aktiven Atome. Jedes dieser aktiven Atome, jeweils als Anfang seiner Reihe, setzt eine Bodensteinsche unmittelbare Kette der Oxidation der Phosphordämpfe in Gang.

In Anknüpfung an diese Vorstellung gelangte ich zu der Idee, dass die Kette für die Phosphoroxidation eine verzweigte Kette wie ein Baum mit seinen Zweigen sein kann. Diese verzweigte Kettenreaktion erinnerte mich an die Berglawine, die sich aus einer armseligen Ursache herausbildet und dann mächtig zu entwickeln beginnt.

Nachdem ich auf Grund dieser Vorstellungen die mathematische Theorie begründete, wurde ich überzeugt, dass die bei meinen Experimenten erhaltenen Regelmäßigkeiten mit der theoretischen Formel erstaunlich gut beschrieben wurden. Alles wurde mir klar und ich war absolut überzeugt von der Richtigkeit nicht nur der Versuche, sondern auch meiner Theorie“ [29, S.358-359]. 1928 veröffentlichte Semenov mit seinem Mitarbeiter G.Rjabinin den Artikel über „Oxydation des Schwefeldampfes bei niedrigen Drucken“. Die experimentellen Resultate zeigten deutlich die Analogie zu den durch Semenov bei der Phosphoroxidation 1927 gefundenen Bedingungen: „Schwefeldampf (wie auch Phosphordampf) vermögen nur in einem ganz bestimmten Intervall des Druckes von Sauerstoff zu verbrennen. [...] Bei Drucken, die kleiner als der „Restdruck“, oder grösser als die obere Grenze des Druckintervalls sind, *findet die Reaktion praktisch überhaupt nicht statt*“ [33, S.203]. Die Autoren dieses Artikels waren überzeugt, dass es „wirklich *notwendig* ist, in die chemische Kinetik die *Vorstellung von Reaktionsketten* einzuführen [kursiv durch die Autoren]“ [Ibid., S.204]. Diese Folgerungen Semenovs zeigten, dass Semenov gegen Ende 1927 und besonders 1928 die gut begründete Theorie der verzweigten Kettenreaktionen *als Antwort auf die ernste Kritik M.Bodensteins* an den Experimenten und Schlussfolgerungen des Artikels seiner Schüler Hariton und Walta, welche die Phosphoroxidation bei niedrigen Drucken der Phosphordämpfe 1925-26 untersucht hatten, schuf [28, 30].

#### 4. BODENSTEINS ANERKENNUNG VON SEMENOV'S THEORIE UND IHRE UMWANDLUNG IN EINE BASIS DER CHEMISCHEN KINETIK

Bodenstein war der erste bedeutende Physiko-Chemiker, der die hohe Bedeutung der neuen Kettentheorie Semenovs für die Erklärung der Mechanismen und der kinetischen Gesetzmäßigkeiten der Phosphoroxidation anerkannte. Bald nach der Veröffentlichung dieses Artikels 1927 schrieb er im November desselben Jahres an Semenov: „Ihren neuen Artikel über die Phosphoroxydation studiere ich mit großem Interesse und ich sage Ihnen, dass ich jetzt gegen Ihre Interpretation dieser Reaktion keinen Widerspruch vorbringen kann. Ich kann auf diese Art und Weise Ihnen und Hariton zu den bedeutenden und hoch interessanten Ergebnissen“ gratulieren. Nach der Publikation der Arbeit von Semenov und Rjabinin über die „Oxydation des Schwefeldampfes bei niedrigen Drucken“ 1928, in der die Mechanismen

der beiden Oxidationsprozesse (Phosphor- und Schwefeloxidation) aufgrund von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktionen erklärt worden waren, schrieb Bodenstein im März 1928 an Semenov: „Ihre Ergebnisse über die Verbrennung von Phosphor und Schwefel sind für die klassische chemische Kinetik revolutionär. Und wenn diese Resultate wirklich richtig sind, muß man in der klassischen Kinetik bedeutende Änderungen vornehmen“ [3, S.112-113]. Der Gedankenaustausch zwischen Bodenstein und Semenov nach Bodensteins Brief vom November 1927 wurde noch intensiver: Semenov schickte an Bodenstein sogar Manuskripte seiner wichtigen allgemeinen Arbeiten. Am Ende seines Artikels „Zur Theorie des Verbrennungsprozesses“ vom Januar 1928 schrieb Semenov: „möchte ich noch Herrn Prof. M.Bodenstein meinen tiefsten Dank für seine wichtigen Bemerkungen, die er mir nach dem Lesen des Manuskripts brieflich mitteilte, aussprechen“ [kursiv durch die Autoren] [34, S. 582].

Von 1929 an begann die Anerkennung dieser Theorie Semenovs, die auch mit Bodensteins wissenschaftlicher Tätigkeit verknüpft wurde. In seinem Vortrag „Die Rolle der Gefäßwand“ bei der 34. Hauptversammlung „Heterogene Katalyse“ der Deutschen Bunsen-Gesellschaft verallgemeinerte Bodenstein die Resultate von Semenov und Hinshelwood und schrieb, dass in einem engen Temperaturgebiet, in dem eine ziemlich schnell ablaufende Reaktion in der Gasmasse statthat, ohne zur Explosion zu führen, „die Gefäßwände die Reaktion nicht befördern, sondern hemmen“ [35, S. 538]. 1930 erwähnte Bodenstein in dem allgemeinen Artikel „Chain Reactions“ in der international anerkannten Zeitschrift „Chemical Review“ die Werke Semenovs von 1928 als „sehr interessante“ Beispiele der „weiteren Anwendung der Idee über Kettenreaktionen“ [36, S.218]. Sechs Jahre später, als das staatliche Verhältnis zwischen der Nazi-Regierung in Deutschland und dem Stalin-Regime in der UdSSR immer komplizierter wurde, zeigte Bodenstein in seinem zusammenfassenden Vortrag in der Sondersitzung der Deutschen Chemischen Gesellschaft gemeinsam mit der Deutschen Bunsen-Gesellschaft am 21.November 1936 die hervorragende Bedeutung des Studiums der Kettenreaktionen, die „heute zahlreichen Laboratorien in der ganzen Welt“ füllt, wobei „der Grundgedanke [...] natürlich in mancher Richtung erheblich weiter entwickelt“ wurde. Dabei fußten jedoch auch heutige Anwendungen auf Semenovs Arbeit aus der *sowjetischen Stadt Leningrad* der Entwicklung der Kettenreaktionen: „Ich möchte hier vor allem die Vorstellung der Kettenverzweigung nennen, die *insbesondere die HHrn. Hinshelwood, Oxford, und Semenov, Leningrad, zu einer weitgehenden*, - wenn auch noch längst nicht vollkommenen Analyse der Erscheinungen der Explosionen und Flammen geführt hat und durch diese begonnen hat, für die Technik der Explosionsmotoren, für die Verhinderung von Bergwerksexplosionen und *manche andere wirtschaftlich wertvolle Vorgänge große Bedeutung zu gewinnen* [kursiv durch die Autoren]“ [37, S.30]. Und endlich in einem zusammenfassenden Vortrag „50 Jahre chemische Kinetik“ bei der 46.Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft der Elektrochemie und Angewandten Physikalischen Chemie am 10.

Juli 1941 (fast drei Wochen nach dem Beginn des Krieges zwischen Deutschland und der UdSSR) schätzte Bodenstein (was damals sehr mutig war) den Beitrag der sowjetischen Physiko-chemiker in Leningrad für die Begründung der verzweigten Kettentheorie in der Geschichte der chemischen Kinetik sehr hoch ein: „Die Vorstellung der Kettenreaktionen hat aber in den letzten Jahrzehnten sich *weiter als außerordentlich nützlich erwiesen durch eine Erweiterung, die von dem russischen Forscher Semenoff stammt* [...] *Semenoff hat dargelegt, was bei dieser Entartung herauskommt*: wenn die Häufigkeit der Kettenverzweigungen größer wird als die Zahl der Kettenabbrüche, so erfolgt eine sich selbst steigernde Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit, *aus der ruhigen Reaktion wird eine Explosion* [kursiv durch die Autoren]“ [25, S. 672]. Es war eine der letzten wissenschaftlichen Mitteilungen Bodensteins; denn er ist am 3.09.1942 verstorben.

### 5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund der systematischen Analyse vieler Originalquellen (Originalpublikationen, Briefe, Erinnerungen, meist in russischer Sprache), die in der westlichen Literatur unbekannt blieben, haben wir die folgenden Umstände der Begründung von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktionen und die Rolle von M. Bodenstein bei der Begründung und Anerkennung dieser Theorie (Nobelpreis 1956) von neuem ermittelt:

1. Die scharfe Kritik Bodensteins 1927 an den Experimenten und Schlüssen in der ersten Veröffentlichung von Semenovs Schule über die Phosphoroxidation bei einem niedrigen Druck des Sauerstoffs (Hariton und Walta, 1926) war die Ursache für die Begründung der Theorie der verzweigten Reaktionen in Gasen durch N.N.Semenov (ab 1927).

2. Nur die Notwendigkeit (nicht nur die wissenschaftliche, sondern auch die materielle: nämlich die drohende starke Verschlechterung der Arbeitsbedingungen und Mißbilligung durch die Kollegen) zu einer sofortigen und zutreffend begründeten Antwort auf die scharfe Kritik des sehr berühmten Chemikers, des deutschen Professors M.Bodenstein führte N.N.Semenov dazu, seine anderen Anliegen hintanzustellen und nach der Erklärung der experimentellen Resultate der Erforschung der Phosphoroxidation zu suchen, welche seine Schuler Hariton und Walta eigentlich außerhalb der in Semenovs Laboratorium geplanten Werke 1925-1926 durchgeführt hatten. Unter diesen Zwängen entstand Semenovs neue Theorie.

3. M.Bodenstein war der erste der bekannten Physiko-Chemiker, der diese neue Theorie Semenovs der verzweigten Kettenreaktion als eine für die chemische Kinetik sehr wichtige Erklärung anerkannt hat (sofort nach ihrer Begründung 1927 und noch deutlicher 1928).

4. Die Unterstützung Bodensteins dieser Theorie Semenovs war *nicht nur ein momentaner Akt* in den Jahren 1927 und 1928, wie in der russischen chemiehistorischen Literatur bis jetzt verbreitet wurde. Bodenstein unterstützte Semenovs Theorie und seinen Beitrag in der Geschichte der chemischen Kinetik in vielen Vorträgen ab Ende der zwanziger bis zum Anfang der vierziger Jahre (Bodenstein starb 1942).

5. Aufgrund der obengenannten Ursachen können wir Bodenstein einen beträchtlichen Beitrag zur Begründung, Entwicklung und Verbreitung von Semenovs Theorie der verzweigten Kettenreaktion deshalb zuschreiben, weil infolge der Auseinandersetzung mit seiner Kritik die *beiläufige und zufällige Untersuchung* der Schüler Semenovs in die *allgemeine Theorie der chemischen Kinetik* umgewandelt wurde. Für diese Theorie wurde Semenov 1956 der Nobelpreis für Chemie verliehen.

### Literatur<sup>5</sup>

1. Semenov N.N. „Einige Probleme der Kettenreaktion und der Verbrennungstheorie“ Nobel-Vortrag am 11. Dezember 1956, *Angewandte Chemie*, **69** (1957), S. 767-777. Spittler, E. G., „Nikolay Nikolaevich Semenov, 1896-1986“, *Nobel Laureates in Chemistry, 1901-1992*, American Chemical Society and the Chemical Heritage Foundation, 1993, S.392-398; Belitzky, B., „Soviet's first Nobelist (Interview with N.N.Semenov)“, *New Scientist*, **63** No. 915 (1974), S.732-734.

2. Schumacher B. „Max Bodenstein und die chemische Kinetik“, *Z. f. Elektrochem.*, **47** (1941), S. 469-475; Günther P. „Max Bodenstein“, *Ibid.*, **48** (1942), S. 585-587.

3. Semenov N.N. „Razvitie teorii gazovykh vzryvov v sovetskom sojuze (Entwicklung der Theorie der Gasexplosionen in der Sowjetunion), *Trudy Nojabr'skoj jubilejnoj sessii Akademii Nauk, posvjatschennoj pjatnadzatiletej godovitschine Oktjabr'skoj revolzij, 1901-1992* nojabr. 1932 g. (Werke der November. Jubiläums Tagung der AdW, die dem 15. Jahrestag der Oktoberrevolution gewidmet war, 12.-19. November 1932), Leningrad, 1933, S. 110-124 (Russisch).

4. Kondrat'ev V.N. *Očerki istorii razvitija kinetiki chimiceskich reakcij* (Essay der Geschichte der Entwicklung der chemischen Reaktionen), *Voprosy istorii estestvoznanija i tehniki* (Die Fragen der Geschichte der Naturwissenschaften und Technik), **2** (1956), S. 9-49 (Russisch);

Solov'ev Ju.I. „Chimiceskaja kinetika (Chemische Kinetik), *Očerki po istorii fiziceskoj chimii* (Essays der Geschichte der physikalischen Chemie), Moskau, Nauka-Verlag, 1963, S. 285-317 (Kapitel 7) (Russisch).

5. Emanuel N.M., Zaikov G.E., Kritsman V.A. *Cepnye reakcii. Istoriceskij aspekt* (Kettenreaktionen. Geschichtliche Aspekte), Moskau, Nauka, 1989, S. 92-101 (besonders S. 98-99) (Russisch).

6. Bodenstein M. „Über die Zersetzung des Jodwasserstoffgases in der Hitze“, *Z. phys. Chem.* **13** (1894), S.56-127; Idem., „Zersetzung und Bildung von Jodwasserstoff“, *Ibid.*, **22** (1897), S. 1-22; Idem., „Die Zersetzung des Jodwasserstoffgases im Licht“, *Ibid.*, S. 23-33.

7. Günther P. „Max Bodenstein“, *Z. f. Elektrochem.*, **48** (1942), S. 586.

8. Bodenstein M. „Gasreaktionen in der chemischen Kinetik“, I. „Reaktionsgeschwindigkeit und „falsche Gleichgewichte“, *Z. phys. Chem.* **29** (1899), S. 147- 158; II. „Einfluss der Temperatur auf Bildung und Zersetzung von Jodwasserstoff“, *Ibid.*, S. 295-314; III. „Bildung von Schwefelwasserstoff aus den Elementen“, *Ibid.*, S. 314- 333; IV. „Bildung und Zersetzung von Selenwasserstoff“, *Ibid.*, S. 429-448; V. *Ibid.*, S. 665-699; VI. „Methoden

<sup>5</sup> Правила библиографического описания почти не изменены нами по сравнению с принятыми в Германии.- *Прим.ред.*

- zur Erziehung konstanter Temperaturen von 100-700°, *Ibid.*, 30 (1899), S.113-135; VII. „Zusammenfassung und Schluss“, *Ibid.*, S. 135- 139;
9. Van't Hoff J.H. *Études de dynamique chimique*. Amsterdam: Müller, 1884, 215 S.
  10. Centnerszwer M. „Ueber den katalytischen Einfluss verschiedener Gase und Dämpfe auf die Oxydation des Phosphors“, *Z. phys. Chem.* 26 (1898), S. 1- 46.
  11. Lemery N. *Traité de chimie*, Paris 1683, S. 556-559.
  12. Fourcroy A. *Mem. Acad. Roy. Soc.* 1788, S. 365-367.
  13. Berthollet C. *Ann. chim.* 25 (1798), S. 233-235.
  14. Graham Th. [*Pogg.*] *Ann. phys.* N. F. 17 (1829), S. 375-379.
  15. Davy H. „On the combinations of phosphorus“, *Ann. phys.* 58 (1818), S. 370-376.
  16. Kritsman V.A., Zaikov G.E., Emanuel N.M. *Chemical kinetics and Chain Reactions. Historical Aspects*, N.-Y., Nova Science Publishers, 1995, S.147-155.
  17. Joubert J. *Sur la phosphorecence in phosphore*. Paris, 1874.
  18. Hélier H. „Recherches sur les combinaisons gazeuses“, *Ann. chim. phys. Ser. 7* (1897), S. 521-556.
  19. Pélabon H. „Sur la formation de l'hydrogène sélénié“, *Compt. rend.* 121 (1895), S.401-404.
  20. Duhem P. *Traite élémentaire de mécanique chimique*. Paris: Hermann 1897, t. 1, 299 S.
  21. Van't Hoff J.H. *Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie*. Braunschweig, Bd. 1, 1898.
  22. Bodenstein M., Lind S. „Geschwindigkeit der Bildung des Bromwasserstoffs aus seinen Elementen“, *Z. phys. Chem.* 57 (1907), S. 168-192.
  23. Einstein A. „Thermodynamische Begründung des photochemischen Äquivalentgesetzes“, *Ann. phys.* 37 (1912), S. 832-838.
  24. Bodenstein M. „Eine Theorie der photochemischen Reaktionsgeschwindigkeiten“, *Z. phys. Chem.* 85 (1913), S. 329-397.
  25. Bodenstein M. „50 Jahre chemische Kinetik“, *Z. Elektrochem.* 47 (1941), S. 667-672.
  26. Le Blanc M. „Discussion“, *Z. Elektrochem.* 22 (1916), S. 62-63.
  27. Bodenstein M. „Die Vereinigung von Chlor und Wasserstoff“, *Z. Elektrochem.* 22 (1916), S. 53-63.
  28. Chariton J., Walta Z. „Oxydation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drucken“, *Z. Physik* 39 (1926), S. 547-556.
  29. Semenov N.N. *Nauka i obščestvo (Wissenschaft und Gesellschaft): Stat'i i reci* (Artikel und Rede), Moskau 1973, 2. Aufl., Moskau, Nauka 1987.
  30. Bodenstein M. „Oxydation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drucken“, *Z. Physik* 41, (1927), S. 548-550.
  31. Semenov N.N. „Objektivnost' ucenogo i očenka otkrytij“ (Objektivität des Wissenschaftlers und die Einschätzung der Entdeckungen), *Naucnoe otkrytie i ego vosprijatie* (Die wissenschaftliche Entdeckung und seine Wahrnehmung), Moskau, Nauka, 1971.
  32. Semenov N.N. „Die Oxydation des Phosphordampfes bei niedrigen Drucken“, *Z. Physik* 46, (1927), S. 109-131.
  33. Semenov N. und Rjabinin G. „Die Oxydation des Schwefeldampfes bei niedrigen Drucken“, *Z. phys. Chem. Abt. B.*, 1 (1928), S. 192-204.
  34. Semenov N.N. „Zur Theorie des Verbrennungsprozesses“, *Z. Phys.* 48 (1928), S. 571-582.

35. Bodenstein M. „Die Rolle der Gefäßwand bei Gasreaktionen“, *Z. Elektrochem.* 35 (1929), S. 535-539.
36. Bodenstein M. „Chain Reactions“, *Chem. Rev.* 7 (1930), S. 215-223.
37. Bodenstein M., „Gasreaktionen in der chemischen Kinetik“, *Ber. Dtsch. Chem. Ges.* 70 (1937), S. 17-34.

## ДЖОРДЖ А.ОЛАХ – ИССЛЕДОВАТЕЛЬ УГЛЕВОДОРОДОВ

*Семрад Е.Е., Марийчук Р.Т. (Ужгород, Украина)*

В 1994 г. Шведская Королевская Академия Нобелевскую премию по химии присудила Джорджу А.Олаху за выдающиеся успехи в изучении соединений углерода.

Олах (Olah Gyorgy) родился 22 мая 1927 г. в Будапеште (Венгрия). Отец его был адвокатом. Сын получил отличное воспитание. Учился в той Пиаристской гимназии, которая воспитывала многих выдающихся личностей. В этой гимназии особое внимание обращали на преподавание гуманитарных дисциплин. Поэтому не удивительно, что, кончая гимназию, Олах больше интересовался литературой и историей, нежели естественными науками. После окончания гимназии Джордж записался на химическое отделение Будапештского технического университета, где получил диплом инженера-химика, и в 1949 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Во время учебы в университете полюбил химию. Особенно заинтересовался органической химией. Одной из причин этого было то, что в университете профессором органической химии был Земплен Гейза (1883-1956), ученик Э.Фишера, активно исследовавший углеводы и различные лекарственные вещества. В 1927 г. Олах стал действительным членом Венгерской академии наук, в 1948 г. его наградили премией Кошута. Олах с 1949 г. работал в Будапештском техническом университете. Стал ассистентом профессора Земплена, а позже заведовал кафедрой органической химии. В 1954 г. в возрасте 27 лет защитил докторскую диссертацию по химии соединений фтора. В 1954 г. он перешел в Центральный химический институт, где стал заместителем директора и создал активную исследовательскую группу.

После венгерской революции 1956 г. Олах вместе с семьей оставил Венгрию и переселился в Лондон. Весной 1957 г. его семья переехала в Канаду, где Джордж стал главным научным сотрудником фирмы «Dow Chemical Company». Летом 1965 г. он был приглашен в Кливленд (Огайо), где 12 лет заведовал кафедрой университета Case Western Reserve, которые, по его мнению, были самыми активными и плодотворными годами его жизни. В 1977 г. Олаха назначили научным директором Института по исследованию углеводородов при Южно-калифорнийском университете.