

## Thaddäus Haenke als deutscher Chemiker und Pionier einer Nationalwirtschaft in Südamerika während 1789–1817\*)

Von Prof. Dr. JOSEF GICKLHORN, Deutsche Universität Prag, Zoolog. Institut

Eingeg. 14. Februar 1939

**T**haddäus Haenke ist am 5. Dezember 1761 in Kreibitz (heute Sudetengau) geboren und sollte wegen seiner ungewöhnlichen musikalischen<sup>1)</sup> Begabung Berufsmusiker werden. Er studierte aber unter wechselnden Zeiten schwerer Sorge und aufmunternder Förderung durch Gönner an der Prager Karls-Universität Mathematik, Botanik, Physik und Medizin. Ab Herbst 1786 setzte er seine medizinischen Studien bei Stoll in Wien und seine botanischen bei Jacquin (Wien) fort, so daß er mit gründlicher Vorschulung als beamteter Arzt und Botaniker<sup>2)</sup> („físico-botánico comisionado“) zu einer Weltreise (1789–93) im Dienste der spanischen Regierung verpflichtet wurde.

Im Jahre 1795 ließ er sich in der Nähe von Cochabamba (Bolivien) auf seinem eigenen Gute nieder, unternahm aber weiterhin ausgedehnte Forschungsreisen durch die spanischen Kolonien im Gebiete der heutigen Staaten Peru, Chile, Bolivien und Argentinien. 20 Jahre lang reiste er mit kurzen Unterbrechungen, seine Beobachtungen sind grundlegende Arbeiten zur Natur- und Kulturgeschichte Lateinamerikas. Während der beginnenden Freiheitskriege in Südamerika kam Haenke auf bisher unbekannte Art, unbekannt wo, zu Cochabamba im Jahre 1817 ums Leben<sup>3)</sup>.

Aus den drei Hauptwerken Haenkes: „Descripción del Perú“, „Descripción del Chile“, „Historia Natural de Cochabamba“ und kleineren Studien im „Telégrafo Mercantil“ u. a. läßt sich ein klares Bild seiner Leistungen in der reinen und angewandten Chemie gewinnen.

Haenke ist der erste Forschungsreisende in Südamerika, der vielseitig wissenschaftlich vorgeschult war, ganz auf sich selbst angewiesen auch wirklich im Lande lange genug gelebt und gearbeitet hat. Seine erste Schulung in Chemie erfuhr er bei Professor Gottfried Mikan, der 1785 in Prag auf Befehl von Kaiser Josef II. das erste chemische Laboratorium mit eigenen chemischen Vorlesungen und praktischen Übungen eröffnete, gleichzeitig aber auch Direktor des Botanischen Gartens war. Bei Mikan war Haenke Hauslehrer und „Assistent“. Eine weitere chemische Ausbildung dürfte er Oberst Antonio de Pineda y Ramirez verdanken, der als Mineraloge und Zoologe die Malaspina-Expedition begleitete, aber schon im Jahre 1792 auf Luzon (Philippinen) starb. Haenke hat die mineralogisch-chemischen Beobachtungen seines besten Freundes übernommen und in vor-

bildlicher Weise fortgeführt. Dazu kam noch sein ärztliches Wissen und besonderes Interesse für Heilkräuter und ihre wirksamen Stoffe.

Unter den chemischen Arbeiten Haenkes muß man an erster Stelle die **Studien über Salpeter** nennen, die sich in seiner „Historia Natural de Cochabamba“ finden. Sie bringen erstmalig einwandfrei die Unterscheidung zwischen natürlich vorkommendem Kalisalpeter (= nitro puro = nitro prismático mit „alcali vegetal“ als Basis) und Natronsalpeter (= nitro cubico mit „alcali mineral“ als Basis). Haenke ist auch der Erste, der Begleitstoffe der beiden natürlichen Salpeterarten richtig erkannte, soweit es damals möglich war. Es sei kurz vermerkt, daß Kali- und Natronsalpeter als reines kristallisiertes Salz zuerst 1750 von Wallerius künstlich hergestellt wurden, daß Haenke in Südamerika beide Salpeterarten in Händen hatte, die er aus dem Salpeter natürlicher Lagerstätten gewonnen hatte und von welchen er Proben zusammen mit dem von ihm erstmalig hergestellten „Konversionssalpeter“ nach Europa gesandt hat. Es ist also nicht zutreffend, wenn man seit 1820 und gestützt auf Haiiy dem peruanischen Mineralogen Mariano de Rivero das Verdienst zuschreibt<sup>4)</sup>, erstmalig kristallisierten Natronsalpeter nach Europa gebracht zu haben, den auch Haiiy richtig als rhomboedrisch und nicht kubisch erkannte. Auf Grund der klaren Beschreibungen Haenkes und seiner Angaben über die Verteilung der Lagerstätten beider Salpeterarten ergibt sich auch, daß viele Angaben zur Frühgeschichte des Chilesalpeters bzw. seiner Gewinnung nicht richtig sein können oder zumindest zweifelhaft sind, denn mit der bloßen Übersetzung des Wortes „Salitre“ als „Salpeter“ ist nichts bewiesen, da man in Südamerika früher allerlei natürliche Bodenausblühungen und Lager der chemisch verschiedenartigsten Salze kurzweg als „Sal“ oder „Salitre“ bezeichnete.

Haenke ist unbestreitbar der Begründer der Salpeterindustrie von Peru und Chile, denn er zeigte, wie man den bis dahin nicht verwertbaren natürlichen Natronsalpeter in den zur Schießpulverfabrikation, Medikamentenerzeugung und Salpetersäuregewinnung damals so begehrten Kalisalpeter umwandeln kann. Sein Verfahren war nicht nur lohnend und ergab einen hochwertigen Salpeter, sondern er legte auch gleich größten Wert darauf, daß die Herstellung „seines“ Konversionssalpeters aus Rohstoffen des Landes mit heimischen Arbeitskräften, billig und zur Schaffung eines neuen und wichtigen Ausfuhrartikels erfolge. Haenkes Methode, die nach Reisenegger bis 1855 eingehalten wurde, besteht in der Umsetzung des natürlichen Caliche, der 40–60% Natriumnitrat enthält, mit Pottasche, welche damals aus der Asche der überall wildwachsenden Kakteen gewonnen wurde und bis 8% Kaliumcarbonat enthält. Da bei Siedetemperatur das Nitrat ungleich stärker löslich ist als die übrigen Begleitsalze der

\*) René Gicklhorn, Über Th. Haenke u. seine histor. Wertung, Forschungen u. Fortschritte 14, 294 [1938]; Zur Klärung irrümlicher Angaben über Haenkes Reisen in den Jahren 1793–1795, Lotos 86, 49 [1938].

1) Vgl. Jos. Gicklhorn: Musikalisches aus dem Leben von Thaddäus Haenke, einem der großen sudetendeutschen Forscher (im Druck).

2) V. Maiwald: Geschichte der Botanik in Böhmen. Verl. Fromme, Wien 1904.

3) Zur Darstellung von Leben und Schicksalen Haenkes vgl. J. W. Ridler: Thaddäus Haenke. Taschenb. f. vaterl. Gesch. Wien. 4. Jahrg. 1814; Gust. Kny: Dr. Thaddäus Haenke. Warnsdorf 1885, Verl. Strache; M. V. Ballivian u. Pedro Kramer: Tadeo Haenke, escriptos precedidos de algunos apuntes para su biografía. La Paz „El Nacional“ 1898; Pablo Groussac: Noticia de la vida y trabajos científicos de Tadeo Haenke. Annales de la Biblioteca 1900; Fr. Khol: Tadeáš Haenke, jeho život, dílo a listy ze zámořských krajín. Prag 1911. Eine neue vollständige Haenke-Biographie in deutscher Sprache ist bereits abgeschlossen.

4) De Rivero soll den von ihm an Haiiy abgegebenen Salpeter von einem „gewissen Fuente, seines Zeichens Salpetersieder“ erhalten haben. Vgl. dazu die hier später angeführte Stelle in der „Minerva Peruana“! (Einzelheiten zu der Frage s. Hintze: Handb. d. Mineralogie, I. Bd., 3. Abt., 1. Hälfte, wo Haenke überhaupt nicht erwähnt ist!)

Rohstoffe, konnte leicht eine Anreicherung, Reinigung und schließlich Kristallisation des Kalisalpers erreicht werden<sup>5)</sup>.

Haenkes Verdienste wurden allgemein gewürdigt, wie aus einem Aufsatz in der „Minerva Peruana“ vom 15. Juli 1809 hervorgeht und einer weiteren Bemerkung in der „Gaceta de Lima“ vom 4. Dezember 1811. Aus der „Minerva Peruana“ seien nur folgende Sätze angeführt:

„Die Chemiker und Apotheker des Landes haben durch 10 Jahre angestrengt gearbeitet um das Natrium aus diesem Salpeter abzutrennen und eine neue Verbindung als prismatischen Salpeter . . . . zu gewinnen . . . .; ihre Anstrengungen blieben aber erfolglos. Nachdem sich jedoch Don Sebastian de Ugarriza und Don Matias de la Fuente<sup>6)</sup> nach Cochabamba an den berühmten Chemiker Don Tadeo Haenke, Naturforscher Seiner Majestät, wendeten, der hier Sold vom König bezieht und nicht nur Botanik betreibt, sondern auch seine hervorragenden Kenntnisse zu Gunsten der Öffentlichkeit und des königlichen Eigentums zur Verfügung stellt, teilte dieser auf der Stelle eine nach den Regeln der Chemie durchgeführte Abtrennung des Natriums und das Umwandlungsverfahren in einen ausgezeichneten prismatischen Salpeter mit und überdies zeigte er<sup>6)</sup> Don Matias de la Fuente mit größtem Entgegenkommen und größter Uneigennützigkeit die theoretische und praktische Gewinnungsmethode. Überdies äußerte er in unzweideutiger Weise seine Freude über den bedeutsamen Fund<sup>7)</sup> eines ebenso nützlichen als unter den heutigen Verhältnissen sehr wichtigen entzündlichen Stoffes . . . . So gab Haenke einen öffentlichen Beweis der Dankbarkeit gegenüber dem König, gegenüber dem Volke, das ihn aufgenommen hat und zugleich einen Beweis seiner hohen und vornehmen Gesinnung, denn durch diese Tat und andere wichtige Dienste für das Königreich erwarb er sich die Wertschätzung der Peruaner.“

In einem Brief Haenkes vom 15. März 1810 finden wir dazu die Bemerkung:

„. . . ohne für mich an einen Vorteil zu denken, betrachtete ich mich nur als ein Werkzeug, um der Öffentlichkeit und dem Staate einen so großen Gewinn, wie den hier in Frage stehenden zu verschaffen. Dieses zufällige Ereignis, das Don Matias de la Fuente bewog, sich mit diesem Ansuchen zu mir bis in die wüsten und unbewohnbaren Berge von Santa Cruz von Elicon zu begeben, hat die berühmte Stadt der Könige (Lima) neuerlich darauf aufmerksam gemacht, daß ich nirgends und niemals die Erfüllung meiner Pflichten außer Acht lasse, was die genannte Zeitschrift zu so schmeichelhaften und ehrenden Ausdrücken am Ende des Textes veranlaßte.“

Die Verdienste Haenkes um die Salpeterindustrie<sup>8)</sup> sind also offensichtlich groß genug, daß man in der deutschen Fachwelt endlich die auf Stoklasa<sup>9)</sup> zurückgehende völlig unbegründete Behauptung fallen lassen sollte, daß Haenke auch noch der „Entdecker“ des Salpers und seiner erstmaligen Verwendung als Düngemittel (!) gewesen sei. Dagegen ist richtig, daß Haenke erstmalig in Südamerika Salpetersäure aus heimischen Rohstoffen erzeugte, auf die Notwendigkeit der Herstellung in großem Maßstab schon im Interesse der Münzstätte hinwies und der Regierung vor Augen hielt, wie unrationell und kostspielig der Bezug dieser Säure aus Europa ist:

„Die Salpetersäurefabrikationen Europas haben nie das Glück gehabt, bei ihren Arbeiten über ein derart hochwertiges Material zu verfügen. . . . Der Bedarf an dieser Säure für sämtliche Gewerbszweige und auch für die Medizin ist ungeheuer. . . . Es gibt hier im Lande eine ganze Anzahl von Goldproben, die zu ständigen Unstimmigkeiten zwischen Prüfern und Privaten führen und meistens zum Nachteil der letzteren enden. Eine fachmännisch geleitete Fabrik für Salpetersäureherstellung würde alle diese Unzukömmlichkeiten mit einem Schlage abstellen und die Staatskassen würden durch die Gründung eines derartigen Unternehmens bedeutenden Gewinn ziehen.“

Aus den Kapiteln über Mineralsäuren ist ersichtlich, mit welchen Schwierigkeiten Haenke bei seinen chemischen Arbeiten zu kämpfen hatte.

„Die Analyse der Mineralwässer, die in großer Zahl sich dem neugierigen Reisenden darbieten, so wie eine Unmenge anderer Stoffe der Natur zwangen mich, ständig die drei Mineralsäuren vorrätig zu haben. Jede Reise dieser Art, die mich auf ungeheure Entfernung von den größeren Orten führte, wo ich vielleicht manchmal die gesuchten Reagenzien in schlechter Qualität und zu übertriebenen Preisen bekommen hätte, zwang mich so früh als möglich zur Durchführung meines Planes, mich mit den für meine Untersuchungen nötigen Stoffen zu versehen, indem ich sie eigenhändig herstellte. Sobald ich mich auf Grund meiner dazu notwendigen chemischen und mineralogischen Kenntnisse dafür entschloß, fand ich, daß ich zwischen dem besten und reichsten Material zu diesem Zweck nur die Auswahl hatte. Die Ausführung meiner Ideen wurde nur einige Zeit durch die Wahl des besten Stoffes aus der Menge des Dargebotenen verzögert. Sie schienen nämlich auf den ersten Blick alle gleich gut zu sein.“

So stellt er sich Schwefelsäure nach der „vor wenigen Jahren von den Engländern eingeführten Methode“ her, „. . . weil sie in jeder Hinsicht der alten Methode der Destillation des Eisensulfats vorzuziehen ist“. Zur Salzsäurefabrikation weist er auf die ausgedehnten Lager und Bänke von Kochsalz in den Lagunen und Steinsalzlager hin, die er „als ein Geschenk der Natur“ bezeichnet. Mit seinen „eigenhändig hergestellten“ Reagentien unternimmt er z. B. neben vielen anderen Arbeiten auch Analysen der Mineralwässer, darunter der vulkanischen Quellen von Yura bei Arequipa, die er je nach den Quellen als sehr stark eisenhaltig oder schwefelhaltig erkennt. Besonders interessiert ihn das „Neue Wasser“, das keinen Schwefel, wenig Eisen, aber sehr viel Kohlensäure und Salze enthält und das er nicht nur als Trinkwasser sondern unter Hinweis auf Karlsbad (!) auch zu Bädokuren empfiehlt.

Am meisten überraschen wohl einen Chemiker von heute die Ausführungen über Glasfabrikation. Er beschäftigt sich eingehend mit allen Rohmaterialien, wie sie namentlich im Tal des Rio Grande und sonst in der Provinz Cochabamba reichlich vorhanden sind, z. B. Soda, Pottasche, Quarz, Blei, Arsen, Mangan usw. Die Versuche einer bodenständigen Glasfabrikation kritisiert er scharf unter Hinweis auf die schlechte Anlage der Öfen und die allzu geringen Kenntnisse der Arbeiter, die nur unter der Leitung von solchen Fachleuten wie sie „meine Heimat Böhmen“ aufweist, diese „Gaben der Natur“ nutzbringend verwerten könnten. Mit Nachdruck betont er, daß die Wälder der Montaña im Osten der Cordilleren nicht nur überreichlich das beste Brennmaterial liefern können, sondern daß mit der Rodung dieser Wälder auch neue anbaufähige und sehr fruchtbare Bodenflächen zu gewinnen wären. Haenke schreibt aber noch folgendes:

„Anfangs begegnete ich in diesem in Bezug auf heimische Gewerbe so rückständigen Lande Schwierigkeiten und Hindernissen, die besonders im Hinblick auf die Herstellung der für die Säurefabrikation nötigen Gefäße auf den ersten Blick unüberwindlich schienen. Alle meine Bemühungen waren lange Zeit vergeblich und es schien unmöglich, entsprechende Retorten herzustellen, die eine so starke und langandauernde Erhitzung auszuhalten im stande waren, als es diese Arbeiten erforderten. Dasselbe Schicksal erlitt die aus dem schwachen und elenden Glase der Glasfabriken von Cochabamba hergestellten Rezipienten, die aus unreiner Soda ohne Beigabe einer gut glasbildenden Substanz, die ihnen Haltbarkeit verleihen würde, fabriziert sind, so daß schon die ätzenden Säuredämpfe allein in kurzer Zeit ihre Struktur zerstörten, falls sie zufällig ohne Zerspringen die Hitze des Feuers und der Dämpfe überstanden hatten. Aber mit viel Geduld und einigen Auslagen wurden die Schwierigkeiten überwunden, es fanden sich geeignete Erden für Retorten und aus einer neuen Mischung einer Art schwarzen Glases konnte ich selbst Gefäße herstellen, die der heftigsten Feuerprobe widerstanden.“

Haenke, dem „neugierigen Reisenden“, entgeht keiner der wertvollen mineralischen Rohstoffe des Landes, z. B. Kochsalz, Alaun in seinen verschiedenen Arten, Soda, Kupfercarbonat, Auripigment, Bittersalz, Glaubersalz, die verschiedenen Arten von Tonerde, welche die verschiedensten landesüblichen Namen tragen, und viele andere „Erden und Salze“, die er nach Aussehen, Vor-

<sup>5)</sup> Wegen technischer Einzelheiten s. M. B. Donald: History of Chile Nitrate Industry (Annals of Science 1936, Vol. 1) und K. Reisenegger: Conferencia sobre la Historia del Salitre etc. Santiago, Chile 1930. <sup>6)</sup> Siehe die vorstehende Fußnote 4).

<sup>7)</sup> Betrifft die Salpeterlager von Tarapacá (Intendanz von Arequipa).

<sup>8)</sup> Eine vollständige und kritische Studie über Haenkes Rolle in der Geschichte des Salpers und seiner Industrie wird im „Sudhoff Archiv“ erscheinen.

<sup>9)</sup> Jul. Stoklasa, Chile 4, Nr. 19 [1930]; Naturwiss. 18, 567 [1930]; Festschrift in d. Tschechischen landwirtschaftl. Akad. Prag 1930, Jhrg. 6/7 d. Věstník českoslov. Akad. Zemědělské.

kommen, Zusammensetzung und Möglichkeiten einer technischen Verwertung in großem Maßstab vorbildlich klar (und wohl erstmalig) behandelt.

Haenke hat aber auch nicht die Unmenge **organischer Naturstoffe** übersehen, unter denen namentlich Farbstoffe und Gerbstoffe, Harze, Gummi und Alkaloide aus dem Pflanzenreich, Cochenille und Wolle aus dem Tierreich sein größtes Interesse erregten. In den Kapiteln „offizielle Pflanzen“, „Nutzpflanzen“ und „tierische Stoffe“ finden wir nicht nur historisch sehr beachtenswerte Angaben. Charakteristisch für Haenkes Art ist z. B., daß er bei einem Aufenthalt in Buenos Aires nach einem Gang durch die riesigen Lager und Magazine sah, daß eine Mottenart unter den Fellen und Häuten argen Schaden verursachte. Er empfahl dagegen die Anwendung von Campher, der natürlich zu sehr hohen Preisen eingeführt werden mußte. Nach kurzer Zeit hatte er aber bereits ein Ersatzmittel für Campher, denn er entdeckte einen campherähnlich wirkenden Stoff in einem damals unbekannten Strauch.

Die Zahl der Arzneipflanzen, die er auf „das wirksame Prinzip“ prüft, ist sehr beträchtlich, und wir sehen, daß Haenke eine Unzahl von Pflanzen nicht nur mit dem fachmännischen Blick eines Botanikers sammelte<sup>10)</sup> und beschrieb, sondern daß „ich niemals meinen ermüdeten Gliedern noch ermüdeten Sinnen Ruhe gönnte, weil ich ununterbrochen bestrebt war, sowohl mit den Augen, dem Geruch als auch dem Geschmack die Eigenschaften der Pflanzen festzustellen und auch noch chemische Beobachtungen dazu auszuführen“. Wir wissen, daß er auf seinem Gute in Cochabamba nicht nur Färbereien für Wolle und Baumwolle einrichtete und ein Silberbergwerk betrieb, sondern eine große Anzahl von Kisten<sup>10)</sup> mit heilkräftigen Rinden (darunter vorwiegend Chinarinde), Blättern, Wurzeln und Früchten aufgestapelt hatte. Es dürfte kaum einen Forschungsreisenden gegeben haben, der in einer Rechtfertigungsschrift gegenüber einem Ausweisungsbefehl im Jahre 1810 dem Gouverneurintendanten und auch dem neuen Vizekönig erbittert schreiben konnte:

„In den kritischen Zeiten, während welcher das Meer infolge der ununterbrochenen Kriege unsicher war und aus Europa keine Medikamente eingeführt werden konnten, verdankt das Königreich Peru es meiner Arbeit, daß seine Apotheken mit vielen Salzen, Teesorten, Extrakten und Spirituosen versorgt wurden, die ich in meiner Freizeit hergestellt habe, und zwar zu Preisen, die bescheidener und angemessener waren als die üblichen. Meine Medikamente besaßen außerdem noch den Vorteil, daß sie, weil nicht verdünnt, viel wirkungsvoller und kräftiger waren als andere.“

Zu Haenkes chemischen Leistungen müssen wir auch seine Studien über den **Bergbau in Peru und Chile** rechnen, dem er das 7. Kapitel in seiner „Descripción del Perú“ widmet, und in dem er „den Machtfaktor des Landes“ sieht. Es sind mit die eindrucksvollsten Stellen in Haenkes Schriften, denn wir erfahren daraus eine klare und spannende Schilderung des damaligen Bergwerkbetriebes, einschließlich der wirtschaftlichen Seite, z. B. der Verwaltung, Löhne, Arbeitsbedingungen in den Minen und Schmelzöfen, Ernährung der Arbeiter u. a. Haenke hat teils allein, teils mit seinem Freund *de Pineda* die bekanntesten Bergwerke besucht, wo Quecksilber, Gold, Silber, Kupfer oder andere Metalle gefördert wurden. Seine Beschreibungen der Arbeitsweisen enthalten auch die ihm eigene Art der Kritik über die metallurgischen Verfahren, aber auch gleich Vorschläge zur Verbesserung, die sich die damalige Regierung wenigstens zum Teil zunutze gemacht hat. Die Ausführungen Haenkes zum Kapitel Bergbau würden es ver-

dienen, daß sie ein Fachmann einmal näher beachtet und das historisch Wertvolle in Haenkes Schilderungen eigens hervorkehrt.

Man mag heute irgend eine Seite in Haenkes chemischen Schriften aufschlagen, man wird immer wieder sehen, wie zielsicher und erfolgreich er vorging. Er selbst bezeichnet seine Leistungen als „einen Teil der Ergebnisse meiner weiten, mühsamen und anstrengenden Reisen und in jeder Beziehung der Aufmerksamkeit des Staates wert, der mit der Zeit aus ihrer Förderung und Pflege die größten Vorteile ziehen kann, als Rohstoffe, Elemente und Bausteine aller industriellen und gewerblichen Tätigkeit“.

Schon diese knappen Ausführungen dürften erkennen lassen, wie recht *Groussac*<sup>11)</sup> [siehe auch <sup>8)</sup>] hat, der sagt, „daß viele Leser ..... die Ansicht teilen werden, daß Haenke trotz des langen intellektuellen Exils in dem er lebte ..... sich als ein Gelehrter von hohem Rang erweist, der kraft seiner originellen Ideen und seiner umfassenden und weitreichenden Bildung bei einer anderen Konstellation des Schicksals würdig gewesen wäre, seinen Platz in dem berühmten Siebengestirn des vergangenen Jahrhundert-Endes einzunehmen, in dem *Priestley*, *Scheele* und *Lavoisier* als Sterne erster Größe vertreten sind“.

Man wird aber Haenkes wahre Bedeutung nie vollkommen zutreffend einschätzen, wenn man nicht auch folgendes berücksichtigt:

Haenke war immer auf der Suche nach Rohstoffen in den von ihm bereisten Ländern, wobei er sich nie mit der rein wissenschaftlichen Beschreibung begnügte, sondern nach Möglichkeiten und Verfahren ihrer besten Verwertung strebte. Kalkulationen über Kosten des Rohstoffes als solchen, des Arbeitsganges, der Fracht, sei es auf landesüblichen Wegen oder per Schiff, bis zum Verkaufspreis der Fertigware fehlen nahezu in keinem seiner Kapitel. Als Maßstab seiner Berechnungen, die auf Billigkeit bei möglicher Güte abzielen, wählt er die Preise der importierten Stoffe. Er kritisierte in einer zwar höflichen, dabei aber schonungslosen Weise die Arbeitsmethoden, die er im Lande vorfand, und drang immer wieder auf Verbesserungen. Mit geradezu unwahrscheinlich klarem visionären Blick sieht er (1796!!) die Wurzeln jeder Rückständigkeit von Ländern und Völkern im Mangel an entsprechend geschulten und verantwortungsbewußten Arbeitern und Fachleuten.

„Die Frage der Erziehung in diesen Ländern ist zum Nachteil der Wirtschaft geregelt. In diesem glücklichen Lande sollten die exakten Wissenschaften über die spekulativen gesetzt werden. Ein Reich wie Peru, voll der kostbarsten Rohstoffe, durchzogen von Bergen, deren Schätze erschlossen werden sollten, reich an Metallen, die aus Erzen gewonnen werden müssen, erfordert eine größere Anzahl von Männern, die mit der Mathematik und mit Zirkel und Lineal umgehen können, als solche, die philosophische Abhandlungen schreiben.“<sup>12)</sup>

Und an einer anderen Stelle lesen wir:

„In der Tat, vom ersten Schritt an, den man von der Entdeckung und Vornahme der Schürfprobe eines Bergwerkes angefangen bis zum Schlußverfahren der Affinierung, des Prägens und der Umwandlung des Metalls in Münzgeld tut, also in allen Phasen der Arbeit und den Geräten und Hilfsmitteln, dem Härten und Gewinnungsprozeß, sind außerordentlich gründliche und weitgehende Kenntnisse der höchsten aller Wissenschaften erforderlich. Das einfachste und gewöhnlichste Verfahren ist auf diese Kenntnisse gegründet und ohne sie wird man selbst aus den größten Reichtümern nur sehr geringen Nutzen ziehen können. Ich verstehe also nicht, daß diese so selbstverständlichen, klaren und offen-

<sup>10)</sup> Das Herbarium Haenkes in Prag, das auf Veranlassung von *Graf v. Sternberg* 1821/22 geordnet wurde, enthält 15000 Blätter mit 4000 Species! Der größere Teil von Haenkes Sammlungen (40 Kisten) ist verlorengegangen.

<sup>11)</sup> *Pablo Groussac*, Direktor der Nationalbibliothek in Buenos Aires, hat sich um die Erhaltung und Veröffentlichung von Haenkes Original-Manuskript zur „Historia Natural de Cochabamba“ sehr verdient gemacht. Er war einer der eifrigsten Kämpfer um Haenkes Anerkennung in Südamerika, besonders im Hinblick auf dessen Leistungen in der Chemie.

<sup>12)</sup> *Descripción del Perú*, S. 42.

kundigen Argumente dem Verstand der hiesigen Bewohner noch nicht einleuchten konnten.“<sup>13)</sup>

*Haenke* bleibt aber bei der Chemie allein nicht stehen, sondern weist immer wieder darauf hin, daß zum Reichtum eines Landes auch ein geeignetes und geordnetes Verkehrsnetz gehört und daß die spanischen Kolonien endlich auch durch den Bau einer eigenen Handelsflotte mit heimischen Materialien, heimischen Kräften und gewissenhaften Verwaltern der Ausbeutung durch das Mutterland entgegenarbeiten sollten. Er verlangt mit Nachdruck von der Regierung ausreichende Kapitalien zur Ausbildung des Bergbaues, der Landwirtschaft und Verwertung von seinen Lieblingen, den „kostbaren Erden und Salzen“. In einer

<sup>13)</sup> Aus einem unveröffentlichten Manuskript des Jahres 1796!, derzeit im Britischen Museum; die Übersetzung ins Deutsche ist bereits abgeschlossen.

Kritik<sup>14)</sup> des Staatshaushaltes der Jahre 1773—1777 zeigt er die Wege zu einer ausgeglichenen Bilanz durch die Forderung der Einschränkung des Importes von Luxuswaren, der Hebung der Kaufkraft der Bevölkerung, Förderung neuer Industrien, z. B. Zucker, Salpeter, Baumwollpflanzungen und -spinnereien u. a. — Danach ist der Vergleich von *Haenkes* Vorschlägen mit einer Nationalwirtschaft des Staates, wie man sie heute versteht, durchaus gerechtfertigt.

Es ist zu wünschen, daß *Thaddäus Haenke* in der Geschichte der deutschen Chemie und Technik bald jene Anerkennung findet, die er verdient. [A 15.]

<sup>14)</sup> Eine eingehende Bearbeitung der verschiedenen wirtschaftlichen Fragen und *Haenkes* Kritik des Staatshaushaltes der spanischen Kolonien wird von *Renée Gickhorn* an geeigneter Stelle veröffentlicht.

## Über physikalische Methoden im chemischen Laboratorium. XL.

# Methodik und Anwendungsmöglichkeiten von Elektroneninterferenzmessungen

Von Dr. TH. SCHOON

Kaiser Wilhelm-Institut  
für physikalische Chemie und  
Elektrochemie, Berlin-Dahlem

Inhalt: II. Anwendungen der Elektroneninterferenzmessungen. — 1. Atomabstandsbestimmung in Molekeln durch Elektronenbeugung am Dampfstrahl. — 2. Allgemeine Strukturuntersuchungen. — 3. Untersuchung dünner Schichten. — 4. Polierte Oberflächen. — 5. Kristallgröße und Gitterdimensionen. Änderungen des Kristallgitters an der Oberfläche. — 6. Brechungseffekt und inneres Potential. — 7. Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Elektronenbeugung.

(Fortsetzung von S. 251.)

Ein-gg. 22. Februar 1939

## II. Anwendungen der Elektroneninterferenzmessungen.

### 1. Atomabstandsbestimmung in Molekeln durch Elektronenbeugung am Dampfstrahl.

Die für die Stereochemie ebenso wie für die Aufklärung der Probleme der chemischen Bindung wertvolle direkte interferometrische Messung der Atomabstände in freien Molekeln kann zwar auch mit Röntgenstrahlen durchgeführt werden, jedoch haben sich aus Gründen der Zeitersparnis die Elektroneninterferenzen für diesen Zweck mehr durchgesetzt. Seit den grundlegenden ersten Versuchen von *Wierl* (48) ist ein beträchtliches Material zusammengetragen worden. Auf Einzelheiten soll — da dieses Anwendungsgebiet der Elektronenbeugung für sich allein eine zusammenfassende Darstellung erfordern würde — an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Zusammenfassungen erschienen in den letzten Jahren von *Brockway* (49), *Glassstone* (50) und *Degard* (51). Tab. 7 (S. 261) umfaßt über die bereits 1936 vorliegenden Arbeiten hinaus noch eine Anzahl von Ergebnissen neuerer Untersuchungen (etwa bis Ende 1938).

### 2. Allgemeine Strukturuntersuchungen.

Meist sind Strukturuntersuchungen mit Elektronenstrahlen in wesentlich kürzerer Zeit durchzuführen als mit Röntgenstrahlen, worauf *Thießen* u. *Schoon* (52) eingehend hinwiesen. Die Strukturen der langkettigen aliphatischen Verbindungen sind insbes. Gegenstand solcher Untersuchungen gewesen. *Rigamonti* (53) bestimmte aus Elektronenbeugungsbildern die Gitterabmessungen und die genaue Lage der Kohlenwasserstoffketten in der Elementarzelle für das Paraffin  $C_{31}H_{64}$ . *Schoon* (54) führte an einer weiteren Anzahl langkettiger Verbindungen Strukturbestimmungen durch. Zur Strukturuntersuchung von Puzzolanen und Tonen benutzte *Shishacow* (55) die Methode, zur Aufklärung der Struktur von Kaolinit zog *Hendricks* (56) Elektronenaufnahmen heran. Wegen der starken Wechselwirkung der Elektronen mit der Materie sind von außerordentlich kleinen Substanzmengen noch Beugungsbilder zu erhalten und Strukturbestimmungen

durchzuführen. So konnten *Rollier*, *Hendricks* u. *Maxwell* (57) die Kristallstruktur von Polonium ermitteln, trotzdem nur  $10^{-7}$  g zur Verfügung standen. Für die radioaktiven Elemente und Verbindungen ist damit grundsätzlich die Möglichkeit zur Strukturvermessung gezeigt. Ebenfalls wegen der starken Wechselwirkung von Elektronen mit Atomen konnten *Laschkarew* u. *Usyskin* (58) die Lage der  $H^+$ -Ionen im  $NH_4Cl$ -Gitter direkt bestimmen. Die Unterschiede, welche in den Intensitäten zwischen Elektronenbeugungsreflexen und Röntgenreflexen bestehen, erlauben in manchen Fällen keine Unterschiede in der Ladungsverteilung zu erkennen. So zeigen *Johnson* u. *James* (59), daß bei  $ZnO$  2 der Valenzelektronen jedes Ionenpaares gleichmäßig im Kristall verteilt sind und die beiden anderen sich in linearer Verteilung zwischen den benachbarten Kernen befinden. Zu allgemeineren Aussagen und zur Entscheidung, ob ein Material kristallin oder glasig ist, kann das Verfahren natürlich auch Verwendung finden. So stellten *Fordham* u. *Tyson* (60) bei der Untersuchung von semipermeablen Membranen fest, daß solche aus Metallcyaniden und -hydroxyden kristallin sind, aus Tannaten dagegen amorph. Silicatmembranen stellen Gemische dar aus amorphem  $SiO_2$  und kristallinen Hydroxyden. In diesem allgemeineren Zusammenhang sollen auch noch Untersuchungen von *Clewell* (61) über das Trocknen von Leinöl erwähnt werden. Das Beugungsbild einer Leinölschicht besteht aus zwei diffusen Ringen, woraus nach völligem Trocknen ein System paralleler Banden entsteht. Man muß sich wohl vorstellen, daß an der Grenzfläche Luft—Öl sich polare Molekeln anhäufen, welche durch das Feld in der Grenzfläche in Parallelstellung und senkrecht zur Oberfläche eingeordnet werden. Ähnliche Feststellungen wurden auch bei Schmiermittelfilmen immer wieder gemacht (62).

### 3. Untersuchung dünner Schichten.

Die spezifische Bedeutung der Elektroneninterferenzen zur Untersuchung dünner Schichten sollen nur einige Beispiele beleuchten. *Finch* u. *Williams* (63) versuchten, den Einfluß des Unterlagemetalls auf Kristallitgröße und