

### III. Schlußbemerkungen.

Im vorliegenden habe ich mich bemüht, die Vorschläge zur qualitativen chemischen Analyse ohne Anwendung von Schwefelwasserstoffgas mit Hinweglassung des prinzipiell nicht Wichtigen zusammenzustellen. Ich bin mir dessen bewußt, daß das alte Verfahren der qualitativen Mineralanalyse mit Schwefelwasserstoff zurzeit und vielleicht auch später berührt, sind vorzugsweise didaktischer Natur. Bei diesem Verfahren werden sonst auch mehr oder minder zusammengehörige Elemente analytisch gruppenweise getrennt. Der Mechanismus des Verlaufs der Reaktionen beim alten  $H_2S$ -Verfahren ist in den meisten Fällen so aufgeklärt, daß man jede Operation in eine Gleichung bringen kann. Das ist allerdings für den analytischen Zweck nicht die Hauptsache, vom didaktischen Standpunkte aus jedoch wertvoll.<sup>1)</sup> Diesen sachlichen Vorteilen gegenüber werden die hygienischen Momente immer in den Hintergrund treten, zumal in den neueren und auch nach hygienischen Grundsätzen eingerichteten Unterrichtslaboratorien bei strengster Handhabung der gebotenen Maßregeln die hygienischen Nachteile des  $H_2S$ -Verfahrens doch nicht unbedeutend reduziert werden können. Zunächst dem älteren Verfahren empfehlen sich aus didaktischen Gründen die, bei welchen ebenfalls Sulfidfällungen für Trennungszwecke vorgenommen werden. Es sind dies die Fällungen mit Thiosulfat (älteres Verfahren von Vortmann) und die Fällungen mit Schwefelnatrium (neueres Verfahren von Vortmann). Beim älteren Verfahren ist ein wesentlicher Nachteil die Notwendigkeit der Anwendung von Schwefelammonium. Allein dieser Nachteil dürfte durch Ersatz des Schwefelammoniums durch Schwefelnatrium wohl beseitigt werden können. Zudem haben Knoevenagel und Ebler, (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1902, 3055), ebenfalls Trennungsmethoden für die Glieder der Schwefelwasserstoffgruppe publiziert, welche an dem betreffenden Teile des Ganges eingeschaltet werden können. Das neuere Verfahren von Vortmann ist ohne Zweifel, weil nur eine unwesentliche Änderung der Gruppeneinteilung<sup>2)</sup> stattfindet, trotz mancher kleinerer Nachteile, am geeignetsten, das  $H_2S$ -Verfahren zu ersetzen, wie es ja auch die 10jährigen Erfahrungen in einem der stark frequentierten akademischen Unterrichtslaboratorien erwiesen haben (an der technischen Hochschule in Wien). Es dürfte wohl zunächst ins Auge gefaßt werden, wenn man das alte Schwefelwasserstoff-Verfahren aus verschiedenen Gründen beim Unterricht nicht verwenden sollte. Das Verfahren von Ebler unter Anwendung von Hydrazin- und Hydroxylaminsalzen ist zweifellos vom rein analytischen Standpunkte aus betrachtet besser als das alte Schwefelwasserstoff-Verfahren,<sup>3)</sup> da es nicht in sach-

<sup>1)</sup> Innerhalb des alten Trennungsganges mit  $H_2S$  sind durch Knoevenagel und Ebler in ihrem ganz vortrefflichen Buche „Praktikum des anorg. Chemikers“, II. Aufl., Verlag von Veith & Co. Leipzig, manche veraltete und unexakte Untertrennungen durch andere zweckmäßigere ersetzt worden.

<sup>2)</sup> Siehe auch Fresenius, Zeitschr. f. analyt. Chemie 1909, 115.

<sup>3)</sup> Hinsichtlich des Vergleiches des alten Trennungsverfahrens sind zwischen Herrn Dr. Ebler und mir die Ansichten brieflich ausgetauscht worden und stimmen fast vollständig überein. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Dr. Erich Ebler, Privatdozenten an der Uni-

licher Hinsicht die bereits geschilderten Nachteile des Schwefelwasserstoff-Verfahrens hat. Die Reaktionen des Eblerschen Verfahrens sind analytisch verwendbarer, dagegen ist der Reaktionsverlauf, die Gleichgewichtsbedingungen und die Art der an der Reaktion beteiligten Ionenarten beim Hydrazin und insbesondere beim Hydroxylamin noch wenig aufgeklärt,<sup>1)</sup> was in didaktischer Hinsicht als Nachteil anzusehen ist.<sup>2)</sup>

Das alte  $H_2S$ -Verfahren und das dasselbe ersetzende Vortmannsche  $Na_2S$ -Verfahren wird deshalb auch aus Gründen des Unterrichtes seine Vorherrschaft so lange behaupten, bis die anderen ohne Sulfidfällungen arbeitenden Methoden (in erster Linie das Eblersche Verfahren) in didaktischer Hinsicht demselben vollständig gleichkommen werden.

Nach meiner Anschauung wird bei denen, die das chemische Studium nicht als Hauptzweck betreiben, z. B. beim Mineralogen, Physiologen usw. und bei denen also der Unterricht in der qualitativen chemischen Analyse Selbstzweck ist, es sich empfehlen, dieselben nur mit einem bewährten Trennungsgang vertraut zu machen und diesbezüglich ist das alte Trennungungsverfahren mit  $H_2S$  gewiß in erster Linie und in zweiter Linie vielleicht das Schwefelnatriumverfahren geeignet. Für den eigentlichen Berufchemiker jedoch, der die qualitative Analyse nicht bloß des analytischen Zieles halber betreibt, sondern für den dieselbe neben anderem gewissermaßen eine experimentelle Grundlage zur Einführung in ein eingehenderes Studium der Chemie überhaupt sein soll, wird es sich unbedingt empfehlen, noch ein zweites, auf anderen Prinzipien aufgebautes Trennungungsverfahren kennen zu lernen und das ist entschieden das Verfahren von Ebler, welches hinsichtlich seiner praktischen Verwendung als vollständig durchgearbeitet erscheint.

---

versität Heidelberg, für wertvolle briefliche Mitteilungen und manche mir gewährten Unterstützungen meinen wärmsten Dank abzustatten.

<sup>1)</sup> Ich gebrauche hier mit Genehmigung des Herrn Dr. Ebler dessen eigenes Urteil.

<sup>2)</sup> In dieser Richtung werden ohne Zweifel die von Ebler und seinen Mitarbeitern begonnenen Arbeiten (Journ. f. prakt. Chemie 1908, 289) bald weitere und hinreichende Aufklärungen bringen.