

Jodometrische Methode zur Untersuchung von Chlorat-Hypochlorit-Gemischen.

Von

Hugo Ditz und Heinrich Knöpfelmacher.

[Schluss von S. 1198.]

Von dem Gedanken ausgehend, dass zum Unterschiede von der Jodwasserstoffsäure die Bromwasserstoffsäure in wässriger Lösung durch freien Sauerstoff, trotzdem auch hier grosse Mengen von Wärme frei werden, ebensowenig wie Chlorwasserstoff oxydirt wird²¹⁾, verwendeten wir nun statt Jodkali Bromkali zur Reduction, indem wir annahmen, dass selbst im Fall die Oxydation der Jodwasserstoffsäure nicht durch freien Sauerstoff erfolgte, das Kaliumbromid unzersetzt bleiben werde. Nach vorübergegangener Reaction und der nöthigen Verdünnung mit Wasser liessen wir das frei gewordene Brom aus Jodkalium die äquivalente Menge Jod ausscheiden und bestimmten dieses durch Titration mit $\frac{1}{10}$ N- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Zur Verwendung gelangte eine 5 proc. Bromkaliumlösung. Es verbrauchte nach erfolgter Verdünnung und Umsetzung mit Jodkalium die ausgeschiedene Menge Jod bei

| | |
|---|-----------------------------------|
| 25 cc KClO_3 , 20 cc K Br, 50 cc conc. | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ |
| HCl, nach $\frac{1}{2}$ Std. | 36,4 cc |
| dasselbe nach einer Std. | 36,55, 36,5 - |

Die Hauptreaction scheint unter den angegebenen Verhältnissen auch hier schon nach kurzer Zeit vor sich zu gehen. Wurden 20 cc K Br mit 50 cc conc. H Cl eine Stunde lang stehen gelassen, nach der Verdünnung mit Wasser mit Jodkalium und Stärke versetzt, so zeigte sich auch nicht die geringste Jodausscheidung. Um die relativ günstigsten Verhältnisse in Bezug auf Menge und Concentration der Säure und die Einwirkungs-dauer festzustellen, wurden folgende Versuche angestellt:

Je 25 cc KClO_3 + 20 cc K Br wurden versetzt mit:

| | |
|---|-----------------------------------|
| 100 cc conc. H Cl nach $\frac{1}{2}$ Std. | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ |
| 50 - - - - - $\frac{3}{4}$ - | 36,2 cc |
| 25 - - - - - 1 - | 36,0 - |
| 50 cc conc. H Cl + 50 cc H_2O nach 1 Std. | 33,0 - |
| 50 - - - + 50 - - - 3 - | 36,5 - |
| 25 - - - + 50 - - - 1 - | 35,9 - |
| 50 - - - + 50 - - - 1 - | 36,5 - |
| 50 - - - + 50 - - - 1 - | 36,5 - |

²¹⁾ Ostwald, Allg. Chemie II. 1, S. 114.

2,3992 g KClO_3 wurden in 1 l Wasser gelöst und je 25 cc der Lösung enthaltend 0,05998 g KClO_3 wurden mit 50 cc conc. H Cl versetzt und nach einstündiger Einwirkung das ausgeschiedene Jod mit Thiosulfat titirt. Bei 4 Versuchen wurden verbraucht: 29,25, 29,25, 29,05, 29,2 cc $\frac{1}{10}$ N- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Bei $3\frac{1}{2}$ stündiger Einwirkung 29,15 cc (theoretisch 29,68 cc $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). 1 cc $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 0,0125137 g J.

Es erwiesen sich also als günstigste Verhältnisse jene, bei welchen 50 cc conc. H Cl in der Dauer von einer Stunde zur Einwirkung gelangten. Die zu niedrig gefundenen Resultate erklären sich durch den Umstand, dass sowohl beim Eingiessen der Salzsäure als noch mehr beim Verdünnen mit Wasser eine Verflüchtigung des Broms eintritt. Um diese einzuschränken, wurde versucht, das zur Verdünnung nöthige Wasser durch einen Scheidetrichter zulaufen zu lassen, welcher mittels eines Korkes undicht in den Hals der Schüttelflasche eingebracht wurde; doch zeigte sich hierbei keine wesentliche Besserung. Um nun das beim Verdünnen mit Wasser wie auch beim Zusatz von Salzsäure durch die entweichende Luft mitgerissene Brom zurückzuhalten, wurde die Schüttelflasche, in welcher die Bestimmung vorgenommen wurde, mit einem Aufsatz versehen. Derselbe bestand aus einem

in die Flasche luftdicht passenden Korkstöpsel mit zwei Bohrungen, der gut paraffinirt wurde, durch die eine Bohrung ragte ein Tropftrichter *a* (Fig. 309), durch welchen die conc. Salzsäure sowie das zur Verdünnung nöthige Wasser zu dem mit Bromid versetzten Chlorat zufließen gelassen wurde, durch die andere ein bajonnetförmig gebogenes, in der unteren Hälfte verjüngtes Rohr *b* von 30 cm Höhe und etwa $1\frac{1}{2}$ cm lichtigem Durchmesser. Dieses zur Absorption des von der

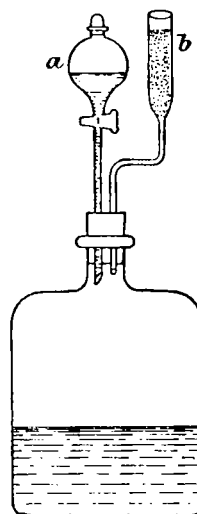


Fig. 309.

Luft mitgerissenen Broms dienende Rohr wurde, nachdem durch Anbringung eines losen Glaswollpfropfens an der verjüngten Stelle einem Herabfallen des

Füllmaterials in die Flasche vorgebeugt war, mit einigen Körnchen Marmor (um womöglich die mitgerissene Salzsäure zurückzuhalten) und darüber das Rohr seiner ganzen Länge nach mit geglühten Bimssteinstücken beschickt. Vor dem Versuch wurden nun einige Tropfen einer conc. Jodkaliumlösung auf die Bimssteinstücke aufgegeben, aus welcher Lösung das entweichende Brom die äquivalente Menge Jod ausschied. Nach einstündiger Einwirkung der Salzsäure, dem Verdünnen mit Wasser (200 bis 300 cc) und Zusätze von 20 cc K J wurde das Absorptionsrohr bei geöffnetem Hahn des Tropftrichters ausgeblasen und mit Wasser das noch anhaftende Jod gewegewaschen, der Aufsatz nach dem Abspülen mit Wasser durch den Glasstöpsel ersetzt und das ausgeschiedene Jod mit Thiosulfat titrit.

25 cc K Cl O₃ mit 20 cc K Br, 50 cc conc. H Cl eine Stunde stehen gelassen, verbrauchten nach dem Verdünnen mit Wasser 29,55, bei einem zweiten Versuch 29,5 cc Na₂ S₂ O₃ (theoretisch 29,68).

5,0006 g von in gepulvertem Zustande über Schwefelsäure getrocknetem K Cl O₃ wurden in 2 l Wasser gelöst, und zu jedem Versuch 25 cc = 0,062507 g K Cl O₃ verwendet. Die angewendete Bromidlösung war jetzt 10 proc. 25 cc des Chlorats wurden mit 10 cc K Br, 50 cc conc. H Cl versetzt und verbrauchten nach einstündiger Einwirkung bei zwei Versuchen 30,6 cc $\frac{1}{10}$ N.-Na₂ S₂ O₃ (theoretisch 30,63).

Um den quantitativen Verlauf der Reaction auch bei sehr geringen Mengen Chlorat zu untersuchen, wurden 100 cc obiger Chloratlösung auf 1 l verdünnt und davon je 25 cc = 0,00625 g K Cl O₃ zu einer Bestimmung verwendet. Mit 10 cc H Cl und 5 cc K Br eine Stunde stehen gelassen, wurden 5,4 cc $\frac{1}{100}$ N.-Na₂ S₂ O₃ verbraucht. Trotz der zehnfach verringerten Menge des Chlorats darf also die Salzsäuremenge nicht entsprechend herabgesetzt werden. 25 cc der verdünnten Chloratlösung, mit 5 cc K Br und 50 cc conc. H Cl versetzt, ergaben bei vier Versuchen 32,4, 31,5, 29,8 und 30,4 cc $\frac{1}{100}$ N.-Na₂ S₂ O₃. Theoretisch sollten 32,73 cc $\frac{1}{100}$ N.-Na₂ S₂ O₃ verbraucht werden (1 cc Na₂ S₂ O₃ = 0,0011861 g J). 25 cc der verdünnten und 25 cc der conc. K Cl O₃-Lösung mit 100 cc H Cl verbrauchten 33,1, 32,7, 32,75, 32,5 cc $\frac{1}{10}$ N.-Na₂ S₂ O₃ (theoretisch 33,7). Wegen dieser von dem theoretischen Werthe stark abweichenden Resultate wurde das Absorptionsrohr frisch beschickt, der Stöpsel nochmals paraffinirt, und verbrauchten nun 25 cc der conc. Chloratlösung mit 50 cc H Cl nach einer Stunde 30,4, 30,2 cc $\frac{1}{10}$ N.-Na₂ S₂ O₃.

Es ergab sich also, trotzdem die erhaltenen Werthe dem theoretischen Resultate oft nahe kamen, bei längerem Gebrauche des Apparates eine Verringerung bezüglich des Verbrauches an Thiosulfat. Dies erklärt sich dadurch, dass nach einiger Zeit der Paraffinüberzug des Stöpsels zum Theil sich ablöst, wodurch der Stöpsel einerseits vom

Brom angegriffen werden kann, andererseits der Apparat undicht wird. Ein weiterer Übelstand liegt darin, dass die vollständige Entfernung des anhaftenden Jods vom Bimsstein und der Glaswolle längere Zeit bedurfte und nur schwer vollständig durchgeführt werden konnte. Endlich besteht eine mögliche Fehlerquelle hier auch darin, dass die Glaswolle durch die Bromdämpfe angegriffen werden kann, wodurch ein wenn auch geringer Bromverlust entstehen könnte. Die Angreifbarkeit von Glaswolle speziell durch Chlor beobachtete einer von uns (D) wiederholt bei einer anderen Gelegenheit, nämlich beim Durchleiten von feuchtem Chlor durch ein mit Chlorcalcium gefülltes U-Rohr, welches an beiden Enden mit Pfropfen aus Glaswolle versehen war. Die Glaswolle an der Eintrittsstelle färbte sich nach kurzer Zeit intensiv braun, wurde brüchig und zerfiel bei der Berührung zu einem Pulver. Die Glaswolle an der Austrittsstelle des Chlors blieb unverändert, weshalb nur das feuchte Chlor diese Erscheinung verursacht, welch' letztere wahrscheinlich in einem Oxydationsprocesse eines in der Glaswolle vorhandenen Metalloxydes zu einem höheren Oxide besteht.

Die verschiedenen Mängel des verwendeten Aufsatzes veranlassten uns, einen ganz aus Glas bestehenden Aufsatz construiren zu lassen, welcher vom Glasbläser C. Woytaček in Wien hergestellt wurde. Der Tropftrichter *a* (Fig. 310) hat einen Fassungsraum von etwa 300 cc, das Absorptionsgefäß *b* von 20 cc. Die Schüttelflasche, der sowohl der Aufsatz als auch ein geschliffener Stöpsel angepasst sind, hat einen Fassungsraum von ungefähr 1 l. Die Arbeit in dem Apparate ist nun folgende:

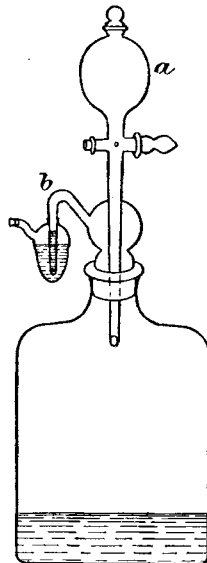


Fig. 310.

Nachdem das Chlorat und Bromid in die Flasche eingebracht worden sind, wird der Aufsatz angebracht, das Absorptionsgefäß mit etwa 10 cc 5 proc. Jodkaliumlösung, die mit Wasser bis zu $\frac{3}{4}$ der Höhe des Gefäßes verdünnt werden, beschickt, durch den Tropftrichter 50 cc conc. H Cl zugelassen, und dann die Öffnung des Absorptionsgefäßes mit einem eingeschliffenen Glasstöpsel rasch verschlossen, um ein mögliches Zurücksteigen der Flüssigkeit in die Flasche zu

verhindern. Nach einer Stunde wird der Tropftrichter mit destillirtem Wasser gefüllt, der Hahn geöffnet und dann erst der Glasstöpsel des Absorptionsgefässes, aus dem gleichen Grunde wie früher, abgenommen. Die entweichende Luft, welche Brom und u. U. Salzsäuredämpfe mitführt, geht durch das Absorptionsgefäss, wobei das mitgerissene Brom in der Jodkaliumlösung die äquivalente Menge Jod ausscheidet. Wie wir uns durch den Versuch überzeugten, sind die mitgerissenen Salzsäuredämpfe für das Resultat ohne Belang, indem dieselben aus der Jodkaliumlösung während der Dauer der Bestimmung kein Jod ausscheiden. Ist die nöthige Wassermenge eingebracht, so werden durch den Tropftrichter 20 cc der Jodkaliumlösung zugelassen, die Flasche stark geschüttelt, um eine vollständige Umsetzung des Broms mit Jodkalium zu erzielen, der Hahn dann geöffnet, durch Blasen die Flüssigkeit des Absorptionsgefässes in die Flasche gedrückt und ersteres mit Wasser mehrmals nachgewaschen. Hiernach wird der Aufsatz sorgfältig abgespült, durch den Glasstöpsel ersetzt und das ausgeschiedene Jod titirt.

Folgende Versuche wurden mit dem Apparat ausgeführt:

4,9997 g KClO_3 wurden in 2 l Wasser gelöst, davon 25 cc (0,062496 g), entsprechend 30,5 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ theoretisch, zu jedem Versuch verwendet (1 cc $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,012724$ g J). Bei den Versuchen wurden erhalten 30,4, 30,4, 30,5, 30,45, 30,6 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. (Zwei Versuche, mit 100 cc HCl ausgeführt, ergaben 30,4 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.) 25 cc der Chloratlösung wurden auf das Zehnfache verdünnt. Von der verdünnten Lösung verbrauchten 25 cc: 31,6, 31,3, 31,4, 31,85, 32, 31,2, 32, 31,3 cc $\frac{1}{100}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (theoretisch 32,6 cc, 1 cc $\frac{1}{100}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0,0011892$ g J). Um zu sehen, ob vielleicht nach längerer Zeit ein sich der Theorie noch mehr näherndes Resultat erzielt wird, wurde ein Versuch mit 2 Stunden Einwirkungsdauer ausgeführt, und wurden hierbei 31,7 cc, mit 3 Tagen Einwirkungsdauer 31,6 cc $\frac{1}{100}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ verbraucht.

Die geringen Abweichungen von dem theoretischen Werthe nach einstündiger Einwirkung sind für die quantitative Bestimmung des Chlorats ohne Belang und liegen in den unvermeidlichen Arbeitsfehlern. Bevor wir die Methode für Gemische von Chlorat und Hypochlorit anwendeten, stellten wir noch einige Versuche an (da die diesbezüglichen früheren Versuche ohne Apparat wegen der Bromverluste nicht ganz einwandfrei waren), um zu ermitteln, ob die Zeit der Einwirkung nicht doch herabgesetzt werden könnte, und fanden tatsächlich, dass der Reactionsverlauf mit der gleichen, dem theoretischen Werthe angenäherten Vollständigkeit schon nach kürzerer Zeit als in einer

Stunde stattfindet. Wir blieben aber, um eventuellen Concentrationsverschiedenheiten, wie sie sich bei der Anwendung der Methode immerhin ergeben können, Rechnung zu tragen, bei der Zeit von einer Stunde.

Es wurde nun die Methode für Gemische von Hypochlorit und Chlorat ausprobt.

Etwa 10,5 g Chlorkalk wurden nach dem Verreiben mit Wasser auf 1 l gebracht. Davon verbrauchten 25 cc nach Penot-Mohr 29,7 cc $\frac{1}{10}\text{N.-As}_2\text{O}_3$, nach Wagner 29,4, 29,35 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (wobei 1 cc $\frac{1}{10}\text{N.-As}_2\text{O}_3 = 0,985$ cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Im Apparat mit 50 cc conc. HCl und 10 cc KBr durch eine Stunde angesetzt, wurden 29,25, 29,2, 29,35, 29,35, 29,35 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ verbraucht²²⁾.

Es ist also in diesem Chlorkalk Chlorat nur in äusserst geringer Menge vorhanden.

Es wurde nun ein Gemisch von 200 cc der Hypochlorit- und 200 cc der Chloratlösung hergestellt, von welcher 25 cc theoretisch 29,9 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ entsprechen. 25 cc ergaben bei drei Versuchen 29,7, 29,8, 29,8 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. — Ein zweites Gemisch, bestehend aus 300 cc der Hypochlorit- und 25 cc der Chloratlösung wurde nun untersucht. 25 cc des Gemisches ergaben bei vier Versuchen: 29,3, 29,35, 29,3, 29,35 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (theoretisch 29,44 cc $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Das Verfahren ist also anwendbar, um Chlorat als solches und in Gemischen mit Hypochlorit quantitativ zu bestimmen, wobei im letzteren Falle das für sich bestimmte Hypochlorit in Abzug gebracht wird.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, ist nach Lunge die Anwendung der Destillationsmethode zur Bestimmung des Chlorats aus den angegebenen Gründen, speciell für die Zwecke der Praxis nicht zu empfehlen. Nach demselben Autor sind auch die Reductionsmethoden, die auf eine Bestimmung des erzeugten Chlorids hinauslaufen, weit umständlicher als die Eisenvitriolmethode. Die letztere hat wieder bei gleichzeitiger Anwesenheit von grösseren Mengen Hypochlorit nach Wohlwill und Foerster und Jorre sowohl bei ihrer Durchführung in saurer als auch in alkalischer Lösung verschiedene Nachtheile. Da unser Verfahren also in Bezug auf Genauigkeit und Zeitdauer der Eisenvitriolmethode gewiss nicht nachsteht, dasselbe ferner auch bei Anwesenheit grösserer Mengen Hypochlorit angewendet werden kann, endlich die bei unserem Verfahren benutzte $\frac{1}{10}\text{N.-Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung lange Zeit haltbar ist, während die Eisenoxydulsalzlösung

²²⁾ Beim Zufließenlassen der Salzsäure zur Hypochloritlösung zeigt sich eine starke Dampfentwicklung, sodass aus der Öffnung des Absorptionsgefässes sichtbare Dampfmenge stossweise entweichen. Eine genügende Erklärung für diese bei Chlorat allein nicht auftretende Erscheinung können wir uns noch nicht geben. Übrigens übt dieser Vorgang auf das Resultat keinen Einfluss aus.

täglich auf die verwendete Permanganatlösung gestellt werden muss, glauben wir zu dem Schluss berechtigt zu sein, dass unser Verfahren zur Bestimmung der Chlorate, namentlich dann, wenn dieselben in Gemischen mit Hypochlorit ermittelt werden sollen, vor den bestehenden Methoden Vortheile besitzt, welche seine Anwendung empfehlenswerth machen. Die indirecte Bestimmung des Chlorats in Gemischen mit Hypochlorit hat natürlich den Mangel jeder Differenzmethode²³⁾, welcher hier, bei Anwesenheit von relativ grösseren Mengen Chlorat, zwar kaum in Betracht kommt, aber bei äusserst geringen Chloratmengen, wie z. B. bei der Chloratbestimmung im Chlorkalk, die Genauigkeit beeinträchtigt, indem in diesem Falle der absolute Fehler bei der Bestimmung zwar gering bleibt, während der relative in dem Maasse wächst, als die Chloratmenge abnimmt. Für sehr geringe Mengen von Chlorat in Chlorat-Hypochloritgemischen, also speciell zur Bestimmung des Chlorats im Chlorkalk, ist es nöthig, vor der Bestimmung des Chlorats das Hypochlorit wegzuschaffen.

Die Methoden, nach welchen die Zerstörung des Hypochlorits bisher versucht worden ist, sind, wie in der Einleitung schon erwähnt, folgende: durch Kochen mit Ammoniak, Erhitzen mit Kobaltoxydhydrat (Opl), mit verdünnter Schwefelsäure (Wohlwill), mittels neutralen essigsauren Bleioxyds (R. Fresenius). Vorausgesetzt, dass man nach diesen Methoden thatsächlich das Hypochlorit vollständig zerstört, ohne dass dabei ein Theil desselben in Chlorat übergeht und ohne dass das vorhandene Chlorat dabei theilweise zerstört wird, könnte eine dieser Methoden zur Entfernung des Hypochlorits benutzt und das Chlorat dann nach unserem Verfahren bestimmt werden.

Betreffs der beiden ersten Methoden ist zu bemerken, dass bei höherer Temperatur es nicht ausgeschlossen ist, dass, wenn auch nur in sehr geringen Mengen, das Hypochlorit in Chlorat übergeht. Bezüglich der Methode von Wohlwill kann man nach seiner eigenen Angabe eine directe Probe auf die Genauigkeit nicht anstellen. Die Methode von R. Fresenius zur Zerstörung des Hypochlorits hat den Nachtheil, dass die Zerstörung des Hypochlorits wie die derselben nothwendig folgenden Operationen sehr lange dauern, und soll übrigens nach Foerster²⁴⁾ bei grösserer Concentration

durch den Einfluss der Essigsäure geringe Chloratbildung auftreten.

Von den zur Zerstörung des Hypochlorits noch in Betracht kommenden Mitteln wäre die Kohlensäure zu erwähnen, welche nach Bhaduri (a. a. O.) eine quantitative Zersetzung desselben bewirken soll. Auch die Einwirkung von Wasserstoff- oder Baryum-superoxyd auf Hypochlorit käme vielleicht noch in Betracht. Setzt man zu einer Hypochloritlösung in der Kälte eine Lösung von Manganchlorür zu, so entwickelt sich unter Ausscheidung eines braunen Niederschlages anfangs unterchlorige Säure und nach einiger Zeit dem Geruche nach Chlor. Leitet man durch die mit Manganchlorür versetzte Hypochloritlösung einen kräftigen Luftstrom, so ist nach etwa einer Stunde der Chlorgeruch nicht mehr zu verspüren. In der von dem ausgeschiedenen Niederschlage abfiltrirten Lösung glaubten wir nun nach dem Eindampfen auf das nöthige Volumen das Chlorat bestimmen zu können. Nun zeigte sich aber hierbei der Übelstand, dass beim Eindampfen sich ein brauner Niederschlag, wahrscheinlich von Mangansuperoxydhydrat ausscheidet unter theilweiser Zersetzung des Chlorats, und es ist der Grad der Zersetzung, wie wir uns durch Versuche überzeugten, von der Concentration abhängig. Auf die Zersetzung des nur in Lösung vorhandenen Manganchlorats hat auch schon Wächter²⁵⁾ hingewiesen. Es müsste also die Zersetzung des Hypochlorits entweder in ganz concentrirter Lösung vorgenommen werden, oder falls dies wegen der zu befürchtenden Einwirkung der sich entwickelnden unterchlorigen Säure auf das noch unzersetzte Hypochlorit nicht möglich ist, müsste das im Überschuss befindliche Manganchlorür quantitativ ausgefällt werden.

Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand sowie überhaupt über die Anwendung unseres Verfahrens zur directen Bestimmung von sehr geringen Mengen Chlorat in Gemischen mit Hypochlorit, sowie die Untersuchung, ob und mit welchen Abänderungen unser Verfahren und der Apparat zur Analyse von Nitraten, Nitriten sowie Superoxyden anwendbar sind, sollen den Gegenstand einer weiteren Arbeit bilden.

Chemisch-technolog. Laboratorium des Prof. Ed. Donath an der Technischen Hochschule zu Brünn.

²⁵⁾ J. prakt. Ch. 30, 321.

²³⁾ In der schon citirten Arbeit bemerken Foerster und Jorre, dass der Chloratgehalt der Lösungen sich bei der Veränderlichkeit der Hypochlorite nur indirect ermitteln lasse.

²⁴⁾ Briefl. Mittheilung.