

Über die Prinzipien bei Durchführung von Schiedsanalysen ¹⁾.

Von W. FRESenius.

Eingeg. 1. 3. 1909.

In immer wachsendem Maße wird bei dem Handel mit Rohstoffen oder Erzeugnissen aus denselben der Preis nach dem Gehalte an bestimmten Bestandteilen festgesetzt, oder es wird für gewisse Zwecke das Vorhandensein bestimmter Bestandteile in einem Minimal- oder Maximalbetrag gefordert.

In diesen Fällen ist zur Bestimmung des Preises, resp. zur Entscheidung der Frage, ob eine Lieferung der Forderung oder Garantie gemäß erfolgt ist, eine Gehaltsbestimmung durch chemische Analyse erforderlich. Letzteres tritt auch vielfach in solchen Fällen ein, wo ein bestimmter Gehalt an dem einen oder anderen Stoff nicht ausdrücklich, zahlenmäßig als zu liefernd festgelegt ist, bei denen vielmehr zu entscheiden ist, ob das betreffende Material von handelsüblicher Beschaffenheit ist oder dergl.

In allen Fällen, in denen die seitens der Parteien ausgeführten Analysen nicht genügend übereinstimmen, pflegt man die Entscheidung durch eine Schiedsanalyse herbeizuführen. Über eine Reihe von Punkten, die bei Schiedsanalysen in Betracht kommen, namentlich auch über solche beim Handel mit Düng- und Futtermitteln und speziell hinsichtlich solcher Fälle, in denen mehrere Schiedsanalytiker tätig sind, hat H. Fresenius ²⁾ eine Reihe von Mitteilungen gemacht. Im Anschluß daran will ich in nachstehendem eine Anzahl prinzipieller Punkte besprechen, hinsichtlich deren eine Klarstellung sowohl im Interesse der Schiedsanalytiker als auch der ihre Entscheidung anrufenden Parteien liegt. Ich sehe dabei absichtlich von einer Erörterung der Probenahme ab, um mich auf die Frage der Schiedsanalyse zu beschränken. Selbstverständlich will ich damit nicht etwa aussprechen, daß auf dem Gebiete der Probenahme ähnliche prinzipielle Festsetzungen unnötig seien.

¹⁾ Die nachstehenden Ausführungen sind bestimmt zur Grundlage von Erörterungen über die Frage der Schiedsanalysen in der Fachgruppe für analytische Chemie. Ich bitte, Meinungsäußerungen über diese Darlegungen an mich zu richten und ich beabsichtige, auf Grund derselben dann auf dem internationalen Kongreß in London ein Referat über diese Frage zu erstatten. Sollte von einer genügenden Zahl von Mitgliedern der Wunsch zu einer mündlichen Verhandlung der Frage in der Fachgruppe geäußert werden, so werde ich eine Sitzung derselben berufen.

Prof. Wilh. Fresenius - Wiesbaden.

²⁾ Publications du congrès de Chimie et de Pharmacie de Liege 1905; Z. anal. Chem. 45, 103; Atti del VI Congresso internazionale di chimica applicata I, 166.

Im Gegenteil, dort sind sie mindestens ebenso nötig wie bei der Analyse, denn viel öfter, als man gewöhnlich annimmt, stimmen auf dieselbe Ware bezügliche Muster untereinander nicht überein, resp. weicht ihre Zusammensetzung von der bemusterten Ware erheblich ab.

Es erscheint selbstverständlich, daß man als Schiedsanalytiker nur jemand wählen wird, zu dessen Unparteilichkeit, Sachkenntnis und Erfahrung beide Teile volles Vertrauen haben.

Aber außerdem, daß der Schiedsanalytiker diese Eigenschaften hat, müssen noch eine Reihe von anderen Bedingungen erfüllt sein, damit die Schiedsanalyse wirklich das leisten kann, was man von ihr erwartet.

Zunächst muß feststehen, was entschieden werden soll, und dies muß dem Schiedsanalytiker genau bekannt sein, denn nur dann kann er beurteilen, wie im gegebenen Falle vorgegangen werden muß, bzw. inwieweit sich die ihm gestellte Aufgabe überhaupt lösen läßt.

In dieser Beziehung sind ihm also genaue Angaben zu machen. Außerdem empfiehlt es sich aber auch, daß hinsichtlich der äußeren Behandlung der Angelegenheit präzise Angaben gemacht werden, sofern hierüber nicht ein- für allemal feststehende Normen existieren. Hierbei muß angenommen werden, daß, wenn nicht von beiden Parteien Mitteilungen an den Schiedsanalytiker ergehen, sondern nur eine die Korrespondenz führt, diese im Einverständnis mit der Gegenpartei vorgeht. Sind Rückfragen seitens des Schiedsschemikers zur Klarstellung, wie der Auftrag gemeint ist oder ausgeführt werden soll, erforderlich und erfolgt darauf von dieser einen, die Korrespondenz führenden Partei eine Entscheidung, so gilt diese als im Namen beider Parteien gegeben.

Liegen von beiden Parteien Briefe vor, so sind Rückfragen auch konform an beide zu richten. Stimmen die Mitteilungen beider Parteien nicht überein, so muß der Schiedsanalytiker die Parteien darauf hinweisen und einen einheitlichen Auftrag verlangen.

Sofern nicht allgemein gültige Normen existieren, ist dem Schiedsanalytiker bei Einsendung der Probe anzugeben:

1. auf welche Bestandteile sich die Untersuchung erstrecken soll.

2. Falls die Entscheidung darüber getroffen werden soll, ob ein bestimmter Gehalt erreicht oder ev. überschritten ist, dieser Grenzwert, und falls in einem betreffenden Falle eine weitgehende Genauigkeit von spezieller Bedeutung ist, auch dieser Umstand. (Wenn also z. B. die Annahme einer Schiffsladung eines Erzes davon abhängt, ob der Gehalt an dem wertgebenden Bestandteil z. B. 50% beträgt oder nicht, oder wenn es in einem anderen Falle, z. B. bei dem Arsengehalt

eines Eisenerzes auf die Tausendstel Prozent ankommt usw.)

3. Falls bei dem Kaufvertrag nicht einfach der Gehalt an einem oder mehreren Bestandteilen für die Preisbestimmung oder die Beurteilung der Ware festgesetzt ist, sondern wenn dabei eine bestimmte Methode vereinbart ist, so muß dies dem Schiedsanalytiker gleichfalls mitgeteilt werden, weil er sich dann auch dieser vertraglich vereinbarten Methode bedienen und diese Tatsache auch in dem Attest zum Ausdruck bringen muß.

4. empfiehlt es sich, von vornherein klare Bestimmungen darüber zu geben, ob die eingesandten Proben mit anderen vermischt, oder für sich allein untersucht werden sollen und an wen die Resultate mitgeteilt werden sollen. Als allgemein gültige Regel muß aufgestellt werden, daß Mitteilungen über die Analyseergebnisse ohne ausdrückliche Genehmigung des Einsenders an andere Personen nicht gemacht werden dürfen. Kommt eine solche Analyse in einem gerichtlichen Verfahren in Frage, so muß dem Gerichte natürlich das Analyseergebnis mitgeteilt werden.

Zu den Punkten 1 und 4 ist etwas allgemeines nicht zu bemerken. Hinsichtlich der beiden anderen Punkte dürfte aber Klarstellung der Prinzipien wünschenswert sein.

Soll eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob ein bestimmter Gehalt wirklich erreicht, resp. nicht überschritten ist, so muß die erreichbare Genauigkeit mit in Rücksicht gezogen und für die zulässigen, bzw. unvermeidlichen Fehler ein bestimmter Spielraum gelassen werden.

Wie groß derselbe sein kann und darf, hängt ab:

- a) von dem Gehalt des Untersuchungsmaterials an dem zu bestimmenden Bestandteil,
- b) von der erreichbaren Genauigkeit der Bestimmung,
- c) von der technischen Bedeutung der Erreichung, resp. Überschreitung der Grenze.

Für manche häufig vorkommenden Schiedsanalysen dieser Art sind ganz bestimmte Grundsätze ein- für allemal vereinbart oder so fest eingebürgert, daß sie als vereinbart gelten können, z. B. bei den Düngemitteln, dem Zucker; in anderen Fällen sollte, namentlich wenn es sich nicht um eine einmalige Entscheidung, sondern um einen auf eine größere Anzahl von Lieferungen sich erstreckenden Vertrag handelt, Klarstellung hierüber erfolgen.

Handelt es sich z. B. bei hochprozentigen, fast reinen Metallen um die Garantie, daß nur wenige Zehntelprocente fremder Metalle in denselben enthalten sind, so ist die Entscheidung hierüber, streng genommen, nur durch Bestimmung der Verunreinigungen zu treffen. In der Praxis kommen aber nicht selten Fälle vor, bei denen die Entscheidung rascher getroffen werden soll, als es auf diesem Wege möglich wäre, bei denen auch so große Kosten, wie sie eine vollständige Analyse bedingt, nicht aufgewandt werden sollen.

In solchen Fällen muß man damit rechnen, daß die Ungenauigkeit der Analyse unter Umständen fast so groß oder ebenso groß ist, als die zu bestimmende Größe (die Verunreinigungen). Das Attest muß dann einen ausdrücklichen Vermerk enthalten, z. B. „Kupfer, durch direkte Bestimmung ermittelt.“

Ähnlich liegt der Fall, wenn vereinbart ist, daß

ein zu lieferndes Erz z. B. 40% Mangan enthalten soll. Hier kann natürlich, ohne daß eine Bestimmung falsch ist, einmal 39,90 und einmal 40,10% gefunden werden; während aber, wenn garantiert ist, daß z. B. 99,80% Kupfer vorhanden sein soll, ein Resultat von 99,79% (das dann allerdings wohl zweckmäßig das Mittel dreier Bestimmungen sein sollte) schon das Metall als nicht mehr garantigemäß erscheinen ließe, würde man in dem Falle des Manganerzes wohl erst, wenn das Ergebnis 0,2% oder mehr unter der Grenze liegt, die Garantie als nicht erreicht anzusehen haben.

Kommt es in solchen Fällen darauf an, zu entscheiden, ob ein sehr nahe an der Grenze liegender Wert definitiv als darunter oder darüber liegend anzunehmen ist, so kann man die Genauigkeit erhöhen, wenn man nicht nur ein Muster mehrfach analysiert, sondern um auch kleine Verschiedenheiten der Muster auszugleichen, mehrere Muster untersucht und aus diesen Ergebnissen das Mittel zieht.

Wenn in solchem Falle der Schiedsanalytiker die Abmachungen der Parteien genau kennt, kann er seinerseits eine viel richtigere Entscheidung treffen. Gegebenenfalls kann er auch dafür sorgen, daß im voraus weitere Klarstellungen erfolgen, falls dies noch erforderlich ist. Er kann dann auch beurteilen, ob die Übereinstimmung seiner Kontrollanalysen für den vorliegenden Fall genügend ist. Soll z. B. entschieden werden, ob in einem Eisenerz 0,5% Arsen enthalten ist oder weniger, so werden Bestimmungen, die 0,21 und 0,18% ergeben haben, diese Frage mit hinreichender Sicherheit entscheiden; würde aber, wie dies vorkommt, jedes Tausendstel Prozent über 0,20% auf den Preis von wesentlichem Einfluß sein, so müßte eine wesentlich genauere Übereinstimmung der Werte, aus denen das Mittel gezogen werden soll, erzielt werden.

Die zu fordernde und erreichbare Genauigkeit hängt dabei einerseits von der absoluten Menge des zu bestimmenden Körpers, resp. der Einwage, und andererseits von der Natur desselben, bzw. der zu seiner Bestimmung angewandten Methode ab.

Hinsichtlich der Wahl der Methode (Punkt 3) können folgende Fälle vorliegen.

A. Es kann eine Festsetzung über die Methode überhaupt nicht gemacht sein. In diesem Falle hat der Schiedsanalytiker die Pflicht, die Methode anzuwenden, die nach seiner Kenntnis und Erfahrung die zuverlässigsten Werte liefert.

B. Es können Vereinbarungen über die anzuwendende Methode existieren, und diese sind dem Schiedsanalytiker mitgeteilt worden.

In diesem Falle muß er die Methoden, soweit über ihre Ausführung bindende Vorschriften gemacht sind, peinlich genau nach diesen zur Durchführung bringen, im übrigen, soweit die Methodenvorschrift Spielraum für die Art der Ausführung läßt, so verfahren, wie es nach seinen Erfahrungen am richtigsten ist.

Als Beispiel einer derartigen teilweise präzisierten Methode führe ich die Lunge'sche Vorschrift der Schwefelbestimmung im Schwefelkies an. Bei dieser war die Art der Auflösung, der Aus-

fällung des Eisens usw. genau präzisiert, aber die Art der Fällung des Bariumsulfats (ob durch allmähliche Zugabe der Bariumchloridlösung oder durch Zufügung der Gesamtmenge auf einmal) war in das Ermessen des Analytikers gestellt. Es hat sich gezeigt, daß auch die Ausführung dieser Operation von Einfluß auf das Ergebnis der Analyse ist, und man hat deshalb auf dem letzten internationalen Kongreß für angewandte Chemie in Rom, die von H i n t z und W e b e r angegebene Form der Fällung in einem Akt als maßgebend vereinbart.

Ist eine bestimmte Methode der Analyse vorgeschrieben, so sollte diese in dem Attest über die Analyse angegeben werden. Dies muß unbedingt in dem Falle geschehen, daß die vorgeschriebene Methode notorisch nicht richtige Ergebnisse liefert, resp. die Art der Ausführung erfahrungsgemäß das Resultat wesentlich beeinflussen kann.

Für manche Arten von Schiedsanalysen sind, wie oben bereits erwähnt, über alle oder über einen Teil der oben unter 2—4 genannten Fragen generelle Beschlüsse gefaßt, oder es steht durch allgemeinen Gebrauch ein für allemal fest, wie dabei zu verfahren ist, z. B. bei der Gehaltskontrolle von Düngemitteln durch die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, bei den Verkaufsanalysen im Zuckerhandel usw.

In solchen Fällen sind natürlich nicht jedesmal Angaben hierüber nötig. Wo dies jedoch nicht der Fall ist, muß dringend empfohlen werden, am Anfang schon zwischen den Parteien in dieser Hinsicht Klarheit zu schaffen und dem Schiedsanalytiker genaue Angaben zu machen. Nachträgliche Meinungsverschiedenheiten der Parteien über den Sinn eines Auftrags sind viel weniger leicht sachlich zu erledigen, wie die anfängliche Einigung.

Dies führt von selbst zu der Frage, was zu geschehen hat, wenn die eine oder andere Partei glaubt, Einwände gegen das Ergebnis der Schiedsanalyse erheben zu müssen.

Sofern hierüber nicht bestimmte anderweitige Vereinbarungen existieren, dürfte hier folgendes als prinzipiell maßgebend anzusehen sein.

a) Die Verfügung über den Rest der Probe hat der Einsender derselben, d. h. er kann dieselbe zurückverlangen. Er kann nachträglich die Ausführung der Bestimmung anderer Stoffe in dieser Probe in Auftrag geben.

Anträgen anderer Firmen in dieser Hinsicht kann nur mit Genehmigung des Einsenders stattgegeben werden. Hinsichtlich der Revision der an beide Parteien abgegebenen Resultate gilt das unter b) Auszuführende.

b) Wird seitens einer Partei das Ergebnis einer Schiedsanalyse als unzutreffend bezeichnet, so hat der Schiedsanalytiker die Pflicht, den Fall zu prüfen, und wenn sich ergibt, daß eine offensichtliche Unrichtigkeit vorliegt, beiden Parteien dies mitzuteilen. Ist dies aber nicht der Fall, und das wird in weitaus der überwiegenden Zahl der Beanstandungen zutreffen, dann kann in eine Revision der Schiedsanalyse nur eingetreten werden, wenn beide Parteien dazu ihre Zustimmung geben, andernfalls muß es bei dem einmal abgegebenen Resultat des Schiedsanalytikers sein Bewenden haben. Führt der Schiedsanalytiker bei der Prüfung der Beanstandung auf ihre Berechtigung eine weitere

Bestimmung aus, die seine erste als richtig erkennen läßt, die aber natürlich innerhalb der zulässigen Fehlergrenze differieren kann, so soll er nur die Tatsache der Bestätigung, nicht aber die neue Zahl mitteilen, damit gar kein Zweifel darüber aufkommen kann, daß nur die erste Zahl maßgebend ist.

Glaubt eine Partei, daß die seitens des Schiedsanalytikers angewandte Methode oder Arbeitsweise Anlaß zur Beanstandung bietet, so kann sie mit dem Schiedsanalytiker dieserhalb in Verbindung treten und durch genaue Klarstellung der beiderseitigen Arbeitsweise, resp. durch Gegeneinanderarbeiten hinsichtlich desselben Musters eine Aufklärung herbeizuführen suchen. Prinzipiell aber soll eine derartige Arbeit nicht vorgenommen werden, um hinsichtlich eines Falles, in dem bereits die Schiedsanalyse erfolgt ist, eine Abänderung dieses Resultates herbeizuführen, sondern es soll an anderem analogen Material eine Klarstellung über etwaige Fehlerquellen und deren Vermeidung durchgeführt werden.

Außer durch verschiedenartige Ausführung der Analysen können natürlich auch Differenzen auf Grund von Verschiedenheiten der untersuchten Proben vorkommen. Dieser Fall ist sogar sehr viel häufiger, als man in der Regel annimmt. Zur Klarstellung dieser Frage ist natürlich auch eine Nachuntersuchung der Probe erforderlich, auf die sich das abgegebene Resultat der Schiedsanalyse bezieht. Diese bleibt aber dann doch maßgebend, falls nicht vor der Nachuntersuchung beide Parteien etwas anderes vereinbart haben.

Wird durch kritische Bearbeitung der Methoden in der oben angedeuteten Weise eine bisher unbekannte Fehlerquelle entdeckt, oder eine bestimmte Arbeitsweise als geeignet zur Erzielung gleichmäßiger und richtiger Ergebnisse festgelegt, so sollten, sofern es sich um konventionelle Methoden handelt, und die betreffenden Punkte als wesentlich zu betrachten sind, diese Erfahrungen publiziert werden.

Hat z. B. ein Chemiker bisher eine bestimmte Methode in einer gewissen Weise ausgeführt, so können Interessenten wissen, Resultate welcher Art sie zu erwarten haben, wenn sie ihm eine Schiedsanalyse übertragen. Würde derselbe ohne weiteres wesentliche Änderungen eintreten lassen, so würden die Resultate vielleicht wesentlich anders ausfallen, als die Parteien erwarten durften, als sie den betreffenden Chemiker als Schiedsanalytiker wählten. Ergibt sich bei der Nachprüfung von konventionellen Methoden, daß bei einer bestimmten Arbeitsweise das Resultat in einem bestimmten Sinne beeinflusst wird, daß aber keine der Vorschriften ein völlig einwandfreies Ergebnis liefert, so wird der Schiedsanalytiker, falls ihm die Wahl der Methode überlassen bleibt, die nach seiner Ansicht zuverlässigste Methode wählen. Sind aber die Parteien darüber einig, daß eine andere Methode zugrunde gelegt werden soll, so hat er natürlich diese anzuwenden. In diesem Falle ist die benutzte Methode im Attest anzugeben. Ein Beispiel in letzterer Hinsicht bietet z. B. die Analyse des essigsauren Kalks.³⁾

³⁾ Vgl. W. F r e s e n i u s und L. G r ü n h u t: Z. anal. Chem. 47, 597.

Ähnlich liegen auch die Verhältnisse bei weinsäurehaltigen Rohmaterialien.

Ich bin mir wohl bewußt, daß man hinsichtlich der im vorstehenden behandelten Fragen nicht alle Punkte und alle vielleicht einmal vorkommenden Fälle im voraus genau regeln kann, immerhin dürfte durch Aufstellung allgemeiner Prinzipien und Anerkennung derselben durch den internationalen Kongreß die Möglichkeit geschaffen werden, für viele Fälle, in denen zurzeit Meinungsverschiedenheiten herrschen, die durch solche geschaffenen Schwierigkeiten zu vermeiden.

Die Reinheit des aus Kaliumpermanganat und Salzsäure dargestellten Chlors.

Von S. JUDD LEWIS und E. WEDEKIND.

(Mitgeteilt von E. Wedekind.)

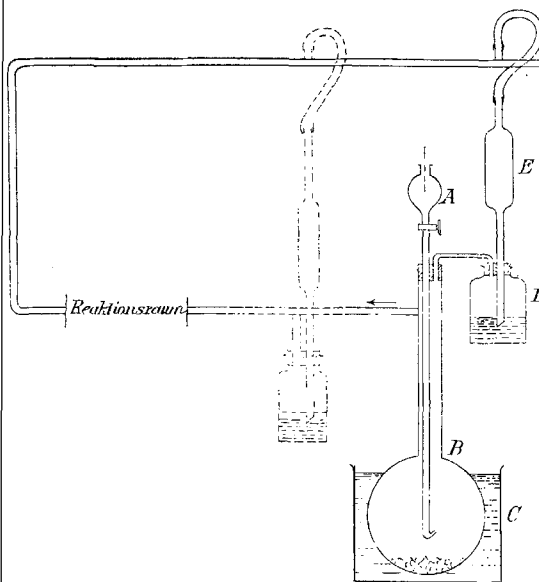
Eingeg. 9./2. 1909.

Gelegentlich einer analytischen Untersuchung von Zirkoniummetall, über welche demnächst berichtet werden soll, ergab sich die Notwendigkeit, über einen ganz konstanten Strom von reinem Chlor zu verfügen; im besonderen war es unerlässlich, Luft, Kohlendioxyd und andere sauerstoffhaltige Gase auszuschließen. Da die von uns für die angeordnete Untersuchung gewählte Versuchsanordnung an sich gestattete, die Bestandteile der Luft völlig fern zu halten, so erübrigte nur noch eine Prüfung des Chlorgases, das nach den verschiedenen üblichen Methoden gewonnen wird. Die gewöhnliche Methode, welche auf dem Erhitzen von Salzsäure mit Braunstein beruht, schien nicht in Frage zu kommen, da es bekanntlich schwierig ist, damit einen gleichmäßigen und regulierbaren Gasstrom zu erzielen. Dagegen erschien uns für unsere Zwecke die von C. Graebe¹⁾ angegebene Bereitungsweise sehr aussichtsvoll; dieselbe besteht in der Einwirkung von starker Salzsäure auf krystallisiertes Kaliumpermanganat. Die Methode hat den Vorzug, einen regelmäßigen Gasstrom zu liefern; auch gibt Graebe an, daß das so gewonnene Chlor frei von Chloroxyden sei. Da sich indessen aus der Mitteilung des genannten Forschers nicht entnehmen läßt, ob das aus Permanganat dargestellte Chlor auch frei von Spuren von Sauerstoff und Oxyden des Chlors ist, so erschien es angezeigt, in eine Prüfung nach dieser Richtung einzutreten, bevor das nach Graebe dargestellte Chlor zur Untersuchung des Zirkoniummetalls verwendet wurde.

Bevor wir die Methode unserer Prüfung und ihre Ergebnisse mitteilen, sei in Kürze die von uns für die Chlorbereitung gewählte Versuchsanordnung angegeben, welche im wesentlichen aus nachstehender Figur zu ersehen ist.

Salzsäure vom spez. Gew. 1,16 läßt man aus dem Tropftrichter A auf Permanganatkrystalle tropfen, welche sich in der Flasche B befinden, die

ihrerseits in der Schale C durch kaltes Wasser gekühlt wird. Die mit konz. Schwefelsäure beschickte Ventilflasche D wird durch Heben oder Senken der Pipette E betätigt. Beim Heben derselben entweicht das Gas durch die Pipette in die freie Luft, so daß der Gasstrom nicht mehr durch das eigentliche Ableitungsrohr fließt, vorausgesetzt, daß in demselben oder in dem sich anschließenden Reaktionsraum ein gewisser Widerstand vorhanden ist; beim Senken der Pipette in die Flüssigkeit kann das Gas nicht durch die Ventilflasche²⁾ hindurchgehen, aber wenn man sorgfältig die Höhe einstellt, wird jedes größere Anwachsen des Drucks in dem Ableitungsrohr bzw. im Reaktionsraum vermieden, da der Überschuß des Gases durch die Pipette entweicht. Auf diese Weise steht der Gasstrom unter völliger Kontrolle. Beim Schließen des Hahnes am Tropftrichter A hört die Entwicklung des Chlors ziemlich bald auf, aber niemals ganz, solange die Säure nicht völlig verzehrt ist. Wie bald das geschieht, hängt von dem Stande



der Reaktion und von der Substanzmenge ab, die zur Zeit des Abstellens des Säurezuflusses noch vorhanden war. Die für gewöhnliche Versuchszwecke geeigneten Mengen per Stunde sind 10–15 g Permanganat und so viel Salzsäure, als die gewünschte Geschwindigkeit des Gasstromes erfordert (40–80 cm). Auf diese Weise kann ein konstanter Chlorstrom ohne jede Unterbrechung erhalten werden, und zwar stets in der wünschenswerten Geschwindigkeit.

Die Reinheit des Chlors aus Permanganat konnte folgendermaßen nachgewiesen werden:

1. Wenn Chlorperoxyd, ClO_2 , in dem Gas vorhanden gewesen wäre, hätte die zum Trocknen des Chlors verwendete Schwefelsäure eine mehr oder weniger rötliche Farbe annehmen müssen; aber obwohl die reinste farblose Säure verwendet wurde, ließ sich in keinem Falle eine derartige Färbung,

²⁾ Die Ventilflasche kann auch — was ebenso bequem ist — mit Hilfe eines T-Rohres an das Ende des Gasentbindungsrohres angeschlossen werden, wie aus dem punktierten Teile der Figur zu ersehen ist. —

¹⁾ Berl. Berichte 35, 43–45 (1902).