

Das Verhalten hochsiedender Mineralöle bei der Erhitzung im Luft- und Dampfstrom.

Von F. SCHREIBER, Waldenburg, Schles.

Eingeg. 10.11. 1909.

Die wachsenden Anforderungen, die infolge der steigenden Bedeutung der Heißdampfmaschinen an hochsiedende Mineralöle gestellt werden, lassen den Wunsch laut werden, weitere Prüfungsverfahren auszuarbeiten, die einen Aufschluß über die praktische Verwendbarkeit dieser Öle geben. Ich erwähnte schon in meiner im Jahre 1905 in dieser Z. erschienenen Abhandlung „Über die Untersuchung von Verbrauchsmaterialien“ (diese Z. 18. 19 u. 20 [1905]), daß bei der Untersuchung von Zylinderölen die Prüfung auf Verdampfbarkeit bei der diesen Ölen in der Praxis ausgesetzten Temperatur einen wichtigen Anhaltspunkt über die Brauchbarkeit der Öle gibt. Es können Öle in ihrer sonstigen Beschaffenheit sehr wohl die Eigenschaften einer handelsüblichen Ware besitzen, ohne jedoch infolge ihrer verschiedenartigen Herkunft und Herstellung dieselbe Widerstandsfähigkeit gegen die im Dampfzylinder herrschenden Einflüsse zu zeigen. Über das Verhalten hochsiedender Mineralöle bei höheren Temperaturen habe ich weitere Versuche angestellt, deren Ergebnisse in folgendem niedergelegt sind. Bei der Prüfung bin ich von dem Standpunkte ausgegangen, die Untersuchung in allen Teilen nach Möglichkeit den praktischen Verhältnissen anzupassen und habe zu dem Zwecke einen Apparat hergestellt, in dem das Öl wie im geschlossenen Dampfzylinder von allen Seiten gleichmäßig erhitzt wird. Der Apparat, der in Fig. 1 abgebildet ist¹⁾, besteht aus dem inneren Verdampfungsraum, der von einem Hohlmantel umgeben ist, in dem die Heizflüssigkeit, am besten ein hochsiedendes Kompressoröl, mittels eines Bunsenbrenners auf die jeweilige Prüfungstemperatur gebracht wird. Die Temperatur des inneren Verdampfungsraumes wird durch ein hochgradiges Thermometer a kontrolliert. Zur Aufnahme des Untersuchungsmaterials verwende ich Kulturschalen aus Glas von 80–85 mm Durchmesser und 20 mm Höhe, die auf dem ausziehbaren durchlochten Boden b eingesetzt werden. Die Ein-

satzöffnung c des Apparates ist zur Vermeidung von Abkühlung möglichst niedrig gehalten und zur Erzielung eines dichten Abschlusses mit einer Dichtungsfläche d versehen. In die Einsatzöffnung paßt der innen hohle, mit Isoliermasse ausgefüllte Verschußdeckel e, der mittels der Bügelschrauben f auf die mit einem Asbestring abgedichtete Fläche d aufgepreßt werden kann. Die obere Fläche des Apparates hat sechs gleichmäßig verteilte Öffnungen o, die mit dem inneren Verdampfungsraum in Verbindung stehen und zum Abzug

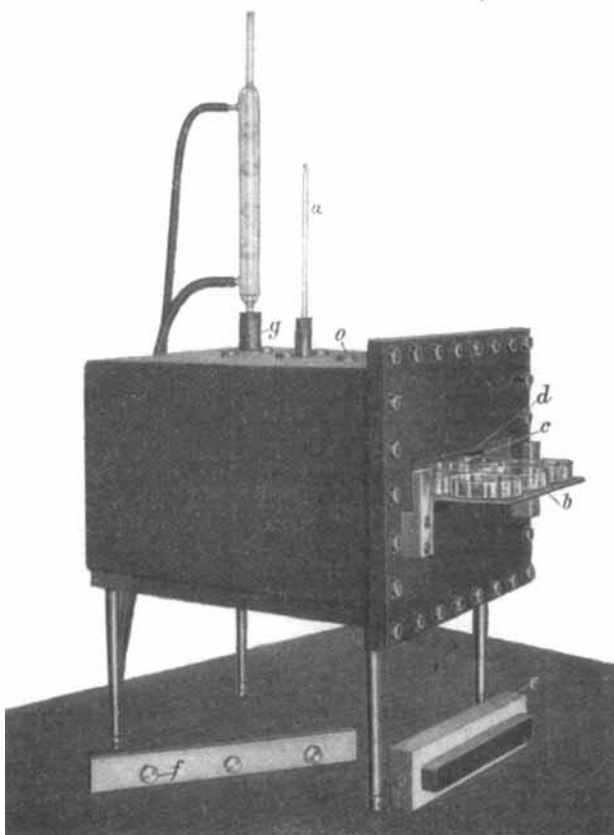


Fig. 1.

der Öldämpfe, sowie zum Ein- und Ableiten von Wasserdampf oder sonstigen Gasen während der Erhitzung dienen. Zum Einfüllen der Heizflüssigkeit in den Hohlmantel ist die Öffnung g gelassen, die mit einem Stutzen versehen ist und zur Aufnahme eines Dephlegmators während des Versuches dienen kann.

Bei Verwendung eines bereits vorhergenannten hochsiedenden Kompressoröls mit einem Flammpunkt von 290–300° ist der Dephlegmator entbehrlich, da bei einer einigermaßen genauen Einstellung des Brenners und bei konstantem Gasdruck

¹⁾ Die Anfertigung des Apparates haben die Ver. Fabriken für Laboratoriumbedarf in Berlin, Scharnhorststr. 22, übernommen.

die Temperaturdifferenz nicht mehr als 2° über oder unter der Versuchstemperatur beträgt. Der ganze Apparat, der gegen Abkühlung von außen zweckmäßig mit einem Asbestmantel h (s. Fig. 3) umgeben wird, ruht auf dem Untergestell i, mittels dessen der Apparat durch die Stellschrauben k in stets horizontaler Lage gehalten werden kann. Hierdurch wird eine ev. ungleichmäßig hohe Flüssigkeitsschicht in den Kulturschalen, die auf die Verdampfbarkeit und das sonstige Verhalten des Öles von Einfluß ist, vermieden.

Für den Versuch, den man zweckmäßig 16 bis 24 Stdn. gehen läßt, werden in jede Schale 10 g des zu prüfenden Öles abgewogen, welche Menge sich auf die weite Fläche der Schale in dünner Schicht verteilt. Es soll hierdurch soweit als möglich den praktischen Verhältnissen Rechnung getragen werden, wo ja auch das Öl in dünner Schicht der Temperatur ausgesetzt ist. Das chemische und physikalische Verhalten eines Öles bei der Erhitzung ist abhängig von der Höhe der Temperatur und der Höhe der dieser Temperatur ausgesetzten Ölschicht.



Fig. 2.

Ich gebe zunächst einige Resultate aus einem in dem vorher beschriebenen Apparat vorgenommenen Verdampfungsversuch eines gewöhnlichen Dampfzylinderöles folgender Beschaffenheit:

Versuch I

Spez. Gewicht bei 15°	= 0,911
Viscosität bei 150°	= 2,00
Flammpunkt } im offenen Tiegel, ohne	= 310°
Brennpunkt } Korrektur	= 355°
Säurezahl	= 0,12
Fette Öle	= frei
Asphaltartige } in Benzin unlöslich	= 0,08%
Stoffe } in Alkohol und Äther 1:2	
	unlöslich = 1,25%

Das Öl wurde 24 Stdn. bei 200° erhitzt und zeigte nach der Erhitzung folgendes Verhalten:

Versuch II.

Verdampfung	0,58%
Asphaltartige d. h. in Benzin unlöslich Stoffe vor dem Erhitzen	0,08%
nach dem Erhitzen	0,79%
in heißem Benzol unlöslich	0,42%
sonstige Beschaffenheit: Das Öl zeigte keine merkliche Veränderung	

Dasselbe Öl nach 24stündiger Erhitzung auf 280°:

Versuch III.

Verdampfung	22,70%
-----------------------	--------

Asphaltartige d. h. in Benzin unlöslich Stoffe vor dem Erhitzen	0,08%
nach dem Erhitzen	19,48%
in heißem Benzol unlöslich	17,49%
sonstige Beschaffenheit: Das Öl zeigte eine feste schwarzglänzende Masse von pergamentartiger Beschaffenheit (s. Fig. 2).	

Ein zur Schmierung von Grubenkompressoren für Herstellung komprimierter Luft von 7 Atm. verwendetes und sich im Betriebe sehr gut bewährendes Kompressoröl folgender Zusammensetzung:

Versuch IV.

Äußere Beschaffenheit = hellbraun, dünnflüssig, fluoreszierend.	
Spez. Gewicht bei 15°	= 0,890
Viskosität bei 20°	= 2,22
„ „ 50°	= 25,9
„ „ 100°	= 3,92
Flammpunkt } im offenen Tiegel ohne	= 298°
Brennpunkt } Korrektur	= 344°
Wasser	= frei
Säurezahl	= 0,07
Fette Öle	= nicht vorhanden
Asphaltartige d. h. in Benzin unlöslich Stoffe in Alkoholäther 3:4	= nicht vorhanden
in Alkoholäther 1:2	= nicht vorhanden
in Benzin	= nicht vorhanden
Mech. Verunreinigungen	= keine

zeigte nach 24stündigem Erhitzen auf 200° folgende Beschaffenheit:

Verdampfung	= 1,90%
Asphaltartige d. h. in Benzin unlöslich Stoffe in Alkoholäther 3:4	= nicht vorhanden
in Alkoholäther 1:2	= 0,31%
in Benzin	= nicht vorhanden
sonstige Beschaffenheit	= zähflüssig, stark nachgedunkelt.

Von einer Betriebsstelle wurden Klagen über das dort seit einiger Zeit verwendete Heißdampfzylinderöl laut. Das Öl war sehr unsparsam im Gebrauch und trotz reichlicher Schmierung lief der Kolben im Zylinder fast trocken. Die Temperatur vor dem Zylinder betrug 250°. Das Öl hatte folgende Beschaffenheit:

Versuch V, Öl Nr. 1.

Spez. Gew. bei 15°	= 0,904
Viscosität bei 150°	= 2,05
Flammpunkt } im offenen Tiegel und	= 317°
Brennpunkt } ohne Korrektur	= 362°
Säurezahl	= 0,08
Fette Öle	= frei
Asphaltartige } in Benzin unlöslich	= 0,16%
Stoffe } in Alkoholäther 1:2 un-	
	löslich = 1,07%

Ein anderes Öl, das vorher an derselben Stelle geschmiert worden war und das zu Klagen keine Veranlassung gegeben hatte, zeigte folgende Beschaffenheit:

Versuch VI. Öl Nr. 2.

Spez. Gew. bei 15°	= 0,905
Viscosität bei 150°	= 2,30
Flammpunkt	} im offenen Tiegel und — 331° ohne Korrektur = 372°
Brennpunkt	
Säurezahl	= 0,12
Fette Öle	= frei
Asphaltartige	} in Benzin unlöslich = 0,04% in Alkoholäther 1 : 2 un- löslich = 0,54%
Stoffe	

Wenn auch aus dem höheren Flammpunkt und der höheren Viscosität in diesem Falle auf eine bessere Qualität des Öles Nr. 2 geschlossen werden konnte, so gibt doch ein weit besseres Vergleichsbild der Verdampfungsversuch beider Öle während 16 Stdn. und bei 250°

Versuch VII.

	Heißdampföl 1	Heißdampföl 2
Verdampfung . .	13,60%	8,78%
vor dem Erhitzen . .	0,16%	0,08%
nach dem Erhitzen .	10,80%	5,13%
in heißem Bensol unlöslich	Der größte Teil unlöslich, quantitativ nicht bestimmt	4,04%
sonstige Beschaffenheit:	Das Öl war fest von pergamentartiger Beschaffenheit wie Fig. 2	Das Öl zeigte eine zähe Masse von teigartiger Beschaffenheit

Wir sehen, daß das Öl Nr. 1 neben der höheren Verdampfung auch eine erheblich höhere Neigung zur Asphaltbildung, d. h. zur Bildung von in Benzin unlöslichen Stoffen hat. Der größte Teil dieses Asphaltes, wenn man ihn noch so nennen will, ist, wie auch die Untersuchungsergebnisse des erhitzten gewöhnlichen Dampfzylindersöles zeigen, in heißem Benzol unlöslich, also von verkohlungsartiger Beschaffenheit.

Von drei weiteren Heißdampfzylinderölen besonders guter Qualität sind in gleicher Weise Versuche angestellt worden, und zwar bei einer Temperatur von 280°.

Versuch VIII.

	Heißdampföl Nr. 3	Heißdampföl Nr. 4	Heißdampföl Nr. 5
Verdampfung 16 Std. bei 280° C	1,15%	3,66%	1,35%
Asphaltartige d. in Benzol unlösliche Stoffe vor dem Er- hitzen	0,05%	0,64%	0,05%
nach dem Erhitzen	1,26%	1,84%	1,28%
in heißem Benzol unlöslich . .	1,02%	1,46%	0,98%
sonstige Beschaf- fenheit:	flüssig ohne merkliche Veränderung	flüssig ohne merkliche Veränderung	flüssig ohne merkliche Veränderung

In ihrer Originalbeschaffenheit hatten diese Öle folgende Eigenschaften:

Versuch IX.

	Heiß- dampföl Nr. 3	Heiß- dampföl Nr. 4	Heiß- dampföl Nr. 5
Spez. Gewicht bei 15° =	0,906	0,916	0,908
Viskosität bei 100° =	6,24	6,32	7,00
„ „ 150° =	2,34	2,34	2,51
Flammpunkt } im off. Tie- Brennpunkt } gel u. ohne	= 338°	319°	332°
	= 382°	374°	378°
Fette Öle	= frei	frei	frei
Asphalt- } i. Benzin unlös- in Alkohollös- art. Stoffe } 1 : 2 unlöslich	= 0,05% 1,59%	0,64% 1,65%	0,05% 2,29%

Auch die äußere Beschaffenheit der Öle nach dem Erhitzen zeigte verschiedenartigen Charakter. Während die Öle 3—5 mit niedriger Verdampfung und Asphaltbildung ihre Beschaffenheit nicht geändert hatten, also flüssig geblieben waren, bildete das Öl 2 eine zähe Masse von teigartiger Beschaffenheit, und das Öl 1 eine feste, pergamentartige Masse. Aus den Versuchen geht ferner hervor, daß aus der Höhe des Flammpunktes und der Viscosität eines Öles nicht immer auf die Höhe des Verdampfungsgrades geschlossen werden kann. Während Öl 2 bei 250° 8,78% Verdampfung hatte, zeigt Öl 5 von fast gleichem Flammpunkt, oder Öl 3 von fast gleicher Viscosität bei einer gleich lang dauernden 30° höheren Erhitzung nur 1,35% bzw. 1,15% Verdampfung. Auch die äußere Beschaffenheit von Öl 2 war nach der Erhitzung eine ganz andere. Es muss also für die Bewertung der Öle die Prüfung derselben auf Verdampfbarkeit in jedem Falle zweckmäßig sein.

Zur Aufklärung der Asphaltbildung oder Anreicherung des Asphalts sowie der Frage, wie weit eine solche für unter Dampf schmierende Öle in Betracht kommt, sind mit dem Apparat entsprechende weitere Versuche angestellt worden, und zwar mit einem Öl folgender Beschaffenheit:

Versuch X.

Spez. Gew. bei 15°	=	0,9008
Viscosität bei 100°	=	5,66
Viscosität bei 150°	=	2,10
Flammpunkt } im offenen Tiegel	=	318°
Brennpunkt } und ohne Korrektur	=	371°
Fette Öle	=	frei
Asphaltartige } in Benzin unlöslich	=	0,07%
Stoffe } in Alkoholäther 1 : 2 unlöslich	=	0,61%

Der erste Versuch wurde 24 Stdn. bei 280° in einem getrockneten Luftstrome vorgenommen, in der Weise, daß bei l (s. Fig. 3) durch ein gabelförmiges Rohr nach Vorschaltung eines Chlorcälciumturmes Luft durchgeleitet wurde, die durch die beiden am Ende des Verdampfungsraumes angebrachten Röhrehen m und n mit den Öldämpfen wieder entweicht. Vor dem Chlorcälciumturm sind noch 3 Wulfsche Fläschchen eingeschaltet, von denen 2 Stück zur Beobachtung und Regulierung des Gasdurchganges mit Schwefelsäure gefüllt waren.

Um ein ev. Mitreißen von Öl zu vermeiden, läßt man das gabelförmige Eintrittsrohr 1 unterhalb des durchlochten Zwischenbodens, worauf die Schalen stehen, münden. Die beiden mittleren Öffnungen des Verdampfungsraumes werden mittels Korken

dicht verschlossen. Nach dem Erhitzen zeigte das Öl folgende Beschaffenheit:

Versuch XI (Luftstrom).

Verdampfung	
24 Std. bei 280°	19,15%
vor dem Erhitzen .	0,07%
nach dem Erhitzen .	15,10%

in heißem Benzol unlösl. 13,53%

sonstige Beschaffenheit: Das Öl bildete nach dem Erhitzen eine feste pergamentartige Masse Fig. 2.

Der Versuch XI wurde in gleicher Weise mit demselben Öl im Kohlensäurestrom vorgenommen. Die Versuchsanordnung ist aus Fig. 3 ersichtlich. Nach dem Erhitzen hatte das Öl folgende Beschaffenheit:

Versuch XII (CO₂-Strom).

Verdampfung	
24 Std. bei 280°	5,30%
vor dem Erhitzen .	0,07%
nach dem Erhitzen .	0,99%

in heißem Benzol unlösl. 0,23%

sonstige Beschaffenheit: Das Öl war flüssig ohne merkliche Veränderung.

Der Versuch XII wurde mit demselben Öl im Dampfstrom vorgenommen, und zwar in der Weise, daß aus einer Leitung von 7 Atm. Dampfspannung ein Dampfstrom direkt in den Apparat eingeleitet wurde, in einer Stärke, daß der Verdampfungsraum unter einem Druck von 20–30 mm Wassersäule stand. An Stelle des gabelförmigen Eintrittsrohres aus Glas wurde ein gleichförmiges Rohr aus Kupfer von 9 mm Durchmesser verwendet, das ebenfalls unterhalb des durchlochten Zwischenbodens im Verdampfungsraum mündete. Nach Beendigung des Versuches zeigte das Öl folgendes Verhalten:

Versuch XIII (Dampfstrom).

Verdampfung	
24 Std. bei 280°	15,31%
vor dem Erhitzen .	0,07%
nach dem Erhitzen .	0,16%

in heißem Benzol unlösl. vollkommen löslich
sonstige Beschaffenheit: flüssig ohne merkliche Veränderung.

Dieser Versuch wurde in derselben Weise mit den bereits erwähnten Heißdampfölen Nr. 3–5 wiederholt und ergab folgende Resultate:

Versuch XIV (Dampfstrom).

	Heißdampföl 3	Heißdampföl 4	Heißdampföl 5
Verdampfung			
24 Std. bei 280°	11,22%	14,67%	9,28%
vor dem Erhitzen .	0,05%	0,64%	0,05%
nach dem Erhitzen .	0,06%	0,66%	0,07%
in heißem Benzol unlösl.	vollkommen löslich	vollkommen löslich	vollkommen löslich
sonstige Beschaffenheit:	flüssig ohne merkliche Veränderung	flüssig ohne merkliche Veränderung	flüssig ohne merkliche Veränderung

Wenn die Versuche X–XIV miteinander verglichen werden, so fällt bei Versuch X im Luftstrom gegenüber den anderen Versuchen der hohe Gehalt an in Benzin unlöslichen Stoffen auf. Dieser Gehalt wird im CO₂-Strom um rund 93% reduziert, und im Dampfstrom ist eine nennenswerte Anreicherung des Asphaltes nicht wahrzunehmen, da die Versuchswerte innerhalb der Fehlergrenze liegen.

Es sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß die meistens geringen Mengen Sauerstoff, welche bei Frischwasserverwendung im Dampf infolge des im Wasser gelösten Sauerstoffs enthalten sein können, zweckmäßig durch entsprechende Vorwärmung des Kesselspeisewassers mit Abdämpfen entfernt werden. Die geringe Anreicherung der in Benzin unlöslichen Stoffe beim Versuch im CO₂-Strom führe ich auf den noch vorhandenen Sauerstoffgehalt der verwendeten CO₂ zurück, der nach Feststellung 0,25% betrug.

Die Versuche lassen darauf schließen, daß die Asphaltbildung, d. h. die Anreicherung der in Benzin unlöslichen Stoffe, nur auf eine oxydierende Wirkung zurückzuführen ist, und Polymerisationserscheinungen hierbei nicht in Frage kommen. Da auch unter Druck bei höherer Temperatur im Dampfstrom eine Bildung oder Anreicherung von Asphaltstoffen nicht stattfindet, wie ich durch entsprechend vorge-

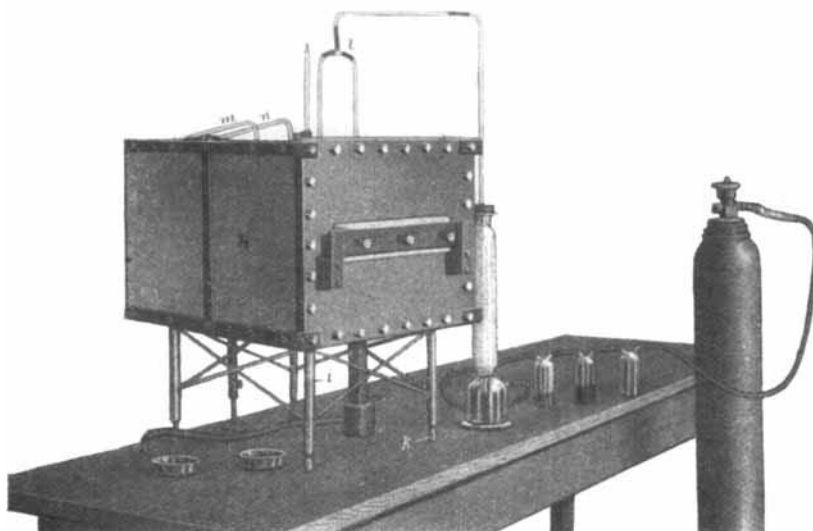


Fig. 3.

nommene Versuche in einem Autoklaven mit überhitztem Dampf von $7\frac{1}{2}$ Atm. Spannung festgestellt habe, so ergibt sich, wie auch Versuch XIII und XIV zeigen, weiter, daß der Bildung oder Anreicherung der in Benzin unlöslichen asphaltartigen Stoffe bei den unter Dampf schmierenden Ölen keine wesentliche Bedeutung beizumessen ist, und daß hier die Verdampfbarkeit selbst schon eine genügende Aufklärung über die zweckmäßige Verwendung des Öles gibt. Dagegen wird bei solchen Ölen, die bei hochgradigen Temperaturen mit oxydierenden Gasen in Berührung kommen, wie Kompressorölen, die Untersuchung nach Versuch IV mit nachheriger Bestimmung der asphaltartigen Stoffe einen wichtigen Aufschluß über die praktische Verwendbarkeit geben.

[A. 212.]

Über die Albertsche Methode zur Bestimmung der Bodenacidität.

Von Dr. H. SÜCHTING und Dr. TH. ARND.

(Mitteilung aus dem Laboratorium II der Moor-Versuchstation Bremen.)

(Eingeg. d. 1./11. 1909.)

In Heft 12¹⁾ dieser Z. teilt Albert eine neue Methode zur Bestimmung der Bodenacidität mit, die sich durch ihre Einfachheit auszeichnet. Die Methode besteht darin, daß der Boden, in Wasser aufgeschlämmt, mit einem Überschuß an neutralem Ammoniumsalz und einer bestimmten Menge titrierter Barytlauge der Destillation unterworfen wird. Dabei setzt der Rest der Barytlauge, der nicht zur Neutralisation von Bodensäuren verbraucht wird, eine äquivalente Menge Ammoniak in Freiheit, das nach dem Abdestillieren und Auffangen in titrierter Schwefelsäure bestimmt wird. Durch einfache Umrechnung findet man den Anteil Barytlauge, der den Bodensäuren äquivalent ist, und somit ein Maß für diese selbst.

Nach den vorliegenden, allerdings nicht gerade umfangreichen Versuchen von Albert scheint die Methode recht brauchbar zu sein, sie ergibt auch eine genügende Übereinstimmung in den Resultaten mit der neuen Methode Tacke-Süchting. Indessen erschienen uns die wenigen Versuche Alberts doch kein ausreichendes Beweismittel für die Güte der Methode zu sein, um so weniger, als theoretische Bedenken verschiedener Natur nicht von der Hand zu weisen waren.

Leider hat sich auch im Verlauf der von uns angestellten Nachprüfung ergeben, daß die Albertsche Methode aus verschiedenen Gründen nicht brauchbar ist.

Zunächst ist von chemischem Standpunkte die Verwendung von Ammoniumsalzen in der Siedehitze bei Benutzung von Titerlösungen sehr bedenklich, weil diese Salze einer mehr oder minder starken, dauernden Zersetzung unterliegen. Es muß deshalb fraglich sein, ob bei einer Destillation von überschüssigem Ammoniumsalz mit titrierter Lauge auch wirklich nur eine der Lauge äquiva-

lente Menge Ammoniak und nicht mehr überdestilliert.

Die Albertschen Versuche über diese Frage besagen allerdings, daß keine Zersetzung des Ammoniumchlorids, das er verwendet, eintritt. Doch konnten hier besondere Umstände die Zersetzung verhindern und diesen Umständen mußte nachgespürt werden.

Die von uns durchgeführten Versuche ergaben nun folgendes Resultat:

Bei einer halbstündigen Destillation von 200 ccm einer 5%igen Chlorammoniumlösung mit 50 ccm titrierter Barytlauge bei einer Vorlage von 50 ccm Schwefelsäure wurde zurücktitriert mit derselben Barytlauge:

53,5

53,5

53,3

53,4 im Mittel 53,4 ccm

53,3

53,3

Direkte Titration von Säure mit Lauge ergibt:

50 ccm Schwefelsäure = 103,4 ccm Barytlauge, demnach nach Abzug der bei der Destillation verwendeten 50 ccm Barytlauge:

103,4 — 50 = 53,4 ccm.

Dieses Resultat stimmt also mit dem Albertschen vollkommen, und es hat den Anschein, als ob eine Zersetzung von Chlorammonium für sich nicht stattfindet, da man sonst bei der Destillation einen niedrigeren Wert bei dem Titrieren der destillierten Lösung als durch direkte Titration von Säure mit Lauge erhalten müßte.

Destilliert man nun 25 Minuten lang 10 g Chlorammonium mit 200 ccm Wasser für sich allein in 50 ccm Schwefelsäure hinein, so erhält man bei nachheriger Titration mit Barytlauge die Werte:

102,45

102,35

102,25 im Mittel 102,35

102,3

Die direkte Titration dagegen ergab, wie oben:

50 ccm Säure = 103,4 ccm Lauge.

Differenz demnach 1,05 ccm Lauge. Eine diesem Werte entsprechende Zersetzung von Ammoniumsalz ist also eingetreten.

Nach diesem Versuche konnte das Albertsche ebenso wie unser obiges Resultat, bei dem keine Zersetzung stattfand, nur durch Dissoziationserscheinungen seine Erklärung finden. Das sich sofort bildende Chlorbarium mußte eine Zersetzung des überschüssigen Chlorammoniums verhindern. Das Gleiche mußte zu erreichen sein, wenn man Chlorammonium mit Chlorbarium zusammen der Destillation unterwarf. Bei einer Destillation von 10 g Chlorammonium in 200 ccm Wasser mit einer Menge Chlorbarium, die der zugegebenen Barytlauge (50 ccm) äquivalent ist, = 1,08 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, wurde zurücktitriert für 50 ccm Schwefelsäure:

101,0

101,2 ccm Barytlauge im Mittel 101,2 ccm

101,4

Direkte Titration ergab: 50 ccm Schwefelsäure

¹⁾ Diese Z. 22, 533 u. f. (1909).