10. *Über die Dampfspannungen von flüssigem Ammoniak; von Otto Brill.*

I. Experimenteller Teil.

Für die Dampfdrucke von Ammoniak liegen bisher Messungen von Faraday, Regnault, Pictet und Blümcke vor. Faraday¹⁾ hat nur einige Beobachtungen zwischen $-17,8^{\circ}$ und $29,4^{\circ}$ gemacht; Regnault²⁾ hat diese Dampfdrucke sehr eingehend zwischen -30° und $+100^{\circ}$ gemessen, während Pictet³⁾ für das Intervall von -30° bis $+50^{\circ}$ eine mit Regnault fast vollständig übereinstimmende Tabelle gibt. Schließlich hat Blümcke⁴⁾ vier Messungen bei $-18,5$ bei 0° , $+34,0^{\circ}$ und $+63,5^{\circ}$ vorgenommen, die sich in die Regnaultschen Zahlen gut einreihen lassen.

Unterhalb des Siedepunktes lagen bis jetzt keine Beobachtungen des Dampfdruckes vor, wenngleich gerade die niedrigeren Drucke eine exaktere Prüfung der Dampfdruckformeln gestatten und auch praktisch von größerem Interesse zu sein scheinen.

Für die Messung sehr niedriger Dampfspannungen bietet die dynamische Durchleitungsmethode wesentliche Vorteile gegenüber der statischen. Sie beruht im wesentlichen darauf, daß eine gemessene Menge eines indifferenten Gases durch die Flüssigkeit oder durch die Schichte der festen Substanz ge-

1) M. Faraday, Phil. Trans. 135. p. 155. 1845.

2) V. Regnault, Mém. de l'Académ. des Sciences 26. p. 608. 1862. Unter den im „Dictionnaire de Chimie“ par Wurtz, Bd. I abgedruckten niedrigeren Zahlen, die offenbar auf früheren Berechnungen Regnaults beruhen, sind auch drei aber offenbar unrichtige Werte unter -30° angegeben, die in der späteren Tabelle nicht wiederholt sind.

3) J. C. E. Pictet, Nach Landolt-Börnsteins Tabellen 3. Aufl.

4) A. Blümcke, Wied. Ann. 34. p. 10. 1888.

schiekt wird und die mitgeführte Substanzmenge bestimmt wird. Durch Anwendung von maÑanalytischen oder kalorimetrischen Verfahren zur Bestimmung dieser Substanzmenge kann diese Methode leicht bis zu Dampfdrucken von einigen Tausendstel Millimetern hinab verwendbar gemacht werden. Im vorliegenden Fall wurde zunächst diese Methode angewandt, um aber später, als sich herausstellte, daß der Dampfdruck des Ammoniaks einige Grade unter dem Erstarrungspunkt schon über 30 mm betrug, also statisch recht gut meÑbar war, zugunsten der statischen Methode verlassen zu werden. Immerhin sollen im folgenden auch diese ersten Versuche beschrieben werden, da die Versuchsanordnung wohl auch für ähnliche Bestimmungen brauchbar sein dürfte.

Die SättigungsgefäÑe, nach Art der üblichen Waschflaschen geformt, befanden sich in einem Bad, das, aus einem Brei von fester Kohlensäure und Äther bestehend, erlaubte, die Temperatur bis auf 0,1 bis 0,2° nahezu stundenlang konstant zu halten. Ein langsamer Strom von reinem Wasserstoff, der durch konzentrierte Schwefelsäure und Phosphorpentoxyd getrocknet war, passierte die SättigungsgefäÑe, worin sich das Ammoniak befand, und nach dem Austreten aus demselben noch zwei AbsorptionsgefäÑe, die mit einer gemessenen Menge 0,1 n.-Schwefelsäure gefüllt wurden. Der Wasserstoff wurde elektrolytisch aus 10 proz. Natronlauge entwickelt; indem der Entwicklungsstrom mit einem sorgfältig geeichten Ampèremeter gemessen wurde, konnte die Menge des durch den Apparat geschickten Gases genau festgestellt werden. Die Verbindungen waren unter Vermeidung von Kautschukschläuchen sämtlich durch Verschmelzen oder durch Glasschliff und Quecksilberdichtung hergestellt.

Was die Herstellung des flüssigen bez. festen Ammoniaks betrifft, so wurde es in *einer* Reihe von Versuchen aus dem käuflichen komprimierten Ammoniak durch sorgfältige Reinigung mit einem Apparat, der im Prinzip dem von Franklin und Kraus¹⁾ entspricht, hergestellt, in anderen Versuchen aber aus gebranntem Kalk und reinstem Chlorammonium,

1) W. S. Franklin u. Kraus, Am. Chem. Journ. 23. p. 279. 1900.

wobei das Gas in gleicher Weise, wie dies Frenzel¹⁾ angibt, gereinigt wurde. In allen Fällen wurde das Ammoniak in eine Reihe von miteinander verschmolzenen Glasgefäßen 3 bis 4 mal umdestilliert und fraktioniert, um so auch die letzten Spuren von organischen Pyridin- und Aminverbindungen zu entfernen.

Das so gereinigte Ammoniak konnte schließlich mit Hilfe eines Dreiweghahnes direkt in die Sättigungsgefäße destilliert und hier kondensiert werden. In das Sättigungsgefäß war ein Glasrohr eingeschmolzen, in dem sich ein Thermoelement aus Eisen-Konstantan befand. Die Temperaturmessung erfolgte mit Hilfe dieses Thermoelementes, das an ein Millivoltmeter angeschlossen war. Die Angaben desselben wurden durch Vergleich mit einem von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeichten Pentanthermometer an das Wasserstoffthermometer angeschlossen. Zur Kontrolle wurde noch mit Hilfe des Thermoelementes der von Archibald u. McIntosh²⁾ sehr genau bestimmte Schmelzpunkt von reinstem Chloroform ($-63,2^{\circ}$) gemessen und in guter Übereinstimmung zu $-63,1^{\circ}$ erhalten. — Die Temperatur des Äther-Kohlensäurebades wurde, um die Konstanz zu kontrollieren, jeweilig durch das Pentanthermometer festgestellt.

Die aus dem festen Ammoniak mitgeführte Menge Ammoniak wurde in der $\frac{1}{10}$ Normalschwefelsäure aufgefangen und der Überschuß der Säure durch $\frac{1}{20}$ Normalbarytwasser mit Nitrophenol als Indikator zurücktitriert. Ist dann b der Barometerstand während der Versuche, a die Stromstärke in Ampère des Entwicklungsstromes, z die Zeitdauer in Minuten und c die für die Titration der mitgeführten NH_3 -Menge verbrauchten Kubikzentimeter $n/10 \text{ H}_2\text{SO}_4$, so ist nach bekannten Formeln der Dampfdruck

$$p = \frac{b \cdot c \cdot 0,0001}{\alpha \cdot a \cdot 0,0003105 + c \cdot 0,0001}.$$

Die Tab. 1 gibt die Versuchsergebnisse wieder.

1) K. Frenzel, Zeitschr. f. Elektrochem. 6. p. 485. 1900.

2) E. H. Archibald u. McIntosh, Journ. Am. Chem. Soc. 26. p. 305. 1904.

Tabelle 1.

Temperatur	α	α	b	$c \text{ cm}^3 \frac{n}{10} \text{ H}_2\text{SO}_4$	$p \text{ mm Hg}$
-79,3	0,32	210	745,0	10,50	35,9
-79,2	0,38	115	753,0	6,91	36,7
-79,2	0,41	177	762,4	11,42	36,9
-79,0	0,55	100	751,0	8,65	36,4
-79,2	0,61	120	755,6	11,64	37,1
Mittel					36,6

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, wurde schließlich vollständige Sättigung erreicht, da sich für ein Geschwindigkeitsintervall von 0,3—0,6 Amp. die prozentuell mitgeführte Menge NH_3 nicht ändert. Es ist also der Dampfdruck des Ammoniaks bei der Mitteltemperatur von $-79,2:36,5 \text{ mm Hg}$.

Bei dieser Temperatur ist aber Ammoniak schon fest. Um die Dampfdruckformeln für ein möglichst weites Intervall zu prüfen, schien es also erforderlich bei höheren Temperaturen zu arbeiten. Da es nun einerseits sehr schwierig ist, Temperaturbäder zwischen -79° und -30° mehrere Stunden lang vollkommen konstant zu halten, andererseits die nach den obigen Ergebnissen zu erwartenden höheren Drucke auch statisch bequem gemessen werden können, wurden die folgenden Versuche nach der statischen Methode vorgenommen.

Den verwendeten Glasapparat gibt die nebenstehende Figur wieder. Das Gefäß b , in welches das Ammoniak direkt aus den Fraktioniergefäßen durch das Natronkalkrohr c hineindestilliert wurde, war an ein einseitig geschlossenes hohes Quecksilbermanometer angeschmolzen. d ist ein dünnwandiges Glasrohr, das in die in b befindliche

Flüssigkeit bis nahe an den Boden reicht und zur Aufnahme des Thermoelementes bestimmt ist. Nachdem das Ammoniak in *b* hineindestilliert worden war, wurde bei *e* zugeschmolzen und der Apparat, während sich *b* in flüssiger Luft befand, bei *f* an die Pumpe angesetzt und bis auf einige Hundertstel Millimeter ausgepumpt. Indem man dann das Gefäß gegen die Pumpe zu abschloß, die Temperatur bis etwa -25° steigen ließ, sodann nach dem Abkühlen abermals auspumpte und diese Operation wiederholte, wurde erreicht, daß der ganze Apparat mit Ammoniak gefüllt war und die Luft vollständig daraus vertrieben wurde. Schließlich ließ man noch einen Teil des Ammoniaks, während *b* auf -75° gebracht wurde, zur Pumpe zu verdampfen und schmolz dann den Apparat bei *f* zu.

Die Beobachtungen wurden so vorgenommen, daß, sobald die Temperatur in *b* konstant geworden war und das Quecksilber im Manometer nicht mehr stieg, der Stand desselben mit Hilfe eines Fuessschen Kathetometers auf einige Hundertstel Millimeter genau abgelesen wurde. Die Temperaturen zwischen -80° und $-77,5^{\circ}$ konnten durch Kohlensäure-Äthergemische leicht hergestellt werden. Dagegen ist es ziemlich schwierig, Temperaturen zwischen $-77,5^{\circ}$ und -30° auch nur kürzere Zeit konstant zu halten. Ich erhielt schließlich mit Hilfe folgender Versuchsanordnung Temperaturbäder, die einige Minuten bis auf etwa $0,1^{\circ}$ genau konstant gehalten werden konnten¹⁾: Ein versilbertes Dewargefäß von ca. 12 cm innerem Durchmesser wurde mit absolutem Alkohol gefüllt und dieses Bad mittels eines Glasrührers mit einem Elektromotor sehr kräftig durchgerührt. In den Alkohol konnte direkt aus einer der gebräuchlichen Versandflaschen flüssige Luft hineingepumpt werden. Da dieses Bad gegen Wärmeverluste gut geschützt war, erfolgte die Wärmeabgabe nach außen nur sehr langsam und konnte leicht durch kontinuierliches, tropfenweises Zupumpen von flüssiger Luft kompensiert werden.

Tab. 2 gibt die Mittelwerte einer Anzahl von untereinander gut übereinstimmenden Versuchsreihen an. Der dynamisch

1) Eine ähnliche Versuchsanordnung beschrieben inzwischen Steele, Archibald u. McIntosh, Zeitschr. f. physik. Chem. 55. p. 129. 1906.

gemessene Wert des Dampfdruckes bei $-79,2^{\circ}$ reiht sich in die statisch gemessenen Werte gut ein.

Tabelle 2.

t	absolute Temp.	Beob. p korr. mm Hg	interpoliert p	t	absolute Temp.	Beob. p korr. mm Hg	interpoliert p
-80,0	193,0	35,2	—	-59,5	213,5	172,4	—
-79,0	194,0	38,0	—	-56,5	216,5	210,0	—
-77,6	195,4	44,1	—	-54,4	218,6	239,5	—
-75,1	197,9	51,8	—	-50,7	222,3	309,3	—
-72,7	200,3	62,5	—	-50,0	223,0	—	323,3
-70,4	202,6	74,9	—	-46,2	226,8	403,5	—
-70,0	203,0	—	77,2	-45,0	228,0	437,1	—
-68,8	204,7	87,5	—	-41,5	231,5	521,9	—
-64,4	208,6	116,0	—	-40,0	233,0	—	568,1
-62,8	210,2	136,0	—	-39,8	233,2	568,2	—
-60,8	212,2	157,6	—	-38,2	234,8	610,4	—
-60,0	213,0	—	166,6	-33,0	240,0	761,0	—

Schmelzpunkt und Siedepunkt.

Für den Schmelzpunkt von Ammoniak liegen sehr differierende Angaben vor. Holborn und Wien¹⁾ fanden $-78,8^{\circ}$, während Ladenburg und Krügel²⁾ zunächst $-77,05^{\circ}$ angeben, diesen Wert aber in einer späteren Arbeit³⁾ auf $-75,5^{\circ}$ korrigieren. Dickerson⁴⁾ fand für den Schmelzpunkt -77° . Ich verfuhr so, daß ich eine wie oben beschrieben dargestellte mehrfach sorgfältig fraktionierte Menge flüssigen Ammoniaks in ein weites Probierrohr destillierte, das Thermoelement mitten in der Flüssigkeit fixierte und diese nun in einem Bad von flüssiger Luft vollständig erstarren ließ. Dann wurde das Probierrohr herausgenommen und in einem gut geschützten leeren Dewargefäß langsam erwärmen gelassen. Für den

1) L. Holborn u. W. Wien, Wied. Ann. 59. p. 213. 1896.

2) A. Ladenburg u. C. Krügel, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 32. p. 1818. 1899.

3) l. c. 33. p. 637. 1900.

4) Vgl. T. O'Connor Sloane, „Liquid Air and Liquefaction of Gases“, London 1900.

Schmelzpunkt wurde so die Temperatur $-77,7^{\circ}$ gefunden, bei der das Thermoelement 20 Minuten lang Konstanz anzeigte.

Für den Siedepunkt von Ammoniak fanden Regnault¹⁾ $-38,5^{\circ}$, Loir und Drion²⁾ $-35,7^{\circ}$, Joannis²⁾ $-38,2^{\circ}$ und Dickerson²⁾ $-33,0^{\circ}$. Aus der Tab. 2 ergibt sich für den Siedepunkt unter 761 mm Druck $-33,0^{\circ}$. In guter Übereinstimmung damit fand ich bei einer Anzahl von direkten Bestimmungen unter Anwendung von Platinfolie und Glasfäden zur Vermeidung der Siedeverzögerung bei einem äußeren Druck von 758 mm den Siedepunkt zu $-33,1^{\circ}$. Danach wird man im Mittel $-33,0^{\circ}$ als den Siedepunkt des reinen Ammoniaks bei Atmosphärendruck annehmen können.

II. Theoretischer Teil.

Die Abhängigkeit der Dampfspannung von der Temperatur ist ein Problem, das in jüngster Zeit besonders wichtig geworden ist, seit W. Nernst in seiner Arbeit „Über die Berechnung chemischer Gleichgewichte aus thermischen Messungen“³⁾ gezeigt hat, daß man aus dem Verlauf der Dampfdruckkurve eines Körpers „chemische Konstanten“ abzuleiten vermag, die das chemische Verhalten dieses Körpers völlig charakterisieren, mit deren Hilfe es also möglich ist, bei Kenntnis der Wärmetönungen die chemischen Gleichgewichte ohne weitere experimentelle Daten vollständig zu beherrschen.

1. Was zunächst die einfache van der Waalssche Formel⁴⁾ anbetrifft:

$$(1) \quad \log \frac{\pi}{p} = a \left(\frac{\tau}{T} - 1 \right),$$

so hat Nernst in der zitierten Abhandlung gezeigt⁵⁾, daß diese Formel nur dann gilt, wenn man annimmt, daß a für jede Substanz einen anderen Wert besitzt. Indem er für eine Reihe von verschiedenen Substanzen die Dampfdruckkurven mit $\tau/T - 1$ als Abszissen und mit $\log \pi/p$ als Ordinaten be-

1) V. Regnault, l. c.

2) Zitiert nach: L. Bronn, „Verflüssigtes Ammoniak als Lösungsmittel“, Berlin 1905.

3) W. Nernst, Nachr. d. Ges. d. Wissensch. Göttingen 1906. p. 1.

4) van der Waals, Kontinuität etc. p. 147.

5) W. Nernst, l. c. p. 9.

zeichnet, erhält er nicht wie Formel (1) verlangt, für alle dieselbe gerade Linie, sondern eine Anzahl von divergierenden allerdings nahezu geraden Linien. Prüfen wir nun die oben erhaltenen Resultate und damit im Zusammenhang die von Regnault¹⁾ gemessenen höheren Drucke auf die Konstanz von a , so erhält man Tab. 3, die eine Prüfung der obigen Gleichung über ein sehr großes Temperaturintervall ermöglicht. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist a nahezu konstant 3,0. Die entsprechende Kurve zeigt nur bei ganz niedrigen und bei den höchsten Drucken eine schwache Krümmung nach oben.¹⁾

Tabelle 3.

T	p mm	$\log \pi/p$	$\tau/T-1$	a	T	p Atm.	$\log \pi/p$	$\tau/T-1$	a
195,4	44,1	3,298	1,065	3,09	243	1,14	2,000	0,660	3,08
197,9	51,8	3,223	1,039	3,10	248	1,45	1,896	0,628	3,02
200,3	62,5	3,142	1,015	3,09	253	1,83	1,795	0,595	3,02
204,7	87,5	2,996	0,971	3,08	258	2,24	1,707	0,564	3,03
208,6	116,0	2,873	0,934	3,07	263	2,82	1,607	0,534	3,01
210,2	136,0	2,804	0,920	3,06	273	4,19	1,435	0,485	2,96
213,5	172,4	2,701	0,890	3,02	283	6,02	1,277	0,426	3,00
218,6	239,5	2,558	0,846	3,02	298	8,41	1,132	0,377	3,00
222,3	309,3	2,447	0,815	3,00	303	11,45	0,999	0,332	3,01
226,8	403,5	2,382	0,779	3,00	313	15,26	0,873	0,289	3,02
228,0	437,1	2,297	0,770	2,98	323	19,95	0,757	0,249	3,03
231,5	521,9	2,219	0,743	2,99	333	25,63	0,648	0,212	3,06
234,8	610,4	2,152	0,719	3,00	343	32,47	0,547	0,176	3,09
240,0	761,0	2,056	0,681	3,02	353	40,59	0,449	0,143	3,15

2. Da die van der Waalssche Gleichung nicht genügt, hat sie Nernst²⁾ zunächst in eine angenäherte empirische Gleichung abgeändert, wonach

$$(2) \quad \log \frac{\pi}{p} = 1,75 \log \frac{\tau}{T} + \alpha' \left[\left(\frac{\tau}{T} - 1 \right) - \frac{1}{2,36} \left(1 - \frac{T}{\tau} \right) \right].$$

1) Für die kritische Temperatur τ fanden Dewar (Phil. Mag. (5) 18. p. 210) 403,0° absolut; Vincent u. Chappuis (Journ. de phys. (2) 5. p. 58) 404,0°; für den kritischen Druck π geben Dewar 115,0 Atm., Vincent u. Chappuis 113,0 Atm. an; bei obigen Rechnungen sind daher die Mittelwerte $\tau = 403,5^\circ$; $\pi = 114$ Atm. verwendet worden.

2) W. Nernst, l. c.

In dieser Formel ist der Faktor α' um so größer, d. h. die obigen Kurven verlaufen um so steiler, je größer das Molekulargewicht der betreffenden Substanz ist und je mehr Atome im Molekül vorhanden sind.

Wie aus Tab. 4 hervorgeht, in welcher die Werte der zweiten Rubrik nach dieser Formel berechnet sind, ergibt sich für Ammoniak annähernde Übereinstimmung, wenn man $\alpha = 3,21$ setzt.

Tabelle 4.

T	p ber. nach (2)	p beob.	p ber. nach (3)	T	p ber. nach (2)	p beob.	p ber. nach (3)
195,4	45,8	44,1	43,9	216,5	209,8	210,0	204,6
197,9	58,0	51,8	53,7	218,6	239,3	239,5	233,5
200,8	68,2	62,5	64,7	222,3	301,5	309,3	294,1
202,6	80,9	74,9	77,2	226,8	394,4	403,5	384,0
204,7	94,3	87,5	90,5	228,0	420,2	437,8	411,5
208,6	124,3	116,0	119,6	231,5	511,7	521,9	501,0
210,2	138,6	136,0	133,9	233,2	565,0	568,2	550,1
212,2	157,6	157,6	153,5	234,8	611,0	610,4	599,2
213,5	172,6	172,4	167,6	240,0	811,0	761,0	787,0

3. Da auch die abgeänderte Formel (2) nur angenähert gilt (auch in unserem Falle versagt sie für niedrigere Drucke), hat Nernst auf thermodynamischem Wege eine genauere Formel für die Abhängigkeit der Dampfspannung von der Temperatur abgeleitet.

Danach ist

$$(3) \quad \log p = -\frac{\lambda_0}{4,571 T} + \frac{3,5}{R} \log T - \frac{\epsilon}{2,3 R} T + C.$$

Darin ist λ_0 die Verdampfungswärme beim absoluten Nullpunkt, die sich ebenso wie die Konstante ϵ nach der Gleichung

$$\epsilon = \frac{1}{2 T_1} \left(3,5 - \frac{d\lambda}{dT} - \frac{\lambda_1 \lambda_0}{R T_1^3} \frac{p_1}{\pi} \right)$$

berechnen lassen, wenn man für eine Temperatur T_1 den Wert der Verdampfungswärme λ_1 und von $d\lambda/dT$ kennt. C ist die „chemische Konstante“ der betreffenden Substanz.

Für *Ammoniak* findet Nernst mit Hilfe des Regnaultschen Wertes für den Dampfdruck bei $T = 273$ und den von

Dieterici¹⁾ bestimmten Verdampfungswärmen für 273 und 293° diese Konstanten zu $\lambda_0 = 6580$, $\epsilon = 0,02785$.

Setzen wir ferner für die chemische Konstante des Ammoniaks $C = 3,31$ ²⁾, so gelangen wir zu den in der Tab. 4 in der vierten Rubrik berechneten Werten für den Dampfdruck des Ammoniaks.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist die Übereinstimmung der Formel (3) mit den Tatsachen als eine sehr gute zu bezeichnen.

Aus den obigen Zahlen ergibt sich die Verdampfungswärme, berechnet nach der von Nernst gegebenen Gleichung³⁾

$$\lambda = R \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{p_2}{p_1} \left(1 - \frac{p}{\pi}\right)$$

aus den Dampfdrucken für den Siedepunkt T_0 zu $\lambda' = 5450$ cal. Die sogenannte Troutonsche Konstante λ'/T_0 ist sonach für Ammoniak 22,7. Wie in der mehrfach zitierten Arbeit von Nernst gezeigt wird, hat dieser Faktor nur im beschränkten Temperaturintervall einen Wert von 20—22, wie ihn die Troutonsche Regel verlangt, läßt sich dagegen allgemein wiedergeben durch

$$\lambda'/T_0 = 8,5 \log T_0.$$

Für Ammoniak würde diese neue Regel einen Wert von nur 20,2 ergeben. Somit verhält sich Ammoniak hier wie eine *schwach assoziierende Flüssigkeit*, was ja auch mit seinem sonstigen Verhalten übereinstimmt.

Für die *chemische Konstante des Ammoniaks* fanden wir $C = 3,31$. Die Formel (3) ist in bezug auf C für höhere Drucke durchaus nicht so empfindlich als für niedrigere. Es zeigt sich also, daß zur Bestimmung von C die Messung der kleineren Dampfdrucke besonders geeignet ist. Man wird also den Wert 3,31 für die chemische Konstante des Ammoniaks als recht sicher annehmen können. Als Näherungsregel für die Bestimmung von C gibt Nernst⁴⁾ an, daß C den 1,1fachen Wert der Konstanten a aus der van der Waalsschen Dampf-

1) C. Dieterici, Zeitschr. f. Kälteindustrie 1904.

2) Nernst rechnet mit dem nur sehr wenig verschiedenen Wert 3,28.

3) W. Nernst, l. c.

4) W. Nernst, l. c.

druckformel hat. Wir fanden in der Tat $a=3,0$, somit $C=3,3$ in sehr guter Übereinstimmung mit dem obigen Wert.

Nachdem diese Arbeit bereits abgeschlossen war, erschien eine Arbeit von Perman über die spezifischen Volumina von Ammoniak mit einem Anhang von Davies¹⁾ über die Dampfdrucke von flüssigem Ammoniak. Davies hat nach der statischen Methode in Kohlensäure-Ätherbädern diese Dampfdrucke von -50° bis -5° gemessen. Unterhalb des Siedepunktes wurden von Davies nur zwei Zahlen bestimmt, die mit meinen Werten gut übereinstimmen:

Bei $-49,8^{\circ}$ fand Davies 297,95 mm; meine Kurve gibt 295,8 mm an,
 „ $-41,0$ „ „ 530,95 „ ; „ „ „ 533,0 „ an.

Für den Siedepunkt interpoliert Davies aus seinen Werten $-33,5^{\circ}$; doch scheint mir meine Zahl, die ein Mittel aus zahlreichen direkten Bestimmungen des Siedepunktes darstellt, sicherer zu sein.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, auch hier Hrn. Prof. Nernst für die Anregung zu dieser Arbeit und sein reges Interesse an der Durchführung derselben, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Berlin, Physik.-chem. Inst. d. Univ, Juni 1906.

1) J. H. Davies, Proc. Roy. Soc. 78. p 41. 1906.

(Eingegangen 15. August 1906.)