III. *Ueber eine Anwendung des Wasserdampf-calorimeters zur Bestimmung von Verdampfungswärmen; von K. Wirtz.*

Die Herren Bunsen¹⁾ und Joly²⁾ haben vor einiger Zeit unabhängig voneinander ein Dampfcalorimeter beschrieben, das an Genauigkeit dem Bunsen'schen Eiscalorimeter kaum nachsteht, dieses aber in Betreff der einfachen und bequemen Handhabung bei weitem übertrifft. Bei einiger Uebung kann man mit demselben leicht 2—3 Versuche in einer Stunde ausführen, und im physikalischen Practicum erhalten selbst ungeübte Beobachter mit dem Apparate weit bessere Resultate, als etwa mit dem Mischungsverfahren.

Die Methode lässt sich aber nicht nur zur Bestimmung specifischer Wärmen benutzen, sondern gibt auch ein besonders bequemes Verfahren an die Hand, die latente Verdampfungswärme von bei niedriger Temperatur siedenden Substanzen zu bestimmen. Hr. Joly hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass man mit dem Dampfcalorimeter bei gleichem Verfahren entweder die specifische Wärme eines Körpers bestimmen kann, indem man die latente Verdampfungswärme des Wassers als bekannt voraussetzt oder die latente Verdampfungswärme des Wassers, indem man einen Körper von bekannter specifischer Wärme benutzt. Es liegt auf der Hand, dass man ebenso die latente Verdampfungswärme anderer Substanzen würde bestimmen können, wenn man das Siedegefäß des Calorimeters statt mit Wasser mit der betreffenden Substanz beschicken würde. Allein dies Verfahren hat den Nachtheil, dass es grosse Mengen reiner Substanz erfordert.

Man kann aber die latente Verdampfungswärme aller der Substanzen, deren Siedepunkt unter 100° liegt, auch auf andere Weise mit dem Dampfcalorimeter bestimmen und dabei das Wasser als Siedeflüssigkeit beibehalten.

1) Bunsen, Wied. Ann. **31.** p. 1. 1887.

2) Joly, Proc. of the Roy. Soc. of Lond. **41.** p. 352. 1886.

Zu dem Ende wird eine abgewogene Menge G der zu untersuchenden Substanz vollständig in dem Wasserdampfstrom des Dampfcalorimeters verdampft. Die hierzu nöthige Wärmemenge wird dem Wasserdampfe entzogen, wodurch sich, genau wie bei Bestimmung der specifischen Wärme eines Körpers mit dem Dampfcalorimeter, ein Theil des Wasserdampfes condensiren muss. Bezeichnet man das Gewicht des condensirten Wasserdampfes mit w , die latente Verdampfungswärme des Wassers mit λ , so ist die gesammte Verdampfungswärme der zu untersuchenden Flüssigkeit von ihrer Temperatur vor dem Versuche bis zu ihrer Siedetemperatur:

$$Q = \frac{w \cdot \lambda}{G}.$$

Der Apparat.

Zur Entwicklung des Wasserdampfes benutzte ich einen Kessel aus Weissblech von 12 cm Höhe und 20 cm Durchmesser. *A* Fig. 1. In der Mitte des abnehmbaren Deckels befand sich eine kleine 3 cm weite und 4 cm lange Ansatzröhre, auf welche mittelst einer gleichen Ansatzröhre eine Blechhülse *B* gesteckt war, die zur Aufnahme eines 30 cm langen und 8 cm weiten Glasrohres *C* diente. Das obere Ende dieser Röhre war ebenfalls mit einer Blechhülse *D* versehen, auf deren Rand zum Verschlusse des Calorimeters zwei Bimsteinstücke *EE* gelegt werden konnten. Jedes derselben hatte am Rande einen halbkreisförmigen Einschnitt,

Fig. 1.

sodass beim Verschliessen des Calorimeters noch eine 2 cm weite Ausflussöffnung für den Dampf blieb. Die Benutzung der Glasröhre statt der Metallgefäße, wie sie Bunsen und Joly anwenden, hat den Vortheil, dass man den in das Calorimeter gebrachten Körper stets sehen und leicht con-

troliren kann, ob nicht durch Anstossen desselben an die Wandungen des Glascyinders oder durch Herausspritzen von Flüssigkeit infolge zu heftigen oder stossweisen Siedens aus den Aufnahmegefässen, wie sie weiter unten beschrieben werden, ein fehlerhaftes Resultat bedingt wird. Um das Mitreissen von Wassertheilchen aus dem Kessel in die Glasröhre möglichst zu verhindern, wurde in das Verbindungsstück *B* zwischen Dampfkessel und Calorimeter ein Drahtnetz und ausserdem etwas über dem Boden des Calorimeters eine kleine Metallplatte angebracht, die einen etwas kleineren Durchmesser als das Glasrohr besass, sodass der Dampf beim Eintritt in das Calorimeter erst gegen die Metallplatte prallte und dann seinen Weg zwischen der Glaswand und dem Rande der Metallplatte nehmen musste. Der ausströmende Dampf wurde mittelst eines 9 cm weiten Rohres *F*, das in ein Ofenrohr mündete, abgesaugt. Die Tropfenbildung an der Grenzschicht zwischen Luft und Dampf verhinderte ich dadurch, dass ich den Aufhängedraht über der Ausflussöffnung des Calorimeters von einem heissen Luftstrome von ca. 200° C. umspülen liess, der leicht durch ein rechtwinklig gebogenes Rohr *G*, unter dessen untere Oeffnung ein Bunsenbrenner *H* gesetzt wurde, erzeugt werden konnte.

Anfangs liess ich die Substanzen, deren Verdampfungswärme bestimmt werden sollte, in Glasgefässen von 10 cm Länge und 2 cm Weite, deren offenes Ende zu einer 0,5 cm weiten, u-förmig gebogenen Röhre ausgezogen war, verdampfen. Dieselben wurden vor dem Einsetzen in das Calorimeter mit der zum Versuche nöthigen Flüssigkeitsmenge gefüllt, gewogen und dadurch verschlossen, dass man die Oeffnung in ein Näpfchen mit Quecksilber tauchte, worauf sie in einen Raum von constanter Temperatur gebracht wurden. Der Quecksilberverschluss verhinderte ein Verdampfen der Flüssigkeit und konnte kurz vor dem Versuche sehr rasch entfernt werden. Die bei diesem Verfahren für die latente Verdampfungswärme gefundenen Werthe waren jedoch zu gross. Für Aethyläther z. B. ergab sich ein Werth, der 5 Proc. grösser als der von Regnault gefundene war. Bessere Resultate erhielt ich, wenn ich der Ausflussöffnung die-

selbe Weite gab, wie sie das Glasgefäss besass; indessen waren auch dann die Werthe noch zu gross. Es trat höchst wahrscheinlich ein Verdampfen unter erhöhtem Druck ein. Erst nachdem ich einfache, noch mit einem Glasmantel umgebene Reagenzröhren benutzte, erzielte ich brauchbare Resultate.

Fig. 2.

Die zu den unten mitgetheilten Versuchen verwendeten Reagenzröhren waren 23 mm weit und 75 mm lang, während der Glasmantel, dessen Weite so bemessen war, dass das Reagenzrohr bequem in denselben gesteckt werden konnte, eine Länge von 55 mm und eine Wandstärke von 1,2 mm besass. An seinem oberen Ende war der Glasmantel mit einem Rande versehen, der eine bequeme Aufhängung über dem Platinkorbe, welcher zum Auffangen des condensirten Wassers diente, ermöglichte und gleichzeitig den Träger für das Reagenzrohr abgab, indem sich dessen Rand auf den Rand des Glasmantels legte (siehe Fig. 2). Bei dieser Anordnung wird die Erwärmung des Dampfes der zu untersuchenden Substanz über deren Siedetemperatur nicht nur durch den Glasmantel und dadurch sehr herabgedrückt, dass man das Glasgefäss sehr kurz macht, sondern auch durch ein möglichst rasches Sieden, das sich herbeiführen lässt, wenn man den Boden des Reagenzrohres sehr dünnwandig nimmt. Dem Herausspritzen von Flüssigkeit, was bei so kurzen Glasgefässen und raschem Sieden fast immer eintritt, ist leicht vorzubeugen, indem man die inneren Wandungen des Reagenzrohres mit Platinnetz auskleidet und dasselbe ausserdem noch mit einem Deckel aus Platinnetz versieht. Da bei dieser Form der Aufnahmegefässe ein Verschluss, der rasch gelöst werden kann, nur schwer anzubringen ist, so musste die Wägung der zu verdampfenden Flüssigkeit unmittelbar vor dem Versuche stattfinden. Ich liess daher in einem Raume, der neben dem Zimmer lag, in dem sich das Dampfcalorimeter befand, die Flüssigkeiten, deren Verdampfungswärmen bestimmt werden sollte, in Glasflaschen so lange stehen, bis sie die sehr constante Temperatur dieses Raumes angenommen hatten. Hierauf wurde die zum Versuche nöthige Flüssigkeitsmenge in das im nämlichen Raume aufgehängte

Glasgefäß gefüllt und das Gewicht mittelst einer Bunge'schen Wage, die in demselben Zimmer aufgestellt war, bestimmt, worauf das Glasgefäß nebst Inhalt rasch in das Calorimeter gebracht wurde. Der Fehler, der durch das Verdunsten der Flüssigkeit von der Zeit der Wägung bis zum Einsetzen in das Calorimeter entstehen konnte, lag innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Bei Aethyläther z. B., bei dem ein Verlust durch Verdunsten das Resultat am meisten beeinflussen musste, betrug dieser Verlust innerhalb der genannten Zeit etwa 10 mg. Um zu entscheiden, in wie weit eine Ueberhitzung des zu untersuchenden Dampfes an den Wandungen des Reagenzrohres die Resultate beeinflusst, liess ich die nämliche Flüssigkeitsmenge in Gefässen von verschiedener Länge verdampfen. Die grössten Differenzen (dieselben traten bei Aethyläther und Aethylalkohol auf) betrugen bei Benutzung von Reagenzröhren gleicher Weite, von denen das eine 12 cm, das andere nur halb so lang war, nicht ganz 1 Proc.

Wählte ich noch kürzere Röhren, so war ein Unterschied nicht mehr zu bemerken. Auch bei Anwendung eines zweiten Glasmantels erhielt ich keine anderen Resultate.

Daraus geht hervor, dass ein Fehler infolge Ueberhitzung des Dampfes bei der angegebenen Anordnung nicht eintritt. Die Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungen untereinander kann als eine befriedigende bezeichnet werden, denn die Abweichung derselben vom Mittel beträgt, wie die weiter unten mitgetheilten Tabellen zeigen, höchstens $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Ausführung eines Versuches.

Nachdem das Wasser im Dampfkessel, der vor jedem Versuche bis zu einer bestimmten Marke des Wasserstandsrohres gefüllt wird, zum Sieden gekommen ist, wird in das Aufnahmegefäß, das mit Platinkorb 36,920 g wog, Chloroform gefüllt. Eine neue Wägung ergab das Gewicht desselben zu 23,015 g, seine Temperatur betrug 14,4°. Danach werden die Bimsteinstücke von der Calorimeteröffnung weggenommen und das Glasgefäß möglichst rasch in den Wasserdampfstrom gebracht, worauf das Calorimeter wieder verschlossen und die Bunsenflamme zur Erzeugung des heissen

Luftstromes angezündet wird. Nach 15 Minuten zeigt die Wage eine nahezu constante Einstellung, nach 30 Minuten ist die Substanz vollständig verdampft, denn eine weitere Abnahme des Gewichtes findet nicht mehr statt, vielmehr beginnt jetzt eine langsame Zunahme, die auch eintritt, wenn man das Reagenzrohr leer in das Calorimeter bringt.

Eine constante Einstellung der Wage, wie sie die Herren Bunsen und Joly erreicht haben, konnte ich trotz aller Vorsichtsmaassregeln gegen Wärmeabgabe nach Aussen und das Mitreissen von Wassertheilchen vom Dampfkessel in das Calorimeter weder nach der Anordnung von Bunsen, noch nach derjenigen von Joly erzielen, vielmehr zeigte sich bei der Wägung im Dampfe bei den zahlreichen in dieser Richtung angestellten Versuchen immer eine fortgesetzte Zunahme des Gewichtes, deren Betrag innerhalb 5 Minuten je nach der Grösse der Oberfläche des in den Dampfstrom gebrachten Körpers zwischen 1 und 2,5 mg schwankte; bei gleicher Masse war sie am grössten für Körper von grosser Oberfläche.¹⁾ Diese Zunahme ist jedoch so constant, dass man durch sie leicht den richtigen Moment erkennen kann, in welchem der Versuch beendet ist.

Bei dem hier mitgetheilten Versuche war dieser Moment, wie schon erwähnt, nach 30 Minuten eingetreten; die jetzt vorgenommene Wägung lieferte das Gewicht 41,090 g.

Um die infolge des Verdampfens des Chloroforms condensirte Wassermenge zu finden, ist von diesem Gewichte das Gewicht des Aufnahmegefässes mit Platinkorb und Aufhängedraht plus der Wassermenge, welche dasselbe bei seiner Erwärmung im Wasserdampfe von 14,4° auf 99,1°, die Siedetemperatur des Wassers, condensirt hat, plus der oben erwähnten constanten Gewichtszunahme nach 30 Minuten abzuziehen. Als Mittel aus mehreren Versuchen ergab sich dieses Gewicht zu 38,096 g.

Es ist leicht einzusehen, dass bei unseren Versuchen eine Correction wegen des Auftriebes des strömenden Wasserdampfes, wie sie Bunsen²⁾ zu bestimmen sucht, nicht anzu-

1) Bei den zu den Versuchen über Verdampfungswärmen benutzten Glasgefässen betrug diese Zunahme in 30 Minuten circa 15 mg.

2) Bunsen, l. c. p. 4.

bringen ist, da die zur Verdampfung des Chloforms erforderte Wärmemenge als Differenz zweier Wägungen bestimmt wird. Durch den ersten Versuch wird bestimmt die Wassermenge, welche condensirt wird durch Erwärmung des Aufnahmegefässes auf die Siedetemperatur des Wassers und die Verdampfung des Chloroforms; bei dem zweiten Versuche, der von dem ersten nur dadurch verschieden ist, dass kein Chloroform eingefüllt wird, die Wassermenge, welche condensirt wird durch die Erwärmung des Aufnahmegefässes allein auf die Temperatur des Wasserdampfes.

Bei beiden Versuchen ist der Auftrieb durch den Wasserdampf der gleiche, die Differenz der bei den zwei Versuchen gefundenen Gewichte enthält denselben daher nicht mehr.

In unserem Beispiele ergibt sich mithin die durch Verdampfung des Chloroforms condensirte Wassermenge gleich $41,090 - 38,096 = 2,994$ g oder auf den luftleeren Raum reducirt gleich 2,995 g. Da die latente Verdampfungswärme des Wassers für die Siedetemperatur $99,1^{\circ}$ den Werth 537,1 besitzt, so erhält man als gesammte Verdampfungswärme des Chloroforms von $14,4^{\circ}$ bis zu seiner Siedetemperatur $60,5^{\circ}$:

$$Q = \frac{2,995 \cdot 537,1}{23,015} = 69,89.$$

Es könnte gegen diese Berechnung der Einwand erhoben werden, dass ja der Chloroformdampf bis auf die Temperatur des Wasserdampfes erhitzt würde, allein dies geschieht nicht in dem Reagenzrohre und die dadurch condensirte Wassermenge wird also auch nicht in dem Platingefässe aufgefangen.

Man könnte ferner einwenden, dass am Ende des Versuchs das Reagenzrohr noch Chloroformdampf enthält. Dies lässt sich jedoch dadurch widerlegen, dass man nur kleine Mengen, etwa 2 g, zum Verdampfen bringt. Berechnet man alsdann unter der Voraussetzung, dass das Gefäss bei Schluss des Versuchs mit Wasserdampf gefüllt ist, die geringe condensirte Wassermenge und aus dieser die Verdampfungswärme, so findet man denselben Werth, der sich auch bei Anwendung grosser Substanzmengen ergibt, während, wenn Substanz zurückgeblieben wäre, sich ein um mehrere Pro-

cente grösserer Werth herausstellen müsste. Auch qualitativ kann man leicht nachweisen, dass nichts von der verdampften Flüssigkeit in den Aufnahmegefässen zurückbleibt; man braucht zu dem Zwecke nur Brom in denselben zu verdampfen. Die nach einiger Zeit eintretende Farblosigkeit der Reagenzröhre ist ein Beweis, dass dieselbe nur noch mit Wasserdampf gefüllt ist.

Resultate.

Die Versuche erstrecken sich auf Aceton, Aethylalkohol, Aethylbromid, Benzol, Chlorkohlenstoff, Essigäther, Methylalkohol, Aethyläther, Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Die sieben erstgenannten Substanzen zeigten constanten Siedepunkt und wurden daher als chemisch rein direct zu den Versuchen benutzt, während der Aethyläther vorher nochmals einer Destillation über Natrium unterworfen, das Chloroform mit Schwefelsäure und der Schwefelkohlenstoff durch Schütteln mit Quecksilber gereinigt wurde.

In den folgenden Tabellen bedeutet T_w die Siedetemperatur des Wassers, T diejenige der untersuchten Substanz, t ihre Anfangstemperatur und G ihr Gewicht, w die der Verdampfungswärme entsprechende condensirte Wassermenge, Q' die aus der Beobachtung sich ergebende gesammte Verdampfungswärme der untersuchten Substanz von t^0 bis T^0 , Q die gesammte Verdampfungswärme von 0^0 bis T^0 , die sich aus Q' durch Addition der Flüssigkeitswärme von 0^0 bis t^0 ergibt, endlich λ die latente Verdampfungswärme. Zur Berechnung von Q und λ wurden die von Regnault gefundenen Werthe für die specifischen Wärmen der Flüssigkeiten benutzt, nur bei der Berechnung von λ für Methylalkohol ist der von Andrews angegebene Werth 0,613 zwischen 12^0 und 66^0 verwendet. Die Siedetemperaturen T sind einmal bei einem Barometerstande von 742 mm beobachtet worden; um den Veränderungen derselben mit dem Barometerstande Rechnung zu tragen, wurde angenommen, es änderte sich die Siedetemperatur anderer Flüssigkeiten in der nämlichen Weise, wie die von Wasser. Die mitgetheilten Gewichte sind auf den luftleeren Raum reducirt.

Aceton. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,5	56,4	18,9	9,976	2,541	145,51
	99,5	56,4	18,3	7,965	2,165	145,94
	99,8	56,7	18,5	11,876	3,225	145,75
	99,8	56,7	18,1	13,039	3,534	145,46
	99,8	56,7	19,2	11,421	3,094	145,39
	99,7	56,6	19,2	11,521	3,124	145,53
Mittel:	99,7	56,6	18,7			145,60

Nach Regnault

$$Q = 155,21 \quad 153,652 \quad 159,739$$

$$\lambda = 125,28 \quad T = 56,3 \quad T = 56,8$$

Aethyläther. $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,6	34,5	19,8	12,028	2,154	96,13
	99,6	34,5	20,0	11,029	1,978	96,27
	99,6	34,5	19,5	11,811	2,128	96,72
	99,6	34,5	19,5	8,929	1,603	96,37
	99,6	34,5	19,6	8,648	1,556	96,58
	99,6	34,5	19,9	8,688	1,564	96,63
Mittel:	99,6	34,5	19,7			96,45

Regnault

$$Q = 106,99 \quad 109,117; \quad T = 34,83$$

$$\lambda = 88,39 \quad \text{Favre u. Silbermann} \quad \text{Brix} \quad \text{Andrews}$$

$$91,11$$

$$89,96; T = 34,9$$

$$90,45; T = 34,9$$

Aethylalkohol. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,6	78,1	19,3	9,278	4,206	243,35
	99,6	78,1	19,1	9,272	4,204	243,39
	99,6	78,1	19,5	10,273	4,664	243,60
	99,6	78,1	19,7	10,156	4,611	243,71
	99,6	78,1	19,6	9,388	4,262	243,70
	99,5	78,0	19,7	9,279	4,212	243,67
Mittel:	99,6	78,1	19,5			243,57

Regnault

$$Q = 254,67 \quad 265,519; \quad T = 77,95$$

$$\lambda = 205,07 \quad \text{Favre u. Silbermann} \quad \text{Andrews}$$

$$208,92$$

$$202,40; T = 77,9$$

Aethylbromid. $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,3	38,1	14,0	11,643	1,421	65,54
	99,3	38,1	14,2	22,908	2,785	65,28
	99,3	38,1	14,2	20,939	2,555	65,52
	99,5	38,3	13,7	19,440	2,388	65,95
	99,2	38,0	20,2	20,446	2,439	64,07
Mittel:	99,3	38,2	15,3			65,27

$$Q = 68,54$$

$$\lambda = 60,37$$

$$\text{Berthelot}$$

$$61,65$$

Benzol. C_6H_6 .

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,6	80,1	19	11,937	2,677	120,38
	99,6	79,8	20,5	13,325	2,975	119,84
	99,6	80,1	20,1	16,205	3,615	119,75
	99,6	80,1	20,1	13,387	2,993	120,01
	99,6	80,1	20,1	11,464	2,575	120,57
	99,6	80,1	20,1	11,984	2,686	120,35
Mittel:	99,6	80,1	19,8			120,15

$$Q = 127,95 \quad \text{Regnault} \quad 127,399; \quad T = 80,45$$

$$\lambda = 92,91$$

Chlorkohlenstoff. CCl_4 .

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,5	76,1	13	22,565	2,506	59,61
	99,5	76,1	13,1	19,019	2,097	59,19
	99,5	76,1	13,3	22,455	2,493	59,59
	99,7	76,3	13,3	19,814	2,185	59,16
	99,7	76,3	13,6	13,439	1,478	59,02
Mittel:	99,6	76,2	13,3			59,31

$$Q = 61,96 \quad \text{Regnault} \quad 62,803; \quad T = 76,4^0$$

$$\lambda = 46,35$$

Chloroform. $CHCl_3$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,5	60,9	20,6	25,157	3,186	68,00
	99,6	61,0	20,5	24,112	3,067	68,28
	99,4	60,8	22,9	15,661	1,978	67,81
	99,7	61,1	21,9	25,463	3,220	67,88
	99,5	60,9	19,6	18,221	2,328	68,58
	99,6	61,0	18,7	20,108	2,571	68,59
Mittel:	99,6	60,9	20,7			68,09

$$Q = 72,82 \quad \text{Regnault}^1) \quad 75,577; \quad T = 60,25$$

$$\lambda = 58,49$$

Essigäther. $C_4H_8O_2$.

	T_w	T	t	G	w	Q'
	99,3	73,0	14,1	16,106	3,545	118,17
	99,2	72,9	13,8	11,142	2,448	117,99
	99,4	73,1	14,2	15,493	3,403	118,20
	99,4	73,1	14,3	16,870	3,700	117,78
	99,4	73,1	14,2	10,502	2,316	118,18
	99,5	73,2	14,2	11,997	2,641	118,17
Mittel:	99,4	73,1	14,1			118,08

$$Q = 125,62 \quad \text{Regnault} \quad 154,49$$

$$\lambda = 84,28 \quad \text{Fayre u. Silbermann} \quad 105,796 \quad \text{Andrews} \quad 92,68; \quad T = 74,6$$

1) Es ist dies der kleinste von Regnault gefundene Werth, die anderen sind: 78,044; $T = 60,2$; 76,328, $T = 60,3$. Jeder derselben ist das Mittel aus vier Beobachtungen.

Methylalkohol CH_4O .

T_w	T	t	G	w	Q'
99,4	64,5	18,2	5,578	3,074	295,94
99,3	64,4	18,9	6,801	3,739	295,23
99,4	64,5	19,3	7,258	4,002	296,10
99,3	64,4	19,3	7,527	4,146	295,89
99,6	64,7	19,4	7,851	4,314	294,96
99,6	64,7	19,8	8,530	4,681	294,58
Mittel: 99,4	64,5	19,1			295,45

$$Q = 307,01$$

Favre u. Silbermann

Andrews

$$\lambda = 267,48$$

$$263,86$$

$$263,7; \quad T = 65,8.$$

Schwefelkohlenstoff CS_2 .

T_w	T	t	G	w	Q
99,3	46,0	23,5	12,296	2,050	89,53
99,3	46,0	24,3	18,864	3,133	89,19
99,4	46,1	23,6	18,163	3,007	88,92
99,6	46,3	20,7	14,581	2,443	89,94
99,4	46,1	20,8	16,194	2,712	89,93
99,6	46,3	19,4	18,927	3,178	90,10
Mittel: 99,4	46,1	22,0			89,60

Regnault

$$Q = 94,78$$

$$96,7; \quad T = 46,60$$

Person

Andrews

$$\lambda = 83,81$$

$$105,68; \quad T = 46,6$$

$$86,67; \quad T = 46,2.$$

Vergleicht man die gewonnenen Resultate mit denjenigen anderer Beobachter, so findet man, mit Ausnahme des Methylalkohols und Benzols, dass sämmtliche nach der Condensationsmethode gefundenen Werthe kleiner sind. Ich glaube nicht, dass dies auf einen Fehler in der Methode oder auf Beobachtungsfehler zurückzuführen ist, vielmehr glaube ich, dass die bei den älteren Versuchen benutzten Substanzen nicht ganz rein waren. Welchen Einfluss Verunreinigungen der angewandten Flüssigkeiten auf die Verdampfungswärme haben, mögen folgende Beispiele zeigen. Zu den Versuchen mit Chloroform benutzte ich anfangs gewöhnliches käufliches Chloroform; hierauf wurde dasselbe mit Schwefelsäure gereinigt. Sein specifisches Gewicht nahm dadurch um 1 Proc. zu, während die Verdampfungswärme um 2,7 Proc. kleiner wurde. Bei Aethyläther entsprach einer Abnahme des specifischen Gewichtes um 0,7 Proc., die infolge der Destillation

des Aethers über Natrium eintrat, sogar eine Abnahme der Verdampfungswärme um 5 Proc.

Wie man sieht, bietet die angegebene Methode zur Bestimmung der Verdampfungswärmen auch ein sehr empfindliches Mittel, um niedrig siedende Substanzen auf ihre Reinheit zu untersuchen.

Zum Schlusse spreche ich meinem hochverehrten Lehrer, Hrn. Prof. F. Himstedt für die jederzeit bereitwilligst gewährte Unterstützung meinen innigsten Dank aus, ebenso Hrn. Prof. K. Schering für die freundliche Ueberlassung der nöthigen Apparate.

Darmstadt, März 1890.