

Ueber eine Bestimmung spezifischer Wärmen mittels des elektrischen Stromes.

Von

Dr. A. Schlamp.

(Mit einer Textfigur).

L. Pfaundler ¹⁾ hat im Jahre 1869 eine Methode spezifischer Wärmebestimmung angegeben, die sich auf das Joule'sche Gesetz gründet. Wenn die Widerstände ω_1 und ω_2 hintereinandergeschaltet, vom Strom durchflossen werden, so sind die entwickelten Wärmemengen :

$$Q_1 = c.i^2\omega_1 t \qquad Q_2 = c.i^2\omega_2 t.$$

Befinden sich die Widerstände ω_1 und ω_2 in 2 mit den Flüssigkeitsmengen m_1 und m_2 gefüllten Kalorimetern, bedeuten ferner c_1 und c_2 die spezifischen Wärmen der Flüssigkeiten, r_1 und r_2 die in Betracht kommenden Wasserwerte der Gefässe, Rührer u. s. w., Δt_1 und Δt_2 die korrigierten Temperaturanstiege, so bestehen die 2 Gleichungen :

$$1) m_1 c_1 \Delta t_1 + r_1 \Delta t_1 = c i^2 \omega_1 t$$

$$2) m_2 c_2 \Delta t_2 + r_2 \Delta t_2 = c i^2 \omega_2 t.$$

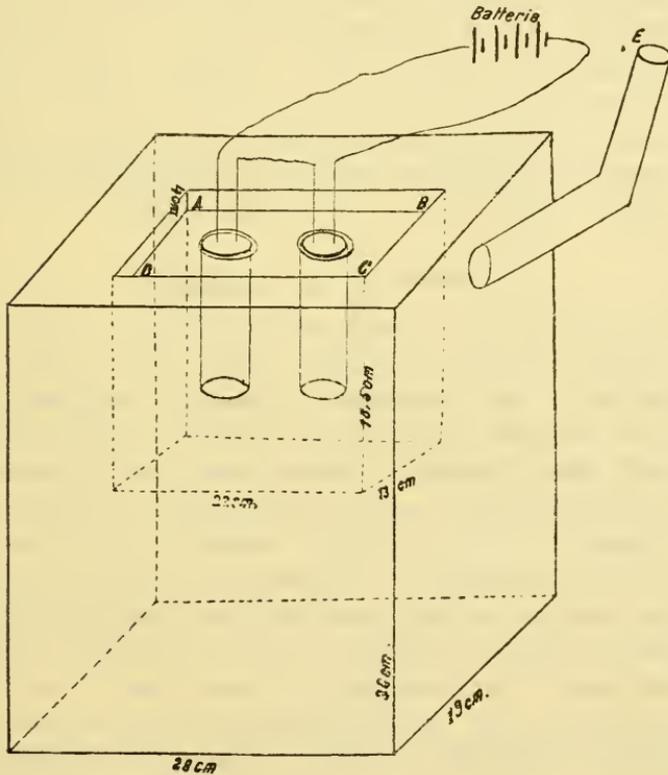
Durch Division von 1) und 2) ergibt sich

$$\frac{m_1 c_1 \Delta t_1 + r_1 \Delta t_1}{m_2 c_2 \Delta t_2 + r_2 \Delta t_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}.$$

Da der Temperaturkoeffizient der bei den folgenden Versuchen benutzten Widerstände sehr klein ist, so kann die an ω_1 und ω_2 wegen der Temperaturänderung anzubringende Korrektur vernachlässigt werden. Am besten ist es, wenn das Verhältnis $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ gleich der Einheit gemacht wird. Die spezifische Wärme einer

¹⁾ Sitzungsberichte der k. Akadem. d. Wissensch. 1869 und 1891.

Flüssigkeit muss natürlich gegeben sein, um diejenige der andern finden zu¹ können. — Ausser Pfandler haben Jamin und Lecher von dieser Methode Gebrauch gemacht. Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Himstedt habe ich nun Versuche darüber angestellt, ob dieselbe auch bei Temperaturen angewandt werden kann, die bedeutend über Zimmertemperatur liegen, indem man von Anfang an die Kalorimeterflüssigkeit auf eine höhere Temperatur bringt. Es ist nämlich von Wichtigkeit, zu wissen, einmal wie die spezifische Wärme von Flüssigkeiten mit der Temperatur sich ändert und dann diese Grösse auch direkt für solche Substanzen zu bestimmen, die erst bei höherer Temperatur flüssig werden. Grade im letzteren Falle dürfte das besonders erwünscht sein im Hinblick auf die Beziehung zwischen spez. Wärme im festen und flüssigen Zustand und latenter Schmelzwärme, die Person ²⁾ 1847 aufgefunden hat.



²⁾ Person, Ann. de chim. et de phys. 1847. XXI.

Zu dem Zweck befinden sich die 2 Kalorimeter in einem doppelwandigen Blechkasten von den in der Zeichnung angegebenen Dimensionen. Der Teil A B C D mit seinen 2 runden Ausschnitten liegt 4 cm tiefer wie der obere Rand. Der Blechkasten wird in seinem unteren Teil mit Wasser gefüllt und dasselbe zum Kochen gebracht. Es gelingt auf diese Weise leicht eine Temperatur von $90-92^{\circ}$ in den Kalorimeterflüssigkeiten zu erreichen und konstant zu halten, ohne dass die Strahlung einen grossen Einfluss ausübt. Auf das Rohr E wird ein Rückflusskühler aus Metall aufgesetzt. Einmal verhindert man dadurch, dass der Arbeitsraum übermässig feucht wird, dann erspart man sich das öftere Nachfüllen. Die beiden Kalorimeter haben 16 cm Höhe und 6 cm Durchmesser und sind aus ganz dünnem Messingblech hergestellt. Zum Verschluss dienen Holzdeckel. Dieselben sind mit Durchbohrungen für die Widerstände, Rührer und Thermometer versehen. Die Widerstände, jeder 2,2 Ohm, bestehen aus Manganindraht. Den Temperaturkoeffizienten der benutzten Drahtsorte bestimmte ich wiederholt zu $-0,00002$. Kleine Temperaturdifferenzen der Kalorimeter, wie sie bei den Versuchen ausschliesslich benutzt wurden, kommen also gar nicht in Betracht. Zur Messung der Temperatursteigerungen wurden 2 Beckmann'sche Thermometer benutzt, die in $\frac{1}{50}^{\circ}$ geteilt waren. —

Ausführung der Versuche.

Beide Kalorimeter werden mit Flüssigkeit gefüllt und der Bequemlichkeit wegen im Sandbade auf ca. 90° erwärmt. Dann setzt man sie in den Heizkasten. Der tiefer liegende Teil desselben wird mit einer Lage Watte bedeckt, um die Strahlung zu verringern. Nach Verlauf $\frac{1}{2}$ Stunde haben die Temperaturunterschiede der Kalorimeter und des Heizkastens sich soweit ausgeglichen, dass ein Versuch gemacht werden kann. Es ist wesentlich, dass die Flüssigkeiten während des Versuches in stetiger Bewegung gehalten werden durch Auf- und Abziehen der Rührer. Geschieht das nicht, so bilden sich wärmere und kältere Schichten; es kommt dann keine gleichmässige Temperatur in den Flüssigkeiten zu stande. Um die unvermeidlichen Wärmeverluste an die Umgebung in Rechnung zu setzen wird nach Pfaunders³⁾ An-

³⁾ Sitzungsber. des k. Akadem. d. W. 1891.

gaben verfahren. 5' vor Stromschluss liest man an jedem Thermometer die Temperatur ab in Intervallen, die um 1' auseinanderliegen. Im Augenblick der letzten Ablesung wird der Strom 2' bzw. 3' geschlossen. Nach dem Unterbrechen des Stromes wird 1' gewartet bis die Wärme sich gleichmässig in den Flüssigkeiten verteilt hat und dann wieder die Temperatur 5' lang abgelesen. Bei einem der Versuche wurden folgende Ablesungen an den Thermometern gemacht:

Thermometer I	Thermometer II
1,14	2,72
1,15	2,72
1,16	2,72
1,18	2,72
1,20	2,71
Pause von 1/2'	Stromschluss
⋮	⋮
⋮	⋮
Pause von 2/2'	Pause von 3/2'
5,60	7,04
5,52	6,95
5,45	6,88
5,38	6,78
5,32	6,70.

Der Strom war 1/2' lang geschlossen. Wir können annehmen, dass während der Erwärmung durch den Strom die Temperatur in jeder Minute sich unter dem Einfluss der Umgebung um den Betrag $\frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$ geändert hat, wenn δ_1 die Aenderung vor Stromschluss, δ_2 die Aenderung nach Stromschluss bedeutet. Die so korrigierten Temperaturanstiege sind bei

- I 4,553°,
- II 4,501°,

dazu kommt noch eine Korrektion wegen des herausragenden Fadens. Die in Rechnung zu setzenden Temperaturanstiege sind dann

I 4,593°,
 II 4,543°.

Nach der letzten Thermometerablesung werden die Kalorimeter aus dem Heizkasten genommen und sofort mit ihrem Inhalt gewogen; dann ausgeleert, getrocknet und wieder gewogen. Würde man vor dem Erwärmen wiegen, so würde man eine zu grosse Flüssigkeitsmenge in Rechnung setzen; denn durch das Erwärmen im Sandbade und Heizkasten verdampft von der Flüssigkeit; was während des eigentlichen Versuches verdampft, kann man dagegen vernachlässigen, zumal dieser Verlust auf beiden Seiten stattfindet. Nach Versuchen, die ich darüber angestellt habe, beträgt dieser Verlust bei Nitrobenzol 0,08 gr. An die Wägung schliesst sich sogleich die Messung bezw. Kontrollirung der Widerstände an. —

Prüfung der Genauigkeit der Methode.

Beide Kalorimeter werden mit Terpentinöl gefüllt, das im Sandbade auf ca. 90° erwärmt wird. Setzt man die spezifische Wärme des Terpentinöls in dem 1. Kalorimeter gleich 1, so muss die in dem 2. Kalorimeter ebenfalls gleich 1 gefunden werden. In Wirklichkeit findet man einen von 1 etwas verschiedenen Wert.

Die folgende Tabelle enthält die Versuchsergebnisse.

Menge des Terpentinöls in Gefäss I	Menge des Terpentinöls in Gefäss II	Temperaturanstieg I	Temperaturanstieg II	Widerstandsverhältnis	c ₂ , wenn c ₁ = 1 gesetzt	Anfangstemperatur
262,28 gr.	264,5 gr.	4,593	4,543	1,0081	0,9976	90°
276,3 "	277,4 "	5,585	5,525	1,0075	1,0002	90,5°
275,0 "	276,3 "	5,804	5,747	1,0075	0,9988	91°
274,05 "	275,4 "	6,812	6,757	1,0075	0,9970	90°
289,95 "	292,6 "	5,409	5,355	1,0071	0,9950	90,5°
288,75 "	291,4 "	5,289	5,211	1,0071	0,9980	91°

Mittelwert für c₂ = 0,9978.

Wasserwert von I 6,29

" " II 6,00.

Die Wasserwerte setzen sich zusammen aus denjenigen der Gefässe, Rührer, Widerstände, der Messingröhrchen, welche die Widerstände festhalten, und der Thermometer. Stromstärke 3,5 Ampère.

Bei Versuch	I	war der Strom	2'	geschlossen,
"	"	II	"	"
"	"	III	"	"
"	"	IV	"	"
"	"	V	"	"
"	"	VI	"	"

Bei den folgenden Versuchen betrug die Stromstärke 3,5—4,5 Amp., die Zeit, während der der Strom geschlossen war, ebenfalls 2—3'.

Die Bestimmung spezifischer Wärmen von Flüssigkeiten in der Nähe von 90°.

Will man die spezifische Wärme einer Flüssigkeit bei ca. 90° bestimmen, so muss man eine Vergleichsflüssigkeit haben, für welche diese Bestimmung schon gemacht ist. Ich gebrauchte zuerst Terpentinöl. Um die spezifische Wärme des Terpentinöls bei 90° zu ermitteln, wurde in das eine Kalorimeter Terpentinöl von Zimmertemperatur, in das andere Terpentinöl von ca. 90° eingefüllt. Das 1. Kalorimeter befand sich in einem Holzkasten, das 2. in dem erwähnten Heizkasten. Die spezifische Wärme des Terpentinöls bei Zimmertemperatur wurde aus den Angaben Régnaults⁴⁾ mit Hilfe der Interpolationsformel

$$c_t = 0,4106 + 0,00092.t$$

erhalten.

Dass diese Formel für die benutzte Terpentinölsorte, wenigstens bei Zimmertemperatur, zulässig ist, davon habe ich mich durch 2 Versuche nach der Mischungsmethode überzeugt. Ich finde $c = 0,428$ bei 20°. Die Formel ergibt 0,429. —

⁴⁾ Phys. chem. Tabellen von Landolt-Börnstein 1894. S. 336.

Zusammenstellung der Versuche über die spezifische Wärme des Terpentinöls bei 13,6° und 93°.

Menge des Terpentin- öls in Gefäß I	Menge des Terpentin- öls in Gefäß II	Tempera- turanstieg I	Tempera- turanstieg II	Wider- standsver- hältnis	$\frac{c_2}{c_1}$
289,6 gr.	289,0 gr.	6,247	5,269	1,0011	1,1919
289,5 „	287,8 „	6,277	5,325	1,0011	1,1895
293,25 „	274,8 „	5,408	6,861	0,9969	1,1895
289,3 „	276,35 „	5,391	6,697	0,9965	1,1867
288,75 „	276,25 „	5,471	6,777	0,9965	1,1850

Die Versuche 3, 4, 5 wurden mit vertauschten Widerständen und Kalorimetern vorgenommen. — Unter c_2 stehen die Werte für die spezifische Wärme bei 93°, wenn die bei 13,6° gleich 1 gesetzt wird. Nehmen wir $c_{13,6} = 0,4231$ nach Régnault, so ergeben sich für c_2 folgende Werte:

0,5072

0,5061

0,5060

0,5044

0,5040

Mittelwert 0,5055 bei 93°.

Die Werte für c_2 zeigen eine beständige Abnahme, die wohl auf chemische Veränderungen des Terpentinöls beim Erhitzen zurückzuführen ist. Deshalb kam bei den übrigen Versuchen Nitrobenzol zur Anwendung, das immer konstante Werte ergab. Dass die Werte für c_2 von einem groben Fehler frei sind, zeigen 2 Versuche, die ich mit Terpentinöl von 93° und Nitrobenzol von Zimmertemperatur anstellte. Für die spezifische Wärme des letzteren finde ich

0,3468 bei 11°

0,3460 bei 13°.

Régnault ⁵⁾ gibt 0,3478 bei 12,5° an.

⁵⁾ Phys. chem. Tabellen von Landolt-Börnstein 1894. S. 336.

Versuche mit Nitrobenzol von 12° und 93°.

Menge des Nitrobenzols in Gefäß I	Menge des Nitrobenzols in Gefäß II	Temperaturanstieg I	Temperaturanstieg II	Widerstandsverhältnis	c ₁₂ nach Régnault	c ₉₃
387.95 gr.	371.9 gr.	6.303	7.5094	0.9962	0,348	0,4027
380.7 „	376.85 „	5,248	6,135	0,9960	„	0,4029
379,7 „	376.85 „	6,317	7,356	0,9960	„	0,4024
380,7 „	385,75 „	6,231	7,026	1,0004	„	0,4006
394,86 „	387,68 „	6,359	7,180	0,9993	„	0,4021
394,86 „	386,92 „	6,432	7,235	0,9993	„	0,4033

Mittelwert 0,4023 bei 93°.

Die Werte stimmen bis auf den 4. sehr gut mit einander überein. Da ich aber keinen Versuchsfehler finden konnte, so glaubte ich diesen Wert bei der Berechnung des Mittelwertes mit berücksichtigen zu müssen. Dieser Mittelwert wurde bei allen folgenden Versuchen benutzt.

Versuche mit Nitrobenzol und Anilin, beide auf ca. 90° Anfangstemperatur erhitzt.

I Nitrobenzol	II Anilin	I Temperaturanstieg	II Temperaturanstieg	Widerstandsverhältnis	c Nitrobenzol 93°	c Anilin 92,5°
388.2 gr.	331.9 gr.	6,376	5,616	0,9983	0,4023	0,5386
387.3 „	331,4 „	7,864	6,953	0,9983	„	0,5361
386.8 „	330.9 „	7,886	6,940	0,9983	„	0,5388

Mittelwert 0,5378.

Nach Schiff ⁶⁾ wird die spezifische Wärme des Anilins dargestellt durch die Formel

$$c_t = 0,4706 + 0,0007.t.$$

Für $t = 92,5^\circ$ gesetzt, erhalten wir für $c = 0,5354$, ein Wert, der nur ca. $\frac{1}{2}\%$ kleiner ist wie der von mir gefundene. —

⁶⁾ Zeitschrift für phys. Chemie I. S. 389.

Die folgenden Untersuchungen erstrecken sich auf solche Substanzen, die bei Zimmertemperatur fest sind, wie Naphtalin, α -Naphtylamin u. a. Die spezifische Wärme solcher Substanzen im flüssigen Zustande bekommt man nach der Mischungsmethode immer in Verbindung mit der spezifischen Wärme im festen Zustande und der latenten Schmelzwärme. Die Aufgabe läuft dann darauf hinaus 3 Gleichungen mit 3 Unbekannten aufzustellen und zu lösen. Petterson ⁷⁾ macht mit Recht auf die Umständlichkeit der Methode aufmerksam. Störend wirkt bei derartigen Versuchen auch die lange Zeit (50 oder 90' nach Person) ⁸⁾, die der erhitzte Körper braucht um seine Wärme vollständig an das Kalorimeterwasser abzugeben. Dadurch werden die Korrekturen, die an den Temperatursteigerungen im Kalorimeter anzubringen sind, übermässig gross, worunter die Genauigkeit leidet. Aus diesem Grunde stimmen wohl auch die Werte der einzelnen Beobachter für die spezifischen Wärmen derartiger Körper so schlecht überein. Alluard ⁹⁾ macht in der Beschreibung seiner Versuche über das Naphtalin besonders aufmerksam auf die Schwierigkeit spezifischer Wärmebestimmungen von solchen Substanzen, welche schlechte Wärmeleiter sind. Die Versuchsanordnung, die ich vorher beschrieben habe, gestattet die spez. Wärme von solchen Substanzen, die erst über Zimmertemperatur flüssig werden, schnell und hinreichend genau zu bestimmen. Ausserdem hat sie noch den Vorteil, dass man die Wärmekapazität für ein kleines Temperaturintervall bekommt. Durch die Wahl passender Flüssigkeiten für den Heizkasten wird man auch imstande sein, die Aenderung der spezifischen Wärme mit der Temperatur verfolgen zu können.

⁷⁾ Journal für prakt. Chemie 24. 1881. S. 155 u. 159.

⁸⁾ Ann. de chim. et de phys. 1847. XXI.

⁹⁾ Ann. de chim. et de phys. 1859. LVII. S. 458 u. 462.

Naphtalin. Vergleichsflüssigkeit Nitrobenzol. Beide auf ca. 90° erwärmt.

I Menge des Naphtalins	II Menge des Nitrobenzols	I Temperatursteigerung	II Temperatursteigerung	Widerstandsverhältnis	c Naphtalin	c Nitrobenzol
341,5	391,98	8,395	7,822	0,9978	0,4271	0,4023
340,6	391,48	6,656	6,161	0,9978	0,4253	"
319,5	396,6	7,507	6,457	0,9974	0,4288	"
320,0	397,2	7,498	6,446	0,9974	0,4284	"
318,7	394,7	7,396	6,344	0,9974	0,4266	"

Mittelwert für c (Naphtalin) = 0,4272, für 90,8—98,2° oder bei 94,5°.

Alluard ¹⁰⁾ findet für die spez. Wärme des flüssigen Naphtalins.

0,418 zwischen 87 u. 127°

0,4174 „ 99 u. 127°.

Er bemerkt, dass er den Versuchen, die sich auf das Intervall 99—127° beziehen, mehr Vertrauen schenke.

Pickering ¹¹⁾ gibt an 0,4824 für 80—99°.

Batelli ¹²⁾ „ „ 0,409 „ 90—95°.

Der Wert, den Alluard angibt, kommt meinem noch am nächsten.

α-Naphtylamin.

I Menge des Naphtylamins	II Menge des Nitrobenzols	I Temperatursteigerung	II Temperatursteigerung	Widerstandsverhältnis	c Naphtylamin	c Nitrobenzol
349,7	383,4	6,042	6,495	0,9982	0,4772	0,4023
349,1	382,6	6,128	6,551	0,9982	0,4743	"
356,0	373,0	7,328	8,224	1,0009	0,4740	"
356,8	373,4	5,942	6,721	1,0009	0,4772	"
355,0	372,3	5,971	6,712	1,0009	0,4751	"

Mittelwert 0,4756 für 91,1—97,3° oder bei 94,2°.

¹⁰⁾ Ann. de chim. et de phys. 1859.

¹¹⁾ Phys. chem. Tabellen von Landolt-Börnstein. S. 336 u. 330.

¹²⁾ Phys. chem. Tabellen von Landolt-Börnstein. S. 336 u. 330.

Nitronaphtalin.

I Menge des Nitro- naphtalins	II Menge des Nitro- benzols	I Tempera- tursteige- rung	II Tempera- tursteige- rung	Wider- standsver- hältnis	c Nitro- naphtalin	c Nitro- benzol
402.1	384.6	6,375	6,488	1,0022	0,3903	0,4023
401.1	384,0	7,875	8,005	1,0022	0,3902	„
397,78	400,9	6,431	6,184	0,9978	0,3909	„
396,98	400,4	8,053	7,691	0,9978	0,3883	„
396,48	399,6	6,373	6,118	0,9978	0,3902	„

Mittelwert 0,390 für 10,9—97,7° oder bei 94,3°.

Phenol.

I Menge des Phenols	II Menge des Nitro- benzols	I Tempera- tursteige- rung	II Tempera- tursteige- rung	Wider- standsver- hältnis	c Phenol	c Nitro- benzol
345.7	403.6	6,441	7,606	0,9974	0,5603	0,4023
345.2	403.2	6,245	7,404	0,9974	0,5629	„
344.7	402.8	6,221	7,335	0,9974	0,5599	„
346.1	395.4	6,117	7,452	0,9973	0,5625	„
345.4	394.9	6,085	7,377	0,9973	0,5592	„

Mittelwert 0,561 für 90,7—97° oder bei 93,9°.

Paratoluidin.

I Menge des Para- toluidins	II Menge des Nitro- benzols	I Tempera- tursteige- rung	II Tempera- tursteige- rung	Wider- standsver- hältnis	c Para- toluidin	c Nitro- benzol
315,1	399,4	7,282	7,589	0,9979	0,5344	0,4023
314,2	398,8	5,875	6,115	0,9979	0,5344	„
310,0	395,5	5,900	6,145	1,0022	0,5332	„
309,5	395,0	5,817	6,05	1,0022	0,5326	„
309,0	394,3	5,873	6,115	1,0022	0,5332	„

Mittelwert 0,5335 für 91—97,2° oder bei 94,1°.

Auf den freundlichen Rat von Herrn Privatdozent Dr. Finger wurde das von Merck in Darmstadt bezogene Präparat in heissem Ligroin gelöst und dann auskrystallisieren lassen. Auf diese Weise gelang es wasserfreie Krystalle zu erhalten.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Substanz	Spezifische Wärme	Temperatur	Molekularwärme
Terpentinöl	0,5055	93°	—
Nitrobenzol	0,4023	93°	49,48
Anilin	0,5378	92,5	50,03
Benzol ¹³⁾	0,4814 ¹⁵⁾	94°	37,55
Naphtalin	0,4272	94,5	54,68
α -Naphtylamin	0,4756	94,2	68,01
Nitronaphtalin	0,3900	94,3	67,47
Paratoluidin	0,5335	94,1	57,05
Phenol	0,5610	93,9	52,73
Orthotoluidin ¹⁴⁾	0,5364	94,0	57,40

Für Nitronaphtalin, α -Naphtylamin, Paratoluidin liegen Messungen von Batelli ¹⁶⁾ vor. Dieselben beziehen sich jedoch auf Temperaturen, die dem Schmelzpunkt der betreffenden Substanzen, wo starke Aenderungen der spezifischen Wärme zu erwarten sind, nahe liegen. Eine Extrapolation für die Temperatur 94° hielt ich deshalb für unstatthaft. Für Paratoluidin gibt Batelli Werte an, die bedeutend grösser sind wie der von mir gefundene.

$$\begin{array}{l} \text{c-Paratoluidin } 40-45^{\circ} \quad 0,598 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 55-60^{\circ} \quad 0,638. \end{array}$$

Die erhaltenen Resultate lassen einige Gesetzmässigkeiten erkennen. Vergleichen wir die spez. Wärme des Benzols, Nitrobenzols, Anilins, so findet man, dass durch Einführung der Nitrogruppe an Stelle von H die spezifische Wärme erniedrigt wird, durch Einführung der Amidogruppe dagegen erhöht. Naphtalin

¹³⁾ Benzol siedet zwar bei 80°, aber durch passenden Druck kann man es bis 94° flüssig halten, so dass also die Angabe des Wertes 0,4814 für 94° einen Sinn hat.

¹⁴⁾ Schiff, Zeitschrift für phys. Chemie I. S. 389.

¹⁵⁾ Schiff, Zeitschrift für phys. Chemie I. S. 389.

¹⁶⁾ Landolt-Börnstein, Tabellen. S. 330.

und seine Derivate verhalten sich ebenso. Nitronaphtalin hat eine geringere spez. Wärme als das Naphtalin, Naphtylamin eine höhere. Die Unterschiede in den Molekularwärmen

- von 1) Benzol-Nitrobenzol,
- 2) Benzol-Amidobenzol

einerseits

- und 3) Naphtalin-Nitronaphtalin,
- 4) Naphtalin-Naphtylamin

sind ungefähr gleich gross:

- 1) 11,93 }
- 2) 12,48 }
- 3) 12,79 }
- 4) 13,33 }

Paratoluidin besitzt fast dieselbe Molekularwärme wie Orthotoluidin — ein Beweis für den von Reis¹⁷⁾ aufgestellten Satz, dass isomere Körper von ähnlicher Zusammensetzung die gleiche Molekularwärme haben. —

Giessen, phys. Institut, April 1895.

¹⁷⁾ Reis, Annalen d. Phys. u. Chemie v. Wiedemann. 10. 1880. 13. 1881.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Schlamp Anton

Artikel/Article: [Ueber eine Bestimmung spezifischer Wärmen mittels des elektrischen Stromes. 100-112](#)