Aus allen angeführten Zahlen geht hervor, dass $m_i m_k / r_{ik}^3$ jedenfalls den Haupttheil der Anziehung zweier Massentheilen ausmacht. Die Differenzen zwischen n und 2 sind aber auch zu geringfügig, als dass der Schluss gestattet wäre, dass ausser diesem Gliede noch ein weiteres anzunehmen sei. Ausserdem fanden die Abweichungen eine genügende Erklärung in den gemachten Vernachlässigungen. Hierzu kommt die interessante und gewiss von vielen erwartete Thatsache, dass n sich gerade gleich 2 ergab. Bedeutet dies doch, dass dasselbe Gesetz, das den Makrokosmos beherrscht, sich auch im Mikrokosmos als gültig erwiesen hat. Ich spreche daher das Ergebnis meiner Arbeit dahin aus, dass auch die kleinsten Massentheile sich nach dem Newton'schen Gesetz anziehen.

August 1888.

V. *Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit des Quecksilberdampfes; von A. Schleiermacher.*

In einer Untersuchung über die Wärmeleitungsfähigkeit der Gase Luft, Wasserstoff und Kohlensäure¹⁾ habe ich Werthe erhalten, welche von den theoretisch berechneten Werthen sehr beträchtlich abweichen. Nun kann man zwar jede der vorliegenden Theorien mit den Beobachtungen in Einklang bringen, indem man bestimmte Annahmen über die Betheiligung der intramolecularen Energie an der Wärmeleitung der zwei- und mehratomigen Gase macht. Wenn man aber die wohl am nächsten liegende Annahme einführt, dass sich die intramoleculare Energie bei der Wärmeleitung mit derselben Geschwindigkeit fortpflanzt, wie die moleculare Energie, so liefert damit die von Hrn. Boltzmann entwickelte Theorie grössere Werthe als die Beobachtung, die Theorie des Hrn. O. E. Meyer dagegen zu kleine Werthe. Da man nun die Annahme, dass die intramoleculare Energie noch schneller übertragen werde, als die moleculare, von

1) A. Schleiermacher, Wied. Ann. **34**. p. 623. 1888.

vornherein als höchst unwahrscheinlich ausschliessen darf, zog ich¹⁾ den Schluss, dass die von Hrn. Meyer hergeleitete Theorie mit den Thatsachen unvereinbar sei. Eine endgültige Entscheidung liefert die Ermittlung der Leitungsfähigkeit eines einatomigen Gases, da hier die erwähnten Annahmen gegenstandslos und also ohne Einfluss auf den Vergleich von Theorie und Beobachtung sind.

Daher unternahm ich den Versuch, die Leitungsfähigkeit des Quecksilberdampfes zu messen, und theile im Folgenden die erhaltenen Resultate mit.

Durch den Vergleich der Leitungsfähigkeit des Quecksilberdampfes mit derjenigen der anderen Gase durfte man ferner auch Aufschluss darüber erwarten, in welchem Verhältniss die intramoleculare Energie an der Wärmeleitung der mehratomigen Gase theilnimmt.

Da die Leitungsfähigkeit des Quecksilberdampfes nur bei Temperaturen oberhalb 180° bestimmbar ist, so wird dadurch die Schwierigkeit der Messung vergrössert, und es dürfte kaum möglich sein, hier ebenso genaue Zahlen zu erhalten, als bei anderen Gasen. Dasselbe gilt wohl auch von der Bestimmung der Reibungsconstante, die ja bekannt sein muss, um die Leitungsfähigkeit theoretisch berechnen zu können. Doch glaube ich, dass die erhaltenen Resultate genau genug sind, um wenigstens die erste der erwähnten Fragen zur Entscheidung zu bringen.

Methode und Versuchsanordnung waren die gleichen, wie bei den früheren Messungen. Nur der Apparat musste insofern abgeändert werden, dass statt des Platindrahtes, der sich in Quecksilberdampf sehr schnell amalgamirt, ein Nickeldraht eingespannt wurde. Die Electrodendrähte bestanden aus sehr feinem Neusilberdraht und waren mit Hartloth an den Nickeldraht angelöthet. Zum Einschmelzen der Drahtenden in den Glasapparat mussten freilich Platindrähte verwendet werden, die an den Enden des Nickeldrahtes und der Electrodendrähte angelöthet wurden. Diese Platinenden, sowie die Neusilberdrähte waren schwach verkupfert und an der Luft ausgeglüht. Der so entstandene dünne Ueberzug von

1) A. Schleiermacher, l. c. p. 646.

Kupferoxyd genügte, um sie gegen Amalgamation zu schützen. Die Dimensionen des Apparates sind:

Länge des Nickeldrahtes zwischen den Electroden	305,2 mm
Durchmesser des Drahtes	0,284 mm
Widerstand bei 0°	0,6362 S.-E.
Lichter Durchmesser des Glasrohres	18,2 mm
Dicke der Glaswand	0,8 mm.

Um den Quecksilberdampf in hinreichender Dichte und doch in ungesättigtem Zustande untersuchen zu können, dienten Bäder von siedendem Anilin (182,5°) und siedendem Xylidin (215,0°). Der Apparat war horizontal in einem 5 l haltenden Kasten aus hart verlöthetem, starkem Eisenblech befestigt. Eine eiserne Deckplatte, mit eingelegter Bleidichtung auf eine Flansche am oberen Rande des Kastens verschraubt, schloss diesen dampfdicht ab. In den Deckel sind zwei Rohrstutzen eingelöthet und in diese Glasröhren eingekittet, welche als Rückflusskühler dienten. Durch das eine Kühlrohr führte das den Apparat mit der Pumpe verbindende Glasrohr. Auch die vier Zuleitungsdrähte zu dem Nickeldraht und den Electroden liefen durch die Kühler. Ausserdem hing noch in jedem ein in die Flüssigkeit eintauchendes Thermometer, um daran die Constanz der Siedetemperatur controliren zu können. Durch Reguliren der fünf unter den Kasten gesetzten Brenner gelang es leicht, das Sieden der Flüssigkeit so gleichmässig zu erhalten, dass sich der Dampf in den Kühlröhren lange Zeit immer bis zur gleichen Höhe erhob. Um die Berührung des Dampfes mit der Luft und die dabei stattfindende Veränderung der Flüssigkeit möglichst einzuschränken, waren die Kühler am oberen Ende mit Watte verstopft.

Widerstand des Drahtes bei 0° und Temperaturcoefficient der Widerstandsänderung wurden ebenso wie früher bestimmt. Der letztere erwies sich auffallend stark mit der Temperatur veränderlich. Der Temperaturcoefficient beträgt nämlich zwischen:

0—18	0—55	0—100	0—138	0—215°
0,0 ₂ 310	0,0 ₂ 326	0,0 ₂ 3583	0,0 ₂ 383	0,0 ₂ 4262.

Danach wurde zur Berechnung gesetzt: $\alpha = 0,0_23000 + 0,0_5587 t$.

Zur Messung der allein durch die Strahlung übertragenen Wärme wurde der Apparat bei 250° und unter häufigem Ausglühen des Drahtes möglichst gut ausgepumpt und blieb während der Beobachtungen mit der Pumpe in Verbindung. Tab. I enthält die Werthe der ausgestrahlten Wärmemengen in Grammcalthorien für die Temperaturdifferenzen $t - t'$ zwischen Draht und Umhüllung (Bad).

Tabelle I.

$t' = 0^{\circ}$		$t' = 100^{\circ}$		$t' = 215^{\circ}$	
$t - t'$	S	$t - t'$	S	$t - t'$	S
11,91 ^o	0,000 532	7,78 ^o	0,000 930	5,10 ^o	0,001 518
13,16	583	8,64	1 163	5,78	1 792
16,18	739	11,14	1 362	7,57	2 299
19,57	898	17,54	2 197	8,66	2 832
23,23	1 103	29,88	4 077	15,97	5 060
34,39	1 742	40,53	5 717		

Aus diesen Zahlen konnten die Werthe der Strahlung für $t' = 182,5^{\circ}$, soweit sie zur Berechnung der im Anilinbad angestellten Wärmeleitungsversuche erforderlich waren, hinlänglich genau ermittelt werden.

Dem neuerdings von Hrn. H. F. Weber¹⁾ aufgestellten Strahlungsgesetz entsprechen die Beobachtungen am Nickeldraht nicht so gut als die früheren an Platindrähten. Berechnet man die von Hrn. Weber mit C bezeichnete Constante für die drei Temperaturen, bei denen der Nickeldraht untersucht wurde, so erhält man die Mittelwerthe: $C_0 = 10^{-6} \cdot 2,16$; $C_{100} = 10^{-6} \cdot 3,29$; $C_{215} = 10^{-6} \cdot 4,18$. Ein Wachsen dieser Grösse mit der Temperatur zeigen übrigens auch die beiden zuletzt von mir untersuchten Platindrähte, aber in viel geringerem Maass als der Nickeldraht. Es ergibt nämlich Platindraht I $C_0 = 10^{-6} \cdot 3,41$; $C_{100} = 10^{-6} \cdot 3,88$, und Platindraht II $C_0 = 10^{-6} \cdot 4,42$; $C_{100} = 10^{-6} \cdot 5,14$. Eine Aenderung des „Temperaturcoefficienten α “ hebt die Inconstanz von C bei dem Nickeldraht nicht. Es muss also weiteren Untersuchungen überlassen werden, die Ursache der vorliegenden Abweichungen aufzuklären.

1) H. F. Weber, Ber. d. Berl. Akad. 37. p. 933. 1888.

Die Bestimmung der Wärmeleitungsfähigkeit wurde an drei verschiedenen Füllungen des Apparates mit Quecksilberdampf ausgeführt. Der Druck des Dampfes, aus den eingeführten Quecksilbermengen berechnet, betrug bei der ersten Füllung $p_1 = 10,3$ mm für 215° ; bei der zweiten Füllung $p_2 = 3,2$ mm für 215° und $3,0$ mm für $182,5^\circ$; bei der dritten Füllung $p_3 = 7,0$ mm für 215° und $6,6$ mm für $182,5^\circ$. Da diese Drucke höchstens zwei Drittel des Sättigungsdruckes erreichen, welcher bei 215° 29 mm und bei $182,5^\circ$ 10 mm beträgt, darf man wohl annehmen, dass der Dampf stets aus isolirten Atomen bestand. Uebrigens haben die Herren Kundt und Warburg die Einatomigkeit des Dampfes auch für den gesättigten Zustand bewiesen.

Zur Füllung des Apparates wurde die abgewogene Quecksilbermenge in das geschlossene Ende eines knieförmig gebogenen und seitlich an das Verbindungsrohr von Apparat und Pumpe angesetzten Schliffstückes gebracht. Nachdem der Apparat unter Erwärmung vollkommen evacuirt und wieder abgekühlt war, liess man durch Drehen des Schliffstückes das Quecksilber in den Apparat einfallen. Eine Stelle des Verbindungsrohres nahe am Apparat, die zu einer dickwandigen Capillare verengt war, wurde dann bis fast zum Erweichen erhitzt und, nachdem das Vacuum nochmals geprüft war, abgeschmolzen.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Messungen zusammengestellt. Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Füllungen, $t - t'$ ist der Temperaturüberschuss des Drahtes und $L/(t - t')$ sind die durch Leitung übertragenen Wärmemengen für die Einheit des Temperaturüberschusses, also der Leitungsfähigkeit proportionale Grössen.

Tabelle II.

	$t' = 182,5^\circ$		$t' = 215^\circ$	
	$t - t'$	$L/(t - t')$	$t - t'$	$L/(t - t')$
I.	—	—	10,04°	0,000 882
I.	—	—	12,06°	900
II.	7,04°	0,000 802	6,46°	896
II.	10,23°	803	9,34°	897
II.	—	—	11,54°	900
III.	6,98°	820	6,61°	877
III.	10,20°	818	9,48°	888

Der Einfluss von Strömungen, der der Dichte proportional sein würde, tritt hinter den Beobachtungsfehlern ganz zurück. Aus dem Mittelwerth aller Bestimmungen erhält man die Wärmeleitungsfähigkeit bei der mittleren der Temperaturen $t' + (t - t')/2$:

$$k = 0,01846 \text{ g/cm. sec. bei } 203^\circ.$$

Luft und Wasserdampf, die sich während der Messung von der Glaswand des Apparates abgelöst haben könnten, würden die Leitungsfähigkeit erhöhen, und zwar müssten z. B. die Werthe um so mehr gefälscht sein, je geringer die Dichte des Quecksilberdampfes ist. Davon lassen die Zahlen nichts erkennen, indem eine regelmässige Abhängigkeit von der Dichte, wie bereits erwähnt, überhaupt nicht hervortritt. Einer Correction wegen der Glasleitung¹⁾ bedürfen die Zahlen nicht, da die übergeführten Wärmemengen zu gering sind.

Der Temperaturcoefficient der Leitungsfähigkeit, aus den Mittelwerthen für $182,5^\circ$ und 215° berechnet, ergibt sich zu $\gamma = 0,0074$. Wenn man auch die Genauigkeit dieser Zahl wegen der relativ grossen Beobachtungsfehler und des geringen Temperaturintervalles, aus dem sie abgeleitet ist, nicht zu hoch schätzen darf, so mag doch darauf hingewiesen werden, dass sie sich nicht allzuweit von dem von der Theorie verlangten Werth entfernt. Bei einatomigen Gasen mit constanter specifischer Wärme sollte nämlich die gleiche Abhängigkeit von der Temperatur für die Leitungsfähigkeit, wie für die Reibungsconstante bestehen. Aus seinen Messungen der Reibungsconstante des Quecksilberdampfes hat Hr. S. Koch²⁾ die Aenderung der Constante mit der Temperatur durch die Formel dargestellt: $\mu = \mu_0(1 + \alpha t)^{1,6}$, worin $\alpha = 0,003\,665$. Drückt man die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit von der Temperatur durch eine ähnliche rationelle Formel aus, so erhält man als Werth des Exponenten 1,4.

Nach Beendigung der Versuche mit Quecksilberdampf war es meine Absicht, durch einige Bestimmungen der Lei-

1) Schleiermacher, l. c. p. 640.

2) S. Koch, Wied. Ann. 19. p. 870. 1883.

tungsfähigkeit der Luft bei 0° die Messungen mittelst des jetzigen Apparates an die früheren Messungen anzuschliessen.

Leider zerbrach der Apparat, ehe ich diese naheliegende Vervollständigung meiner Arbeit ausführen konnte, und von der Herstellung eines neuen Apparates sah ich vorerst ab, da der angedeutete Zweck damit doch nicht erreicht werden konnte.

Wir haben nunmehr den für die Leitungsfähigkeit des Quecksilberdampfes gefundenen Werth mit den Forderungen der Theorie zu vergleichen. Alle bisher entwickelten Theorien kommen in ihrem Endresultat dahin überein, dass die Leitungsfähigkeit k eines einatomigen Gases proportional ist dem Product aus der Reibungsconstante η mit der specifischen Wärme bei constantem Volumen c_v , sodass also der Quotient $k/\eta \cdot c_v$ für alle einatomigen Gase den gleichen Werth besitzt. Dieses Resultat ist unzweifelhaft richtig; es steht damit in Einklang, dass erfahrungsgemäss sich die Leitungsfähigkeit der Gase ebenso wie die Reibungsconstante als unabhängig vom Druck erweist. Nur in dem numerischen Werth des Quotienten gehen die Theorien auseinander und in diesem Punkt sind sie also durch die Beobachtung zu prüfen. Die Boltzmann'sche Theorie ergibt diesen Werth = 2,5, wenn die Hypothese eingeführt wird, dass die Molecüle abstossende Kräfte aufeinander ausüben, welche der umgekehrten fünften Potenz der Entfernung proportional sind. Die Entwicklung des Hrn. O. E. Meyer führt auf den Werth 1,53. Für den Quecksilberdampf lässt sich die specifische Wärme c_v aus dem von den Herren Kundt und Warburg ermittelten Verhältniss der beiden specifischen Wärmen berechnen zu 0,01485. Die Reibungsconstante ist nach den Messungen von Hrn. S. Koch $\eta = 0,03162 (1 + 0,003665 t)^{1,60}$. Hieraus ist der Werth von η für die Temperatur 203° zu berechnen, resp. zu extrapoliren, da die Beobachtungen nur das Temperaturintervall $270\text{—}380^{\circ}$ umfassen. Man erhält $\eta_{203^{\circ}} = 0,03895$. Aus diesen Zahlen ergibt sich der Werth des Quotienten $k/\eta \cdot c_v$ zu 3,15, d. h. mehr als doppelt so gross, als der Werth 1,53 der Meyer'schen Theorie. Damit ist also bewiesen, dass diese Theorie zu einem mit der Erfahrung unvereinbaren Resultat führt.

Weniger entscheidend ist der gefundene Werth von $k/\eta \cdot c_v$ in Bezug auf die Gültigkeit der Boltzmann'schen Theorie. Er ist freilich um nahe 25 Proc. grösser, als diese Theorie verlangt, aber es mag dahingestellt bleiben, ob die Abweichung nicht auch durch die relativ grossen Beobachtungsfehler bei der Bestimmung sowohl der Leitungsfähigkeit als auch der Reibungsconstante erklärt werden kann. Die folgenden Betrachtungen machen mir allerdings wahrscheinlich, dass der gefundene Werth 3,15 eher zu klein als zu gross ist, und dass daher auch der Boltzmann'sche Werth nicht den Thatsachen entspricht.

Für die Wärmeleitung der mehratomigen Gase führt die Theorie nicht unmittelbar zu einem bestimmten Ergebniss; man hat hier zunächst eine Annahme über die Betheiligung der intramolecularen Energie an der Leitung zu machen, über deren Berechtigung zur Zeit nur der Vergleich mit den Beobachtungen einen Anhalt liefert. Eine der möglichen Annahmen ist die, dass innere und progressive Energie sich in demselben Verhältniss an der Wärmeleitung betheiligen, indem sie in dem überall gleich temperirten Gas stehen. Diese Annahme werde mit (I) bezeichnet. Sie führt für die Wärmeleitungsfähigkeit aller Gase auf den Ausdruck $k = q \cdot \eta \cdot c_v$, wo q eine Constante. Nach einer anderen Annahme (II), die einen zweiten Grenzfall darstellt, geschieht die Uebertragung der Wärme allein durch die progressive Energie der Molecüle. Hiernach hat man statt der specifischen Wärme c_v , welche der gesammten Energie der Molecüle H proportional ist, eine Grösse einzuführen, welche der fortschreitenden Energie K proportional ist, also statt c_v zu setzen $c_v \cdot K/H$. Da $K/H = \frac{2}{3} \cdot (\alpha - 1)$, wenn $\alpha = c_p/c_v$, so ist also c_v durch $\frac{2}{3} \cdot (\alpha - 1) c_v$ zu ersetzen, und man erhält $k = \frac{2}{3} \cdot q (\alpha - 1) c_v \cdot \eta$. Für ein einatomiges Gas führen beide Ausdrücke, da $\frac{2}{3}(\alpha - 1) = 1$ sein muss, auf denselben Werth. Ergibt sich nun aus den Beobachtungen $q = k/\eta \cdot c_v$ für alle Gase gleich und so gross, wie für den Quecksilberdampf, so hat man sich für die Annahme (I) zu entscheiden. Ist dagegen der Quotient $q = k/(\frac{2}{3}(\alpha - 2) \cdot c_v \cdot \eta)$ bei allen Gasen gleich und gleich dem für Quecksilberdampf, so ist damit die Richtigkeit der Annahme (II) bewiesen. Es kann aber

auch drittens der Fall sein, dass keine der beiden Annahmen durch die Beobachtung bestätigt wird: wenn nämlich die innere Energie an der Leitung theilnimmt, aber in geringerem Maass, als es die Annahme (I) verlangt. In diesem Fall wird der Werth des ersten Quotienten kleiner, der des zweiten grösser sein müssen, als beim Quecksilberdampf. Nachstehend sind die Quotienten für die vier von mir untersuchten Gase zusammengestellt; von den zur Berechnung erforderlichen Zahlen sind die Reibungsconstanten den Beobachtungen des Hrn. von Obermayer¹⁾, die specifischen Wärmen und die Verhältnisse der beiden specifischen Wärmen einer Zusammenstellung des Hrn. Wüllner²⁾ entnommen.

Tabelle III.

		k	η	c_v	κ	(I)	(II)
Quecksilber	203°	0,04185	0,03394	0,01485	1,66..	3,15	3,15
Luft	0°	0,0562	0,031678	0,1690	1,405	1,98	3,26
Wasserstoff	0°	0,03410	0,04861	2,461	1,385	1,94	3,35
Kohlensäure	0°	0,0327	0,031383	0,1489	1,311	1,59	3,40

Hieraus ergibt sich, dass der nach der ersten Annahme berechnete Quotient durchaus nicht constant ist. Diese Annahme ist daher abzuweisen. Dagegen wird für die drei mehratomigen Gase die Hypothese (II) recht gut bestätigt: die Abweichungen bei den einzelnen Gasen von dem Mittelwerth 3,34 sind ganz unerheblich; andererseits beträgt die Differenz zwischen diesem und dem für Quecksilberdampf gefundenen Werthe nur 6 Proc. Man könnte die Differenz den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zuschreiben, man könnte den Grund der Abweichung aber auch darin sehen, dass bei den mehratomigen Gasen die intramoleculare Energie in geringem Maasse, weit weniger, als es die Annahme (I) fordert, zur Wärmeleitung beiträgt. In jedem Falle ergibt sich als Resultat unserer Vergleichung, dass bei den Gasen *Luft, Wasserstoff und Kohlensäure die Wärmeleitung im wesentlichen in der Uebertragung von nur progressiver Energie besteht.*

Dasselbe wie die eben mitgetheilte Berechnung lehrt auch die Betrachtung der relativen Leitungsfähigkeiten in

1) A. v. Obermayer, Wien. Ber. **73**. II. Abth. p. 433. 1876.

2) A. Wüllner, Wied. Ann. **4**. p. 321. 1878.

Bezug auf Luft. Nach Annahme (I) sollen diese gleich sein dem Verhältniss $\eta c_v / \eta' c'_v$, nach Annahme (II) gleich $\eta(\kappa - 1)c_v / \eta'(\kappa' - 1)c'_v$, wo sich die Buchstaben mit Index auf Luft beziehen. Die betreffenden Werthe sind in der folgenden Uebersicht mit den durch die Beobachtung erhaltenen Werthen zusammengestellt. Wie früher sind die Zahlen beim Quecksilberdampf für 203°, bei den anderen Gasen für 0° berechnet. Der beobachtete Werth für Wasserstoff ist mit beiden Annahmen gleich gut verträglich, aber die Zahlen für Kohlensäure und namentlich für Quecksilberdampf sind nur mit Annahme (II) vereinbar.

Tabelle IV.

	Quecksilber	Wasserstoff	Kohlensäure
(I)	0,135	7,47	0,726
(II)	0,209	7,10	0,557
beobachtet	0,223	7,30	0,581

Es soll nun nicht behauptet werden, dass für alle Gase, namentlich für solche mit complicirteren Molecülen, die Annahme (II) ebenso genau, wie für die oben angeführten Gase, gültig sei. Von denjenigen Gasen, deren Leitungsfähigkeit von Hrn. Winkelmann¹⁾ beobachtet ist, lassen sich noch drei, Kohlenoxyd, Stickoxydul und Aethylen, der Vergleichung unterwerfen, da für sie die erforderlichen Grössen bekannt sind. Für dieselben ist in der folgenden Zusammenstellung das Ergebniss der Berechnung der Quotienten (I) und (II), sowie die dabei benutzten Werthe von k , η , c_v und κ angeführt. Die Grössen η , c_v und κ sind wieder den bereits genannten Quellen entnommen. Um Zahlen zu erhalten, welche mit den früher angeführten vergleichbar sind, habe ich, da die Winkelmann'schen Bestimmungen der Leitungsfähigkeiten kleinere Werthe ergaben als die meinigen, an jenen eine Correction angebracht, deren Betrag nach den Differenzen unserer Beobachtungen für Luft und für Kohlensäure bemessen ist.

1) A. Winkelmann, Pogg. Ann. 156 p. 497. 1875

Tabelle V.

	$k_{\text{Winkelm.}}$	$k_{\text{corr.}}$	η	c_v	κ	(I)	(II)
Kohlenoxyd	0,0,499	544	0,0 ₈ 1625	0,1729	1,403	1,94	3,20
Stickoxydul	0,0,350	376	0,0 ₈ 1353	0,1513	1,311	1,84	3,94
Aethylen	0,0,395	427	0,0 ₄ 922	0,2701	1,245	1,71	4,66

Die Zahlen unter (I) zeigen zunächst, dass auch für diese Gase die Annahme (I) nicht richtig sein kann, da dieselben weit unter dem für Quecksilberdampf erhaltenen Werth bleiben. Dagegen schliesst sich der nach (II) berechnete Werth für das Kohlenoxydgas recht gut den früher gefundenen an, und es scheint also dieses Gas ebenfalls dem oben ausgesprochenen Satz zu folgen. Grösser sind die Werthe für Stickoxydul und namentlich für Aethylen, sodass man hier die Fortpflanzung auch intramolecularer Energie bei der Wärmeleitung anzunehmen hat.

Eine weitere Entscheidung zwischen den beiden Annahmen müsste die Untersuchung der Temperaturcoefficienten der Wärmeleitung liefern bei Gasen, bei welchen sich sowohl c_v als c_p/c_v mit der Temperatur ändern. Von den von mir untersuchten Gasen würde hierfür nur Kohlensäure in Betracht kommen. Man wird indessen dem Resultat der Vergleichung keine grosse Bedeutung beilegen können, da, wie bereits in der früheren Abhandlung hervorgehoben, die zu Grunde zu legenden Zahlen noch zu wenig gesichert sind, und sich ausserdem bei der Aenderung der Leitung mit der Temperatur Einflüsse geltend machen können, die bis jetzt zu wenig untersucht sind. Es sei daher nur angeführt, dass sich der für die Wärmeleitung der Kohlensäure gefundene Temperaturcoefficient der Annahme (I) besser anschliessen würde, als der Annahme (II).

Die im Vorstehenden gezogenen Schlussfolgerungen behalten natürlich nur dann Gültigkeit, wenn unzweifelhaft ist, dass die Wärmeübertragung in einem Gase nur vermöge der Bewegung seiner Molecüle stattfindet. Würde dagegen gleichzeitig auch Wärme durch die „innere Strahlung“ der Molecüle übergeführt, so wäre eine Prüfung der kinetischen Theorien durch die Beobachtung auf dem eingeschlagenen Wege nicht möglich. Die Uebereinstimmung aber, welche die Vergleichung bei den vier Gasen Luft, Wasserstoff,

Kohlenoxyd und Kohlensäure ergeben hat, beweist doch wohl, dass bei diesen die innere Strahlung keinesfalls beträchtlich zur Wärmeübertragung beiträgt, da sich ja die Kohlensäure, bei der man infolge ihres merklichen Absorptionsvermögens am ersten die Mitwirkung der inneren Strahlung vermuthen sollte, nicht von diathermanen Gasen unterscheidet. Ueber das Absorptionsvermögen des Quecksilberdampfes ist freilich nichts bekannt; es könnte also behauptet werden, dass in dem ermittelten Werthe der Leitungsfähigkeit noch ein der inneren Strahlung zuzuschreibender Antheil enthalten sei. Auch aus diesem Grunde will ich daher unentschieden lassen, ob das für den Quecksilberdampf gefundene Resultat gegen die Richtigkeit der Boltzmann'schen Theorie beweisend ist. Dagegen bleibt gewiss, dass die Abweichung des gefundenen Werthes von der Meyer'schen Theorie nicht durch die innere Strahlung erklärt werden kann. Wenn deren Einfluss so gross sein sollte, müsste er in einer sehr bemerklichen Abhängigkeit des scheinbaren Leitungsvermögens von der Dichte des Dampfes und von der Temperatur des Drahtes zum Ausdruck kommen, und hiervon lassen die Beobachtungen nichts erkennen.

Die mitgetheilten Schlussfolgerungen würden auch dann zweifelhaft werden, wenn sich der von den Herren Lummer und Pringsheim¹⁾ neuerdings mitgetheilte Werth des Verhältnisses der beiden specifischen Wärmen der Luft als richtig bestätigen sollte. Vor allem würde dann in Frage gestellt, ob der Quecksilberdampf, der nach seinen chemischen Eigenschaften unbezweifelbar einatomig ist, sich auch in seinen thermischen Eigenschaften wie ein einatomiges Gas verhält.

Karlsruhe, im October 1888.

1) O. Lummer u. E. Pringsheim, Verhandl. d. phys. Ges. Berlin 1887. p. 136.