

aber schon dann ein, wenn bei der Bewegung des Reibzeuges ein Theil der von demselben ursprünglich eingenommenen Fläche von dem Reibzeug überdeckt bleibt. Auch aus diesem Grunde ist also die Anwendung der Formeln auf Fälle, in denen das Reibzeug nicht um seine ganze Breite verschoben wird, zu vermeiden.

VIII. *Bemerkungen über die unipolare Leitung der Flamme; von Ferdinand Braun.*

In einem kürzlich erschienenen Aufsätze¹⁾ sucht Hr. Herwig die sogenannte positive unipolare Leitung der Flamme mit einem allgemeinen Satz in Uebereinstimmung zu bringen, wonach stets die negative Electricität leichter aus einem festen Körper in ein Gas austrete, als die positive. Herr Herwig discutirt (§. 6) auch Versuche von mir, und ich möchte mir erlauben, auf ein Missverständniß hinzuweisen, welches dabei untergelaufen zu sein scheint. Ich war bei Versuchen²⁾, welche prüfen sollten, ob die Richtung der besseren Leitungsfähigkeit einer Flamme mit der Richtung des sog. Flammenstromes in Beziehung stehe, zu dem Resultat gekommen, dass in weitaus den meisten Fällen in der Richtung gegen den Flammenstrom eine bessere Leitung stattfindet. Hr. Herwig fasst diesen Satz so auf, „als wenn im Falle gleichgerichteter Ströme im ganzen eine grössere Potentialdifferenz thätig wäre, im Falle entgegengesetzt gerichteter dagegen eine kleinere als für den Normalfall der Abwesenheit des Flammencontactstromes. Im ersteren Fall muss daher nach §. 4 (derselbe han-

1) Wied. Ann. I. p. 516. 1877.

2) Pogg. Ann. CLIV. p. 481. 1875.

delt von der Zunahme des Widerstandes mit zunehmender electromotorischer Kraft) der Flammenwiderstand grösser sein“ (l. c. p. 537). Dann freilich könnte ich nur Hr. Herwig beistimmen und das Resultat als „ein fast selbstverständliches“ ansehen; da die Abhängigkeit des Widerstandes von der Stromintensität¹⁾ bekannt war, als ich meine Arbeit veröffentlichte, so würde mich der Vorwurf treffen, auf einen durch ausgedehnte Versuchsreihen ermittelten Zusammenhang zwischen zwei Erscheinungen hingewiesen zu haben, als auf einen Punkt, welcher vielleicht unsere Anschauungen erweitern könne, während er direct aus schon bekannten Thatsachen a priori zu erschliessen war. Auf ein solches Missverständniss war ich nicht vorbereitet, um so weniger, als ich in einzelnen Tabellen (z. B. Tab. I, II, III u. IV) alle Zahlen, welche zur Beurtheilung nöthig sind, mitgetheilt habe. Ich greife eine Beobachtung heraus; Tab. IV meines Aufsatzes (l. c. p. 495) enthält in der ersten Zeile folgende Angaben: electromotorische Kraft der Kette = 10 Grove; Flammenstrom = -3^{sc} ; Stromintensität resp. -10^{sc} und „über $+500^{sc}$ “. Es berechnet sich hieraus eine ungefähre electromotorische Kraft des Flammenstromes, welche höchstens 3 Grove beträgt (eine richtigere Rechnung, indem man die -3^{sc} des Flammenstromes compensirt durch $+3^{sc}$ des Kettenstromes würde etwa nur 0,1 Grove ergeben). Aber selbst diesen viel zu hohen Werth für den Flammenstrom angenommen, so würden 3 in den Kreis der Flamme in entsprechender Richtung eingeschaltete Grove'sche Elemente bewirken, dass die Potentialfunction der freien Electricität an allen Stellen des Kreises gleich wäre. Erhöht man nun abwechselnd das

1) Die Versuche, welche Hr. Hoppe (Wied. Ann. II. p. 83) mitgetheilt hat, können seinen Schluss, dass der Widerstand unabhängig von der Intensität sei, natürlich höchstens in den engen Grenzen beweisen, innerhalb deren er die electromotorische Kraft geändert hat. Ein allgemeiner Schluss ist aus den bis jetzt von ihm publicirten Beobachtungen nicht zulässig, zumal der Widerstand sich nach unseren sonstigen Erfahrungen in sehr complicirter Weise mit der Stromintensität ändert (vgl. meinen Aufsatz Pogg. Ann. CLIV. p. 499).

Potential auf der einen Electrode über das auf der anderen um eine gewisse Grösse, so müsste man nach Hrn. Herwig's Auffassung gleiche Intensität nach beiden Richtungen bekommen, da die Potentiale sich algebraisch addiren, wie Hankel gezeigt hat¹⁾; 7 weiter in der Richtung gegen den Flammenstrom hinzugefügte Grove's müssten also dieselbe Stromintensität ergeben, wie 7 in der anderen Richtung, d. h. 10 Grove gegen den Flammenstrom müssten denselben Ausschlag herbeiführen, wie 7 demselben gleichgerichtete. Die mitgetheilten Zahlen zeigen aber, dass man im ersteren Falle über „+500^{sc}“, im zweiten jedenfalls weniger als — 10^{sc} bekam. Zu wesentlich demselben Resultat gelangt man, wenn man der electromotorischen Kraft des Flammenstromes auch einen anderen Werth beilegt. Angesichts so auffälliger Zahlen hatte ich es unterlassen, ausdrücklich einem Missverständniss vorzubeugen, wie dasjenige ist, in welchem sich Hr. Herwig zu befinden scheint. Weitere Beispiele aus einzelnen der früher mitgetheilten Beobachtungen zu geben, unterlasse ich. Wenn ich Hrn. Herwig nicht selbst missverstanden habe, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass seine irrthümliche Auffassung durch diese einzige Bemerkung beseitigt ist. Indess möge es mir gestattet sein, die gebotene Gelegenheit zu ergreifen, um an zwei Beobachtungsreihen die Rechnungen in der hier angedeuteten Weise durchzuführen und dadurch die Zweideutigkeit vollständig zu entfernen, welche meiner früheren Darstellungsweise noch anhaften konnte. Ich wähle Tab. III meiner früheren Abhandlung. Tab. 1a. ist ein unveränderter Abdruck derselben. Die in der Rubrik „Stromintensitäten“ angegebenen Zahlen sind nicht die direct abgelesenen Intensitäten, sondern diese minus der Intensität des Flammenstromes. Dies hatte ich früher gleichfalls nicht ausdrücklich bemerkt, weil es sich wohl von selbst versteht. :

1) Abh. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. VII. 1859.

Tabelle 1a.

Grosse Flamme. Links Oese mit Na_2SO_4 , rechts reines Platinblech.

| Electrom. Kraft. | Flammenstrom. | Stromintensitäten. | |
|------------------|---------------|--------------------|-------|
| 0,1 Grove | +1,6 | + 0,4 | - 1,1 |
| 0,2 „ | — | + 0,8 | - 2,8 |
| 0,4 „ | — | + 1,2 | - 9,8 |
| 0,9 „ | — | + 1,4 | -18,8 |
| 1,9 „ | — | + 3,0 | -24,8 |
| 2,9 „ | — | + 4,4 | -29,8 |
| 4,9 „ | — | + 7,2 | -35,8 |
| 9,9 „ | — | +13,7 | -48,8 |

Da die Electroden bei dieser Versuchsreihe verschiedene Grösse hatten, so konnte Hr. Herwig, wie ich absichtlich hervorhebe, für seine anderweitigen Betrachtungen mit Recht diese Tabelle unberücksichtigt lassen. Aus den obigen Zahlen berechnet sich, dass die electromotorische Kraft des Flammenstromes zwischen 0,1 und 0,2 Grove liegt und einen Strom erzeugt, dessen Richtung durch + angedeutet werden soll; ich nehme den grösseren Werth 0,2 an. Aus dieser etwas ungenauen Annahme erklärt sich die (in Tab. 1b.) mit einem Stern versehene Zahl -1,2 als Intensität eines Stromes, welchem die „wirkliche“ electromotorische Kraft 0 beigelegt ist. Es bedeutet nämlich in Tab. 1b. die Columnne „hinzugefügt“ die electromotorische Kraft, welche durch Abzweigung von einem constanten Kettenstrom zu derjenigen des Flammenstromes hinzugefügt wurde; die Columnne „wirkliche electromotorische Kraft“ gibt diejenige von Flammenstrom plus Kettenstrom; die Columnne „Intensität“ die Stromintensität, welche die electromotorische Kraft des Flammenstroms plus der hinzugefügten des Kettenstromes hervorbrachte.

Die Tab. 1b. (p. 440) zeigt z. B., dass die wirkliche electromotorische Kraft von -0,7 Grove bereits eine grössere Intensität hervorruft, als +9,9 Grove. — Ich gebe noch, in derselben Weise berechnet, eine früher nicht publi-

Tabelle 1b.

| Electr. Kr. in Grove's hinzugef. | | Intensität. | Electr. Kr. in Grove's hinzugef. | | Intensität. |
|-------------------------------------|------------|-------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| | wirkliche. | | | wirkliche. | |
| +0,1 | + 0,3 | + 2,0 | -0,1 | +0,1 | + 0,5 |
| +0,2 | + 0,4 | + 2,4 | -0,2 | 0,0 | - 1,2* |
| +0,4 | + 0,6 | + 2,8 | -0,4 | -0,2 | - 8,2 |
| +0,9 | + 1,1 | + 3,0 | -0,9 | -0,7 | -17,2 |
| +1,9 | + 2,1 | + 4,6 | -1,9 | -1,7 | -23,2 |
| +2,9 | + 3,1 | + 6,0 | -2,9 | -2,7 | -28,2 |
| +4,9 | + 5,1 | + 8,8 | -4,9 | -4,7 | -34,2 |
| +9,9 | +10,1 | +15,3 | -9,9 | -9,7 | -47,2 |

cirte Beobachtungsreihe, deren graphische Darstellung eine der Fig. 6 (Taf. II) meiner früheren Abhandlung (vgl. daselbst p. 503) ähnliche Curve ergeben würde. Die Intensität des Flammenstromes war = +15^{se}, woraus sich seine electromotorische Kraft zu +0,4 Grove berechnet.

Tabelle 2.

Links Perle von K_2CO_3 , rechts von KCl . Die Perlen gleich gross und in gleicher Höhe.

| Electr. Kr. in Grove's hinzugef. | | Intensität. | Electr. Kr. in Grove's hinzugef. | | Intensität. |
|-------------------------------------|------------|-------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| | wirkliche. | | | wirkliche. | |
| + 0,3 | + 0,7 | +19 | - 0,3 | +0,1 | + 8 |
| + 0,5 | + 0,9 | +21 | - 0,5 | -0,1 | - 3 |
| + 1,0 | + 1,4 | +26 | - 1,0 | -0,6 | - 42 |
| + 2,0 | + 2,4 | +34 | - 2,0 | -1,6 | - 80 |
| + 3,0 | + 3,4 | +46 | - 3,0 | -2,6 | -128 |
| + 5,0 | + 5,4 | +54 | - 5,0 | -4,6 | -203 |
| +10,0 | +10,4 | +86 | -10,0 | -9,6 | -313 |

Es folgt aus diesen Zahlen unzweifelhaft, dass die electromotorische Kraft des Flammenstromes auch nicht entfernt ausreicht, die unipolare Leitung in der von Hrn. Herwig gedachten Weise zu

erklären. Trotzdem können beide Erscheinungen vielleicht durch einen Causalnexus verknüpft sein. In der That scheint es, als ob auch Fälle, auf welche ich früher nicht wagte, den Satz anzuwenden, sich demselben besser fügen, als man erwarten sollte. So hat z. B. Henrici¹⁾ gefunden, dass bei ungleich grossen Flächen aus demselben Metall der Flammenstrom stets von der grösseren Electrode durch die Flamme sich zur kleineren bewegte, mochte der kleinere Draht roth oder weiss glühen; stets würde ein Kettenstrom auf dem umgekehrten Wege geringeren Widerstand erfahren. Dass aber bei Ueberführung des einen Drahtes in sehr heisse Flammentheile die Richtung des Flammenstromes und der besseren Leitungsfähigkeit gleichzeitig umschlagen, habe ich früher schon mitgetheilt. — Als ein anderes Beispiel, welches vielleicht mit dem obigen Satz in Beziehung stehen könnte, führe ich Beobachtungen von Hittorf an. Derselbe untersuchte²⁾ in Geissler'schen Röhren, welche vom Inductionsstrom durchbrochen wurden, den Widerstand am negativen Pol, wenn derselbe der Reihe nach aus verschiedenen Metallen gebildet wurde. Die Stärke der Zerstäubung scheint nicht ausreichend zur Erklärung, da Eisen, obschon es viel weniger als Platin und Silber zerstäubt wird, doch den grössten Widerstand zeigt. Möglicherweise lässt sich aber auch hier auf den Widerstand oder einen Theil desselben aus dem electromotorischen Verhalten der Körper schliessen, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt.

| Widerstand am negativen Pol. | Electromot. Kraft. |
|------------------------------------|--------------------|
| Aluminium am kleinsten = 1 gesetzt | |
| Zink = über 2,5 | Zn Al = - 25 |
| Silber und } = über 4 | Ag Al = - 121 |
| Platin } = über 4 | Pt Al = - 148 |
| Eisen noch etwas grösser | Fe Al = - 100 |

Ich wage nicht, hieran irgend weitere Discussionen

1) Pogg. Ann. LXXIX. p. 476. 1850.

2) Pogg. Ann. CXXXVI. p. 25. 1869.

zu knüpfen, sondern begnüge mich mit diesem gelegentlichen Hinweis auf einen angenäherten Parallelismus zwischen zwei Eigenschaften, welcher vielleicht zufällig ist, immerhin aber beachtenswerth sein könnte.

Ich erlaube mir noch auf einige Punkte in Hrn. Herwig's Arbeit einzugehen, welche mir Schwierigkeiten für seine Erklärung zu bereiten scheinen. Hr. Herwig ist der Ansicht, dass „in allen anderen Fällen, wo nicht einfach das Ohm'sche Gesetz Anwendung hat, die electrischen Ausgleichungen relativ leichter mit gesteigerter electromotorischer Kraft erfolgen“ (l. c. p. 531). Die Flamme zeigt aber im Gegentheile ein Wachsen des Widerstandes mit steigender electromotorischer Kraft, und Hr. Herwig findet daher in diesem abweichenden Verhalten der Flamme eine Stütze für seine Ansicht, dass auch die Ausnahmestellung, welche die Flamme in ihrem sonstigen electrischen Verhalten (als positiv unipolarer Leiter) einnimmt, durch störende Einflüsse bedingt sei. Durch diese werde das ursprüngliche allgemeine Gesetz, wonach stets die negative Electricität leichter aus einem festen Körper in ein Gas austrete als die positive, verdeckt. Diese störenden Einflüsse findet aber Hr. Herwig in einer Ladung der heisseren Flammengase mit freier negativer Electricität, und es erklärt sich nach ihm der Widerstand, welcher dem Austritt der negativen Electricität aus der Electrode in die Flammengase erfahrungsmässig entgegensteht, ohne weiteres, „da die heissen Flammentheile für die electrische Leitung natürlich die allein entscheidenden sind, und diese also, selbst mit negativer Eigenelectricität geladen, von der positiven Electrode leichter die äussere electrische Bewegung in sich aufnehmen. Man hat dabei einfach zu denken, dass die geladenen Flammengase als leicht bewegliche Körper der durch die Potentialdifferenz an beiden Electroden dargestellten electrischen Triebkraft unterliegen und deshalb von der negativen Electrode fort und zu der positiven hin gedrängt werden“ (l. c. p. 522). Nun hat Hankel schon früher

gezeigt (l. c. p. 64, p. 71) dass auch für den Austritt der positiven Electricität aus den Electroden in das glühende Gas ein besonderer, wenn auch geringer Widerstand vorhanden ist, den er für constant hielt und der Querschnittsverminderung zuschrieb, und ich habe später nachgewiesen (l. c. p. 503), dass dieser Widerstand sehr erheblich mit der Stromdichtigkeit, bezw. der electromotorischen Kraft der Kette zunimmt, selbst wenn die Electroden sich in einer relativ sehr gut leitenden Gasschicht (von glühendem Natrium- oder Kaliumdampf) befinden. Dazu möchte ich noch bemerken, dass bei meinen Versuchen die positive und die negative Electrode sich sehr nahe an einander in einer Schicht von fast gleich guter Leitungsfähigkeit befanden. Nach den oben mitgetheilten Vorstellungen, scheint mir, müsse man consequenter Weise schliessen, dass die positive Electricität leichter mit gesteigerter Potentialdifferenz in die Flamme abgeleitet würde. Die Erfahrung bestätigt diesen Schluss nicht, was man freilich durch die Annahme erklären könnte, dass der von Hrn. Herwig supponirte Widerstand, welchen die positive Electricität bei ihrem Eintritte in ein Gas mehr erfährt als die negative, mit der electromotorischen Kraft (bezw. Stromdichtigkeit) zunimmt, und zwar unter Umständen so bedeutend, dass der günstige Einfluss der Ableitung, welcher seitens der negativ geladenen Flammengase nach der entgegengesetzten Richtung hin wirkt, dieses Gesetz nicht zu verdecken vermag.

Aber auch der eben wörtlich angeführten Ansicht des Hrn. Herwig, wonach die schon mit freier negativer Electricität geladenen Flammengase „als leicht bewegliche Körper der durch die Potentialdifferenz an beiden Electroden dargestellten Triebkraft unterliegen und deshalb von der negativen Electrode fort und zu der positiven hin gedrängt werden“, kann ich nicht zuneigen. Einmal ist es mir nie gelungen, auch bei Anwendung von 40 Bunsen'schen Elementen, die geringste Aenderung in der Verbreitung des Metalldampfes, welchen die eine mit Salz bedeckte Electrode (eine Oese aus Platindraht) gab, zu

sehen, wenn der Strom geschlossen wurde. Doch ist diese Beobachtung vielleicht ohne Belang¹⁾. Ein anderer Grund dürfte folgender sein. Electriche Entladungen, welche durch bewegte Molecüle vermittelt werden oder mit welchen der Transport glühender Materie verbunden ist, scheinen stets dem Magneten zu folgen, wie der Flammenbogen des constanten Stromes oder die Entladungen des Inductoriums durch Geissler'sche Röhren. Diese Thatsache wird begreiflich, selbst wenn die geladenen Molecüle nur kurze Wege zurücklegen²⁾, wenn man berücksichtigt, dass die convectiv fortgeführte Electricität vom Magneten beeinflusst werden muss. Es ist mir bei Versuchen, welche ich gelegentlich meiner früheren Untersuchung anstellte, aber nicht gelungen, durch einen Ruhmkorff'schen Electromagneten, welcher mit 4 grossen Bunsen'schen Elementen erregt wurde, während der Strom von 7 Grove'schen Zellen durch die Flamme ging, weder eine Aenderung der Verbreitung des Metaldampfes, noch eine Aenderung des Widerstandes, noch der Stromvertheilung in einer Flamme nachzuweisen, mochten die ableitenden dünnen Platindrähte an Stellen nahezu gleichen oder sehr verschiedenen Potentials liegen. Ich glaube daher nicht, dass die Gas-theilchen in der Flamme selbst durch die Electricität bewegt oder unter Umständen von den Polen weggedrängt werden, sondern dass ihre grosse Leitungsfähigkeit die Uebertragung der Electricität ermöglicht, ohne dass die vermittelnden Theilchen eine ausgiebigere Bewegung machen als diejenige ist, welche man auch in leitenden Flüssigkeiten annehmen muss. Sie würden demnach ebenso wenig durch ihre eigene Electricität und die auf den Electroden seitens der Kette angesammelte in Bewegung gerathen, wie eine, wenn auch schlecht leitende, Flüssigkeit (z. B. destillirtes Wasser), welche in einen geschlossenen Stromkreis eingeschaltet ist, eine solche Bewegung zeigen

1) Vgl. G. Wiedemann, Pogg. Ann. CLVIII. p. 260. 1876.

2) Vgl. G. Wiedemann *ibid.*

wird, wenn ihm von einer Maschine Electricität von hoher Spannung zugeführt wird. Darauf weist auch die einfache Thatsache hin, dass die Flammengase schon den schwächsten Strom durchlassen, während Gase von gewöhnlicher Temperatur, obschon gleichfalls leicht beweglich, jedenfalls für niedrige Spannungen so geringe Electricitätsmengen übertragen, dass die Verringerung der Leitungsfähigkeit auch nicht entfernt der Verringerung der Moleculargeschwindigkeiten entspricht.

Der gewichtigste Einwand gegen Hrn. Herwig's Erklärung dürfte endlich in den zur Zeit jedenfalls noch zu Recht bestehenden Resultaten von E. Becquerel's Versuchen liegen¹⁾. Becquerel hat ungemischte Gase in einer Platinröhre, die ihrerseits von einer Thorröhre umgeben war, in einem Ofen zum Glühen erhitzt. Die Electroden wurden gebildet durch die Platinröhre und einen von ihr isolirten, in der Axe der Röhre angebrachten Platindraht. Er findet, dass von dunkler Rothglut an Leitung eintritt, dass zunehmende electromotorische Kraft den Widerstand vermehrt (zunehmende Stromintensität dagegen ihn vermindert?), dass die Intensität grösser ist (bei 1 oder 2 Bunsen im Verhältniss von 8:7; 13:10; 10:4,8; 10:2,5. l. c. p. 372), wenn das Platinrohr, also die grössere Electrode, mit dem negativen Pol der Kette verbunden ist. Dem qualitativen Resultate dieser Versuche scheinen im grossen und ganzen auch die Wiederholungen von Hrn. Hittorf²⁾ nicht zu widersprechen, da er nur von Abänderungen spricht, welche sich als nöthig erwiesen, um übereinstimmende (also wohl quantitative) Resultate zu bekommen. Nur auf dem Wege des Experiments unter möglichst einfachen Bedingungen dürfte eine sichere Entscheidung über die von Hrn. Herwig ausgesprochenen Ansichten herbeizuführen sein, und ich selbst würde mich früher nicht mit den von mir publicirten Versuchen be-

1) Ann. d. chim. et phys. (3) XXXIX.

2) Pogg. Ann. CXXXVI. p. 234.

gnügt haben, wenn uns nicht von Hrn. Hittorf schon damals wären maassgebende Versuche in Aussicht gestellt gewesen. Wie schwierig die Discussion bei so complicirten Verhältnissen und dem Mangel bestimmter, wenigstens annähernd numerisch gegebener Werthe ist, dürfte z. B. daraus hervorgehen, dass Hr. Herwig (l. c. p. 540) und Hr. Hittorf aus derselben Thatsache zu direct entgegengesetzten Schlüssen kommen. Meine obigen Bemerkungen sollen daher auch keine Beweise, sondern nur Hinweise sein; und auch für diese würde ich keinen Raum in diesen Blättern zu beanspruchen gewagt haben, wenn sie nicht einiges experimentelle Material enthielten. Derselbe Umstand mag noch die folgende Bemerkung rechtfertigen.

Die Unterschiede, welche unipolare Leitung für den constanten und den inducirten Strom so häufig zeigen, wiederholen sich noch unter ganz anderen Versuchsbedingungen, bei denjenigen festen, metallisch leitenden Körpern nämlich, welche, wie Psilomelan, Abweichungen vom Ohm'schen Gesetz zeigen. Ich habe darauf hingewiesen, dass der Oeffnungsstrom stets leichter diese Stoffe durchfließt als der Schliessungsstrom; der Oeffnungsstrom selbst geht auch wieder, wie bei Gasen, leichter in einer bestimmten Richtung; es zeigte sich gleichzeitig, was ich früher noch nicht mitgetheilt hatte, in allen von mir untersuchten Fällen, dass der constante Strom dann gerade in der anderen Richtung geringeren Widerstand erfuhr. Diese Erscheinung, ein Analogon zum Unterschiede zwischen der constanten Entladung starker Ketten als Flammenbogen und der Entladung des Inductoriums kann vielleicht bei weiterer Untersuchung zur Erkennung der Bedingungen beitragen, von welchen das verschiedene Verhalten der Gase gegen die Entladungen der Kette und des Inductoriums abhängt. Es wird durch die erwähnten Beobachtungen an Psilomelan wahrscheinlich, dass allgemein bei Körpern, die einen von der Stromstärke abhängigen Uebergangswiderstand besitzen, Inductionsstrom und constanter Strom in dem besprochenen

Gegensatz stehen; zu den hierdurch bewirkten Erscheinungen, welche also schon die unbeweglich gedachten Molecüle zeigen würden, können sich bei Gasen noch Complicationen gesellen infolge der Beweglichkeit der Molecüle.

Marburg, December 1877.

IX. Ueber die Temperaturfläche des Wasserdampfes; von A. Ritter in Aachen.

§. 1.

Zustandsgleichung des Wasserdampfes.

Für trockenen Wasserdampf lässt sich die Beziehung zwischen Druck, Volumen und absoluter Temperatur ausdrücken durch die empirische Gleichung:

$$(1) \quad T = \frac{pv}{R} + \frac{b}{pv\sqrt{v}}.$$

Hierin bedeuten R und b constante Coëfficienten, für welche die folgenden numerischen Werthe zu setzen sind:

$$R = \frac{1}{220} \quad \text{und} \quad b = 28,$$

wenn der Druck p in Atmosphären, das Volumen v in Cubikmetern und die absolute Temperatur $T = a + t$ in Centesimalgraden ausgedrückt wird.

Aus obiger Gleichung kann man für je zwei willkürlich angenommene Werthe der Grössen p und v den zugehörigen Werth von T berechnen. Als geometrische Darstellung des Gesetzes, nach welchem die Grösse T mit den beiden Grössen p und v sich ändert, erhält man die Temperaturfläche¹⁾ des Wasserdampfes — und zwar spe-

1) Wied. Ann. II. p. 273. 1877.