IV.

Ueber die specifische Wärme der Gase;

von

Hrn. W. T. HAYCRAFT *).

Die Versuche, welche ich gegenwärtig der K. Gesellschaft vorlege, sind Wiederholungen derjenigen, welche ich vor mehreren Monaten in der Absicht unternahm, die specifische Wärme der Gase zu bestimmen. Von der Wichtigkeit des Gegenstandes überzeugt, sparte ich keine Mühe meine Untersuchung weiter zu verfolgen, und deshalb hielt ich gern meine ersten Versuche so lange zurück, bis ich dem Publikum eine neue Reihe derselben vorlegen konnte, die größeres Zutrauen verdiente. Der Apparat, dessen ich mich bei den letzteren Versuchen bediente, war darauf berechnet, mit größeren Gasquanten zu arbeiten, wie bei dem früheren, und da ich jede erforderlich scheinende Vorsicht anwandte, so werden diese Versuche gewiß ein entscheidenderes Resultat gegeben haben, als jene. Dessenungeachtet sind in den hauptsächlichsten Punkten die Resultate genau dieselben. Ich kann daher mit Recht behaupten, daß die Schlüsse, zu welchen ich durch die früheren Experimente geführt wurde, genau die umgekehrten von denen sind, welche ich erwartet hatte, und daß sie

*) Aus den Transact. of the roy. Soc. of Edinb. Vol. X. p. 195.

zu gleicher Zeit den Lehren von Black und Crawford, welchen ich bis zu einem gewissen Grade Glauben beimaafs, gänzlich entgegengesetzt sind.

Bevor ich jedoch weiter ins Einzelne gehe, wird es nöthig seyn die Methoden zu berühren, welche frühere Experimentatoren bei diesen Untersuchungen anwandten, und die Punkte zu bezeichnen, welche ich als die Ursachen der Irrthümer in ihren Schlüssen ansehe. Unter allen diesen Methoden ist keine eleganter, als die von Hrn. Professor Leslie angewandte. Da jedoch nach dessen eigenem Urtheile die Resultate nicht mit einander übereinstimmen, so scheint eine Beschreibung derselben unnöthig zu seyn. Dr. Crawford's Methode besteht darin, zwei verschiedene Gase (die zuvor durch Berührung mit Chlorcalcium ihres Wassergehaltes beraubt wurden) in zwei Gefäßen von gleicher Gröfse und gleichem Gewichte einzuschliessen, und nachdem diese durch eine sehr sinnreiche Vorrichtung genau bis zu einer und der nämlichen Temperatur erhitzt waren, sie beide gleichzeitig in zwei andere Gefäße zu tauchen, welche Wasser von einer niedrigeren Temperatur enthielten und ebenfalls an Gestalt, Gröfse und Gewicht einander gleich waren. Mittelft genau gearbeiteter Thermometer maafs er nun die durch die beiden Gase erzeugte Temperaturerhöhung und bestimmte dadurch die specifischen Wärmen derselben.

Ich sehe, abgerechnet dafs die Gasmengen nicht beträchtlich genug waren, um die Resultate mit hinlänglicher Genauigkeit zu geben, in der Methode selbst, keine Unvollkommenheiten.

Dieser Mangel ist bei der von den Hrn. de La Roche und Berard angewandten Methode völlig beseitigt. Ihr Apparat bestand aus einer Wasserfäule, die so regulirt ward, daß sie beständig einen gleichen Druck auf die in einem verschlossenen Gefäße befindliche Luft ausübte, und letztere, angetrieben durch das Gewicht des auf ihr lastenden Wassers, drückte auf die Außenseite einer Blase, welche das Gas enthielt, dessen Capacität bestimmt werden sollte. Aus dieser Blase ward das Gas durch den Calorimeter getrieben, d. h. durch eine spiralförmige Röhre, die in einem mit Wasser von einer niederen Temperatur gefüllten Gefäße enthalten war. Ehe jedoch das Gas in den Calorimeter eintrat, ward dasselbe durch eine besondere Vorrichtung bis zur Temperatur des siedenden Wassers erhitzt. Nachdem es den Calorimeter verlassen hatte, ward es mittelst Hähne in eine andere Blase geführt, und aus letzterer auf gleiche Weise wie aus der ersteren wieder ausgetrieben. Durch diese wechselseitige Bewegung konnten die HH. de La Roche und Berard in jeder Minute 225,2 Kubikzoll eines bis zur Siedhitze erwärmten Gases, durch den Calorimeter treiben. Die letzterem mitgetheilte Temperatur ward durch ein Thermometer gemessen, und aus vergleichenden Versuchen die Capacität der verschiedenen Gase abgeleitet.

Die letztere Methode ist in so weit der des Dr. Crawford überlegen, als sie erlaubte größere Gasmenngen anzuwenden. In anderer Hinsicht steht sie weit unter dieser, da die Versuche, streng genommen, nicht vergleichend waren. Die atmosphärische Luft, welche der Vergleichung zur Grundlage diente,

wurde dem Versuch unterworfen und die Resultate desselben angemerkt. Die übrigen Gasarten wurden, zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Temperaturen des umgebenden Mittels, und unter verschiedenen barometrischen Druck untersucht. Diese Anordnung verwickelte in endlose und schwierige Rechnungen, um die stattgehabten Differenzen zu verbessern. Die größte Unvollkommenheit dieser Versuche bestand aber darin, daß man vernachlässigte, die Gase, vor ihrer Untersuchung, von ihrem Wassergehalte zu befreien. Der Apparat selbst ließ dieses nicht zu, weil das bei dem Verfahren angewandte Wasser das Gas und den ganzen Apparat nothwendig in einem Zustande von Feuchtigkeit erhielt. Ueberdies wurde diese große Fehlerquelle noch ansehnlich durch die hohe Temperatur vermehrt, der die Gase ausgesetzt waren, indem letztere hiedurch sich mit noch mehr Wasserdämpfen beladen mußten, wie bei der gewöhnlichen Temperatur. Aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, kann man annehmen, daß durch die Versuche der HH. de La Roche und Berard wohl die Wärmecapacitäten für die verschiedenen Gase, in ihrem beim Siedepunkt mit Wasser vereinigten Zustand, bestimmt wurden, keinesweges aber dieselbe für die Gase im trocknen Zustand und bei der gewöhnlichen Temperatur.

Der Apparat, den ich jetzt beschreiben werde, wird, wie man vielleicht finden mag, die Vorzüge dieser beiden Methoden vereinigen und frei von ihren Mängeln seyn.

Er besteht aus zwei hohlen Cylindern von Messing (Fig. 1), von denen jeder einen Stempel ein-

schließt, die beide durch Hebel von gleicher Länge an einer Welle befestigt sind. An der Spindel befindet sich noch ein dritter in einen Handgriff auslaufender Hebel, um sie durch einen Gehülften bewegen zu lassen. Die Cylinder sind an beiden ihrer Enden verschlossen, ausgenommen da, wo die zum Fortgeführten das Gases bestimmten Röhren eingesetzt wurden. Vier Ventile sind auf die Art an jedem Cylinder angebracht, wie man, obgleich es schwer zu beschreiben ist, leicht durch die Zeichnung ersieht (Fig. 1). Eine jede Bewegung des Stempels zwingt eine gewisse Menge Gas durch die Röhren, so daß der Apparat mittelst einer noch hinzugefügten Klappe, doppelt so viel Luft ausführt, als eine Pumpe von gewöhnlicher Bauart.

Die Theile, welche unmittelbar mit den 4 Klappen in Verbindung stehen, endigen sich in 2 Röhren, durch deren eine die Luft, während der Bewegung des Apparates, in einem constanten und nahe gleichförmigen Strom ausgetrieben wird, während durch die andere die Luft, welche den Heizungsapparat und das Calorimeter durchströmt hat, in den Cylinder zurückkehrt, um auf dem ersten Wege wieder ausgetrieben zu werden. Der eben erwähnte Heizungsapparat besteht aus einem ungefähr 16 Zoll langen und mit heißem Wasser gefüllten Metallgefäße, durch das die Röhren streichen, welche die aus dem Cylinder vertriebene Luft aufnehmen. Um versichert zu seyn, daß die Gase genau die Temperatur des im Gefäße enthaltenen Wassers annehmen, sind die Röhren dreimal in dem Gefäße herumgeführt,

bevor sie hinaustreten. Mittelft einer unter das Gefäß gestellten Lampe, kann man die Temperatur des Wassers auf jeden erforderlichen Punkt erhöhen. Die letztere Anordnung war indess mehr aus Rücksicht auf eine gewisse Uebereinkunft, als aus Nothwendigkeit angebracht, da, wie man leicht aus der Art des Experimentirens sehen wird, eine feste Temperatur nicht erforderlich war.

Außerdem wurden zwei Calorimeter angewandt, welche den zuvor beschriebenen der HH. de La Roche und Berard ähnlich waren. Jedes von diesen stand mit der Röhre in Verbindung, durch welche das Gas aus den Cylindern in den Heizapparat getrieben ward, gleich wie mit der, welche die Luft zu den Cylindern zurückführte. Alle diese Röhren waren von Metall und luftdicht gearbeitet.

Der Apparat kann folglich als aus zwei gesonderten Theilen bestehend betrachtet werden, die genau einander ähnlich sind und von denen jeder eine gleiche Gasmenge, zwar durch gemeinschaftlichen Heizapparat, aber durch getrennte Calorimeter wegführt.

Die Verbindungsrohren zwischen dem Heizapparat und den Calorimetern waren einen Zoll lang, und jede von ihnen besaß eine Oeffnung, durch welche man, um die Temperatur der Gase bei ihrem Eintritt in die Calorimeter messen zu können, ein empfindliches Thermometer hineinbrachte.

Jedes Calorimeter war in einem polirten Metallgefäße eingeschlossen, um die Entweichung oder Absorbition des Wärmestoffes während des Versuches soviel wie möglich zu verhindern. Die letzteren standen

überdies in einem Gefäße, das mit Wasser gefüllt war, welches man in beständiger Bewegung erhielt; damit die Calorimeter nichts durch die ungleiche Temperatur der Wände des Zimmers litten.

Um das Füllen des Apparates mit Gas zu erleichtern, war jede das Gas zurückführende Röhre mit einem Hahne versehen, durch den man den Gasstrom unterbrechen konnte. Auch war an jeder Seite dieser Hähne noch ein kleinerer angebracht, durch welchen, wenn man ihn öffnete, die Röhren mit der äußern Luft in Verbindung gesetzt wurden.

Wenn man also den größern Hahn verschlossen und die kleineren geöffnet hatte, so mußte bei Bewegung der Maschine nothwendig die Luft durch einen der kleineren Hähne ein- und durch den andern ausströmen, so daß die Luft in dem Apparat beständig erneuert ward. Um folglich den Apparat mit Gas zu füllen, war nichts weiter nöthig, als durch eine Röhre, angebracht an dem kleineren zum Einströmen der Luft bestimmten Hahn, eine Verbindung zwischen dem Gasometer oder dem das Gas enthaltenden Recipienten und dem Apparat herzustellen. Gewöhnlich schaffte ich jedoch bei dieser Operation die Luft durch eine Luftpumpe aus dem Apparate fort, und öffnete alsdann den Hahn, der mit dem, das erforderliche Gas enthaltenden, Recipienten in Verbindung stand. Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation fand ich das Gas in der Maschine, fast eben so rein wie das, was der Gasometer enthielt.

Durch geringes Nachdenken über die, etwas weitläufig scheinende, Beschreibung des Apparates oder

durch Anschauung der Zeichnung, wird man wahrnehmen, daß die in den beiden Theilen der Maschine enthaltenen Gase unter völlig gleichen Umständen vorhanden sind. Denn, die in einer gegebenen Zeit durch die Calorimeter geleiteten Gasmengen waren die nämlichen; die Temperatur der umgebenden Mittel und der barometrische Druck waren gleich; eben so mußte die Temperatur der Gase die nämliche seyn, weil sie durch das nämliche heizende Mittel gingen, und endlich war auch die Form der Röhren, Cylinder, Calorimeter und Ventile in beiden Theilen der Maschine einander gleich.

Mithin mußten die Temperaturen, welche die beiden einem vergleichenden Versuch unterworfenen Gase mitgetheilt hatten, im geraden Verhältniß zu deren Wärmecapacitäten stehen *); vorausgesetzt, daß keine inproportionale Wärmemenge durch die Calori-

*) Wenn man erhitztes Gas ein Calorimeter von der so eben beschriebenen Art durchströmen läßt, so erhöht sich die Temperatur des letzteren bis zu einem gewissen Grad, der aber stets unter dem liegt, welchen das Gas zuvor besaß. Die Temperatur dieses Maximums hängt ab von der Beschaffenheit der Oberfläche und dem Leitungsvermögen des Calorimeters, so wie von der Temperatur des umgebenden Mittels; sie tritt dann ein, wenn das Calorimeter eben so viel Wärme an die Umgebung verliert, als er von dem zugeführten Gase gewinnt. Da nun innerhalb einer gewissen Gränze, der Wärmeverlust eines Körpers proportional ist dem Ueberschusse seiner Temperatur über die der kälteren Umgebung, so ist es auch die Wärmemenge, welche diesem Verluste gleich ist und in den obigen Versuchen durch das Gas herbeigeschafft wird. Auf diesem Principe beruhen die Versuche der HH. de La Roche und Berard, so wie die ihnen nachgebildeten des Hrn. Haycraft. P.

meter, vermöge der verschiedenen Temperatur der umgebenden Körper entstanden war.

Diese Fehlerquelle war durch die vom Grafen Rumford erdachte Anordnung vermieden, zufolge welcher die Temperatur des umgebenden Mittels zu Anfang des Versuches eben so hoch über die des Calorimeters stehen soll, als am Ende des Versuches unter derselben *).

Die Gasmenge, welche während der Bewegung (eines einmaligen Ganges (*P.*)) des Stempels durch das Calorimeter getrieben ward, betrug 12 Kubikzoll, und da diese Bewegungen nach einem im Zimmer aufgehängten Sekundenpendel regulirt, 120 mal in einer Minute wiederholt wurden, so betrug die ganze während einer Minute durch den Calorimeter getriebene Gasmenge 1440 Kubikzoll. Man braucht indeß diese Mengen nicht in Rechnung zu ziehen, da sie für jedes dem Versuche unterworfenen Gas genau die nämliche ist.

Meine Thermometer waren von Hrn. Adie zu Edinburgh verfertigt. Jeder Grad war in 5 Theile getheilt, von einer solchen Gröfse, daß man sie durch Augenmaafs wiederum in 4 Theile, also den Grad in 20 Theile theilen konnte, wenn man hier die Unvollkommenheiten eines jeglichen Instruments überfieht.

Jedes Calorimeter war mit einem Thermometer versehen, und die Kugel desselben hatte einen gleichen Abstand von jeder der 4 (6? *P.*) Seiten des ersten.

*) Die hieher gehörige Bemerkung Rumfords findet sich in dem Annal. B. XXXIV. S. 8. *P.*

Zwei kleinere Thermometer waren so angebracht, daß man durch sie die Temperatur des Gases bei seinem Eintritt in das Calorimeter und bei seinem Austritt aus demselben bestimmen konnte. Ferner befand sich eins in dem Heizapparat und ein anderes in dem Wasser, welches die Calorimeter umgab.

Nachdem ich beide Calorimeter mit Wasser von der Temperatur 42° (Fahrenheit) und den Heizapparat mit Wasser von nahe 180° gefüllt hatte, ließ ich in jeden Theil des Apparates atmosphärische Luft eintreten. Die Stempel wurden darauf so lange in Bewegung gesetzt, bis die Calorimeter, mit einer Abweichung von etwas mehr als $\frac{1}{20}$ Grad, eine Temperatur von 84° erreicht hatten. So war also die Temperatur eines jeden Calorimeters um 42° gestiegen, abgerechnet die Correction von einem $\frac{1}{800}$ tel des Ganzen, die von den übrigen Unvollkommenheiten der Instrumente weit übertroffen wird. Der Zweck dieses Versuches war, die Genauigkeit des Apparates zu prüfen, und ward zu verschiedenen Zeiten mit demselben Erfolg wiederholt. Bei den folgenden Versuchen ward ich durch meinen Freund, dem Dr. Clendinning, unterstützt, welchem ich viel zu ihrem Gelingen schuldig bin.

Versuche mit Kohlenäure-Gas.

Der Theil des Apparates, welchen ich *A* nennen will, ward mit Kohlenäure gefüllt, bereitet aus kohlensaurem Kalke; der Theil *B* hingegen mit gemeiner Luft. In jedem der Cylinder war in einem besondern Gefäße eine Quantität von sehr trockenem salzsauren Kalk aufgestellt, um so die Gase völlig von ih-

ren Wasserdämpfen zu befreien. Die Calorimeter wurden mit Wasser von 42° und das Heizgefäß mit Wasser von $149\frac{1}{2}^{\circ}$ Temperatur gefüllt. Die Resultate waren folgende:

	Temperatur		Specifische Wärme der Kohlensäure, abgeleitet aus dem Vergleich der Temperaturerhöhungen. Die der Luft gleich 10000 gesetzt.
	des Calor. A. durch welches Kohlensäure geleitet ward.	des Calor. B. durch welches atmosph. Luft geleitet ward.	

No. 1.

Zu Anfange d. Versuchs	42° Fahr.	42° Fahr.	9730
Nach 15 Minut.	68,10	68,80	

No. 2.

Zu Anfange	42,05	42,05	9919
Nach 15 Minut.	66,50	66,70	

No. 3.

Zu Anfange	42,00	42,00	10035
Nach 40 Minut.	71,50	71,40	

No. 4.

Zu Anfange	45,00	45,00	10021
Nach 35 Minut.	68,25	68,20	

No. 5.

Zu Anfange	45,70	45,75	10000
Nach 25 Minut.	63,20	63,30	

Man wird aus diesen Resultaten sehen, daß die beiden ersten Versuche für das Kohlensäure-Gas eine geringere Wärmecapacität anzeigen als für die gemeine Luft; die 3 letzten hingegen, welche nicht merklich von einander abweichen, beiden eine gleiche Capacität beilegen, wenn wir aus den Angaben das Mit-

tel ziehen. Die Ursache, weshalb die ersten beiden Versuche eine schwächere Capacität anzeigen, suche ich darin, daß die Gase nicht völlig von Wasserdämpfen befreit waren. Bei den Versuchen, die ich im letzten Jahre machte, beobachtete ich, daß man das Gas wenigstens 35 Minuten lang der Einwirkung des Chlorcalciums überlassen müsse, bevor es dieselbe spezifische Wärme als die gemeine Luft zeige. Dies ist nicht der Fall mit allen übrigen Gasen, woraus ich schließen möchte, daß dieses (das Kohlensäure-Gas (*P.*)) eine größere Verwandtschaft zu den Wasserdämpfen hat.

Das im Gasometer enthaltene Gas enthielt, wie es Kalkwasser anzeigte, 99 pro Cent Kohlensäure-Gas, dasjenige, was nach den Versuchen aus dem Apparat gezogen ward, gab durch dieselbe Probe 90 pr. C. Beim Eintritt in das Calorimeter besaßen die Gase, wie es die Thermometer anzeigten, eine gleiche Temperatur. Bemerkenswerth ist jedoch, daß diese Temperatur um mehrere Grad niedriger zu seyn schien, als die des Wassers im Heizapparate, welches die Gase durchstrichen hatten. Man wird sich dieses aber leicht erklären, wenn man bedenkt, daß ein Thermometer niemals die wahre Temperatur eines Gases (oder Dampfes) anzeigen kann, welches für sich selbst der Radiation der Wärme oder Kälte von den umgebenden Körpern ausgesetzt ist. Dieses Umstandes wegen zeigten die Thermometer eine niedrigere Temperatur als die wahre, denn sie mußten nothwendiger Weise den Calorimetern ziemlich nahe gesetzt werden, in welchen das Wasser um fast 100° kälter war, als die Gase. Aus demselben Grunde schienen die

aus den Calorimetern tretenden Gase eine etwas niedrigere Temperatur zu haben als die Calorimeter selbst, indem sie von Gegenständen umgeben waren, deren Temperatur geringer war als die der Calorimeter.

Verfuche mit Sauerstoffgas.

Nachdem der Theil *A* mit einem, aus Manganhyperoxyd bereiteten, Sauerstoffgase gefüllt war, und die übrigen zuvor erwähnten Anordnungen getroffen worden, wurden folgende Resultate erhalten :

No. 1.

Zu Anfang des Versuches	45°,12	45°,23	
Nach 5 Minuten	61,80	61,75	10000
- 10 - -	67,10	67,05	10000
- 15 - -	71,00	70,90	10019
- 20 - -	74,45	74,45	9982

No. 2. *)

Zu Anfang des Versuches	56°,6	56°,4	
Nach 10 Minuten	66,16	66,14	10000
- 15 - -	71,00	70,18	10000
- 20 - -	74,20	74,10	10000

*) Die Herausgeber der *Annal. de Chim. et Phys.* machen bei ihrer Uebersetzung dieser Abhandlung mit Recht die Bemerkung, daß bei Aufzeichnung der in diesem Verfuche enthaltenen Temperaturangaben ein Irrthum vorgefallen sey. Die Bruchtheile der Fahrenheit'schen Grade, welche im Original durchgängig in Zwanzigstel (welche hier der Deutlichkeit wegen stets in Decimalbrüche verwandelt wurden) als gemeine Brüche ausgedrückt sind, nehmen beim zweiten Versuch, in den 3 ersten Zeilen, plötzlich die Form der Decimalbrüche an. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß letztere ebenfalls Zwan-

Die Temperatur der Gase bei ihrem Eintritt in den Calorimeter war für jedes derselben 137°. Das im Gasometer vor der Anfüllung des Apparates enthaltene Gas, zeigte durch eine Probe mit Schwefelkalk 98 pro Cent Sauerstoffgas. Nach Beendigung des Versuches enthielt das Gas im Apparat 91 pro Cent von diesem.

Versuche mit dem Wasserstoffgase.

Das Wasserstoffgas wurde mittelst Schwefelsäure und Zink durch Wasserzeretzung gewonnen, und mit ihm der Theil *B* gefüllt. Bei den nachstehenden Versuchen wurden die beiden Calorimeter mit Wasser von gleicher Temperatur gefüllt, und der Proceß entweder so lange fortgesetzt, bis die Temperatur der Calorimeter zu steigen aufhörte, oder bis dieselbe zu sinken begann. Der letzte Umstand tritt alsdann ein, wenn die durch die Gase mitgetheilte Wärme genau derjenigen gleich ist, welche durch das kältere umgebende Mittel fortgenommen wird. Die Zahl der Temperaturgrade, welche alsdann jedes Gas in seinem Calorimeter zeigt, wird das Verhältniß seiner Kraft seyn, Wärme fortzulassen, und mithin auch das seiner Capacität für Wärme.

zigtel bedeuten sollen, und dann wären die Zahlen der ersten Vertikalcolonne respective: 56,30 ; 66,80 ; 71,00 ; die der zweiten: 56,20 ; 66,70 ; 70,90 ; wodurch alsdann die auf der 3ten Zeile enthaltene Differenz beträchtlich verringert würde. Bei den mit Hydrogengase angestellten Versuchen wäre aus gleichem Grunde statt der mit (?) bezeichneten Zahl zu lesen: 58,30. *P.*

Die Temperatur des Calorimeters *A* war zu Anfange des Versuches nahe 50° , und nach 105 Minuten $82^{\circ},75$. Die des Calorimeters *B* (welches wahrscheinlich anfangs gleiche Temperatur mit *A* befaß (*P.*)) war $82^{\circ},20$ und die des umgebenden Mittels $60^{\circ},45$. Die verhältnißmäßige Capacität des Wasserstoffgases ergibt sich hiedurch zu 9864, deren Differenz mit der der atmosphärischen Luft so geringfügig ist, daß man beide als gleich betrachten kann, vor allem wenn man Rücksicht nimmt auf das größere Verhältniß der Erwärmung des ersten Gases und auf das schwächere seines Erkalten zu Ende des Versuches, wie man dies aus der folgenden Tafel ersehen wird:

	Temperatur von <i>A</i> enthaltend atmosphär. Luft	Temperatur von <i>B</i> enthaltend Wasserstoffgas	abgeleitete Capacität
--	---	--	--------------------------

No. 1.

Zu Anfange des Versuches	50°	50°
Nach 5 Minuten	59	58,6 (?)
- 10 - -	67,80	66,70
- 15 - -	71,80	70,20
- 20 - -	75,00	73,20
- 25 - -	77,80	76,00
- 30 - -	79,00	77,30
- 31 - -	80,60	78,50
- 40 - -	81,60	80,15
- 45 - -	82,40	81,00
- 50 - -	83,00	82,45
- 55 - -	83,05	82,40
- 60 - -	83,10	82,60
- 65 - -	83,15	82,80
- 70 - -	82,80	82,50

No. 2.

Zu Anfange des Versuches	49°,40	49,35	
Nach 5 Minuten	55,30	55,50	10500
- 10 - -	60,00	60,40	10424
- 15 - -	64,50	64,40	9950
- 20 - -	67,10	67,10	10002
- 25 - -	69,20	69,15	10000

Nach Beendigung des Versuches schien die Luft, wie es die Verpuffung mit Oxygen anzeigte, 88 pro Cent Wasserstoffgas zu enthalten *).

Aus diesen beiden Versuchen läßt sich ersehen, daß der Wasserdampf, welchen man in dem Hydrogengase voraussetzen kann, bevor dieses durch den salzsauren Kalk hinlänglich ausgetrocknet ist, die spe-

*) Der Apparat, welchen ich am besten zum Verpuffen der Gase geeignet fand, ist eine Modification von dem Heber-Eudiometer des Dr. Ure. Es ist nämlich in dem massiven Boden eines Quecksilberbehälters ein Loch, von der Form eines umgekehrten Hebers auf die Art gebohrt, daß es einerseits in dem das Quecksilber enthaltenden Theile, und anderseits auf dem Rande des Behälters in freier Luft mündet. An der letzten Oeffnung ist ein Glasrohr angekittet, und an der zweiten schließt ein graduirtes Eudiometer genau. Soll dieser Apparat gebraucht werden, so füllt man auf gewöhnlichem Wege die graduirte Röhre und stellt dieselbe auf die Verbindungsöffnung des Behälters. Hierauf schüttet man Quecksilber in das andere Rohr, so lange bis es gleiche Höhe hat mit dem in der graduirten Röhre. Darauf verschließt man die offene Röhre mit dem Finger und leitet den elektrischen Funken durch das Gas. Nach der Explosion gießt man in die offene Röhre Quecksilber, bis zu derselben Höhe, zu welcher es im Eudiometer gestiegen ist, und liest alsdann die Grade ab.

cifische Wärme zu erhöhen scheint, genau dem entgegen, was man erwarten könnte. Bei dem ersten Versuche zeigte es 5 Minuten nach Anfange desselben eine Capacität von 9222, welche sehr nahe der von den HH. de La Roche und Berard angegebenen gleich ist; aber in dem Maasse als der Versuch fortschritt und das Wasserstoffgas länger mit dem Chlorcalcium in Berührung war, näherte sich seine specifische Wärme der der atmosphärischen Luft, bis sie zu Ende derselben gleich war.

Der zweite Versuch ward mit demselben Wasserstoffgas in seinem trockensten Zustande angestellt, weshalb auch während der ganzen Dauer desselben die specifische Wärme dieses Gases unverändert blieb. Bei diesem Versuche kenne ich keine Fehlerquelle, da die Gase bei ihrem Eintreten in die Calorimeter genau dieselbe Temperatur befaßen.

Versuche mit dem Stickgase.

Hinsichtlich des Stickgases erwähne ich nur, daß ich mit diesem im vorigen Jahre dieselben Versuche anstellte, und die Resultate völlig den eben beschriebenen ähnlich waren; sie alle stimmten darin überein, daß das Gas seinem Volumen nach, dieselbe specifische Wärme als die atmosphärische Luft, nämlich 10000, besitzt, und daher hielt ich es für überflüssig sie zu wiederholen.

Versuche mit Kohlenwasserstoffgas.

Bei meinen früheren Versuchen über das Kohlenwasserstoffgas, verschaffte ich mir dasselbe durch Zersetzung der Steinkohle, und ich schloß, daß es

gleiche Capacität mit der atmosphärischen Luft habe. Seit der Zeit habe ich indeß gefunden, daß die Capacität dieses Gases sehr stark variirt, je nach dem Wege, auf welchem man es dargestellt hatte. Das aus Steinkohlen bereitete schien nahe die normale Capacität zu besitzen, hingegen das aus der Zersetzung des thierischen Fettes, mittelst Hitze, gewonnene Gas eine viel größere Capacität besaß. Aus den folgenden Versuchen scheint es jedoch, daß das Oelbildende Gas seine erhöhte Capacität den empyreumatischen oder ätherischen Dämpfen verdankt, mit welchen es in der Regel verbunden ist.

No. 1.

Diesen Versuch leitete ich auf dieselbe Art wie den ersten mit dem Wasserstoffgase. Der Theil *B* ward mit dem Oelbildenden Gase *) gefüllt, welches ich aus den Gasröhren einer öffentlichen Gesellschaft erhielt. Die Calorimeter enthielten zu Anfange des Versuches Wasser von der Temperatur 50° , und nach Verlauf von 50 Minuten hatte das Calorimeter *A* ein Maximum der Temperatur von $92^{\circ},35$, und das von *B* ein Maximum von $93^{\circ},60$ erreicht. Die Temperatur des umgebenden Mittels war dabei $66^{\circ},40$.

No. 2.

Die Calorimeter hatten zu Anfange des Versuches eine Temperatur von $52^{\circ},25$; nach 55 Minuten hatte das Calorimeter *A* die Temperatur von $92^{\circ},50$,

*) d. h. mit dem aus der Zersetzung des Oels gewonnenen Gase? (P.)

und *B* die von $94^{\circ},20$. Das umgebende Mittel besaß eine Temperatur von 65° . Das Mittel aus diesem und dem vorhergehenden Versuche, giebt dem Kohlenwasserstoffgase eine specifische Wärme von 1055g. Obgleich die Resultate dieser beiden Versuche nicht völlig mit denen übereinstimmen, welche ich früherhin gemacht hatte, so ist doch der Unterschied sehr gering und kann der größeren Reinheit des früher angewandten Gases von empyreumatischem Dampfe zugeschrieben werden. Dies wird durch die folgenden Versuche noch wahrscheinlicher.

No. 3.

Der Theil *B* des Apparates ward mit einem Kohlenwasserstoffgase gefüllt, welches durch die trockne Destillation von Hammelfett gewonnen war. Die Calorimeter wurden mit Wasser von der Temperatur $50^{\circ},75$ gefüllt. Nach Verlauf von 40 Minuten hatte das Calorimeter, durch welches das Oelbildende Gas strömte, sein Maximum der Temperatur von 95° , und das andere das von $88^{\circ},50$ erreicht, wobei das umgebende Medium eine Temperatur von $65^{\circ},10$ besaß. Hierdurch ergab sich für die specifische Wärme des Oelbildenden Gases: 12777.

Daß das aus thierischen Fetten gewonnene Gas mehr empyreumatische Dämpfe enthält, ist aus seinen Eigenschaften klar, wodurch man sich auch erklären kann, daß seine specifische Wärme größer ist, als die des Steinkohlengases. Die Gase besaßen zu Ende des Versuches völlig gleiche Temperatur mit einander, wie bei ihrem Eintritt in die Calorimeter. (The gases, at the end of the experiment were

exactly of the same temperature as when entering into the calorimeters. (2))

No. 4.

Der letzte Versuch ward mit der Abänderung wiederholt, daß man das Oelbildende Gas aus Alkohol und Schwefelsäure darstellte. Nach 25 Minuten hatte das Calorimeter *A* eine Temperatur von $74^{\circ},20$, und das Calorimeter *B* eine von $75^{\circ},50$ ($75^{\circ},10$ im Original, als $75\frac{1}{2}$ gelesen (*P.*)); das umgebende Mittel befaß die Temperatur von 54° , und folglich war die Capacität des Oelbildenden Gases 10643.

No. 5.

Eine Wiederholung des Versuches gab zum Resultat: 10674. Das Mittel dieses und des vorhergehenden Versuches ist 10658 und zeigt, daß die Capacität des Oelbildenden Gases aus Alkohol bereitet, gleich der des Gases aus Steinkohlen ist.

No. 6.

Um zu erfahren ob die ätherischen oder empyrenmatischen Dämpfe im Oelbildenden Gase einen Einfluß auf dessen specifische Wärme besitzen, brachte ich einige Tropfen Schwefeläther in den Theil des Apparates, welcher atmosphärische Luft enthielt, damit letztere eben so wie das (aus Alkohol bereitete (*P.*) Oelbildende Gas mit Aetherdämpfen geschwängert sey. Der Theil *B* enthielt wie zuvor das Oelbildende Gas. Nach 40 Minuten hatten beide Calorimeter eine Temperatur von $85^{\circ},15$ erreicht, während die des umgebenden Mittels $61^{\circ},20$ betrug. Man kann

hieraus also den Schluß ziehen, daß der ätherische Dampf es ist, welcher die specifische Wärme des Oelbildenden Gases erhöht.

Versuche über ausgeathmete Luft.

Nachdem ich im letzten Jahre mehr als 10 Versuche gemacht hatte, welche zeigten, daß Gemenge von Kohlensäure mit atmosphärischer Luft, die bei 100° F. mit Wasser gesättigt worden, eine geringere Wärmecapacität besitzen, als atmosphärische Luft unter den gewöhnlichen Umständen, und mir diese sonderbare Thatfache einiges Licht auf den Proceß des Athmens der Thiere zu werfen schien: so füllte ich den Theil *B* mit Luft aus der Lunge und den Theil *A* mit atmosphärischer Luft. Der Heizapparat ward mittelst einer Lampe auf eine Temperatur zwischen $97^{\circ},50$ und $100^{\circ},50$ gehalten. Nach Verlauf von 35 Minuten erreichte das Calorimeter, welches die ausgeathmete Luft durchstrich, eine Temperatur von $59^{\circ},20$, und das andere die von $61^{\circ},20$; das umgebende Mittel besaß eine Temperatur von $54^{\circ},16$, und folglich betrug die Capacität der ausgeathmeten Luft 6875.

No. 2.

Bei einer Wiederholung dieses Versuches, bei welcher das Calorimeter *A* von $56^{\circ},10$ auf $58^{\circ},50$, und *B* von $56^{\circ},15$ auf $57^{\circ},80$ stieg, ergab sich für die ausgeathmete Luft, wie beim letzten Versuch, eine Capacität von 6875.

Es wird nicht unpassend seyn hier noch zu erwähnen, daß bei meinen früheren Versuchen Mischun-

gen von Kohlensäure und atmosphärischer Luft, bei verschiedenen Temperaturen, und mit verschiedenen Mengen Dampf verbunden, Capacitäten von 3553; 6666; 9999 und 15553 zeigten. Es war meine Absicht diese Versuche auf eine solche Art zu wiederholen, daß ich die Umstände bestimmen konnte, unter welchen diese Veränderungen der Capacitäten Statt fanden; durch mehrere andere Beschäftigungen wurde ich aber daran verhindert. Ich muß jedoch bemerken, daß die beiden letzten Versuche anzuzeigen scheinen, die Capacität der ausgeathmeten Luft falle mit dem zweiten Gliede dieser Reihe zusammen, wenn man die Verschiedenheit des Vergleichungsmittels in Betracht zieht. Denn bei den früheren Versuchen diente nichtgetrocknete atmosphärische Luft zum Vergleich, während bei den letzteren die sorgfältig getrocknete dazu gebraucht ward.

Es findet auch eine merkwürdige Uebereinstimmung Statt, zwischen dieser letzt genannten Reihe von Capacitäten eines Gases mit verschiedenem Wassergehalte, und den Expansivkräften einer Luft, welche ebenfalls mit verschiedenen Antheilen Wasserdämpfen geschwängert ist. Nachdem ich mir eine Glaskugel verschafft hatte, mit der eine Röhre auf solche Art verbunden war, daß wenn man ein wenig Quecksilber in die Kugel schüttete und nun die Expansivkraft der Luft im übrigen Theil der Kugel erhöhte, das erstere sogleich in der Röhre emporstieg: so füllte ich die Kugel mit Luft von 60° und tauchte sie darauf in siedendes Wasser. In einer kurzen Zeit stieg das Quecksilber in der Röhre zu einer Höhe von 7 Zoll. Dieser Versuch ward mit der Abänderung

wiederholt, daß man zu der Luft in der Kugel einige Tropfen Wasser brachte. Nach dem Eintauchen in siedendes Wasser stieg das Quecksilber bis zu 21 Zoll, und hernach, als man eine neue Quantität Wasser in die Kugel brachte, stieg es auf 28 Zoll. Einige Monate später als diese Versuche wiederholt wurden, stieg das Quecksilber in einem Augenblick auf 14 Zoll. So haben wir eine Reihe von Expansivkräften der mit Wasserdämpfen geschwängerten Luft von 7, 14, 21, und 28 Zoll.

Auf dieses Princip habe ich ein *neues Luftthermometer* erdacht. In der Form ist dasselbe dem von Hrn. Prof. Leslie erdachten Differentialthermometers ähnlich. Eine Kugel enthält atmosphärische Luft, getrocknet durch Chlorcalcium, die andere aber dieselbe im gewöhnlichen Zustand. Zwischen beiden Kugeln befindet sich eine Säule von Terpentinöl. Sobald sich die Temperatur der Luft erhöht, steigt die Säule auf Seite der trocknen Kugel. Nach einiger Zeit schien jedoch das Instrument seine Kraft verloren zu haben, und nach einer längeren Periode hatte die Kugel mit der trocknen Luft, die größere Expansivkraft. Ich erklärte dies dadurch, daß ich annahm, der Terpentinöldampf habe sich in Verlauf der Zeit mit der trocknen Luft vereinigt und dieser eine größere Expansivkraft gegeben. Dies Thermometer ist sehr empfindlich; indess sind seine Grade von einer beträchtlichen Ungleichheit und scheinen sich mit der Zeit zu verändern. Zwei Kugeln von Platina mit Wasserstoffgas gefüllt, in die eine etwas Quecksilber gethan und beide alsdann auf dieselbe Art verbunden, würden wahrscheinlich für die, bis zum Schmelzpunkt

des Platins gehenden Temperaturen, ein genaues Pyrometer darstellen.

Es giebt noch eine andere Bedingung, unter welcher die Luft einer sehr groſsen Verſchiedenheit in der ſpecificiſchen Wärme fähig iſt, nämlich die, wenn ihre Dichte nicht dieſelbe iſt, dieſe mag nun durch Druck oder eine andere Urſache abgeändert ſeyn. Das Zunehmen der Capacität der Luft unter einem ſchwächern Druck, iſt nicht unpaſſend zur Erklärung der groſsen Kälte gebraucht, welche in den oberen Regionen der Atmoſphäre herrſcht, und eben ſo hat man durch die, mit Vergrößerung des Druckes, abnehmende Capacität auf eine genügende Art die unter dieſen Umſtänden entwickelte Hitze erklärt. Dieſe Grundſätze ſind, ſo viel ich weiſs, jedoch nicht zur Erklärung der intensiven Hitze gebraucht, welche bei der Verbrennung des Schießpulvers und anderer exploſiver Miſchungen frei wird. Denken wir jedoch einen Augenblick nach, ſo werden wir finden, daſs der Widerſtand, welchen die Luft der Ausdehnung des durch die Verbrennung frei gewordenen Gases entgegenſetzt, letzteres in einen Zuſtand von Dichte verſetzt, den ſie nicht erreichen würde, wenn die Luft auswich. Während dieſes Zuſtandes von mächtiger Zuſammendrückung, wenn ich mich dieſes Ausdruckes bedienen mag, geſchieht es, daſs die Wärme entwickelt wird. Nach der erſten Exploſion werden jedoch die gaſigen Producte ausgedehnt, und es findet alsdann nothwendig eine Abſorbtion von Wärme mit gleichzeitiger Kälteerzeugung Statt. Um zu unterſuchen ob bei der Verbrennung des Schießpulvers eine be-

ständige Entwicklung von Wärmestoff Statt hat, machte ich den folgenden Versuch.

Ich nahm einen Recipienten, der 528 Kubikzoll faßte, füllte denselben mit Wasser von 52° Temperatur, und brachte ihn in eine pneumatische Wanne; die Temperatur der umgebenden Luft war ebenfalls 52°. Nun führte ich 240 Kubikzoll von dem gasförmigen Körper hinein, welcher während der Verbrennung eines zu pyrotechnischen Versuchen gebräuchlichen Schießpulvers erzeugt war. Nach der Explosion hatte das in dem obern Theile des Recipienten befindliche Gas eine Temperatur von nahe 54° erreicht, und das Wasser nicht völlig soviel. Dieser Versuch zeigt, daß obgleich bei der Verbrennung des Schießpulvers Hitze erzeugt wird, ihre Menge dennoch nicht so groß ist, wie man sich dachte. Indefs, wenn gleich es nicht durch directe Versuche bewiesen werden konnte, daß die Producte der Verbrennung des Schießpulvers eine größere specifische Wärme besitzen als die Bestandtheile des letzteren, so soll dennoch die Erzeugung der Hitze während der Verbrennung nicht als Einwurf gegen die Hypothesen von Black und Crawford gebraucht werden. Aus der Ansicht der Tafel über die specifische Wärme der verschiedenen Körper ergibt es sich als sehr wahrscheinlich, daß jene elastischen Produkte eine geringere Capacität besitzen, als die Bestandtheile des Schießpulvers, aus welchen sie erzeugt wurden. So z. B. hat das Stickgas, welches $\frac{2}{3}$ der elastischen Produkte ausmacht, eine Capacität von 2669, und die Kohlenäure, welche ein Drittel der Produkte ausmacht, nach meinen Versuchen, eine Capacität von nur 1751: die des Wassers als 10000 ge-

setzt. Salpetersäure von 1,1354 specifischem Gewicht hat eine Capacität von 5760. Mithin bilden Stickgas und Sauerstoffgas, welche durch die Zersetzung eines der Bestandtheile erzeugt wurden, elastische Produkte, deren Capacitäten noch nicht die Hälfte von der desjenigen Bestandtheiles ausmacht, welcher, zufolge der Hypothese von Black, die Hitze entwickeln sollte. Dieses findet selbst dann Statt, wenn wir auf die geringere Capacität Rücksicht nehmen, welche die Salpetersäure in ihrem Zustande als Bestandtheil des salpetersauren Kali's besitzt.

Eben so mag die intensive Hitze eines Gebläseofens durch eine solche gewaltsame Compression bedingt werden, denn es ist allen Sachverständigen bekannt, daß diese Hitze nicht in geradem Verhältniß zu dem verbrauchten Brennmaterial steht, sondern in einem zusammengesetzteren. Man kann dies auf folgende Art erklären: 1) Ist eine gewisse Luftmenge gezwungen mit den glühenden Kohlen in Berührung zu treten und dadurch seine Temperatur plötzlich außerordentlich zu erhöhen. 2) Durch diesen Umstand würde sie sich eben so schleunig ausdehnen, wenn nicht der atmosphärische Druck zugegen wäre. 3) Wenn diese Ausdehnung Statt gefunden hätte, so würde die Luft eine vergrößerte Capacität erlangt haben; folglich eine beträchtliche Menge der durch die Verbrennung entwickelten Wärme verschluckt und die Intensität der letzteren geschwächt worden seyn. 4) Da aber durch den Druck (Widerstand (*P.*)) der Atmosphäre, die erhitzte Luft verhindert wird sich im Verhältniß der erlangten Temperatur auszudehnen, so wird die Absorption

des Wärmestoffes geschwächt und eine größere Menge der durch die Verbrennung erzeugten Hitze frei. Obgleich also die totale Menge des durch die Verbrennung entwickelten Wärmestoffes in einem geraden Verhältniß zu dem verbrauchten Brennmaterial steht, so wird dennoch die Intensität der thermometrischen Hitze im Augenblick und am Orte der Verbrennung nach einem zusammengesetzten Verhältnisse größer seyn, welches direct vom Drucke der Atmosphäre und umgekehrt von der Zeit der Ausdehnung der Luft im Blasebalg abhängt. Diese Zeiten verhalten sich natürlich umgekehrt, wie die Intensität des Luftstroms. Die thermometrische Hitze wird also im Augenblick und am Orte der Verbrennung in einem zusammengesetzten Verhältnisse zu der Menge des verbrauchten Brennmaterials, zu dem Gewichte der Atmosphäre und zu der in einer gegebenen Zeit im Blasebalg verbrauchten Luft stehen. Dieselbe Regel findet auch für die sogenannten Windöfen (Chimney Furnaces) Statt. Die Erfahrung hat es gezeigt, daß bei den Dampfmaschinen diejenigen Oefen, durch welche in einer gegebenen Zeit eine große Luftmenge streicht, verhältnißmäßig eine geringe Quantität von Brennmaterial verbrauchen und denselben Effekt hervorbringen. Wahrscheinlich ließen sich bei diesen Maschinen die Gebläseöfen vortheilhaft anwenden, um den Bedarf des Brennumaterials zu vermindern.

Obgleich die vorgehenden Versuche meiner anfänglichen Erwartung, daß das Sauerstoffgas dem Volumen nach dieselbe specifische Wärme besitzt wie das Kohlenäure-Gas, nicht zu entsprechen scheinen, so

folgt doch keinesweges aus jenen, daß nicht Wärmestoff bei Bildung des Kohlenäuregases im Verbrennungsproceß entwickelt werde. Diese Bildung beruht nicht auf einer Verwandlung des Sauerstoffes in Kohlenäure, sondern auf einer Vereinigung zweier Stoffe zu einem Gemische, welches die nämliche absolute Wärmecapacität, wie die eines seiner Bestandtheile, nämlich des Sauerstoffgases, besitzt; folglich ward die absolute Wärme des Kohlenstoffes gänzlich frei.

Die directen Resultate dieser Versuche zeigen:

1) *Daß die specifischen Wärmen aller Gase, welche untersucht wurden, sich umgekehrt verhalten wie ihre specifischen Gewichte *).*

*) Vorausgesetzt, daß die Gewichtsmengen der angewandten Gase die nämlichen sind, wie sich dieses aus der Gleichheit der specifischen Wärme ergibt, für den Fall, daß die Gasarten gleiche Volumina und Elasticitäten besitzen, folglich ihre Gewichtsmengen sich direct wie ihre specifischen Gewichte verhalten. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, daß bei Hrn. Haycraft die Gase wohl zu je zwei in gleichem Volumen und unter gleichem Druck dem Versuche unterworfen wurden, der Druck aber nicht constant war, und daß mithin aus seinen Resultaten folgt, die Größe k , der vorigen Abhandlung, oder das Verhältniß der specifischen Wärme unter constantem Druck zu der unter constantem Volumen, sey für alle Gasarten gleich. Hr. Gay-Lussac, dessen anfängliche Resultate (in diesen Annal. Bd. 45. S. 321) mit denen des Hrn. Haycraft übereinstimmten, glaubte später (d. Ann. Bd. 48. S. 392) die seinigen widerrufen zu müssen, und ward darin durch die Arbeit der HH. de La Roche und Berard unterstützt. Die HH. Dulong und Petit, welche in neuerer Zeit die specifische Wärme einiger Metalle und des Schwefels mit großer Genauigkeit

2) Dafs die Gase ihre Wärmecapacitäten verändern, wenn sie mit Dämpfen des Wassers oder sonstigen Stoffen verbunden sind, und für einige Fälle

durch die Zeit ihres Erkaltes festsetzen, fanden dabei das schöne Gesetz: dafs die Wärmecapacitäten dieser Stoffe multiplicirt mit deren Atomen- (Mischungs-) Gewicht nahe ein, für alle, constantes Produkt geben, wenn die letzteren Faktoren beim Kobalt, Wismuth, Zinn, Silber, Gold, und Platin mit verschiedenen sehr einfachen Zahlen multiplicirt werden. Sie glaubten die Willkürlichkeit, die in gewisser Hinsicht bei den Aequivalentzahlen der einfachen Stoffe vorhanden ist, zugleich durch die Annahme entfernen zu können, dafs diejenigen Zahlen den Vorzug verdienten, welche mit der Wärmecapacität multiplicirt jenes beständige Produkt hervorbringen, und schlossen überdies, dafs das bei den festen Körpern gefundene Gesetz unabhängig von der Form (dem Aggregatzustand) der Körper sey, sobald man letztere nur unter gleichen Umständen untersuche. Sie stützten sich hiebei auf die Resultate der HH. de La Roche und Berard, die für das Sauerstoffgas und Stickgas nahe mit diesem Gesetze übereinstimmende Wärmecapacitäten gegeben hatten.

Schon früher stellte Dalton das Gesetz auf, dafs sich die Wärmecapacitäten der Gase umgekehrt wie die Atomengewichte derselben verhalten, was, wie man sieht, mit den von Hrn. Haycraft aufgefundenen Resultaten übereinstimmt, da die specifischen Gewichte der Gase entweder gänzlich mit den Atomengewichten zusammenfallen oder nur sehr einfache Multipla von ihnen sind. Die Herausgeber der *Annal. de Chim. et Physique*, von denen Hr. Gay-Lussac durch seine eigenen Untersuchungen ein so gewichtiges Urtheil über diesen Gegenstand besitzt, scheinen übrigens zu zweifeln, dafs das obige Gesetz auf die zusammengesetzten Gase eine Anwendung finde. Was endlich Hr. Haycraft in dem letzteren Theile seiner Abhandlung aufgestellt hat, ist sicher manchem Einwurfe ausgesetzt; ich enthalte mich indess jeder Bemerkung darüber, um dem Urtheile der Leser nicht vorzugreifen. P.

wahrscheinlich nach einer regelmäßigen arithmetischen Progression, wenn die Expansivkraft der Gase, im Zustande der Vereinigung mit verschiedenen Dampfmengen, nach einem ähnlichen Verhältnisse fortschreitet.

Das wichtigste Resultat für den Physiologen ist: daß die ausgeathmete Luft, bei einer zwischen 95° und $100^{\circ},5$ fallenden Temperatur, eine geringere specifische Wärme besitzt, als die atmosphärische Luft. Mehrere Versuche, von welchen hier nicht das Einzelne beigebracht ward, haben gezeigt, daß die ausgeathmete Luft bei einer Temperatur von 102° und darüber, so wie bei einer Temperatur von 91° und darunter, eine gleiche Wärmecapacität mit der gemeinen Luft besitzt. Ich würde Anstand nehmen diese Resultate zu behaupten, wenn mich nicht die im Verlaufe mehrerer Monate oft wiederholten Versuche, in meinen Schlüssen bestärkt hätten.