II. *Untersuchung über die specifische Wärme der Gase; von den HH. De la Rive und Marcet.*

(Gelesen in der Société de physique et d'histoire naturelle zu Genf am 19. Apr. 1827. Aus den Ann. de chim. et de phys. XXXV. 5.)

In einer früheren Abhandlung *) sind wir mit einigen Untersuchungen über die, die Volumenänderungen der Gase begleitenden Temperaturänderungen beschäftigt gewesen, und wir haben, gegen die allgemein angenommene Meinung gezeigt, daß, wenn ein Gas in einen leeren Raum strömt, anfänglich Kälte und erst späterhin Wärme erzeugt wird. Es ist uns gelungen, diese Doppelercheinung leicht zu erklären, einerseits durch die Kälte, welche die Verdünnung der in das Vacuum einströmenden Luft erzeugt, und andererseits durch die Wärme, welche durch die Zusammendrückung der, schon vor dem Versuche, in verschiedenen Graden der Verdünnung in dem Recipienten befindlichen Luft entwickelt wird.

Als wir beabsichtigten, diese Arbeit wieder vorzunehmen, erschien uns die Aufgabe, von vorn herein, von zusammengesetzter Natur. In der That müssen alle Resultate, welche man bei einer Untersuchung der Gase unter dem hier angezeigten Gesichtspunkte erhalten kann, durch zwei Ursachen bedingt werden, nämlich: 1) durch die *latente* oder *constituirende* Wärme des Gases, d. h. durch die größere oder geringere

*) Biblioth. univers. Avril 1823; Ann. de chim. et de phys. XXXIII. 209.

Wärmemenge, die das Gas, bei einer Aenderung seines Volumens, verschluckt oder entwickelt, und 2) durch die *specifische Wärme*, d. h. durch die mehr oder weniger beträchtliche Wärmemenge, die das Gas gebraucht, um von einer Temperatur in eine andere überzugehen.

Diese Unterscheidung ist durchaus nöthig; denn obgleich man beide Klassen von Erscheinungen vereinigen und auf gemeinschaftliche Gesetze zurückführen kann: so muß doch erst der Versuch für jede von ihnen die nöthigen Data herbeischaffen, um sie hernach ohne Hülfe irgend einer Hypothese verknüpfen zu können.

Wir glaubten anfänglich, daß unsere Untersuchungen sich auf die Bestimmung einer dieser Klassen von Erscheinungen, nämlich auf die, die Volumensänderungen der Gase begleitenden Temperaturänderungen, beschränken müßten, und daß uns die nöthigen Data über die specifische Wärme, welche man zur Lösung der ersten Aufgabe gebraucht, hinlänglich durch die früheren Versuche geliefert werden würden. Allein verschiedene Betrachtungen haben uns bewogen, diesen Gegenstand von Neuem zu untersuchen. Wir wollen unter andern nur nennen: die Abweichungen zwischen den Resultaten der verschiedenen Physiker, die Natur ihrer Methoden, von denen keine uns untadelhaft erscheint, und endlich die geringe Anzahl der Gase, die dem Versuche unterworfen wurden.

Die Untersuchungen, die wir heute der Gesellschaft vorlegen, bezwecken also ausschließlich die Bestimmung der specifischen Wärme, in dem Sinne, wie wir diese oben definiert haben.

Geschichtlicher Abriss der früheren Arbeiten.

Da schon mehrere Physiker sich zu verschiedenen Zeiten mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, so wird es nicht überflüssig seyn, einige Augenblicke bei ihren Arbeiten zu verweilen, und die Gründe anzugeben, weshalb wir dieselben als unzulänglich betrachten.

In Betreff der Untersuchungen, die vor den HH. De la Roche und Bérard angestellt sind, zieht man am besten die Einleitung zu Rathe, welche diese Physiker zu Anfange ihrer Abhandlung gegeben haben. Man findet daselbst genau angegeben, welche Methoden vor ihnen angewandt und welche Schwierigkeiten mit denselben verbunden sind. Wir erinnern bloß, daß schon Crawford die specifische Wärme der Gase durch eine Methode bestimmte, die zwar dem Principe nach richtig war, aber wegen der Kleinheit der Unterschiede, welche der Versuch lieferte, und der Größe derer, welche dieser Physiker aus ihnen ableitete, in der That ungenau war; daß Hr. Gay - Lussac, nach einigen Versuchen mit drei Gasarten, glaubte, sie hätten, bei Gleichheit der Volume, gleiche specifische Wärme, daß er aber durch spätern Versuch von dieser Meinung zurückgekommen ist; daß Leslie zu finden glaubte, es hätten Wasserstoff und gemeine Luft gleiche Wärmecapacität; endlich, daß Dalton, alleinig nach theoretischen Ansichten, eine Tafel über die specifische Wärme entwarf, welche Resultate enthielt, die von denen der Erfahrung gänzlich abwichen.

Es ist hier nicht der Ort, von denjenigen Arbeiten zu reden, die sich nur mittelbar auf unsern Gegen-

stand beziehen. Deshalb verweilern wir auch nicht bei einer Arbeit des Hrn. Gay-Lussac über die Temperaturänderungen, welche die Volumenänderungen der Gase begleiten *).

Wir kommen auf die Untersuchungen der HH. De la Roche und Bérard zurück **). Wenn man deren Arbeit, gleichviel, den allgemeinen Theil oder das Detail der Versuche, untersucht; so kann man nicht umhin, zu bewundern, mit welchem Scharfsinne sie die zahlreichen Fehlerquellen, welche die Anwendung ihrer Methode mit sich führte, zu vermeiden gesucht haben. Die geringe Uebereinstimmung ihrer Resultate mit denen anderer Physiker läßt uns jedoch glauben, daß es ihnen vielleicht nicht gelungen ist, die Fehler sämmtlich zu vermeiden.

Man kann in der That gegen die Art, wie sie ihre Versuche anstellten, einige Einwürfe machen.

1) Dadurch, daß die HH. De la Roche und Bérard einen stark erwärmten Gasstrom durch einen mit Wasser gefüllten Calorimeter leiteten und diesen Strom, erkaltet, unter demselben Drucke, wie bei seinem Eintritte, ausströmen ließen, erhielten sie ein zusammengesetztes Resultat. Denn das Wasser im Calorimeter wurde nicht bloß durch die Wärme erhitzt, welche das Gas bei seiner Erkaltung abgab, sondern auch durch die, welche dasselbe entwickelte, indem es sich zusammenzog. Nur die erste dieser beiden Wärmen rührt von der specifischen Wärme her, und folglich hätte sie von der andern gefondert werden

*) Mémoires d'Arcueil T. I. p. 180.

**) Annales de chimie T. LXXXV. p. 72.

müssen. Wenn man auch diese Fehlerquelle bei starren und flüssigen Körpern nicht berücksichtigt, darf man sie doch nicht vernachlässigen, wenn von Gasen die Rede ist, die eine so beträchtliche Ausdehnbarkeit besitzen, vor allem, wenn die Gränzen der Temperaturen, welchen man sie unterwirft, fast um 80°C. von einander liegen *).

2) Die Gase setzen sich nicht mit gleicher Leichtigkeit ins Gleichgewicht der Temperatur, oder haben, anders gesagt, kein gleiches Vermögen für die Mittheilung der Wärme. Dies ist durch die Untersuchungen der Hrn. Dulong und Petit, von denen wir weiterhin sprechen werden, bewiesen, und wird durch einige unserer eigenen Versuche bestätigt. Diese Verschiedenheit muß schon an sich einen Einfluß auf die, dem Calorimeter mitgetheilte Wärme ausüben. So wird das Wasserstoffgas, welches sich weit schneller als die übrigen Gase, ins Temperaturgleichgewicht

*) Man kann sich fragen, ob man die specifische Wärme der Gase bei einem constanten Drucke und einem veränderlichen Volumen, oder bei einem constanten Volumen und einer veränderlichen Elasticität nehmen müsse. Wir glauben, daß, um ein einfaches Resultat zu erhalten, die letztere Methode den Vorzug verdient; läugnen aber nicht, daß man nicht Gründe zu Gunsten der ersteren aufstellen könnte. Sobald man genau weiß, welche Umstände die Temperaturänderung eines Gases begleiten, sind die Versuche gleich wichtig, welche Methode man auch bei ihnen befolgt habe. Wir halten uns nicht bei den Gründen auf, die, außer den schon genannten, der letzteren (premier) Methode einen merkbaren Vorzug zu geben scheinen; dies würde uns, für eine Untersuchung, in welcher der Versuch den Haupttheil ausmachen muß, zu weit in theoretische Entwicklungen geführt haben.

setzt, unmittelbar seine Wärme abgeben, sowohl an den zwischen dem Calorimeter und Thermometer befindlichen Theile des Glasrohrs, als an die Wände des Gefäßes und an den Theil des Wassers, der seinem Eintritte nahe liegt; während ein schlechter leitendes Gas seine Wärme gleichförmiger auf die ganze Ausdehnung des Calorimeters vertheilt. Es folgt daraus offenbar, daß bei übrigens gleichen Umständen diese letztere Gas die Temperatur des Wassers mehr erhöhen wird.

3) Der Gebrauch des Thermometers, um die Temperatur des Gases bei seinem Eintritte in den Calorimeter zu erfahren, ist durchaus ungenau, wie die HH. De la Roche und Bérard selbst eingesehen. Denn dieses Instrument ist der strahlenden Wärme, welche die Körper umher ausströmen oder einfangen, eben so sehr ausgesetzt, als der Temperatur des Gases selbst, in welchem es sich befindet. Um diesem Einwurfe zu begegnen, haben die Beobachter die Temperatur des Gases als eine mittlere betrachtet zwischen der, welche es beim Durchgange durch den Dampf von siedendem Wasser erhält, und der, welche das Thermometer anzeigt. Indes beweist nichts, daß diese mittlere Temperatur die wahre sey, und wenn sie es auch für ein Gas wäre, würde sie es doch wahrscheinlich nicht für ein anderes seyn. Und doch kann ein Fehler von einigen Graden in dieser Angabe einen großen Einfluß auf die Resultate ausüben. Dies läßt sich leicht erweisen, wenn man die Capacität einiger Gase für eine etwas höhere und eine etwas niedrigere Temperatur, als die von unsern Verfassern angenommene, berechnet; man wird Zahlen finden, die ziemlich verschieden von den ihrigen sind.

4) Die Gegenwart des Wasserdampfes in den dem Versuche unterworfenen Gasen ist ein Einwand, der schon von einem englischen Chemiker, Hrn. Haycraft, gemacht und auseinandergesetzt ist. Ohne auf dieselbe ganz die Wichtigkeit zu legen, wie jener, glauben wir doch, daß sie zu einigen Fehlern Anlaß geben kann, weil das Gas nicht mehr dasselbe ist, und dadurch, wenn auch nicht merklich seine Capacität für die Wärme, doch wenigstens sein Leitvermögen für dieselbe sehr geändert werden kann. Damit diese Fehlerquelle unwirksam werde, müßte sie überdies für alle Gase gleich seyn; allein wir wissen, wie schwer sich die Gase, unter sonst gleichen Umständen, mit einer ganz gleichen Menge Wasserdampf beladen.

5) Wir machen zuletzt noch eine Bemerkung über die Ungleichheit der Umstände, die jeden Versuch begleiteten, und über die Schwierigkeit, durch den Calcul und mittelst Proportionen, die vielleicht nicht immer anwendbar sind, die Gase auf gleiche Umstände zurückzuführen. Wir führen als Beispiel an: die nicht völlige Gleichmäßigkeit des Stromes für die Gase von verschiedener Dichte, die Verschiedenheit des atmosphärischen Drucks für jede Gasart, den Einfluß der gläsernen Leitröhre auf die Temperatur des Calorimeters, u. s. w.

Die Abhandlung der HH. Clement und Desormes behandelt die Aufgabe, welche uns beschäftigt, auf eine zu verwickelte Art, als daß wir uns bei ihr aufhalten könnten; auch ist die Richtigkeit der Sätze, auf die ihre Arbeit gegründet ist, bei weitem nicht erwiesen, und die Resultate, zu welchen sie ge-

langten, sind zu vielen Einwürfen ausgesetzt, als daß wir sie gegenwärtig erörtern könnten.

Im J. 1824 gelang es Hrn. Haycraft, durch eine ziemlich ähnliche Methode, wie die der HH. De la Roche und Bérard, für eine kleine Zahl von Gasen zu beweisen, daß ihre specifische Wärme gleich sey *). Er suchte vor allem mit trocknen Gasen zu arbeiten, gleichförmige Ströme zu erzeugen, und dadurch einige Fehler der HH. De la Roche und Bérard zu vermeiden. In den *Annales de chim. et de phys.* ist dieser Abhandlung, von einem der Herausgeber dieser Zeitschrift, eine interessante Erörterung über das Verdienst dieser Arbeit im Vergleiche zu der der HH. De la Roche und Bérard angehängt worden.

Endlich können wir diesen geschichtlichen Abriss nicht beschließen, ohne der Untersuchung der HH. Dulong und Petit über die Geschwindigkeit des Erkaltens der Körper in verschiedenen Gasen, zu erwähnen **). Obgleich sich dieser Gegenstand nur entfernt auf die Aufgabe über die specifische Wärme zu beziehen scheint, so werden wir doch bald sehen, daß es zwischen diesen beiden Klassen von Erscheinungen so innige Beziehungen giebt, daß es schwer, wo nicht gar unmöglich ist, sich mit der zweiten zu beschäftigen, ohne nicht einigermaßen die erste zu berühren.

*) *Ann. de chim. et de phys.* XXVI. p. 298. (Auch dies. *Ann.* Bd. 76. S. 239. P.)

**) *Ann. de chim. et de phys.* T. VII. p. 337.

Beschreibung des bei unsern Untersuchungen befolgten
Verfahrens.

Nach einigen Versuchen und nachdem wir über die geeignetsten Mittel zur Beseitigung der angeführten Einwürfe nachgedacht, sind wir bei dem folgenden Verfahren stehen geblieben, welches auf die Methode der Erwärmung gegründet ist.

Ein kleiner, 4 Centim. im Durchmesser haltender, Ballon von sehr dünnem Glase wird folgeweise mit den Gasen gefüllt, die wir dem Versuche unterwerfen wollen. Nachdem er auf eine gleichförmige Temperatur gebracht ist, wird er, gleichviel, welches Gas er einschließt, stets dieselbe Zeit hindurch, einer constanten Wärmequelle ausgesetzt. Die Temperatur, welche daraus für ein jedes Gas hervorgeht, ist das Maass der specifischen Wärme dieses Gases. Um diese Temperatur genau zu bestimmen, haben wir uns nicht des Thermometers bedient, sondern des Gases selbst. Wir hatten hier für den thermometrischen Index zwischen der Aenderung des Volumens und der der Elasticität zu wählen, zwei Phänomene, die bei Gasen gleichmässi gerweise die Temperaturänderung begleiten. Wir haben den Elasticitätsänderungen den Vorzug gegeben, um dem Einwurfe zu begegnen, den wir hinsichtlich der bei Volumenänderungen entwickelten Wärme gemacht haben, und weil dieser Weg zur Bestimmung der Temperatur uns einer größeren Genauigkeit in der Ausführung fähig scheint.

Unser Verfahren besteht also im Wesentlichen darin, daß man gleiche Volumina von verschiedenen Gasen eine gleiche Zeit hindurch einer gleichen Wärmequelle aussetzt und aus der Zunahme der Elastici-

tät eines jeden Gases die Temperatur herleitet, die es nach Ablauf der festgesetzten Zeit erlangt hat. Wir haben Sorge getragen, diesen Zeitraum so kurz zu nehmen, daß keins der Gase sich mit der Temperatur der Wärmequelle ins Gleichgewicht setzen konnte.

Der Apparat, den wir angewandt haben, ist im Grunde nichts anderes, als ein Manometer. Eine in Form eines Hebers gebogene Röhre (Fig. 1. Taf. VI) hält am Ende seines kürzeren Armes den Ballon *A*, der mit Gas gefüllt wird. Zwei Hähne von Eisen *B* und *C* gestatten, den Ballon von der Röhre abzuschließen, ohne daß dadurch weder der erstere noch die letztere mit der äußern Luft in Gemeinschaft kommt. Der Raum zwischen beiden Hähnen ist, wenn die Röhre dem Ballon abgepaßt ist, so klein, daß man die in ihm befindliche Luftmenge gänzlich vernachlässigen kann. Ueberdies wird man weiterhin sehen, daß diese Luft niemals in den Ballon tritt, sondern in die Röhre getrieben wird, folglich nie die Reinheit des Gases trüben kann. Der verticale Arm *DE* des Glasrohres taucht mit seinem Ende in den mit trockenem Quecksilber gefüllten Behälter *F* und hat eine in Millimeter getheilte Skale, an der ein Nonius die Zehntel angiebt.

Ehe der Versuch beginnt, muß man die Röhre und den Ballon mit dem Gas füllen, mit dem man arbeiten will. Dazu gelangt man leicht, wenn man einen Strom dieses Gases durch die Röhre leitet, der die Luft vertreibt und deren Stelle einnimmt. Man muß dafür sorgen, daß das Gas, welches nach Austreibung der Luft zurückbleibt, einem geringeren

Drucke, als dem der atmosphärischen Luft, ausgesetzt ist, damit das Quecksilber wenigstens 8 bis 10 Centimeter hoch in die Röhre steigen könne. Um den kleinen Ballon zu füllen, zieht man erstlich die Luft mittelst einer guten Luftpumpe aus ihm heraus, bringt dann das Gas hinein, macht ihn wieder leer und führt darauf von Neuem Gas hinein, so daß sich dieses sehr rein und frei von beigemengter atmosphärischer Luft befindet. Mittelft der graduirten Glocke, in welche das Gas über dem Quecksilberbassin eingeschlossen ist, sieht man darauf, diesem einen geringeren Druck als den atmosphärischen zu geben, welcher folglich constant seyn kann, wie groß auch der letztere seyn mag.

Nachdem diese vorläufige Arbeit beendet ist, schraubt man den Ballon an die Röhre und öffnet die beiden Hähne, wobei, da das Gas einen geringeren Druck als den der Atmosphäre besitzt, eine kleine (stets kürzere, als die schon darin befindliche) Säule Quecksilber in der Röhre stehen bleibt. Der Unterschied zwischen dem Barometerstande und der Höhe dieser Säule zeigt den Druck oder die Elasticität des Gases an; wir haben denselben immer constant und ungefähr zu 65 Centimeter nehmen können.

Eine geringe Veränderung in der Temperatur des Gases wird dann die Quecksilbersäule fallen oder steigen machen und da man das Gesetz zwischen der Aenderung der Elasticität und der Temperatur kennt, so wird es sehr leicht, die letztere nach der Höhe des Quecksilbers zu bestimmen *). Da unsere Skala er-

*) Wir haben in der That die folgenden zwei Formeln, von de-

laubte, noch Zehntel eines Millimeters leicht zu unterscheiden, und bei dem Drucke, bei welchem wir am gewöhnlichsten arbeiteten, jeder Grad einer Aenderung von ungefähr $2^{mm},5$ in der Elasticität entsprach, so liefs uns unser Verfahren noch $\frac{1}{25}$ eines Grades schätzen.

Es scheint uns, dafs die Methode, welche wir eben auseinandergesetzt haben, den Einwürfen nicht ausgesetzt ist, die wir gegen die der HH. De la Roche und Bérard gemacht haben, denn:

1) vergrößert noch verringert das Gas sein Volumen bei einer Temperaturänderung; nur seine Elasticität wird geändert.

2) Ist uns die Temperatur des Gases durch die Wirkung der Wärme auf dieses selbst, und nicht durch ein Thermometer angezeigt.

nen uns die eine die Gröfse l eines jeden Centesimalgrades für einen gegebenen Druck liefert, und die andre, die Anzahl n von Centesimalgraden, die einem gegebenen Unterschiede in der Höhe der Quecksilberfäule entspricht:

$$l = \frac{(p - a)(0,00375)}{1 + 0,00375 \cdot t} ; \quad \begin{array}{l} p = \text{Barometerhöhe} \\ t = \text{Temp. bei d. man beobachtet} \end{array}$$

$$n = \frac{(a - a')(1 + 0,00375 \cdot t)}{(p - a)(0,00375)} ; \quad \begin{array}{l} a = \text{Höhe der Säule im Rohre} \\ \text{bei der Temperatur } t \\ a' = \text{Höhe bei der unbekannten Temperatur.} \end{array}$$

Wir haben uns bei Aufstellung dieser Formeln des Gesetzes von Hrn. Gay-Lussac bedient, welches darin besteht, dafs die Elasticität der Gase, von 0° ausgehend, um 0,00375 für jeden Centesimalgrad wächst. Im ganzen Laufe dieser Untersuchung haben wir Centesimalgrade gebraucht.

3) Da wir mit großer Sorgfalt die Gase getrocknet und sie stets über Quecksilber aufgefangen haben, so sind wir gegen die Fehler gesichert, die aus der Gegenwart von Wasserdampf entspringen können.

4) Da alle Gase sich genau unter gleichen Umständen befinden, so ist es nicht nöthig, irgend ein Verhältniß aufzustellen oder irgend eine Formel zu Hülfe zu nehmen, um sie auf ähnliche Zustände zurückzuführen. Besonders kann das Gas, bei jeglichem Drucke der Atmosphäre, durch Anwendung des Manometers stets unter gleichen Druck gebracht werden.

Ein wichtiger Punkt bleibt noch zu betrachten, ehe wir zu den Resultaten übergehen, nämlich: die Art, wie man die Erwärmung der Gase in dem Ballon bewerkstelligt. In dieser Hinsicht bieten sich zwei Mittel dar, die wir nacheinander angewandt haben.

I. Erste Methode der Erwärmung.

Die erste Methode besteht darin, daß wir den mit Gas gefüllten Ballon in ein kleines hölzernes Gefäß stellen *), welches mit einem unverändert auf 10° C.

*) Wir haben ein Gefäß von Holz mit sehr dicken und folglich sehr wenig leitenden Wänden angewandt; dadurch konnte das darin enthaltene Wasser lange Zeit hindurch seine Temperatur behalten, ungeachtet dieses Gefäß von außen mit einem viel wärmeren Wasser in Berührung stand.

gehaltenen Wasser gefüllt ist. Wir warten, bis das Gas die Temperatur dieses Wassers angenommen hat, was wir sehen, wenn das Quecksilber stillstehen bleibt. Alsdann fällt, auf ein gegebenes Zeichen, das hölzerne Gefäß, das mit einer Masse von hinlänglichem Gewicht belastet ist, auf den Boden eines andern, weit größern, Gefäßes, worin das erstere gestellt ist. Das größere ist mit Wasser gefüllt, das ein wenig über 50° erwärmt worden, so daß es durch seine Mischung mit dem Wasser des kleineren Gefäßes genau auf 30° kommt. Hierdurch geht der Ballon, ohne daß er bewegt wird, aus einem Wasser von 10°, plötzlich in Wasser von 50° über. Man läßt ihn in diesem letzteren eine bestimmte Zeit, die aber so kurz ist, daß er nicht ganz die Temperatur desselben annehmen kann. Diese Zeit soll 4 Sekunden seyn. Jedes Gas nimmt dadurch, daß es 4" hindurch einer um 20° von der feinigsten verschiedenen Temperatur ausgesetzt ist, eine gewisse Temperatur an, die durch das Sinken des Quecksilbers in der Röhre angezeigt wird; in längerer Zeit (6" bis 8") setzt es sich ins Gleichgewicht mit der Temperatur des Wassers, in das es getaucht ist. Um einen Fehler zu vermeiden, der daraus hätte entstehen können, daß das Wasser, in das der Ballon plötzlich versetzt wurde, nicht genau die nämliche Temperatur gehabt hätte, haben wir die Temperatur dieses Wassers stets dadurch genommen, daß wir das Gas eine hinlängliche Zeit darin ließen, damit es selbst dieselbe annahm. Auf diese Weise haben wir, für ein jedes Gas, nicht die Zahl von Millimetern, um welche das Quecksilber innerhalb 4" fiel, verglichen; sondern die Verhältnisse zwischen der Zahl von

Millimetern, die es in 4" fiel, und derjenigen, die es gefallen war, wenn es sich im Gleichgewichte mit der Temperatur des Wassers befand. Wir hatten die nöthige Vorflcht getroffen, daß, auf das erste Zeichen desjenigen, welcher das Manometer beobachtete, das kleine Gefäß plötzlich hinabsank, und daß auf das zweite Zeichen, d. h. nach Verlauf von 4", der Hahn, welcher das Gas des Ballons mit dem Quecksilber des Rohrs in Gemeinschaft setzte, geschlossen wurde. Auf diese Weise blieb das Quecksilber genau auf der Höhe, auf welche es durch die von dem Gase in 4" erlangte Temperatur gebracht werden mußte, und man hatte Muße, diese Höhe genau zu beobachten.

Die nach dieser Methode angestellten Versuche haben uns, nach der Natur der Gase, ziemlich verschiedene Zahlen für die Temperatur gegeben, die jedes derselben in 4" erlangt. Heißt nämlich *Eine* die Temperatur des Wassers, d. h. diejenige, welche das Gas erlangt haben würde, wenn es Zeit gehabt hätte, sich mit ihr ins Gleichgewicht zu setzen; so haben wir gefunden, daß ein jedes derselben in 4" eine Temperatur erlangt, die, in aliquoten Theilen der Temperatur des Wassers ausgedrückt, folgende ist:

Für das Wasserstoffgas . .	0,85
- die atmosphärische Luft . .	0,83
• das Sauerstoffgas . . .	0,30
- das Kohlenäure-Gas . .	0,77
• das ölbildende Gas . .	0,75
- das Stickstoffoxydulgas .	0,73

Einige Betrachtungen ließen uns zweifeln, daß diese Zahlen, oder die umgekehrten, die specifische Wärme der Gase ausdrücken würden. Wir fürchte-

ten, daß die plötzliche, und ziemlich beträchtliche Temperaturänderung, welcher die Gase ausgesetzt wurden, einen auf unsere Resultate Einfluß habenden Fehler veranlassen könnte, vermöge dessen die beobachteten Variationen weniger von dem Unterschiede in der specifischen Wärme, als von dem Unterschiede in dem Leitvermögen herrührten. Was uns in dieser Meinung bestärkte, war die Analogie, welche wir zwischen den obigen Resultaten und denen fanden, zu welchen die HH. Dulong und Petit gelangten, als sie einen heißen Körper in verschiedenen Gasarten erkalten ließen. Diese Physiker erhielten, als Ausdruck für die relative Geschwindigkeit des Erkaltens, Zahlen, die den von uns angegebenen nahe kamen. Es muß aber die Ursache, vermöge der ein Körper mehr oder weniger rasch in verschiedenen Gasen erkaltet, dieselbe seyn, wie die, vermöge welcher diese Gase sich mehr oder weniger schnell bei einer plötzlichen Temperaturänderung erwärmen.

Um uns von der Wirklichkeit dieser Fehlerquelle recht zu überführen, machten wir dieselben Versuche bei einer andern Temperatur (bei 20° statt 30°) und mit einem beträchtlicheren Gasvolumen, welche Umstände einen Einfluß auf das relative Leitvermögen, aber keinen merklichen auf die specifische Wärme der Gase haben mußten. Wirklich fanden wir, für dieselben Gase, Zahlen, die nicht mehr dasselbe Verhältnisse zu einander besaßen.

Es giebt also in den Gasen eine Verschiedenheit hinsichtlich der Schnelligkeit, mit welcher die Wärme sich in ihnen vertheilt. Ob diese größere oder geringere Leichtigkeit in der Mittheilung der Wärme

von der grösseren oder geringeren Beweglichkeit der Molekel oder von deren Natur abhängt, können wir nicht entscheiden; aber dessenungeachtet folgt daraus, daß diese Verschiedenheit eine Fehlerquelle ist, vor der wir uns bei Untersuchung der specifischen Wärme zu hüten haben *).

II. Zweite Methode der Erwärmung.

Die Versuche der HH. Dulong und Petit über die specifische Wärme der starren Körper, und die Vorichtsmaassregeln, welche sie getroffen hatten, um den vom Leitvermögen dieser Körper herrührenden Fehler zu vermeiden, liefs uns vermuthen, daß ein ähnliches Verfahren uns gegen dieselbe Fehlerquelle sicher stellen würde. Wir haben also gesucht, ein solches auf die Erwärmung der Gase anzuwenden.

Zu diesem Endzwecke bringen wir den Ballon, welcher das Gas enthält, in die Mitte einer Kugel *GAK* (Fig. 1. Taf. IV) von sehr dünnem Kupfer, die 18 Centi-

*) Es ist schwer zu sagen, welchen Namen man dieser Eigenschaft der Gase geben soll; denn ist das Wort *Leitvermögen* (Conductibilité) allgemein genug, um die Eigenschaft zu bezeichnen, vermöge welcher die Wärme anders als von Molekel zu Molekel, wie es in festen Körpern geschieht, mitgetheilt wird? Wie dem auch sey, es scheint uns wohl erwiesen, daß die Eigenschaft, um die es sich handelt, in verschiedenen Graden der Intensität in den Gasen vorhanden ist; es würde interessant seyn, ihre relative Stärke in jedem Gase zu bestimmen. Man wird weiterhin sehen, daß die Versuche, welche wir beschreiben werden, diesen Zweck leicht erfüllen könnten; allein es würde nicht leicht seyn, aus den Datis des Versuchs die einfachen Zahlen abzuleiten, welche die gesuchten Verhältnisse ausdrücken. Ob nicht der Unterschied in den Gasen, der uns beschäftigt, von einer Ursache abhängt, welche, ähnlich der Zähigkeit bei den Flüssigkeiten, ihre Beweglichkeit vermindert, und sie dadurch hindert, sich so schnell zu erwärmen oder abzukühlen. Das Wasserstoffgas würde, in diesem Falle, das Gas seyn, dessen Molekel die beweglichsten wären; während die des stöbrenden Gases, der Kohlensäure u. s. w. eine geringere Beweglichkeit besäßen.

meter im Durchmesser hält und inwendig geschwärzt ist. Ein Hahn am Ende eines der Durchmesser dieser Kugel ist mit dem Halse des Glasballons verbunden; ein anderer am entgegengesetzten Ende desselben Durchmessers führt zu dem Innern der kupfernen Kugel. Der erste dieser beiden Hähne wird an das Rohr des Manometers geschraubt, und dadurch steht das Gas mit dem Innern dieses Rohrs in Gemeinschaft. Die Luft im kupfernen Ballon verdünnt man, bis der Druck nicht mehr als 3 Millimeter Quecksilber beträgt, und man sieht beständig darauf, daß dieser Grad von Verdünnung bei jedem Versuche hervorgebracht wird, und während der Dauer eines und desselben Versuchs keine Aenderung erleidet. Taucht man nun den Ballon in Wasser von einer beliebigen Temperatur, so erwärmt oder erkaltet sich das Gas nur vermöge der Wärme, welche die geschwärzten Wände der kupfernen Kugel ausstrahlen oder verschlucken. Diese Erwärmung oder Erkaltung geschieht sehr langsam; erst nach 10 bis 15 Minuten kommt das Quecksilber zum Stillstehen, und beweist uns dadurch, daß das Gas sich mit der Temperatur der Hülle umher ins Gleichgewicht gesetzt hat.

Wir haben also die Zeit, während der die Gase der theilweisen Erwärmung ausgesetzt wurden, länger als 4" nehmen gekonnt. Wir haben z. B. die nach Ablauf von 2, von 4, von 5 Minuten erlangte Temperatur beobachten gekonnt; haben aber der letzteren Zeit den Vorzug gegeben.

Nachdem der Apparat zur Anstellung eines Versuchs in Ordnung gebracht ist, setzen wir die Kupferkugel in Wasser, dessen Temperatur durch-

aus unverändert auf 20° gehalten wird. Wir warten, bis das Quecksilber stillstehend bleibt, um genau den Punkt aufzuzeichnen, wo es stehen geblieben ist, und erkalten das Gas darauf ein wenig, mittelst eines Bades von kaltem Wasser, bis das Quecksilber einige Millimeter über den festen Punkt gestiegen ist. Nun bringen wir den Kupferballon rasch in Wasser von 30° , und im Moment, wo das Quecksilber beim Fallen den Punkt erreicht, welcher anzeigt, daß das Gas die Temperatur von 20° erlangt hat, giebt derjenige von uns, welcher das Instrument beobachtet, ein Zeichen, damit der andere, in demselben Augenblicke, die Minute und Secunde nach einem guten Chronometer beobachten könne.

Fünf Minuten nach dem Zeitpunkte, wo das Gas die Temperatur von 20° erreicht hat, schließt man den Hahn C, worauf das Quecksilber auf einer Höhe stehen bleibt, welche die Temperatur anzeigt, die das Gas angenommen hat. Man öffnet dann von Neuem den Hahn, worauf das Quecksilber fällt, in dem Maasse, als sich das Gas erwärmt, und so lange, bis dies mit der Umgebung auf gleiche Temperatur gekommen ist.

Wir haben immer mit sehr großen Massen Wasser gearbeitet, damit die Temperatur desselben so constant wie möglich blieb. Für das Wasser von 20° ist uns dieses leicht gelungen; und was dasjenige von 30° betrifft, so hat uns die Erfahrung gelehrt, daß man es anfänglich ein wenig darüber (bis $30^{\circ},2$) erwärmen müsse, damit es genau nach Verlauf von 5 Minuten sich um eben so viel darunter (auf $29^{\circ},8$) befinde; auf diese Art betrug die mittlere Temperatur für ein jedes Gas während der 5 Minuten: 30° . Wenn wir die to-

tale Senkung des Quecksilbers, die der Temperatur von 30° im Gase entsprach, kennen wollten, so hielten wir das Wasser beständig in dieser Temperatur. Ueberdies wurde das Wasser beständig in Bewegung gehalten, damit seine Schichten eine möglichst gleichförmige Temperatur befassen, und das Thermometer war so angebracht, daß es uns die mittlere Temperatur der horizontalen Schichten anzeigte, welche in Berührung mit dem Kupferballon standen.

Durch das so eben beschriebene Verfahren vermeiden wir jeglichen Fehler, welcher aus dem Leitvermögen des Gases oder aus dessen größerer oder geringerer Leichtigkeit, die auf seine äußere Fläche gelangende Wärme in seinem Innern fortzuleiten, entspringt; denn der Temperaturunterschied ist sehr klein (nur 10°); die Erwärmung geschieht nur langsam (innerhalb 5 Minuten) und das Volumen des Gases ist nicht sehr beträchtlich (ungefähr 33 Cubikcentimeter).

I. Specifische Wärme der Gase unter dem Drucke von 65 Centimetern.

Bevor wir die Resultate auseinandersetzen, müssen wir ein Wort über die Art sagen, wie wir die Wirkung der Wärme in Bezug auf die Erwärmung betrachten. Der kleine Ballon von dünnem Glase (wir haben stets den nämlichen gebraucht) wird nacheinander mit jedem Gase gefüllt. Dadurch, daß der Ballon und das Gas in die Mitte einer gleichmäßig erhitzten Hülle und stets auf eine gleiche Temperatur gebracht worden sind, erhalten sie, von dieser Temperatur ausgehend, in gleicher Zeit, gleiche Mengen von Wärme. Der Ballon nimmt von dieser Wärme

eine constante Menge, und theilt folglich dem Gase ebenfalls eine stets gleiche Menge mit. Diese Menge muß dem Gase, je nach seiner Wärmecapacität, eine mehr oder weniger hohe Temperatur geben *).

Die Gase, mit welchen wir Versuche gemacht haben, sind folgende vierzehn: *atmosphärische Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenäure, ölbildendes Gas, Kohlenoxyd, Stickstoffoxyd, salpetriges Gas, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, schweflige Säure, Chlorwasserstoffsäure und Cyan* **). Sie alle wurden nach den Methoden bereitet, die man gewöhnlich befolgt, um sie völlig rein zu erhalten, worauf sie, nachdem sie zur gehörigen Austrocknung durch ein Rohr mit geschmolzenem Chlorcalcium geleitet waren, über Quecksilber aufgefangen wurden ***).

Die auf die angegebene Art gemachten und mit jedem der Gase oftmals wiederholten Versuche führten uns zu dem unerwarteten Resultate: daß alle diese Gase, innerhalb 5 Minuten, zu derselben Tempera-

*) Hinsichtlich einiger Aufklärungen über diesen Punkt, sehe man die Bemerkung zu Ende dieser Abhandlung.

**) Wir haben keine Versuche über das Chlor gemacht, da seine Wirkung auf die Hähne und das Quecksilber uns gehindert haben würde, den Gang seiner Erwärmung gehörig zu beobachten. Es scheint uns jedoch wahrscheinlich, daß es denselben Gesetzen gehorchen müsse, wie die übrigen vierzehn Gase, und besonders wie das Wasserstoffgas und das Chlorwasserstoffgas.

***) Fast alle Gase wurden nach den Methoden bereitet und gereinigt, die Hr. Dulong in seiner Abhandlung über die Brechkraft der Gase (d. Ann. Bd. 82. S. 393) angegeben hat.

tur gelangten; was beweist, daß sie alle die nämliche specifische Wärme besitzen. In der That sank das Quecksilber bei allen, um $14^{\text{mm}},3$ oder $14^{\text{mm}},4$. Also Resultate lagen zwischen diesen beiden Zahlen, welche die Gränzen der Genauigkeit sind, die wir zu erreichen vermöchten; denn dasselbe Gas gab uns bald die eine, bald die andere. Da nun der Druck, dem die Gase unterworfen waren, beständig 65 Centimeter, bei der Temperatur 20° , betrug; so folgt, der Berechnung nach, daß das Quecksilber um $22^{\text{mm}},7$ hätte fallen gemußt, damit das Gas auf die Temperatur von 30° , d. h. auf die Temperatur des umgebenden Wassers, gekommen wäre. Und dies bestätigten auch stets unsere Versuche. Berechnet man danach die Temperatur, welche die Gase innerhalb 5 Minuten erlangten, so findet man, daß $14^{\text{mm}},3$ der Temp. $6^{\circ},30$, und $14^{\text{mm}},4$ der Temp. $6^{\circ},34$ entsprachen. Gleiche Volumina der Gase, sämtlich dem Drucke von 65 Centimetern unterworfen, auf die Temp. 20° gebracht, und auf gleiche Weise der Temp. 30° ausgesetzt, erlangten also innerhalb 5 Minuten eine mittlere Temperatur von $6^{\circ},32$. Da der größte Unterschied $\frac{1}{82}$ oder $\frac{1}{7}$ Grad betrug, so kann man wohl sagen, daß sie die nämliche Temperatur erlangt hatten.

Ein einziges Gas erwärmte sich immer stärker, als die übrigen; wir erhielten immer dasselbe Resultat, obgleich wir den Versuch mehrmals wiederholten. Dies Gas ist: *das Wasserstoffgas*.

Das Quecksilber fiel um 15^{mm} , statt um $14^{\text{mm}},4$, was einer Temperatur von $6^{\circ},60$ entspricht. Unter denselben Umständen erhitzt sich also das Wasserstoffgas um $\frac{1}{7}$ Grad stärker, als die übrigen Gase. Wir

glauben, daß dieses nicht von einer Verschiedenheit seiner specifischen Wärme herrührte, sondern davon, daß, weil es ein besserer Leiter als die übrigen ist, es sich schneller erwärmte, ungeachtet aller Vorsichtsmafsregeln, die wir zur Vermeidung der Einwirkung des Leitvermögens getroffen hatten. Wir werden weiterhin einige Gründe zur Stütze dieser Vermuthung beibringen.

Wir begnügten uns nicht, die Temperatur zu beobachten, welche ein jedes Gas nach 5 Minuten erreichte, sondern wir beobachteten sie auch nach 2 und nach 4 Minuten. Wir fanden dadurch, daß, nach 2', alle Gase, indem sie sich veränderten, gleichmäfsig das Quecksilber um 8^{mm} , und nach 4' um $12^{\text{mm}},5$ fallen machten. Die 8^{mm} entsprachen einer Temperatur von $30^{\circ},5$, erlangt in 2', und die $12^{\text{mm}},5$ einer Temperatur von $50^{\circ},5$, erlangt in 4'. Da indess das Quecksilber in seinem Gange nicht aufgehalten wurde, indem man erst nach 5 Minuten den Hahn verschlofs, so war die Beobachtung bei 4' und bei 2' etwas schwierig zu machen. Dessenungeachtet hatten wir niemals eine Abweichung, die gröfser als 2 bis 3 Zehntel eines Millimeters, d. h. gröfser als 8 oder 12 Hundertel eines Grades, gewesen wäre.

Es scheint also aus den obigen Versuchen hervorzugehen, *daß unter gleichem Drucke und bei gleichem Volumen, wie auch die Temperatur sey, alle Gase eine gleiche specifische Wärme besitzen.* Man mufs sich erinnern, daß, bei einer jeglichen Temperatur, die Volumina gleichgeblieben sind, und nur die Elasticität sich geändert hat.

II. Specifische Wärme der Gase unter verschiedenem Drucke.

Alle Versuche des vorhergehenden Abschnitts wurden mit Gasen gemacht, die constant einem Drucke von 65 Centimetern ausgesetzt waren. Wir waren neugierig, zu untersuchen, welchen Einfluß der Grad der Verdünnung dieser Gase auf ihre Wärmecapacität haben würde.

Um einen schwächeren Druck zu erhalten, gebrauchten wir einen ganz ähnlichen Apparat, wie den vorigen; nur hatte das Rohr, in welchem das Quecksilber stieg, eine Länge von 60 bis 70 Centimeter, statt daß es bei jenem nur eine Länge von 15 Centim. befaß. Durch hinlängliches Verdünnen des Gases im kleinen Glasballon stieg das Quecksilber in dem Rohre bis zu einer gewissen Höhe, welche, von dem Drucke der Atmosphäre abgezogen, die Elasticität des Gases ausdrückte.

Indem wir nun mit den verdünnten Gasen genau so verfahren, wie mit den übrigen, fanden wir, daß die specifische Wärme mit dem Drucke abzunehmen scheint, und zwar sehr langsam, aber nichtsdestoweniger sehr regelmäßig. So erhitzte sich das Luftvolumen unter einem

Drucke von 65 Centim. um 6°,30 in 5 Min.

-	-	59	-	-	6,55	-	-	-
-	-	48,7	-	-	6,90	-	-	-
-	-	37,0	-	-	7,01	-	-	-
-	-	25,8	-	-	7,30	-	-	-

Man sieht hierdurch, daß die Temperatur, welche einem und demselben Luftvolumen durch eine gleiche Wärmemenge gegeben wird, stets zunimmt,

in dem Maasse, als die Luft lockerer wird. Zwar sind die Temperaturunterschiede klein, aber dennoch folgen sie in der Zunahme einem regelmässigen Gesetze. Zwischen der Erwärmung der Luft bei einem Drucke von 65 Centimetern und der Erwärmung desselben Volumens bei einem Drucke von 25 Centimetern, macht es 1° Unterschied auf 10°.

Das Wasserstoffgas, das ölbildende Gas und die Kohlenäure gaben ganz analoge Resultate. Die Temperatur, bei gleichem Volumen, nahm fortwährend zu in dem Maasse, als das Gas lockerer wurde.

Wir halten es für überflüssig, hier die Resultate anzugeben, die wir mit diesen Gasen erhalten haben. Einige der Versuche wurden bei demselben Drucke, wie bei der Luft, gemacht, andere bei etwas verschiedenem Drucke, als dem angegebenen. Alle haben uns die Richtigkeit der Hauptthatfache, daß die specifische Wärme abnimmt, so wie das Gas lockerer wird, bewiesen.

Die Temperatur wurde auf gleiche Weise, wie vorhin, berechnet, entweder nach der Formel, oder noch besser dadurch, daß wir das Fallen des Quecksilbers in 5' mit dem Fallen desselben, wenn das Gas völlig die Temperatur 30° angenommen hatte, verglichen.

Eine sonderbare Thatfache, die wir nicht mit Stillschweigen übergehen dürfen, ist: daß das verdünnte Wasserstoffgas sich hinsichtlich seiner specifischen Wärme, bei gleichem Drucke, ganz den übrigen Gasen ähnlich verhält. Dies beweist, daß der Unterschied, welcher bei einem Drucke von 65 Centi-

metern beobachtet worden ist, nur von dem größeren Leitvermögen dieses Gases herrührt, weil bei einem geringeren Drucke, bei dem, wie es die HH. Dulong und Petit beobachtet haben, das Leitvermögen sehr verringert wird, kein Unterschied mehr Statt findet.

Ein dritter Apparat, Fig. 2. Taf. VI, an welchem das Rohr, welches das Quecksilber enthielt, die Form eines umgekehrten Hebers befaß, erlaubte uns, die Gase bei dem Versuche einem größeren Drucke, als dem atmosphärischen, zu unterwerfen. Einige, bei einem Drucke bis zu 80 und 90 Centimetern gemachte, Versuche haben uns in der Meinung bestärkt, daß die Capacität mit dem Drucke fortwährend wächst, aber sehr langsam abnehmend und weniger, als die Quadratwurzel dieser Drucke.

Die Hauptresultate, welche wir hier auseinander setzten, stimmen ziemlich gut mit einem Versuche, den die HH. De la Roche und Bérard mit einem unter dem Drucke von einem Meter stehenden Luftvolumen anstellten, und aus dem sie erfahen, daß in dieser Luft, vermöge des größeren Drucks, eine Vermehrung der Capacität Statt fand.

Wir haben nicht gesucht, das Gesetz zwischen den Aenderungen der specifischen Wärme und denen des Drucks zu bestimmen, sondern nur, daß es eins giebt. Wir bemerken bloß, daß es sich leicht erklären läßt, weshalb die Capacität so wenig mit der Verdünnung abnimmt. Denn, wenn einerseits die Anzahl der zu erwärmenden materiellen Theilchen mit der Verdünnung abnimmt, so nehmen andererseits die Räume zwischen ihnen, welche man als mit Wärmestoff gefüllt annimmt, in demselben Verhältnisse zu. Endlich bemer-

ken wir, daß die Temperaturänderungen, welche bei den Volumenänderungen der Gase Statt finden, sehr leicht zu erklären sind, während man, wenn die specifische Wärme in demselben Verhältnisse, wie der Druck, ab- oder zunähme, sich nach einer andern Ursache umsehen müßte, um hiervon Rechenschaft zu geben. Als unmittelbar aus den vorhergehenden Versuchen folgend, und bei der gegenwärtigen Verhandlung über diesen Gegenstand als Elemente anwendbar, stellen wir die folgenden Resultate hin.

1) *Daß, unter demselben Drucke und bei gleichem und constantem Volumen alle Gase dieselbe specifische Wärme besitzen.*

2) *Daß, wenn alle übrigen Umstände dieselben bleiben, die specifische Wärme zugleich mit dem Drucke und gleichmäÙig bei allen Gasen abnimmt, nach einer sehr wenig convergirenden Progression und nach einem weit geringeren Verhältnisse, als das der Drucke.*

3) *Daß es für jedes Gas ein verschiedenes Leitvermögen giebt, d. h. daß die Gase nicht alle das nämliche Vermögen, die Wärme mitzutheilen, besitzen.*

Wir glauben, daß der Nichtberücksichtigung dieser Eigenschaft die großen Unterschiede in den von mehreren Physikern über diesen Gegenstand erhaltenen Resultaten zuzuschreiben sind. In der That kann, in vielen Fällen, eine bloÙe Variation in dem Volumen der Gase die Resultate gänzlich ändern. So haben die HH. Clément und Desormes, welche die specifische Wärme der Gase durch eine plötzliche Erkaltung großer Massen zu bestimmen suchten, einen sehr beträchtlichen Unterschied in dem Ausdrucke für

die Wärmecapacität der einzelnen Gase erhalten. Eben so fand Hr. Gay - Lussac nicht, als er beträchtliche Volumina anwandte, daß die specifische Wärme gleich sey, was er bei kleinerem Volumen gefunden hatte; und, daß diese Bemerkung gegründet sey, wird dadurch bewiesen, daß die Resultate stets in dem Sinne schwankten, in welchem eine Verschiedenheit in dem Leitungsvermögen sie nothwendig verändern mußte.

Der nämlichen Ursache, glauben wir, muß man die Verschiedenheiten zuschreiben, welche die Gase in Betreff der bei ihrer Compression entwickelten Wärme, oder der bei ihrer Dilatation entstehenden Kälte darbieten. So wird das Wasserstoffgas, welches sich schneller als die atmosphärische Luft mit der Temperatur ins Gleichgewicht setzt, weniger Wärme entwickeln, wenn man es comprimirt, und weniger Kälte, wenn man es dilatirt; dahingegen die Kohlensäure, in welcher die Wärme sich langsamer fortpflanzt, eine größere Wärme, und eine größere Kälte unter denselben Umständen zeigen wird.

Endlich können wir nicht umhin darauf aufmerksam zu machen, daß die Gleichheit der specifischen Wärme der Gase ziemlich gut mit unsern Kenntnissen über die Vertheilung dieser Wärme in andern Körpern übereinstimme. Wir sahen nämlich, daß die specifische Wärme und die Ausdehnung einen ziemlich ähnlichen Gang in den starren und flüssigen Körpern befolgt. Die ersteren, welche unter sich weniger Unterschied, wie die zweiten zeigen, zeigen auch einen geringeren bei ihrer specifischen Wärme, und sobald die Temperatur durch ihre Erhöhung die Ausdehnung nach einem rascheren Ge-

setze vergrößert, nimmt die specifische Wärme ebenfalls in einem steigenden Verhältnisse zu.

In theoretischer Beziehung war es also nicht unwahrscheinlich, daß alle Gase, da sie eine gleiche und bei allen Temperaturen gleichförmig bleibende Ausdehnbarkeit besitzen, auch eine gleiche Wärmecapacität besitzen würden, und daß das Gesetz, welches dieses Element der Wärme bedingt, bei ihnen dasselbe seyn würde, wie das Gesetz der Ausdehnung, in Folge ihres gasförmigen Zustandes.

Zusatz. Obgleich man, wenn dem Versuche ein kleines Gasvolumen unterworfen wird, den Vortheil hat, daß man gegen jeden aus dem Leitungsvermögen entspringenden Fehler gesichert ist; so kann man andererseits den Einwurf machen, daß die Temperaturunterschiede, welche von den Unterschieden in der specifischen Wärme herrühren, zu gering seyn, um bemerkbar zu werden. Hierauf antworten wir:

1) Daß das Volumen jedoch nicht so klein gewesen sey, als daß man nicht noch einen Unterschied von $\frac{1}{3}$ Grad in der Erwärmung hätte bemerken können.

2) Daß, weil das Volumen groß genug war, um einen Unterschied in der specifischen Wärme der Gase bei verschiedenem Drucke anzuzeigen, es auch folglich hinreichte, um einen Unterschied bei verschiedenen Gasen unter demselben Drucke anzuzeigen, wenn es einen solchen gäbe. Ueberdies konnte die höhere Temperatur, welche die verdünnten Gase in derselben Zeit erlangten, nur aus einer Verringerung der specifischen Wärme entsprungen seyn, und nicht aus dem Leitungsvermögen, welches, da es mit der Elasticität abnimmt, eine umgekehrte Wirkung ausgeübt haben würde.

3) Wir haben uns direct versichert, daß die Wärme, welche die Glaskugel annahm, nicht so beträchtlich war gegen die, welche das Gas annahm, daß dadurch die letztere un wahrnehmbar gegen die erste hätte werden können. Denn, wir haben gesehen, daß, in derselben Zeit und unter denselben Umständen, die Kugel

leer sich weit schneller erwärmt und abkühlt, als mit einem Gase gefüllt. Ueberdies war das Glas so dünn (ungefähr einen halben Millimeter), daß seine Wirkung sehr wenig merklich werden mußte.

4) Die nämlichen Gase zeigten, bei verschiedenen Versuchen, stets eben so große Unterschiede in der nach fünf Minuten erlangten Temperatur, als die verschiedenartigen Gase, und diese Unterschiede lagen niemals bei einem Gase auf derselben Seite, sondern bald auf der einen und bald auf der andern.

5) Wir gelangten zu gleichen Resultaten, als wir 35° zum Temperaturunterschiede, statt 10°, nahmen. Wenn aber ein Unterschied in der erhaltenen Wärme zu klein gewesen wäre, um bei 10° wahrnehmbar zu werden, so hätte er doch hinreichen müssen, um bei 35° merkbar zu werden. Allein niemals fanden wir den geringsten Unterschied, wenn wir hintereinander mehrere Gase auf diese Art untersuchten.

III. *Ueber eine neue Klasse von elektro-chemischen Erscheinungen; von Hrn. Leopold Nobili zu Reggio *)*.

I. Erste Abhandlung, datirt vom 20. Nov. 1826.

Ogleich die chemische Wirkung der Voltaschen Säule seit mehreren Jahren bekannt ist, so gehen doch unsere Kenntnisse über dieselbe eben nicht weit. Alles, was wir mit Bestimmtheit wissen, kommt auf die be-

*) Aus der Bibliothèque universelle T. XXXIII. p. 302 und T. XXXIV. p. 194. Eine vorläufige Nachricht von dieser Untersuchung ist den Lesern schon im vorigen Bande S. 183 gegeben. Seitdem ist sie von Hrn. Nobili noch durch eine zweite Abhandlung erweitert, die hier unmittelbar auf die erste mitgetheilt wird. **F.**