

---

I. *Untersuchungen über Dämpfe und Dampf-  
gemenge; von Plücker.*

§. 1.

Einleitung.

1. Das Mariotte'sche Gesetz, nach welchem die Spannkraft eines Gases im umgekehrten Verhältnisse der Dichtigkeit desselben steht, wurde von Dalton auf ein Gemenge von verschiedenen Gasen ausgedehnt. Mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit mengen sich in einem abgesperrten Raume zwei oder mehrere Gase vollständig und dann ist die Spannkraft des Gemenges der Summe der Spannkraften der verschiedenen Gase, einzeln für sich und nach dem Mariotte'schen Gesetze genommen, gleich. Man hat dieses so ausgedrückt, daß jedes der Gase sich in Beziehung auf die übrigen, wie ein leerer Raum verhalte. Bestimmter ausgedrückt heißt dieses, daß ein Gas der Spannkraft eines andern keinen, oder nur einen allmählig verschwindenden Widerstand darbietet und daher durch dasselbe sich frei verbreitet, wenn nicht momentan, doch nach einer kürzern oder längeren Zeit. Das Dalton'sche Gesetz besteht auch dann, wenn eines der permanenten Gase durch den Dampf einer Flüssigkeit, welcher, für die gegebene Temperatur, unter dem Maximum seiner Dichtigkeit sich befindet, ersetzt wird. Es besteht auch dann, wenn in einem abgesperrten, ein permanentes Gas enthaltenden, Raume eine Flüssigkeit sich befindet. Aus dieser entwickeln sich so lange Dämpfe, bis dieselben das Maximum ihrer Spannkraft erreicht haben. Das

permanente Gas übt also keinen Druck auf diese Dämpfe aus, die, im entgegengesetzten Falle, sich condensiren müßten. Diese Gesetze Dalton's sind von Physikern ersten Ranges, namentlich von Gay-Lussac, mit Sorgfalt verificirt worden.

2. Aber die Frage ist hiermit noch lange nicht erschöpft.

Durch sorgfältig angestellte Beobachtungen steht nun fest, daß die Spannkraft des Dampfes, welcher, bei gegebener Temperatur, mit gemischten Flüssigkeiten, aus denen er sich entwickelt, in Berührung ist, von dem Mischungsverhältnisse der Flüssigkeiten, *in ganz constanter Weise* abhängt. Die Erklärung dieser Thatsache führt uns zu der Absorption der permanenten und condensirbaren Gase durch Flüssigkeiten zurück.

3. Wenn Luft mit Wasser in Berührung ist, so wird, während einerseits eine bestimmte Menge von Wasserdampf mit der Luft sich mengt, andererseits eine bestimmte Menge von Luft durch das Wasser absorbirt. Unter Voraussetzung einer constanten Temperatur wird, bei einer Compression der äußern Luft, eine größere Menge derselben absorbirt, die, wenn die Compression nachläßt, wieder entweicht. Es findet also eine Wechselwirkung zwischen Luft und Wasser statt, in der Art, daß das Wasser gleichmäßig von Luft durchdrungen wird und die Menge der dasselbe durchdringenden Luft mit der Dichtigkeit der äußeren Luft fluctuirt. Hier ist das Gesetz der Proportionalität aufgestellt worden.

Nach dieser Auffassungsweise nehmen wir also an, daß, ähnlich wie ein Gas, unter mehr oder weniger Widerstand, ein anderes Gas durchdringt, ebenso Wasser von Luft durchdrungen werde, die, durch Molecularkräfte in Spannkraft modificirt, bei ihrer Bewegung in demselben mehr oder weniger Widerstand findet. Wenn wir dann noch dieser Annahme hinzufügen, daß die fraglichen Molecularkräfte im Innern des Wassers auf mehr oder weniger dichte absorbirte Luft gleichmäßig einwirken, so würde

daraus nothwendig folgen, dafs, nach kürzerer oder längerer Zeit, sobald die Spannkkräfte der äufsern und der absorbirten Luft sich ins Gleichgewicht gesetzt haben, ein constantes Dichtigkeits-Verhältnifs zwischen jener Luft und dieser sich ergebe.

4. Ueber die hier einschlagenden Fragen erscheinen neue Versuche höchst wünschenswerth. So viel ich weifs, liegen keine Bestimmungen vor, aus denen man eine klare Anschauung entnehmen könnte über den der Absorption eines Gases durch eine Flüssigkeit sich entgegenstellenden Widerstand oder, was hiermit zusammenhängt, über die zu einer solchen Absorption erforderliche Zeit und die Art und Weise, wie überhaupt dieselbe erfolgt. Ob immer und ob namentlich auch zwischen weiteren Gränzen das Gesetz der Proportionalität zwischen der Dichtigkeit des auf die Flüssigkeit drückenden und des von ihr absorbirten Gases sich bewähre, ist nach dem, was vorliegt, immer noch in Frage zu stellen, ja sogar sehr zu bezweifeln.

Der Zustand, in welchem ein absorbirtes Gas sich befindet, wird insbesondere in solchen Fällen höchst räthselhaft, wo der Körper (fest oder flüssig gilt hier gleich) ein Vielfaches seines scheinbaren Volumens, das Hundertfache und mehr, auch eines, durch äufseren Druck nicht condensirbaren, Gases (Sauerstoffgas) in seine Poren aufnimmt. Hier müssen wir, wenn dennoch die Gase im Innern des Körpers ihren Aggregatzustand nicht ändern sollten, annehmen, dafs die Molecularkräfte die freie Spannkraft des Gases in enormem Verhältnisse vermindern, damit dasselbe sich mit dem äufsern Gase ins Gleichgewicht setze.

5. Wasser, statt in eine Atmosphäre von Luft, in eine Atmosphäre von Alkoholdampf gebracht, absorbirt diesen wie jene, condensirt ihn aber gleichzeitig in Folge der Contraction, die er erleidet; andererseits steigt Wasserdampf in die Alkoholatmosphäre auf. Es stellt sich auch hier ein Zustand des Gleichgewichtes her. Alkohol in eine Atmosphäre von Wasserdampf gebracht, verhält sich analog.

Demnach würde sich die Erwartung rechtfertigen, daß, wenn zwei Gefäße, das eine Alkohol, das andere Wasser enthaltend, beide ihre Dämpfe in denselben abgeschlossenen Raum aushauchen, durch diese Dämpfe die Einwirkung der beiden Flüssigkeiten auf einander *vermittelt* werde und daß zuletzt, nach kürzerer oder längerer Zeit, der Dampf ein bestimmtes Mischungsverhältniß zeigen und die Flüssigkeit in den beiden Gefäßen identisch dieselbe werden müsse. Die Sache verhält sich also gerade so, als ob die beiden Flüssigkeiten ursprünglich gemischt gewesen wären und Dämpfe in den abgesperrten Raum ausgesendet hätten, deren Mischungsverhältniß, bei gegebener constanter Temperatur allein von dem Mischungsverhältnisse der Flüssigkeiten abhängt. Diese Abhängigkeit ist eine vollkommen constante und so ergibt sich ein schätzbare Mittel, aus der Spannkraft der aus einer gemischten Flüssigkeit in einen abgeschlossenen Raum aufsteigenden Dämpfe unmittelbar den Gehalt der Flüssigkeit zu bestimmen.

6. Das Vorstehende läßt sich auch auf den Fall übertragen, daß in einer Flüssigkeit feste, einer nachweislichen Verdampfung nicht unterworfenen, Körper aufgelöst enthalten sind. Die Spannkraft der Wasserdämpfe, die zum Beispiel aus einer Kochsalzlösung in einen abgesperrten Raum aufsteigen, ist um so geringer, je mehr Salz sich in der Lösung befindet. Die Bestimmung dieser Spannkraft bei  $100^{\circ}$  C. genommen, giebt den Salzgehalt einer Soole wenigstens ebenso genau, als die feinste Salzspindel.

7. Wenn reines Wasser frei siedet, so hat ein Dampfbläschen im Innern desselben eine Spannkraft, welche dem äußern Drucke gleich ist. Es liegt hier die Auffassung nahe, ein solches Dampfbläschen als eine Ansammlung von Wasserdampf zu betrachten, der im siedenden Wasser absorbirt ist und der hiernach dieselbe Dichtigkeit haben muß, als der aus der Flüssigkeit frei aufsteigende Dampf, so daß, in diesem Falle, die im Innern thätigen Molecularkräfte keine Wirkung auf den vom Wasser absorbirten Dampf ausüben. Anders aber verhält es sich zum Beispiel

in einer Lösung von Kochsalz. Hier bringen die veränderten Molecularkräfte eine Verminderung der Spannkraft eines Bläschens von Wasserdampf im Innern der Lösung hervor. Es kann dasselbe bei der Temperatur des siedenden Wassers nicht mehr bestehen: es condensirt sich. Eine Folge davon ist, daß die Lösung erst bei höherer Temperatur siedet und daß die, bei der gewöhnlichen Siedtemperatur aus der Flüssigkeit in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe eine geringere Spannkraft haben, als in dem Falle des bloßen Wassers. Die Spannkraft der Dämpfe, welche, bei einer constanten Temperatur, ein Mal aus der Lösung, das andere Mal aus dem Wasser in einen abgesperrten Raum aufsteigen, geben hiernach, für diese Temperatur, das *relative Maafs* für die in den beiden Fällen wirksamen Molecularkräfte und das Gesetz ihrer Zunahme mit dem wachsenden Salzgehalte.

Sobald die Dämpfe beim freien Sieden der Lösung aus dem Innern derselben in die Atmosphäre aufsteigen, wird ihre Spannkraft nach Außen gröfser, und indem diese sich mit dem Atmosphärendrucke ins Gleichgewicht setzt, nehmen sie, mit dem gröfsern Volumen, zugleich die gewöhnliche Siedtemperatur des Wassers an.

S. Es begegnet uns hier die weitere Frage, ob die entstehenden Dampfbläschen in dem Innern einer frei siedenden Mischung von Alkohol und Wasser — um diese Flüssigkeiten beispielsweise wieder hier anzuführen — von Molecularkräften *nicht* afficirt, dieselbe Spannkraft haben, als später; bis sie, immer wachsend, zuletzt aus der Flüssigkeit aufsteigen und dann die Spannkraft der äufsern Luft theilen; ob, mit andern Worten, hier der Fall des Wassers oder der Fall der Salzlösung eintritt. Im erstern Falle liesse sich aus der gegebenen Siedtemperatur und der bei dieser Temperatur beobachteten Spannkraft der beiderseitigen Dämpfe, nach dem Mariotte'schen Gesetze, die Zusammensetzung des Dampfgemenges berechnen und also, auch rückwärts, aus dieser Zusammensetzung die Siedtemperatur des Gemenges.

9. Directe Bestimmungen der Siedtemperatur gemischter Flüssigkeiten können unmöglich genaue Resultate geben. Solche lassen sich nur erzielen, wenn wir diesen Bestimmungen das Princip zu Grunde legen, daß eine Flüssigkeit bei derjenigen Temperatur siedet, bei welcher die aus ihr in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe einen Druck ausüben, der dem Atmosphärendrucke gleich ist. Ein zu diesem Ende construirter Apparat wird später seine Beschreibung finden. Es ist dieses der allgemeine Apparat von §. 2 nur vereinfacht und so modificirt, daß man ihm besser die jedesmalig erforderliche Temperatur geben kann.

10. Der Procentgehalt  $y$  eines Dampfes, das, um bei demselben Beispiele zu bleiben, aus einer Mischung von Alkohol und Wasser — sey es bei einer constanten Temperatur, oder bei der wechselnden Siedtemperatur oder überhaupt unter gegebenen Bedingungen — sich entwickelt, bestimmt sich durch die Spannkraft desselben und ist demnach eine gegebene Function des Procenthaltes  $x$  der Mischung:

$$y = f(x).$$

Es liegen hierin die Elemente einer mathematischen Theorie der Destillation. Die desfallsige Aufgabe können wir in folgender Weise formuliren. Eine gegebene Menge  $\mu$  der Mischung hat einen bekannten Procentgehalt  $\xi$ ; welches ist, nachdem  $\mu$  auf  $m$  sich reducirt hat, der Procentgehalt  $x$  der zurückgebliebenen Flüssigkeit?

In irgend einem Momente sey  $m$  die Menge der Mischung und  $x$  ihr Procentgehalt, also

$$\frac{m x}{100}$$

die Menge der in ihr enthaltenen abzudestillirenden Flüssigkeit. Es verdunste von der Mischung die kleine Menge  $dm$ , die, wenn ihr Procentgehalt  $y$  ist,

$$\frac{y dm}{100}$$

von jener Flüssigkeit enthält. Demnach ist der Procentgehalt der zurückbleibenden Flüssigkeit

$$x - dx = \frac{mx - y dm}{m - dm}$$

mithin

$$dx = (y - x) \frac{dm}{m}$$

und, wenn wir integrieren

$$m = \mu e^{\int \frac{dx}{y-x}}.$$

Unter dem Integral ist  $f(x)$  für  $y$  zu schreiben und dasselbe von  $\xi$  bis  $x$  zu nehmen.

11. Endlich ergeben sich noch merkwürdige Affinitäts-Beziehungen, die wir auf Zahlen zurückführen können, wenn wir zu einer Mischung zweier Flüssigkeiten noch eine dritte hinzubringen, oder, worauf ich mehr Gewicht noch lege, wenn wir in der Mischung Salze auflösen und dann die Spannkraft der Dämpfe und aus dieser die Zusammensetzung derselben bestimmen. So vermehrt zum Beispiel Wasser, zu einer Mischung von Alkohol und Schwefeläther gebracht, die Spannkraft des Dampfgemenges, vermindert die Siedtemperatur der Mischung. Ebenso vermehrt Kochsalz namhaft die Spannung der aus einer Mischung von Alkohol und Wasser in einen abgesperrten Raum aufsteigenden Dämpfe und vermindert, was damit in nothwendiger Verbindung steht, die Siedtemperatur der Mischung. Zucker verhält sich so gut wie indifferent.

Auf diesem Wege begegnen wir neuen nicht unwichtigen physikalischen Constanten.

12. Die vorstehenden Andeutungen mögen hinreichen, um eine Uebersicht der folgenden Untersuchungen zu gewähren. Die Veranlassung zu denselben hat mir Hr. Geißler gegeben, der in den ersten Monaten des Jahres 1852 von einem hiesigen Industriellen aufgefordert worden war, ein Instrument zur genauen Bestimmung des Alkohols im Weine, nach und während seiner Bereitung, zu construiren. Er zeigte mir damals einen Apparat vor, den er selbstständig construirt hatte, und ich war überrascht, wie ein Paar Tropfen Alkohol in einer größeren Wassermenge

in so constanter Weise angezeigt wurden. Nach seiner Aussage hatte er zuerst versucht den Alkoholgehalt durch die Siedtemperatur der Mischung zu bestimmen, und da diese Methode sich nicht bewährt hatte, weil die Entweichung der Dämpfe den Alkoholgehalt fortwährend ändert, kam er auf den Gedanken, diese Dämpfe einzuschliessen und construirte so seinen Apparat, in welchem aus der zu untersuchenden Flüssigkeit, bei der Siedtemperatur Dämpfe in einem gemessenen, mit Luft angefüllten Raum sich entwickelten und auf das zur Absperrung dienende Quecksilber, je nach dem Alkoholgehalte, mehr oder weniger drückten. Auf meine Bemerkung, dass die Luft blofs störend sich verhalten könne und der Apparat besser so modificirt würde, dass die Dämpfe in einem luftleeren Raume sich bildeten, fand ich, zwei Tage später, den Apparat in derjenigen Form, in welcher er unter dem Namen »*Vaporimeter*« in In- und Auslande patentirt worden ist.

Die practisch - ökonomische Frage geht allein Herrn Geifslers an. Aber auch von blofs theoretischer Seite schien mir die Sache von so grossem Interesse, dass ich, um dieselbe weiter zu verfolgen, mich wiederum, wie bei einer früheren Gelegenheit, an die Kunstfertigkeit desselben wandte und einen für weitere Untersuchungen dienenden Apparat ausführen liess.

## §. 2.

### Beschreibung des Apparats.

13. Ich nehme hier, wie es auch in der Zeichnung, Taf. III, Fig. 1, geschehen ist, nur auf den wesentlichen Theil des Apparates Rücksicht, ohne in das Detail seiner Befestigung und Aufstellung einzugehen.

Der Apparat, in welchem Flüssigkeiten und die aus denselben bei der Siedtemperatur sich entwickelnden Dämpfe, oder auch Gase, durch Quecksilber abgesperrt werden, besteht, oben aus einer mit dem gläsernen Hähnchen *A* versehenen mehrmals gebogenen engen Röhre *B*, welche in eine weitere barometerartige Röhre mündet, die 0<sup>m</sup>,89

vertical herunterreicht, dann  $0^m,09$  lang horizontal und endlich wieder vertical umgebogen ist und bei einer Erhebung von  $0^m,07$  einen gläsernen Hahn *J* eingesetzt hat. Jenseits desselben ist die Steigröhre *K* angeschmolzen. Zwei weitere Glasylinder sind der vertical heruntergehenden Glasröhre eingesetzt, beide etwa  $0^m,05$  hoch und  $0^m,009$  weit. Der erste derselben *C* ist vom oberen Ende der Röhre etwa  $0^m,08$  entfernt und die Länge der Röhre zwischen diesem und dem zweiten Cylinder *E* beträgt  $0^m,14$ . An diesem Theil der Röhre ist eine in 228 willkürliche Theile<sup>1)</sup> getheilte Scale von durchscheinendem Milchglase befestigt, und eine zweite solche Scale unterhalb des zweiten Cylinders *E*. Von oben herab in einer Länge  $0^m,67$  ist die herabgehende Röhre mit den beiden eingesetzten Glas cylindern *C* und *E* von einem  $25^{\text{mm}}$  weiten Glas cylinder umschlossen, in dessen unterem Theile eine umgebogene Glasröhre *Q*, von nahe gleicher Weite, eingesetzt ist, die in das metallische Kochgefäß von oben hineinreicht. Dieser einschließende Cylinder wird seinerseits durch einen zweiten  $35^{\text{mm}}$  weiten Glas cylinder umschlossen, der von oben herab bis zu dem Dampfleitungsrohre *Q* führt. Beide Cylinder sind oben durch einen Kitt verschlossen, durch welche die enge Röhre *B* hindurchgeht, sowie ein Thermometer, das in den innern umschließenden Cylinder bis zum Cylinder *C* hineinreicht. Der innere umschließende Cylinder ist unten mit Gyps ausgegossen, so daß herabtrüffelndes Wasser durch die Röhre *Q* in das Kochgefäß zurückläuft. Er hat in dem obern Theile seiner Wandung eine Oeffnung von etwa einem Quadrat-Centimeter. Durch diese tritt der Dampf, welcher aus dem Kochgefäße durch die Röhre *Q* aufsteigt, in den Zwischenraum zwischen den beiden umschließenden Cylindern, von wo er durch eine dem äußern Cylinder unten eingesetzte Röhre *R* in die Luft geleitet wird. Die Beobachtungen zeigen, daß die aus dem Kochgefäße aufsteigenden Wasserdämpfe das Innere des Apparats in seiner ganzen Länge vollkommen

1) Diese Theile sind doppelt so groß als die Theile der Theilmachine, deren 3,42 ein Millimeter geben.

gleichmäfsig erwärmen, wenigstens findet nicht ein Temperatur-Unterschied von  $0^{\circ},016$  statt.

Das Thermometer *M* ist eines der schönen Geißler'schen, dessen aus dem Apparate herausragende Scale, die von  $60^{\circ}$  bis  $120^{\circ}$  C. reicht, in  $\frac{1}{25}$  Grade getheilt ist, wovon man noch den vierten Theil, als Hundertel-Grade, gut ablesen kann. Mit einem in  $\frac{1}{10000}$  Grade getheilten Barothermometer zeigte sich eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen der äufsern Siedtemperatur und der Temperatur im Innern des Apparats. Die Scale ist absichtlich unter  $100^{\circ}$  weiter herabgeführt, um, statt der constanten Siedtemperatur des Wassers, diejenige des absoluten Alkohols setzen zu können.

Am obern Ende der Röhre *B*, oberhalb des Hahnes *A*, ist eine Röhre eingeschliffen, die in einen Trichter *N* sich erweitert, bestimmt Flüssigkeiten aufzunehmen, sie kann ersetzt werden durch eine andere eingeschliffene Röhre *P*, die bestimmt ist, Flüssigkeiten oder Gase einzusaugen und aus dem Apparate zu etwaiger späterer Prüfung wieder auszuführen.

In dem horizontalen Theile *G* der Hauptröhre ist eine mit einem gläsernen Hahne *H* versehene, spitz ausgezogene Röhre angeschmolzen, um das Quecksilber langsam aus dem Apparate ablassen zu können.

Die Steigröhre *K* oberhalb des Hahnes *J* hat eine Höhe von  $2^m,25$ ; an ihrem obern Ende ist eine zweite Röhre *L*, die fortgenommen werden kann, eingeschliffen. Die Steighöhe, oberhalb des Hahnes *J*, wird dadurch auf  $5^m$  vermehrt.

An der Steigröhre ist auf einem trockenen Holzstreifen eine Scale angebracht, welche durch feste Punkte, die auf der Röhre selbst bezeichnet sind, controlirt wird. Die Theilung der Scale ist wiederum eine willkührliche. Es gehen  $3,42$  Theile auf ein Millimeter; die einzelnen Theile werden geschätzt, die doppelten unmittelbar abgelesen.

14. Ueber den Gebrauch des Apparats im Allgemeinen füge ich noch einige Bemerkungen hinzu.

Die Füllung mit Quecksilber geschieht durch die obere Oeffnung der Steigröhre; das Zuströmen desselben in das Innere des Apparats kann durch ein nur theilweises Oeffnen des Hahnes *J* beliebig ermäßigt werden. Durch das geöffnete Hähnchen *A* wird alle Luft aus dem Innern des Apparats herausgedrückt und auch ein Theil des Quecksilbers in den Trichter *N* getrieben. Das Hähnchen *A* wird dann geschlossen und auf dieses Quecksilber die Flüssigkeit gegossen, welche in den Apparat gebracht werden soll. Während der Hahn *J* geschlossen bleibt, wird das Hähnchen *A* geöffnet und ebenso theilweise der Hahn *H*. Aus diesem fließt dann Quecksilber aus, und durch *A* hindurch wird die aufgegossene Flüssigkeit langsam eingesogen. Bevor dieses aber vollständig geschehen, wird Quecksilber in den Trichter nachgegossen, dieses folgt dann der Flüssigkeit durch die Windungen der Röhre *B* bis es aus derselben herausfällt. Dann wird der Hahn *H* geschlossen und zuletzt auch das Hähnchen *A*, das nun von Quecksilber zu beiden Seiten umgeben, auch bei möglichst starkem Drucke, auf beliebige Zeit eine vollkommene Absperzung giebt.

In vielen Fällen ist es nothwendig, statt des aufgesetzten Trichters, sich der umgebogenen Röhre zu bedienen, die dann, nachdem sie ganz mit Quecksilber gefüllt ist, in die einzusaugende Flüssigkeit und dann in Quecksilber eingetaucht wird.

15. Wenn noch mehr Quecksilber durch den Hahn *H* herausgelassen wird, so bildet sich in dem Cylinder *C* und in der Röhre darüber ein mit Dämpfen angefüllter, von der äußern Luft abgesperrter Raum. Um die Spannkraft dieser Dämpfe bei der Siedtemperatur des Wassers zu bestimmen, wird, nachdem das Innere des Apparates diese constante Temperatur angenommen hat und der Hahn *J* geöffnet worden, soviel Quecksilber aus *H* herausgelassen, bis dasselbe im Innern zu einem beliebig bestimmten Theilpunkte einer der beiden Scalen *D* oder *F* herabgesunken ist, bei welcher Operation es durch Aufgießen frischen

Quecksilbers in die obere Oeffnung der Steigröhre wieder heraufgedrückt werden kann. Nachdem das Gleichgewicht, nach etwa einer Viertelstunde, sich vollkommen hergestellt hat, wird dann der Stand  $s$  des Quecksilbers in der Steigröhre abgelesen, zugleich mit der durch das Thermometer  $M$  angezeigten Temperatur. Vorher schon ist der Stand  $s$  des Quecksilbers ein für alle Mal bestimmt, wenn, bei gleicher Temperatur und bei geöffnetem Hähnchen  $A$ , im Innern nur Quecksilber und keine Flüssigkeit sich befindet und jenes an demselben beliebigen Theilpunkte der Scaln  $D$  oder  $F$  steht. Dann ist, bei einer Siedtemperatur von  $100^{\circ}$  C., die Spannkraft der eingeschlossenen Dämpfe durch die Länge einer Quecksilbersäule von  $(760^{\text{mm}} + s - s')$  gegeben. Davon ist nur noch abzuziehen der Druck der Flüssigkeitssäule im Innern, der sich leicht auch an der äußern Steigröhre in Quecksilberdruck bestimmen, in vielen Fällen auch eliminiren läßt.

Eliminirt sind auf diesem Wege aber vollständig alle Correctionen, welche die verschiedene Temperatur des Quecksilbers in den verschiedenen Theilen des Apparats betrifft. Es bleibt nur die Temperatur des Quecksilbers in der Steigröhre zu berücksichtigen. Diese ändert sich, bei gleicher äußerer Temperatur, nicht merklich, wenn wir nur, durch rechtzeitiges Schließen des Hahnes  $J$ , dem etwaigen Eintreten des heißen Quecksilbers aus dem Innern des Apparats in die Steigröhre vorbeugen.

16. Die Räume im Innern des Apparats sind vermittelst Quecksilber genau calibrirt, wobei die Scaln  $D$  und  $F$  die Anhaltspunkte geben. Wir können hiernach bei der gewöhnlichen, sowie bei der Siedtemperatur die Volumina der eingebrachten Flüssigkeit und des Dampfes bestimmen. Dadurch sind wir insbesondere auch in den Stand gesetzt, die von Flüssigkeiten, insbesondere vom Wasser, absorbirte Luft zu bestimmen. Wir bringen zu diesem Ende das Wasser kalt in den Apparat und kochen: dann entweicht ein Theil der absorbirten Luft in den Dampfraum. Um alle Luft fortzuschaffen genügt eine bloße

Erwärmung des Wassers nicht, dazu ist nothwendig, daß dasselbe im Apparate in Bewegung gesetzt werde. Diefes wird mittelst einer wiederholten Abkühlung, durch zeitweiliges Fortnehmen der Lampe, erreicht. Nachdem alle Luft entwichen ist, wird des Stand des Quecksilbers, der dann ganz constant ist, im Innern und aufserhalb an der Steigröhre abgelesen, und hierauf, während fortwährend gekocht wird, der Hahn *A*, welcher hier zu beiden Seiten nicht von Quecksilber umgeben ist, vollständig geöffnet. Dadurch ändert sich das frühere Quecksilber-Niveau, das im Innern durch herauslassen von Quecksilber wieder hergestellt wird. Der Unterschied des ursprünglichen und des hiernach sich einstellenden Quecksilber-Niveaus in der Steigröhre giebt die Spannkraft der aus dem Wasser ausgeschiedenen Luft, deren Dichtigkeit sich hiernach aus dem Volumen, das sie einnimmt, berechnet.

17. Wir können auch Wasser in dem Apparate selbst, unter einem beliebigen Drucke, bis zu mehr als sechsfachem Atmosphärendrucke, mit Luft in Berührung bringen und eine bestimmte Zeit hindurch damit in Berührung lassen. Man saugt zu diesem Ende, wie bisher, Wasser, dann Luft (oder ein anderes Gas), endlich zum Absperren wieder Quecksilber ein und comprimirt dann durch Quecksilber, das oben in die Steigröhre langsam hineingebracht wird. Ohne den Druck zu ändern, wird dann das Quecksilber in der Röhre *B* und die nicht absorbirte Luft durch theilweises Oeffnen des Hähnchen *A* herausgedrückt, bis Wasser über dasselbe nachdringt. Dann wird dieses Hähnchen wieder geschlossen und dadurch, daß man aus *H* Quecksilber ausfließen läßt, der Druck beliebig vermindert.

### §. 3.

Bestimmung der Spannkraft des luftfreien absoluten Alkohol-Dampfes bei 100° C. <sup>1)</sup>).

18. Der angewendete Alkohol hatte, nachdem er mit Kalk destillirt worden war, bei 13°,75 C. das specifische

1) Die Beobachtungen dieses und des folgenden Paragraphen habe ich mit Hrn. Geißler gemacht.

Gewicht 0,792. Durch längeres Auskochen wurde derselbe luftleer gemacht. Von dem ausgekochten Alkohol wurden etwa 4<sup>cc</sup> in den Apparat gebracht und in demselben, unter Oeffnen des Hähnchens *H* von Neuem, bei der Siedhitze des Wassers, gekocht. Die Beobachtungen wurden bei dreifachem Dampfvolumen gemacht. Wenn das Innere des Apparats durch die Dämpfe des siedenden Wassers erwärmt war, stand, bei dem kleinen, mittlern und großen Dampfvolumen, das Quecksilber innerhalb, bezüglich im obern Theile in der Röhre *D*, im untern Theile derselben Röhre und im obern Theile der Röhre *F* an bestimmten Marken, während die Oberfläche des über dem Quecksilber befindlichen Alkohols im ersten Falle in dem weiten Cylinder *C*, im zweiten in dem obern Theile der Röhre *D*, im letzten in dem weiten Cylinder *E* sich befand. Dem entsprechend stand (vergleiche die 16. Nummer des vorigen Paragraphen) das Quecksilber in der äußern Steigröhre bezüglich bei

1110	852	324
------	-----	-----

Diese Stände verlangen noch eine Correction wegen der im Innern auf das Quecksilber drückenden Alkoholsäule.

Diese Säule hatte für die verschiedenen Quecksilberstände bezüglich die Höhe von

110	340	160
-----	-----	-----

Scalentheilen, welche auf Quecksilberdruck reducirt,

5,5	17	8
-----	----	---

solcher Theile betragen; wobei wir mit hinlänglicher Genauigkeit den siedenden Alkohol 20 Mal leichter als Quecksilber annehmen. Von den zu beobachtenden Quecksilberständen in der äußern Steigröhre, durch welche die Spannkraft des Alkoholdampfes bestimmt werden soll, sind also bezüglich

1115,5	869	332
--------	-----	-----

Scalentheile abzuziehen.

19. Durch schickliches Oeffnen und Schließen des Hahnes *J* wurde Sorge getragen, daß das warme Quecksilber aus dem Innern des Apparates nicht in die Steigröhre *K* träte (15) und überhaupt wurde bei jeder Bestim-

mung, bevor abgelesen wurde, so lange gewartet bis die Temperatur sich ausgeglichen und namentlich der unten herausragende Theil der Röhre *F* die gewöhnliche Temperatur angenommen hatte. Die Lufttemperatur sowie die Temperatur des Quecksilbers in der Steigröhre betrug  $23^{\circ}$  bis  $25^{\circ}$  C.

20. In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate der Beobachtungen zusammengestellt, welche innerhalb 10 Tage, während welcher der Alkohol, hermetisch verschlossen, in dem Apparate verblieb, angestellt worden sind. Während dieser Zeit schwankte die Siedtemperatur des Wassers von  $99^{\circ},20$  bis  $100^{\circ},10$ . Unsere Beobachtungen enthalten also die entsprechenden Schwankungen in der Spannkraft der Alkoholdämpfe. Die Siedtemperatur wurde an dem Thermometer des Apparats abgelesen, das mit einem Geißler'schen Barothermometer, welches in der Nähe des Siedepunktes in Tausendtel-Grade getheilt war, verglichen, fortwährend eine vollkommene Uebereinstimmung zeigte. Bei jeder Beobachtung wurde vom kleinen zum mittlern, von diesem zum großen Dampfvolumen übergegangen und von diesem zum kleinen wieder zurück. Das letztere unterblieb bei der 5. und 7. Beobachtung; bei der 1. Beobachtung wurde auch noch zu dem großen Dampfvolumen zum zweiten Male übergegangen. Die 8. Beobachtung bezieht sich bloß auf das kleine Dampfvolumen.

Siedtemperatur.	Quecksilberdruck in Scalentheilen.
1. Beobachtung.	
99°,74	3163,5
	3165
	3168
99 ,80	3170,5
99 ,83	3172
	Mittel <sup>1)</sup> .
99 ,78	3168

1) Das Mittel ist genommen in der Voraussetzung eines *gleichmäßigen* Steigens der Siedtemperatur während der Dauer der Beobachtung.

	2. Beobachtung.	
99 <sup>o</sup> ,19		3098,5
		3099
		3102
99 ,20		3101,5
	Mittel.	
99 ,20		3100
	3. Beobachtung.	
99 ,53		3135,5
99 ,55		3138
99 ,57		3137
99 ,58		3138,5
	Mittel.	
99 ,56		3137
	4. Beobachtung.	
100 ,10		3194
		3199
		3196
100 ,11		3196,5
	Mittel.	
100 ,10		3196
	5. Beobachtung.	
99 ,50		3129
99 ,50		3131
99 ,50		3130
	Mittel.	
99 ,50		3130
	6. Beobachtung.	
99 ,68		3160,5
99 ,69		3163
99 ,70		3162
99 ,70		3163,5
	Mittel.	
99 ,69		3162
	7. Beobachtung.	
100 ,03		3187
100 ,05		3191
100 ,05		3188
	Mittel.	
100 ,04		3188

## 8. Beobachtung.

100 ,02                      3186

Die vorstehenden Beobachtungen weisen keinen Einfluss des verschiedenen Dampfvolomens nach: ein Beweis, dass der Alkohol luftleer war.

21. In unsern Beobachtungen ist der größte Unterschied in der Siedtemperatur  $0^{\circ},90$  und der entsprechende Unterschied im Quecksilberdrucke 96 Scalentheile. Machen wir demnach die Annahme, dass dieser Druck, innerhalb der obigen Gränzen, gleichmäsig mit der Temperatur steige, so ergibt sich die folgende Zusammensetzung.

Quecksilberdruck.			
Siedtemperatur.	<i>A</i> beobacht.	<i>B</i> berechn.	<i>A</i> — <i>B</i> .
99 <sup>o</sup> ,20	3100	3100	0
99 ,50	3130	3132	— 2
99 ,56	3137	3138	— 1
99 ,70	3162	3153	+ 9
99 ,78	3168	3162	+ 6
100 ,03	3188	3188,5	— 0,5
100 ,10	3196	3196	0

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind so gering, als sich nur erwarten liefs: sie betragen im Maximum nur  $2^{\text{mm}},6$  und hätten durch einen größern Aufwand von Rechnung sich noch reduciren lassen. Sie lassen überdiess schon innerhalb der engen Gränzen nicht verkennen, dass die Spannung der Alkoholdämpfe rascher als die Temperatur zunimmt.

22. Für die Normal-Siedetemperatur von  $100^{\circ}$  giebt unsere Zusammenstellung 3185,3 Scalentheile, oder, durch 3,42 dividirt

$$934^{\text{mm}},6.$$

Reduciren wir diesen Quecksilberdruck auf  $0^{\circ}$ , indem wir für unsere Glasröhren den Coëfficienten der scheinbaren Ausdehnung des Quecksilbers

$$0,000153 \text{ '})$$

1) Annalen LXXXVI. S. 263.

Poggendorff's Annal. Bd. XCII.

nehmen, was für  $24^{\circ}$

0,00368

giebt, so finden wir eine Reduction von  $3^{\text{mm}},4$ , wonach

$931^{\text{mm}},2$

bleibt. Indem wir hierzu  $760^{\text{mm}}$  hinzufügen, ergibt sich schliesslich als *Maafs für die Spannkraft der luftleeren Dämpfe des absoluten Alkohols bei  $100^{\circ}$  C. eine Quecksilbersäule, deren Länge bei  $0^{\circ}$*

$1691^{\text{mm}},2$

*beträgt.*

23. Wir haben ferner innerhalb der Temperaturgränzen  $90^{\circ},20$  und  $100^{\circ},10$  für jede Zunahme der Temperatur von  $0^{\circ},1$  C. als mittlere Zunahme des Ueberschusses der Spannkraft des Alkoholdampfes über die Spannkraft des Wasserdampfes bei derselben Temperatur einen Quecksilberdruck von  $10,66$  Scalentheilen oder

$3^{\text{mm}},12$

erhalten. Somit ergibt sich, wenn wir hierzu die entsprechende Zunahme der Spannkraft der Wasserdämpfe, welche  $2^{\text{mm}},69$  in Quecksilberdruck beträgt, addiren, *für die Zunahme der Spannkraft der Alkoholdämpfe in der Nähe von  $100^{\circ}$  für jeden Zehntel Grad:*

$5^{\text{mm}},81.$

#### §. 4.

Ueber die Spannkraft und das Mischungsverhältnifs des Dampfes, der bei der Siedtemperatur des Wassers aus einem luftleeren Gemenge von Alkohol und Wasser sich entwickelt.

24. Da die Luft, welche von Wasser und Alkohol absorbirt ist und beim Sieden derselben sich entfernt, grössere Störungen in die Beobachtung der Spannkraft der aus beiden sich entwickelnden Dämpfe bringt, so mußten vor Allem luftleere Gemenge dargestellt werden, in welchen Alkohol und Wasser in bekanntem Verhältnisse gemischt waren. Hierbei wurde das folgende Verfahren eingeschlagen. Zwei Kugeln, *A'* und *B'*, (Taf. III. Fig. 2) sind

durch eine horizontale Röhre *bc* verbunden, die in ihrer Mitte einen fein durchbohrten Hahn *d* zum Absperren hat. Aus jeder Kugel steigt eine Röhre (*ef*, *gh*), die vorher mittelst Quecksilber sorgfältig calibrirt worden ist, empor. Ebenso ist vorher der Gehalt jeder Kugel und des angränzenden bis zum Hahn *d* gehenden Theiles der Querröhre bestimmt worden. An den obern Enden der beiden Röhren *ef* und *gh* sind zwei etwas kleinere Kugeln (*k*, *m*) angeschmolzen. Aus dem obern Theile der Kugel *k* geht eine enge Röhre *nop*, die in *o* umgebogen ist, so daß sie von diesem Punkte an, senkrecht gemessen, noch mehr als 760<sup>mm</sup> sich herabsenkt. Es wurde, bei geschlossenem Hahne *d*, die Kugel *A'* bis zu diesem Hahne, die Röhre *ef* und der grössere Theil der Kugel *k* mit Alkohol vom specifischen Gewichte 0,792 bei 13°,75 C. in der gewöhnlichen Weise dadurch gefüllt, daß die Kugel *A'* durch eine Spirituslampe erwärmt wurde und, während der Erkaltung, die mit ihrem untern offenen Ende in Alkohol eingetauchte enge Röhre diesen einsaugte. Dann wurde der Alkohol im Innern des Apparates fast eine halbe Stunde abwechselnd gekocht und wieder zum Theil abgekühlt, wobei er in heftige Wallungen gerieth und alle absorbirte Luft entwich; endlich wurde, während des Kochens, das offene Ende der feinen Röhre unter Quecksilber getaucht, das in derselben bis zum vollständigen Erkalten des Apparates in die Höhe stieg. Diese Operation wurde so geregelt, daß nach der Erkaltung der Alkohol in dem obern Theile der Röhre *ef* stand. Schliesslich wurde die Röhre in *o* abgeblasen und das Volumen des Alkohols bestimmt.

In gleicher Weise wurde darauf mit Wasser in der andern Hälfte des Apparates verfahren. In der Röhre *pf* stand dann der Alkohol, in der Röhre *gh* das Wasser bis zu bestimmten Punkten, so daß beider Volume bei der angenommenen Normaltemperatur bestimmt waren. Dann wurden durch Oeffnen des Hahnes *d* und durch wiederholtes Umwenden des Apparates die Flüssigkeiten vollkommen miteinander gemengt, was eine längere Zeit er-

forderte. Zugleich war das Mittel geboten, die bei der Mischung stattfindende Contraction zu beobachten. Es wurde zu diesem Ende der Stand der gemengten Flüssigkeiten in einer der beiden Röhren auf den ursprünglichen gebracht, wobei dann in dem andern Schenkel die Differenz des Standes gegen früher unmittelbar abgelesen werden konnte <sup>1)</sup>.

24. Mit Kugeln (*A' B'*) von verschiedenem Inhalte wurden solcher Bestimmungen vier gemacht und aus diesen die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Resultate gezogen.

Luftleere Mischungen bei 13°,75 C.

	Wasser	Alkohol	Contraction		Menge des Alkohols		Specifi- sches Gewicht
	Menge.		Volumen.	Procent.	Volumen Proc.	Gewichts- Proc.	
	cc	cc	cc				
I.	164,7	23,2	1,9	1,01	12,35	10,03	0,9842
II.	187,0	80,4	7,5	2,805	30,07	25,40	0,9615
III.	117,7	113,2	8,4	3,64	49,025	43,24	0,9320
IV.	81,7	185,6	8,9	3,29	69,43	64,28	0,8847

Die Zahlen der drei ersten Verticalcolumnen sind beobachtet, die Zahlen der vier übrigen berechnet. Alle Beobachtungen sind bei der obigen Temperatur gemacht. Das spezifische Gewicht der Mischungen ist mit Berücksichtigung der Contraction berechnet. Bei derselben Temperatur ist das spezifische Gewicht des Wassers gleich Eins gesetzt.

1) Die Uebereinstimmung der obigen Contractions-Beobachtungen mit denjenigen, welche Rudberg mit nicht luftleeren Flüssigkeiten gemacht hat, ist so groß, daß dabei die Luft augenscheinlich keine wesentliche Rolle spielt. Versuche, welche an Apparaten, die dem beschriebenen ähnlich sind, mit nicht luftfreiem Wasser und Alkohol angestellt wurden, haben gezeigt, daß, bei der Mischung beider, Luft in einer solchen Menge entweicht, daß dieselbe, in den Raum eingeschlossen, um welchen das ursprüngliche Volumen der beiden Flüssigkeiten sich vermindert, eine Spannung zeigt, die einen Atmosphärendruck und einen Bruchtheil desselben beträgt. Die genauen Resultate dieser, gelegentlich zu wiederholenden, Versuche liegen mir nicht mehr vor.

wonach die Beobachtung für den angewandten Alkohol 0,792 gab <sup>1)</sup>).

25. Um die luftleere Flüssigkeit in den großen Apparat zu bringen, wurde die eine Hälfte des Apparates II, diejenige etwa mit der Kugel *A'*, ganz mit derselben gefüllt und dann durch den Hahn abgesperrt. Der große Apparat mit der aufgesetzten Einsaugröhre *P* wurde ganz mit Quecksilber gefüllt, dann der Apparat II, in der Nähe der Einsaugröhre, unmittelbar oberhalb der Kugel *A'*, in *e* durchschnitten und augenblicklich diese Röhre bis zum Boden der Kugel eingetaucht, wo dann, bei verschlossenem Hahn *J*, die Hähne *A* und *H* geöffnet wurden. Auf diese Weise wurde eine größere Menge von luftleerer Flüssigkeit eingesaugt, die zum Theil wieder, nach Schließen des Hahnes *H*, durch theilweises Oeffnen des Hahnes *J* herausgedrückt wurde. Nachdem auf diese Weise die Quantität der Flüssigkeit regulirt worden war, wurde die noch mit derselben angefüllte Einsaugröhre unter Quecksilber gebracht und von diesem soviel, als zur Absperrung erforderlich war, eingesaugt. Die Absicht war für alle vier Beobachtungen gleiche Flüssigkeitsmengen in den Apparat zu bringen. Dieses gelang bei den Mischungen I, II und IV, aber durch ein nicht zu redressirendes Versehen wurde von der Mischung III zu viel wieder herausgelassen. Bei der Siedtemperatur im Innern des Apparates gemessen, war das Volumen der Flüssigkeit nahe 4<sup>cc</sup>,5 bei den drei erstgenannten Mischungen, 2<sup>cc</sup>,19 bei der Mischung III. Um diese Volumina, zum Behuf späterer Reductionen, auf die Temperatur 13°,75 C. zurückzuführen, nehmen wir für die Ausdehnung des Alkohols, innerhalb des fraglichen Temperatur-Unterschiedes,  $\frac{1}{9}$ , für die Ausdehnung des Wassers

1) Den obigen Gewichtsprocenten entsprechen nach Meißner die folgenden specifischen Gewichte

0,9830	0,9642	0,9324	0,8849
--------	--------	--------	--------

wobei die Temperatur 14° C., das specifische Gewicht des absoluten Alkohols 0,7935 war und dieser nicht luftfrei genommen wurde. Die geringen Differenzen sind:

0,0012	0,0003	0,0004	0,0002
--------	--------	--------	--------

πῶσ und berechnen dann die Ausdehnung für unsere Mischungen — da eine Annäherung hier vollkommen hinreicht — nach dem Verhältnisse des in denselben enthaltenen Alkohols und Wassers. Dann ergeben sich für die vier reducirten Volumina:

4<sup>cc</sup>,26                  4<sup>cc</sup>,21                  2<sup>cc</sup>,02                  4<sup>cc</sup>,09.

26. Die Bestimmung der Spannkraft der Dämpfe, die aus den Mischungen sich entwickelten, wurde, wie im vorigen Paragraphen für absoluten Alkohol, bei dem kleinen, mittlern und großen Volumen für jede Flüssigkeit gemacht. Diese Volumina betragen für I, II und IV nahe

10<sup>cc</sup>,16                  12<sup>cc</sup>,46                  28<sup>cc</sup>,76

für III der geringern Flüssigkeitsmenge wegen

12<sup>cc</sup>,27                  14<sup>cc</sup>,57                  30<sup>cc</sup>,87.

Die Flüssigkeit I wurde zuerst eingefüllt und bei der Siedtemperatur von 99°,8 die Spannkraft ihrer Dämpfe bestimmt und diese Bestimmung am folgenden Tage bei 99°,7 wiederholt. An dem darauf folgenden Tage wurden, bei einer constanten Siedtemperatur von 99°,8, nach jedesmaligem sorgfältigem Austrocknen des Apparates, die übrigen drei Mischungen nach einander in denselben gebracht um, bei der bezeichneten Temperatur, die Spannkraft ihrer Dämpfe zu bestimmen. Der Quecksilberdruck wurde wie beim absoluten Alkohol abgelesen und von demselben der Druck der Flüssigkeit im Innern des Apparates abgezogen, wobei, unter hinlänglicher Annäherung, das specifische Gewicht der Mischung, wie oben die Ausdehnung derselben, berechnet wurde.

27. Die Beobachtungen sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt, wobei der Quecksilberdruck in unseren willkürlichen Scalentheilen gegeben ist.

Mischung.	Siedtemperatur 99°,8 C.		
	Kleines Volumen.	Mittleres Volumen.	Großes Volumen.
I	1002	1000	983
II	—	1833	1820
III	2298	2291	2285
IV	2713	2713	2709
Siedtemperatur 99°,7 C.			
I	998	—	977

28. Ein Blick auf diese Tafel zeigt uns, dafs die Spannkraft bei gröfserem Dampfvolumen eine kleinere ist und dafs dieser Unterschied bei den Flüssigkeiten von geringerem Alkoholgehalte stärker hervortritt. Wir werden eine genügende Erklärung dieser Thatsache darin finden, dafs die übrig bleibende Flüssigkeit, um so mehr an Alkohol verliert als der Raum über derselben gröfser ist, in welchen Dämpfe aus ihr aufsteigen, so dafs wir zu der Annahme, dafs trotz aller Vorsicht dennoch Luft in der Flüssigkeit geblieben sey, die, je nachdem sie beim Kochen in einen gröfsern oder einen kleinern Raum entweicht, nach dem Mariotte'schen Gesetze die Spannkraft der Dämpfe weniger oder mehr vermehre — unsere Zuflucht *nicht* zu nehmen brauchen.

29. Die Correction in dem Procentgehalte der jedesmaligen Mischung bei verschiedenem Dampfvolumen ist hiernach eine wesentliche, aber, selbst bei erlaubten Abkürzungen, eine etwas weitläufige.

Der Procentgehalt des jedesmaligen Dampfgewichts ergibt sich aus der Spannkraft desselben. Man findet nämlich, wenn man diese Spannkraft  $e$  und die Volumenprocente Alkoholdampf in einem solchen Gemische  $p$  nennt, und in Gemäfsheit des vorigen Paragraphen 3165 für die Spannkraft der Dämpfe des absoluten Alkohols bei  $99^{\circ},8$  C. nimmt:

$$p = \frac{e}{31,65}$$

und hieraus

$$\frac{p}{660} = a, \quad \frac{100 - p}{1700} = w,$$

wobei wir das Gewicht des in  $100^{\text{cc}}$  des Dampfgemisches befindlichen Alkohol, in Grammen ausgedrückt,  $a$  und das ebenso ausgedrückte Gewicht des darin befindlichen Wassers  $w$  nennen und die Bestimmung von Gay Lussac zu Grunde legen, dafs 1 Gr. Wasserdampf in der Siedtemperatur das Volumen von  $1700^{\text{cc}}$  und 1 Gr. Alkoholdampf in derselben Temperatur das Volumen von  $660^{\text{cc}}$  ein-

nimmt <sup>1)</sup>). Für unsern Zweck brauchen wir nur angenäherte Constanten und demnach nehmen wir, für unsere vier Mischungen,  $e$  bezüglich gleich

1000                      1830                      2290                      2710.

Dann ergibt sich:

	Mischung:			
	I.	II.	III.	IV.
$p =$	31,59	57,82	72,35	85,62
100 — $p =$	68,41	42,18	27,65	14,38
$a =$	0,048	0,088	0,109	0,130
$w =$	0,040	0,025	0,016	0,0085

Hiernach befindet sich in den Dampfvolumen:

		10 <sup>cc</sup> ,16.	12 <sup>cc</sup> ,46.	28 <sup>cc</sup> ,76.	
Alkohol	{	I.	0 <sup>gr</sup> ,005	0 <sup>gr</sup> ,006	0 <sup>gr</sup> ,014
		II.	—	0,012	0,025
		IV.	0,013	0,016	0,037
Wasser	{	I.	0,004	0,005	0,0115
		II.	—	0,003	0,007
		IV.	0,001	0,001	0,0025

und in den Dampfvolumen

		12 <sup>cc</sup> ,27.	14 <sup>cc</sup> ,57.	30 <sup>cc</sup> ,87.
Alkohol	III. {	0 <sup>gr</sup> ,014	0 <sup>gr</sup> ,016	0 <sup>gr</sup> ,033
Wasser		0,002	0,002	0,005

Die Mengen der nicht verdunsteten Flüssigkeiten im Apparate betragen für die vier Mischungen (25):

	I.	II.	III.	IV.
	4 <sup>cc</sup> ,26	4 <sup>cc</sup> ,21	2 <sup>cc</sup> ,02	4 <sup>cc</sup> ,09

und darin befindet sich *Alkohol*, ausgedrückt in

Volumenprocenten	12,35	30,07	49,025	69,43
Cubikcentimetern	0,526	1,266	0,9903	2,840
Grammen	0,4167	1,0026	0,7843	2,249

und Wasser, ausgedrückt in Cubikcentimetern oder Grammen

	3,734	2,944	1,0297	1,250.
--	-------	-------	--------	--------

1) Die genauen Gay Lussac'schen Zahlen sind 1696 und 659. Biot - *Traité de Physique* L. 298.

Nach Abzug der in Dampf übergegangenen Alkohol- und Wassermengen beträgt hiernach, in Grammen ausgedrückt, die Menge des zurückgebliebenen Alkohols und Wassers bei dem jedesmaligen kleinen, mittlern und großen Dampf-Volumen:

	I.	II.	III.	IV.
Alkohol	0,4117	—	0,7703	2,236
Wasser	3,730	—	1,0277	1,249
Zusammen	4,1417	—	1,7980	3,485
Alkohol	0,4107	0,9906	0,7683	2,233
Wasser	3,729	2,941	1,0277	1,249
Zusammen	4,1397	3,9316	1,7960	3,482
Alkohol	0,4027	0,9776	0,7513	2,212
Wasser	3,7225	2,937	1,0247	1,2475
Zusammen	4,1252	3,9146	1,7760	3,4595

30. Aus dieser Zusammenstellung berechnen sich die folgenden Gewichtsprocente Alkohol der im Apparate nach der theilweisen Verdunstung zurückgebliebenen Flüssigkeiten, neben welche wir die jedesmalige Spannkraft der darüber befindlichen Dämpfe gestellt haben.

	Gewichts-Procente.	Spannkraft.
Mischung I.		
	9,94	1002
	9,92	1000
	9,76	983
Mittel	9,87.	995.
Mischung II.		
	25,20	1833
	24,97	1821
Mittel	25,08.	1827.
Mischung III.		
	42,84	2298
	42,78	2291
	42,30	2285
Mittel	42,64.	2293 <sup>1)</sup> .

1) Wenn wir den jedesmaligen Procentgehalt durch  $x$ , die entsprechende

Mischung IV.

	64,16	2713
	64,13	2713
	63,94	2709
Mittel	64,08.	2712.

31. Die Spannkraft der Dampfgemische sind in unseren willkürlichen Scalentheilen durch die Höhen von Quecksilbersäulen, welche eine Temperatur von  $23^{\circ}$  bis  $25^{\circ}$  C. hatten, ausgedrückt. Reduciren wir die Temperatur in gleicher Weise, wie wir es im vorigen Paragraphen für absoluten Alkohol gethan haben, auf  $0^{\circ}$ , so ergibt sich für die Mittel aus unsern vier Beobachtungen eine Correction von bezüglich

Spannkraft durch  $y$  bezeichnen, so geben die beiden Gränzbeobachtungen unserer vier Beobachtungs-Reihen

	I.	II.	III.	IV.
$\Delta x =$	0,18	0,23	0,54	0,22
$\Delta y =$	19	12	13	4

Wenn wir andererseits in denjenigen Punkten der Curve I, welche die vier Mittel unserer Beobachtungen darstellen, (vergl. die folgende Nummer) die Tangenten an die Curve legen, so finden wir aus der graphischen Construction, den obigen Differenzen  $\Delta x$  entsprechend:

$\Delta y =$	14	7	12	4
--------------	----	---	----	---

Eine größere Uebereinstimmung war nicht zu erwarten; sie würde vollständig werden, wenn wir in den beiden ersten Beobachtungen, wo die Abweichung allein vorhanden ist, in einer der äußersten Beobachtungen einen Fehler von  $1^{\text{mm}},5$  bei der Ablesung des Quecksilberstandes annehmen.

Die Beobachtungen der 3. Reihe bieten allein eine kleine Abweichung dar, deren Grund wir darin erkennen, daß die mittlere Beobachtung eine zu kleine Spannkraft giebt. Die Interpolation giebt  $5\frac{1}{2}$  Scalentheile mehr. Wir haben daher bei der Bestimmung des arithmetischen Mittels diese Interpolation zuvor gemacht, oder, was dasselbe heißt, die mittlere Beobachtung dabei unberücksichtigt gelassen.

In der eben erwähnten Uebereinstimmung finden wir unsere frühere Behauptung begründet, daß die geringere Spannkraft der Dämpfe bei größerem Dampfvolumen in den beiden ersten Beobachtungen sehr nahe, in den beiden letzten vollständig aus dem geringeren Alkoholgehalte der übrigbleibenden Flüssigkeit erklären lasse. Insbesondere folgt daraus, daß wirklich keine Luft in den Mischungen zurückgeblieben und beim Kochen aus denselben entwichen ist, oder höchstens nur ein Minimum in den beiden ersten Beobachtungen.

3,66                  6,71                  8,44                  9,97

Scalentheilen, die von den obigen Quecksilberständen abgezogen werden müssen. Wenn wir hiernach durch 3,42 dividiren, so erhalten wir für die reducirten Quecksilberstände, in Millimeter ausgedrückt:

289<sup>mm</sup>,9                  532<sup>mm</sup>,25                  668<sup>mm</sup>,0                  790<sup>mm</sup>,1.

Wenn wir hierzu noch die Spannkraft des Wasserdampfes bei derselben Temperatur, nämlich

754<sup>mm</sup>,6

addiren, so erhalten wir, als endliches Resultat unserer Beobachtungen, die nachstehende Tafel. Sie giebt die Spannkraft von Gemengen von Alkohol- und Wasserdämpfen, welche bei der Temperatur von

99°,80 C.

mit einer Mischung von Alkohol und Wasser von den nebenstehenden Gewichtsprocenten Alkohol in Berührung sich befinden.

Procentgehalt.	Spannung in Quecksilberdruck.
0,00	754 <sup>mm</sup> ,6
9,87	1044 ,5
25,08	1286 ,8
42,64	1422 ,6
64,08	1544 ,7
100,00	1679 ,6

*Die Curve I stellt das Gesetz dar, wie die Spannkraft von dem Procentgehalt der Flüssigkeit abhängig ist. Die Einheit der Ordinaten ist ein Centimeter, die Einheit der Abscissen ein einzelnes Alkoholprocent.*

Der Alkoholgehalt in den Dämpfen ist größer als in der Flüssigkeit. Wenn wir die vorläufigen Rechnungen der 29. Nummer nun mit den corrigirten Zahlen wiederholen, so finden wir aus den gegebenen Spannkraften die in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Zahlenwerthe für den Alkoholgehalt der Dämpfe.

	Volumenprocente.		In 100 <sup>cc</sup> ist		Gewichtsprocente.
	Alkohol.	Wasser.	Alkohol.	Wasser.	Alkohol.
I.	31,44	68,56	56 <sup>mgr</sup> ,14	40 <sup>mgr</sup> ,33	58,19
II.	57,77	42,32	103 ,2	24 ,8	80,62
III.	72,45	27,55	129 ,3	16 ,2	88,87
IV.	85,67	14,33	152 ,9	8 ,4	94,79

*Die Curve II. stellt die Gewichtsprocente Alkohol im Dampfe als Function der Gewichtsprocente Alkohol in der Flüssigkeit, mit welcher der Dampf bei 99°, S C. in Berührung ist, dar.*

Bonn, d. 30. März 1854.

(Fortsetzung folgt, der auch die erwähnten Curven beigelegt seyn werden.)

---

## *II. Versuche über den Grad der Continuität und die Stärke des Stroms eines größern magneto-elektrischen Rotations-Apparats und über die eigen- thümliche Wirkung der Eisendrahtbündel in den Inductionsrollen dieser Apparate;*

*von Dr. Sinsteden.*

(Schluß von S. 21.)

---

### 3.

**W**as nun den magneto-elektrischen Rotations-Apparat selbst anbetrifft, von dem ich in Fig. 1 und 2, Taf. I eine vielmal verkleinerte, den Apparat von oben und vorn darstellende Zeichnung, welche für sich verständlich seyn wird, gebe, so ist er in seiner Construction von dem Bd. 84, S. 181 beschriebenen wesentlich nicht verschieden. Die kreuzförmige Ankerplatte, welche dort die vier Eisenkerne trägt, ist fortgelassen, und die Kerne werden von den entgegengesetzten Polen zweier Magnete inducirt, zwischen deren Schenkeln sie liegen; wie diese Anordnung