

Da viele Meteore auf Entzündungen von Wasserstoff bezogen werden können, so hat man sie durch die Annahme zu erklären gesucht, daß dieses Gas in der Atmosphäre vorhanden sei. Wir hielten es deshalb für höchst interessant nachzuforschen, ob sich wirklich Wasserstoff in der Luft befindet. Um dasselbe leichter zu entdecken, machten wir ein Gas-Gemenge, von welchem wir sicher waren, daß es keinen Wasserstoff enthielt, und stellten nun mit beiden Luftarten eine vergleichende Analyse an. Zu dem Ende mischten wir 20 Theile Sauerstoffs mit 80 Theilen Stickstoffes, erhalten aus Ammoniak und Chlor, und ließen 300 Theile von jeder der beiden Luftarten mit 100 Theilen Wasserstoffs detoniren. Allein das Resultat von sechs Versuchen mit atmosphärischer Luft war genau dasselbe wie das von sechs anderen mit der künstlichen Luft. Da wir nun gezeigt haben, daß wir noch mindestens 0,003 Wasserstoff entdecken können; so folgt daraus, daß die Atmosphäre dieses Gas gar nicht enthält oder, wenn es dennoch der Fall wäre, der Gehalt desselben nicht bis auf 0,003 kommen könnte. Dessenungeachtet ist nicht zu bezweifeln, daß die Luft ein wenig Wasserstoff enthält. Es entwickelt sich täglich aus den Sümpfen; die Menge desselben kann aber so gering sein (wie etwa 0,001), daß sie sich allen unseren Entdeckungsmitteln entzieht. Der Gehalt an Kohlensäure in der Luft dürfte viel bedeutender sein, wenn man an die Reichhaltigkeit der Quellen denkt, die sie liefern; und dennoch würden wir, wenn sie nicht mit Kalk oder Baryt-Erde unlösliche Verbindungen gäbe, durch die Volum-Bestimmung vielleicht noch nicht wissen, daß sie sich in der Luft befindet. Die Kohlensäure kann sich freilich in der Atmosphäre nicht anhäufen, weil sie von der Vegetation zersezt wird; ist es

denn aber erwiesen, daß es keine Ursachen giebt, welche den Wasserstoff der Erde zurückgeben, und ihn dadurch verhindern sich in der Luft zu sammeln?

Aus den vorstehenden Versuchen ziehen wir folgende Schlüsse: 1) die Zusammensetzung der Atmosphäre verändert sich im allgemeinen nicht; 2) der Sauerstoff-Gehalt derselben beträgt 21 Procent; 3) sie enthält keine nachweisbare Menge Wasserstoffs.

Diese beständige Gleichheit der Zusammensetzung, welche die Bestandtheile der Atmosphäre zeigen, und die aus unsern Versuchen sich ergebende Abwesenheit des Wasserstoffs müssen dem Astronomen in der Theorie der Strahlenbrechung sehr zu statten kommen. Da das Brechungsvermögen der verschiedenen Gase ungleich, und bei dem Wasserstoff größer als bei Sauerstoff und Stickstoff ist, so würde die Theorie der Strahlenbrechung, welche sich nur auf die Schwankungen des Barometers und Thermometers stützt, sehr unvollkommen sein, wenn die wesentlichen Bestandtheile der Atmosphäre sich änderten. Allein glücklicherweise ist es leicht zu beweisen, daß diese Aenderungen nicht merklich vor sich gehen, und daß der Wasserstoff, dessen Brechungsvermögen so stark ist, noch nicht 0,003 der Atmosphäre ausmacht: wenigstens nicht bis in die bedeutendsten Höhen, zu denen man bis jetzt gelangt ist. Der Astronom hat also bei der Theorie der Strahlenbrechung nur das Barometer, Thermometer und Hygrometer zu berücksichtigen.

Es reicht aber in der That schon ein wenig Ueberlegung hin, um einzusehen, daß die Atmosphäre sich nicht innerhalb einiger Jahre und noch viel weniger in einigen Tagen auf eine merkliche Weise verändern kann, wenn man von einigen rein örtlichen und ganz eigenthümlichen Schwankungen nicht

reden will. Welches Wunder sollte denn bewirken, daß sie in so kurzer Zeit sich änderte und dann plötzlich in ihren früheren Zustand wieder zurückkehrte? Welche Ursache soll man sich denken, die mächtig genug wäre, daß sie den Sauerstoff-Gehalt auch nur um 0,001 von einem Tag zum andern verändern könnte: wenn man nicht annehmen will, daß es irgend eine electrische, oder magnetische, oder sonst eine andere imaginäre Kraft gebe, welche durch unbekannte Einflüsse Sauerstoff in Stickstoff verwandeln könne und umgekehrt? Es ist möglich, daß sich die Atmosphäre sehr langsam ändert, sei es in dem Verhältniß ihrer Bestandtheile oder in ihrem Gewicht; aber wie unmerklich diese Aenderungen auch sein mögen, so dürfen sie darum nicht minder die Aufmerksamkeit der Physiker fesseln.

Steht es demnach nun fest, daß die Zusammensetzung der Atmosphäre im allgemeinen sich gleich bleibt, so muß der Grund der Verschiedenheiten, welche man darin zu entdecken glaubte, in den örtlichen Verhältnissen gesucht werden, in welchen man die Luft analysirte. Vulkane auf hohen Bergen, eigenthümliche Gährungen, stehende Gewässer eines Sumpfes oder Sees könnten vielleicht die Reinheit der angrenzenden Atmosphäre, sei es durch Entziehung von Sauerstoff oder durch Ausdünstung nicht athembarer Gase, ein wenig beeinträchtigen; wie gering muß aber eine solche Verminderung des Sauerstoff-Gehalts in einer so großen, fortwährend bewegten Luftmasse sein, wenn man bedenkt, daß selbst an Orten, wo eine große Menschenmasse versammelt ist oder wo ein wahrer Heerd von Ansteckungsstoffen zu sein scheint, die Luft nur sehr kleine Schwankungen erfährt! Wir haben zwei Luftproben analysirt, von denen die eine mitten aus dem Parterre des

Théâtre français kurz vor Beginn des zweiten Stückes, drei und eine halbe Stunde nach der Zusammenkunft einer großen Zuschauermenge, genommen war; die andere aber drei Minuten nach Beendigung des Schauspiels im höchsten Theile des Saales aufgefangen wurde. Beide Proben trübten kaum das Kalkwasser; und während die äußere atmosphärische Luft 0,210 Sauerstoff aufwies, zeigte die Luft aus dem Parterre 0,202 und die aus dem oberen Theil des Saales 0,204.

Analyse der Luft

	aus der Atmosphäre	aus dem Parterre	aus dem oberen Theil des Saales
Luft	200	200	200
Wasserstoff	200	200	200
absorbirt	126	121,5	122,5
Sauerstoff	21	20,2	20,4

Séguin analysirte schon früher die Luft aus den Sälen von Krankenhäusern; er hatte sie 12 Stunden fest verschlossen stehen lassen, und fand sie dann fast eben so rein wie die atmosphärische Luft, obgleich sie einen unerträglich üblen Geruch besaß.

Wenn also die Luft selbst unter den dem Verbrauch von Sauerstoff günstigsten Umständen nicht 1 Procent daran verliert, so läßt sich daraus kein Grund entnehmen für die Beklemmung, welche man an eingeschlossenen und mit Menschen erfüllten Orten empfindet, oder für die Krankheiten, welche Seen und Sümpfen oder gewissen Ländern eigenthümlich sind. In manchen Fällen mögen Dünste die Ursache sein, die allen unsern eudiometrischen Mitteln entslüpfen und in eigenthümlicher Weise auf unsern Körper wirken. So können eine einzige Blase Schwefel-Wasserstoffs, oder Chlors, eine

faulige Ausdünstung, selbst eine Blume einen ungeheuren Raum mit ihrem Geruch erfüllen und uns durch ihre außerordentlich feine Vertheilung in Erstaunen versetzen: selbst dann, wenn wir auf dem Punkt stehen ihrer Wirkung zu erliegen. Die Pest-Miasmen mögen eben so fein, darum aber nicht minder tödtlich sein, und sie entgehen gleichfalls allen unsren analytischen Hülfsmitteln. Vermögen wir indessen auch nicht diese atomfeinen Wesen festzuhalten und ihre Natur zu bestimmen, so können wir doch glücklicherweise, nach den für die Menschheit so wohlthätigen Arbeiten Guyton's, zum wenigsten ihre Wirkung vernichten. In anderen Fällen mögen die Krankheiten ihre Ursache in der Feuchtigkeit, der Temperatur, der electrischen Spannung der Luft oder überhaupt in dem Zustand der Atmosphäre haben, so weit derselbe in Beziehung zu der gerade in uns befindlichen Disposition steht; und unter diesen, vielleicht sehr häufigen Umständen kann die Krankheit sehr große Verheerungen anrichten, ohne daß man ihre Fortschritte zu hemmen vermöchte. Es wäre eine Täuschung alles einer einzigen Ursach zuzuschreiben, wenn der Gesundheitszustand des Menschen von dem Zusammenwirken aller ihn umgebenden Einflüsse abhängig ist.

Wir wollen nun die hauptsächlichsten Thatsachen, die hier in dem ersten Theil unserer Abhandlung enthalten sind, zusammenfassen, und dabei an einige Erklärungen erinnern, welche wir aufgestellt haben, wenn es uns erlaubt wird sie als den Ausdruck der Wahrheit zu betrachten.

Wenn die Auflösung eines Schwefel-Alkali's kalt gemacht ist, so absorbiert sie keinen Stickstoff und kann dann mit Vortheil zur Zerlegung der Luft gebraucht werden. Ist sie aber warm bereitet, so absorbiert sie Stickstoff, und bewirkt eine

größere Volum-Verminderung der Luft, als diejenige ist, welche von der Absorption des Sauerstoffs herrührt. Diese Eigenschaft ist allein dem Wasser und nicht dem Schwefel-Alkali zuzuschreiben.

Es giebt zwischen Sauerstoff und Wasserstoff Verhältnisse der Art, daß die durch einen electrischen Funken hervorgerufene Verbrennung vollständig sein kann; es giebt andere, in welchen die Verbrennung aufhört, ehe sie vollendet ist; und endlich noch andere, wo sie überhaupt nicht statt findet. Die letzten Fälle scheinen darauf zu beruhen, daß die zur Verbrennung nöthige Temperatur nicht hoch genug ist, und nicht auf der wechselseitigen Verwandtschaft der Gase; denn in allen Fällen, wo die Verbrennung nicht vollständig ist, genügt es die Temperatur künstlich zu erhöhen, damit sie vollständig werde. Wenn Wasserstoff und Sauerstoff nicht ganz absorbiert wurden, so findet man sie in den Rückständen wieder: ein Beweis, daß sie keine neuen Verbindungen eingegangen sind.

Wenn man ein Gas-Gemisch, worin sich Sauerstoff und Wasserstoff befinden, nicht entzünden kann, so hat man nur die Menge beider Gase zu vermehren. Die Meteore können nicht das Ergebnis einer Wasserstoff-Entzündung sein, weil selbst in einer Luft aus reinem Sauerstoff mehr als 6 Procent Wasserstoff erforderlich sind, damit die Verbrennung statt finde, und weil sie auch dann nur partiell sein würde. Die Electricität scheint bei der Entzündung des Sauerstoff- und Wasserstoffgases durch die Hitze zu wirken, welche von der in Folge ihres Durchganges durch das Gemisch erzeugten Compression entsteht. Beide Gase bilden bei ihrer Verbindung Wasser, welches von constanter Beschaffenheit ist. Wenn die galvanischen Zerlegungen zu beweisen scheinen, daß sich das Wasser

mit Sauerstoff und Wasserstoff zu verbinden befähigt ist, so können dieselben auch ohne diese Hypothese erklärt werden.

100 Raumtheile Sauerstoffs verlangen zu ihrer Sättigung 200 Theile Wasserstoffs. Dieses Verhältniß ist unabhängig von den Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit, während das aus den Gewichten abgeleitete mit denselben Umständen wechselt, weil die von beiden Gasen in die Verbindung eingebrachten Wassermengen sich nicht wie die Gewichtsmengen dieser Gase verhalten. Daraus folgt, daß das seither aufgestellte Verhältniß der Bestandtheile des Wassers abgeändert werden muß. Das Volta'sche Eudiometer vermag den ganzen Sauerstoff-Gehalt in einem gegebenen Volumen Luft bis fast auf 0,001 dieses Volumens anzugeben, und seine Resultate sind sehr übereinstimmend. Bei dem gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse ist es das genaueste eudiometrische Mittel. Es giebt nicht allein sehr kleine Mengen Sauerstoffs und Wasserstoffs an, und läßt die Reinheit des letzteren Gases erkennen; sondern es hat auch den Vorzug, daß es ein Vielfaches der zu bestimmenden Menge anzeigt. Es hat also in allen diesen Beziehungen vor den übrigen eudiometrischen Mitteln einen sehr erheblichen Vorzug. Die atmosphärische Luft enthält dem Raume nach nur 0,21 Sauerstoff und ist in ihrer Zusammensetzung unveränderlich; sie enthält keinen Wasserstoff: oder wenn sie ihn enthält, so steigt seine Menge nicht auf 0,003.

Ueber die Natur der im Wasser enthaltenen Luft und die Wirkung des Wassers auf reine und gemischte Gase.

Bisher haben wir die Mittel untersucht, welche zu einer genauen Zerlegung der Luft führen. Wir würden uns ohne

Zweifel damit begnügt haben die wichtigsten Thatsachen, zu denen uns der Anfang unserer Arbeiten hinleitete, anzugeben, wenn wir nicht im Verlauf dieser Untersuchungen und besonders bei denen über die Schwefel-Alkalien bemerkt hätten, daß das Wasser und andere Flüssigkeiten auf die Luft einen Einfluß üben, welcher oft die Quelle desto erheblicherer Fehler werden kann, je weniger derselbe seither beachtet worden ist. Wir müßten fürchten unsere Arbeit noch unvollkommener zu lassen, als sie es schon ist, wenn wir nicht unsere Forschungen auch über die Wirkung des Wassers auf reine und gemischte Gase ausgedehnt hätten. Mit den aus diesem Gesichtspunkt angestellten Versuchen werden wir diese Abhandlung beschließen.

Es ist allgemein bekannt, daß das Wasser Luft aufgelöst enthalten kann. Boyle, Huygens und Mairan haben diese Thatsache erörtert; sie besaßen aber nicht die Mittel zu erkennen, daß diese aufgelöste Luft von der atmosphärischen verschieden ist. Erst der berühmte Priestley war es, welcher beobachtete, daß die aus dem Wasser erhaltene Luft sauerstoffreicher ist als die gewöhnliche. Hassenfratz gab dann an, daß das Regenwasser eine Luft entwickele, worin sich fast 40 Procent Sauerstoff befinden, und Ingenhous und Breda waren bei ihren Arbeiten über das Stick-Dry-Gas zu ähnlichen Resultaten gelangt.

Wenn es nun bekannt ist, daß die im Wasser enthaltene Luft reiner ist als die atmosphärische, so gab man auch an, daß der Sauerstoff leichter und reichlicher vom Wasser gelöst werde als der Stickstoff. Fourcroy erwähnt sogar der sonderbaren Thatsache, die er jedoch selbst noch nicht für hinreichend ausgemacht hält, daß das mit Sauerstoff gesättigte Wasser

Wasserstoff absorbire, auf welchen das gewöhnliche Wasser fast keine Wirkung hat. Wir werden späterhin sehen, daß die Wirkung des Wassers auf ein beliebiges Gas durch die Natur derjenigen Luft abgeändert wird, welche bereits darin aufgelöst ist.

In einem kürzlich in England erschienenen Aufsatz hat Henry die Absorption verschiedener Gase durch luftfreies Wasser untersucht. Er bewirkte diese Absorptionen unter einem Druck von zwei bis drei Atmosphären, doch beschäftigte er sich nicht mit Mischungen verschiedener Gase und deren Verwandtschaft zum Wasser. Er beschränkte sich auf die Ermittlung der Menge, welche je nach Verschiedenheit der Temperatur und des Barometerdrucks absorbirt wird, ohne seine Forschungen auf die Wirkung des schon mit anderen Gasen gesättigten Wassers auszudehnen.

Wir glaubten einen so innig mit den eudiometrischen Arbeiten verknüpften Gegenstand nicht übergehen zu dürfen, mit welchem die Chemiker sich bis zur Stunde nur wenig scheinen beschäftigt zu haben. Wir untersuchten die Stärke der Verwandtschaft, durch welche der in Wasser aufgelöste Sauerstoff vom Wasser bei verschiedenen Temperaturen und nach Maßgabe der etwa darin befindlichen Salze zurückgehalten wird. Ferner brachten wir gleiche Mengen einfacher und gemischter Gase mit Wasser in Berührung, und beobachteten die Veränderungen, welche diese Mischungen in ihrer chemischen Zusammensetzung erlitten. Endlich unternahmen wir die Lösung eines für die Geologie höchst wichtigen Problems: ob nämlich das Regenwasser Wasserstoff aufgelöst enthalte.

Alle diese Untersuchungen sind indessen noch nicht weit vorgerückt: sie werden uns aber im Laufe dieses Jahres ferner

beschäftigen, besonders auf den Alpen, welche wir auf dem Wege nach Rom zu durchwandern vorhaben; inzwischen beschränken wir uns darauf einige der wichtigsten Thatsachen mitzutheilen, welche, wie wir uns schmeicheln, nicht ohne alles Interesse für die Physiker sind.

Wurde die ganze Luftmasse gemischt, welche das Wasser beim Sieden giebt, ohne die zuerst übergehenden Theile von den am Ende der Operation entweichenden zu trennen; so fanden wir mit dem Volta'schen Eudiometer, daß das destillirte Wasser, nachdem es wieder atmosphärische Luft aufgenommen hatte, eine Luft giebt, worin sich finden

32,8 Procent Sauerstoff

Seine-Wasser 31,9

Regenwasser 31,0.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß man aus den drei Wasserproben eine Luft erhalten kann, die fast gleich reich an Sauerstoff und um 10 Procent reiner als die atmosphärische Luft ist. Dieser Sauerstoff-Gehalt ist in den Quellwassern veränderlicher, weil dieselben im Inneren der Erde mit Substanzen in Berührung stehen, welche Verwandtschaft zum Sauerstoff haben. Zu einer anderen Zeit lieferte uns das Seine-Wasser eine Luft mit nur 29,1 Sauerstoff, die also um etwas weniger rein war als die Luft aus dem Regenwasser.

Wenn somit das destillirte Wasser, nachdem es wiederum Luft aufgenommen hat, ferner das Regenwasser und das Flußwasser eine Luft entwickeln, deren Gesamtheit viel reiner ist als die atmosphärische; so wird es sehr interessant die Natur der Gas-Gemische zu untersuchen, welche das Wasser bei seiner allmäligen Erhitzung giebt. Dies sind gerade Versuche, in welchen sich die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu

dieser Flüssigkeit in ihrem vollen Lichte zeigt. Wir erhitzten das Seine-Wasser langsam bis zu seinem Siedepunkt, und fingen die nach einander übergehenden, aber ungleichen Luft-Portionen gesondert auf. 200 Theile von jeder Portion ließen wir hierauf mit 200 Theilen Wasserstoffs detoniren, und erhielten dabei folgende Resultate:

Reihenfolge der Luft-Portionen	Absorption	Sauerstoff in 100 Th. der entwickelten Luft
erste	142,0	23,7
zweite	164,5	27,4
dritte	185,0	30,2
vierte	195,0	32,5.

Diese Versuche, die mehrmals wiederholt wurden, beweisen, daß sich zu Anfang eine Luft aus dem Wasser scheidet, welche nur wenig reiner ist als atmosphärische Luft; daß die Reinheit oder die Sauerstoff-Entwicklung dann zunimmt, und daß die letzten von der Wärme ausgetriebenen Gas-Theile die sauerstoffreichsten sind. Bei der Wiederholung dieses Versuchs mit Schneewasser gaben die ersten Portionen 24,0; die letzten 34,8 Sauerstoff. Vielleicht erhielt man, wenn das Wasser noch langsamer erhitzt und die kleine zuerst übergehende Portion Luft noch sorgfältiger getrennt würde, zu Anfang der Operation eine Luft, die noch weniger rein ist als die, welche wir bekamen.

Das Wasser wirkt also auf Sauerstoff und Stickstoff nicht in gleicher Weise, und eine Temperatur-Erhöhung schwächt die Wirkung auf den ersteren weniger als die auf letzteren. Es ist selbst wahrscheinlich, daß die gegen das Ende der Operation entweichende Luft mehr als 32 oder 34 Procent Sauerstoff enthalten würde, wenn nicht das Wasser in dem

zur Aufnahme des Gas-Gemisches dienenden Gefäße sich erwärmte, und eine Luft entwickelte, die anfänglich nur 23 Procent Sauerstoff hat. Diese Entwicklung findet besonders dann statt, wenn der Wasserdampf überzugehen anfängt; und es erklärt sich wohl gerade daraus, weil die Reinheit der zuletzt ausgetriebenen Luft sich mindert und die vier getrennten Portionen ungleiches Volumen haben, daß die gesammte auf einmal erhaltene Luftmasse bis zu 31 Procent Sauerstoff enthält.

Diese ungleiche Wirkung des Wassers auf Sauerstoff und Stickstoff zeigt sich auch beim Auflösen von Salzen. Wir fanden, daß reines Seine-Wasser fast um die Hälfte mehr Luft giebt, als wenn es mit Kochsalz gesättigt ist. Die Ursach dieser Verminderung liegt darin, daß eine beträchtliche Luftmenge während der Auflösung des Salzes schon in der Kälte entweicht. Bei einer sehr genauen Zerlegung fanden sich in dieser Luft nur 22,5 Sauerstoff, während die durch Sieden eines mit Kochsalz gesättigten Wassers entwickelte Luft 30,5 Sauerstoff enthielt. Hieraus ergibt sich, daß das Wasser bei der Auflösung des Salzes einen Theil der gelösten Luft fahren läßt, und daß dieser Theil weniger Sauerstoff enthält als der zurückbleibende.

Die Verdichtung, welche das Wasser bei seinem Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand erfährt, bietet uns eine dritte Classe von Erscheinungen, die den eben besprochenen ähnlich sind. Geschmolzenes Eis giebt nur ungefähr halb so viel Luft wie gewöhnliches Wasser; und es ist dabei bemerkenswerth, daß es diese Luft erst entläßt, wenn seine Temperatur 60° Cent. überschritten hat. Die in zwei ungleiche Portionen vertheilte Luft, welche daraus erhalten