

# Ueber die atmosphärische Luft.

Von

Dr. ERWIN VON SOMMARUGA,

Privatdocent am k. k. Polytechnicum in Wien.

Vortrag, gehalten am 11. Februar 1870.



Das Medium, das uns umgibt, in dem wir leben und durch das wir leben, ist uns jetzt in seinen verschiedenen, höchst merkwürdigen Verhältnissen sehr genau bekannt; doch datirt diese Kenntniss von nicht gar langer Zeit, und um eine Vorstellung zu geben, was für verschiedene Ansichten über die Luft im Laufe der Zeit die gültigen waren, sei es mir gestattet, einen kleinen historischen Rückblick anzustellen.

Aristoteles erklärte sie für eines der vier Elemente, Luft, Feuer, Wasser und Erde, und als Element, d. h. als einfacher Körper galt sie fortan auch lange Zeit. Bis in's fünfzehnte Jahrhundert begnügte man sich mit der Aristotelischen Lehre, und glaubte man noch ferner, eine Verwandlung der Luft in Wasser sei möglich. Diese Ansicht scheint daher zu rühren, dass man die Verdichtung der Wasserdämpfe in der Luft, die wir als Regen und Schnee niederfallen sehen, als eine Verdichtung der Luft selbst ansah.

Paracelsus, der für seine Zeit grosse Kenntnisse besass, behauptete, die Luft sei kein einfacher Körper, sondern sie bestehe aus Feuer und Wasser. Auch dieser Ansicht liegt ein Versuch offenbar zu Grunde. Wird Wasser durch Feuer erwärmt, so kommt es zum Verdampfen und die Wasserdämpfe verschwinden scheinbar in der Luft; sie wurden mit der Luft für ident gehalten, und da Feuer diese Wirkung hervorgebracht hatte, so musste die Luft eine Verbindung von Feuer und Wasser sein, wobei man freilich den Begriff der Verbindung nicht allzu genau präcisirte. Die Ansicht Paracelsus' wurde zuerst von van Helmont, der ungefähr sechzig Jahre nach Paracelsus' Tode thätig war, geleugnet. Er hatte sich von der Unrichtigkeit dieser Ansicht experimentell überzeugt, und hatte ferner auch gefunden, dass sie nicht condensirbar sei, dass sie sich nicht in den tropfbar flüssigen Zustand überführen lasse. Doch wurden diese durchaus richtigen Ansichten van Helmont's erst viel später mit allgemeiner Gültigkeit angenommen. — Dass die Luft zum Athmen unentbehrlich sei, wussten wohl schon die Alten, doch noch bis zum siebzehnten Jahrhundert wusste man nicht, welcher Theil der Luft der das Athmen ermöglichende sei; sie galt als einfacher Körper, und man musste daher auch annehmen, dass sie bei dem Athmungsprocess als einfacher Körper wirke. Ueber die wahre Natur des Athmungsprocesses konnte man freilich erst ein Urtheil gewinnen, nachdem über die

Luft selbst die Ansichten völlig geklärt waren. Dass das Athmen eine Art Verbrennung sei, erwähnt zuerst Silvius de le Boë, und zu gleicher Zeit sprach Hook die Ansicht aus, die Luft enthalte einen salpeterähnlichen Körper. Er schloss dies aus folgendem Versuche. Als er Salpeter so stark erhitzte, dass er schmolz, und noch darüber hinaus, bemerkte er, dass ein brennender Holzspan, über den Salpeter gehalten, mit grosser Lebhaftigkeit brenne. In der Luft glaubte er diesen Körper in verdünntem Zustande vorhanden, und erklärte sich so die normale Erscheinung des Brennens. Mayor beobachtete dieselbe lebhafte Verbrennung, als er Salpeter mit Schwefelsäure erhitzt hatte, und zum Schlusse der Operation Dämpfe entstehen sah, in denen die Verbrennung erfolgte. Wir wissen jetzt, dass in beiden Versuchen Sauerstoff gebildet wird, und dass dieser die Ursache der Verbrennung ist. Mayor constatirte ferner noch die wichtige Thatsache, dass die Luft, in der eine Kerze bis zum Verlöschen gebrannt hatte, untauglich geworden sei, das Athmen eines Thieres zu unterhalten. Denselben Effect brachte auch das Athmen eines Thieres selbst hervor. Hätte dies so lange in einem abgeschlossenen Luftquantum geathmet, bis dies unmöglich geworden war, so verhielt sich die rückständige Luft genau so wie diejenige, in der die Kerze erloschen war, sie konnte auch nicht mehr die Athmung eines anderen Thieres unterhalten. Entscheidend über die Natur der Luft waren erst die Versuche

Priestley's, Scheele's und Lavoisier's. Sie machten erst möglich, durch Zahlen ausdrückbar die Zusammensetzung der Luft zu ermitteln; denn dass die Luft kein einfacher Körper sein konnte, war schon nach den Versuchen Mayor's klar. — Priestley wiederholte die Versuche Mayor's, änderte sie in verschiedener Weise ab, fand aber die gleichen Resultate: Luft, in der ein Körper verbrannt war, war hiedurch untauglich geworden, das Athmen oder Brennen zu unterhalten. Priestley stellte auch den Sauerstoff rein dar, indem er Salpetersäure stark erhitzte, und erkannte ihn als einen Bestandtheil der Atmosphäre. Er gab die Menge Sauerstoff in der Luft zu ein Fünftel der ganzen Menge an. Zu gleicher Zeit wurde durch Rutherford der zweite Bestandtheil der Luft aufgefunden. Dieser Chemiker hatte gefunden, dass Luft, die durch die Athmung eines Thieres untauglich geworden war, zwei verschiedene Gase enthielt, eines, das von der Athmung herrührte, und das er durch Kalilauge entfernte, und ein zweites, das nicht entfernbar war, und auch die Eigenschaft besass, die Verbrennung nicht zu unterhalten. Er widerlegte damit die Ansicht eines anderen Chemikers, Hale's, der behauptet hatte, solche Luft, in der Thiere geathmet hatten, sei nur deshalb unfähig, die Verbrennung zu unterhalten, weil sie mit den Ausathmungsgasen beladen sei.

Scheele fand einige Jahre später, dass die Luft vorwaltend aus zwei Bestandtheilen bestehe, und gab

an, der Sauerstoff betrage ein Drittel bis ein Viertel des Ganzen. Er nannte den Sauerstoff Feuerluft, weil in ihm die Verbrennungen so auffallend lebhaft voringen, doch glaubte er, dass zur Entstehung dieser Feuerluft Wärme vor Allem nothwendig sei. — Lavoisier gilt eigentlich als der Entdecker des Sauerstoffes und er war es, der geradezu aussprach, die Luft bestehe aus Sauerstoff und Stickstoff. Er bewies auch ferner, dass nur der Sauerstoff es sei, der das Verbrennen unterhalte, und dass ohne diesem Verbrennen und Athmen unmöglich seien. Seit dem Jahre 1775 fand diese Ansicht ziemlich ungetheilte Annahme, und von da an sind wir erst in der Lage, in der Weise über die Luft zu sprechen, wie wir es heutzutage thun.

Es sei mir jetzt gestattet, ein Bild der Zusammensetzung der Luft zu geben, wie sich dieselbe aus den sehr zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand zweifellos sicher ergeben hat. Alle die Wege anzugeben, wie ihre Zusammensetzung früher ermittelt wurde, und wie dies jetzt geschieht, würde ermüden, und ich unterlasse deshalb die Aufzählung aller dieser Versuche. — Unter normalen Verhältnissen besteht die Luft aus 21<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Sauerstoff und 79<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Stickstoff nebst einem sehr geringen Antheil (0.04<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) Kohlensäure, der als Mittelwerth gelten kann. Ausserdem findet sich stets Wasserdampf, jedoch in sehr wechselnden Mengen, je nachdem die Luft mehr oder minder damit gesättigt erscheint. Auch ist der Gehalt

von Wasserdampf wesentlich abhängig von der Temperatur und dem herrschenden Barometerstand. Ammoniak, in der Form von kohlen-saurem, salpetrig-saurem und salpetersaurem Ammoniak, ist in äusserst geringen Mengen auch constant in der Luft gefunden worden. Das, was wir als Staub in der Luft schwebend sehen, ist ein Gemenge von kleinen organischen Theilchen mit einer Anzahl von Salzen unorganischen Ursprungs, von denen ich besonders das Kochsalz nenne. — Um ein Bild von der Quantität der in der Luft vorhandenen Hauptbestandtheile zu geben, wollen wir annehmen, dieselbe umgebe die Erde in stets gleicher Dichte, d. h. ohne gegen ihr Ende Verdünnung zu zeigen. Wäre dies der Fall, so würde der Stickstoff eine Schichte von 6432 Metern bilden, der Sauerstoff eine solche von 1657 Metern, der Wasserdampf von 127 Metern, die Kohlensäure von nur 0.2 Metern. Hieraus kann man sich eine Vorstellung machen von den ganz ungeheueren Quantitäten, die von den einzelnen Körpern in der Luft enthalten sind.

Alle Analysen der Luft gaben innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler dieselbe Zusammensetzung, obwohl zu diesen Versuchen Luftproben vom Spiegel des Meeres wie von der Höhe des Montblanc, aus der Umgebung von Städten wie aus wüsten Gegenden überseeischer Continente gedient hatten. Diese völlige Uebereinstimmung der Zusammensetzung der Atmosphäre von so verschiedenen Punkten der Erde musste



mit Recht die Bewunderung der Chemiker erregen; so zwar, dass man eine zeitlang dafür hielt, die Luft müsse eine chemische Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff sein. Doch ist dem nicht so, wie durch zahlreiche gründliche Untersuchungen erwiesen wurde. Von verschiedenen Beweisen dafür, dass die Luft nur ein Gemenge sei, will ich blos zwei anführen. Mischt man freien Sauerstoff und freien Stickstoff in dem Verhältnisse, in dem sie sich in der Luft finden, so erhält man ein Gemenge, dem kein Merkmal der Luft abgeht, das vielmehr in allen seinen Eigenschaften völlig mit der Luft übereinstimmt. — Der zweite Beweis ist folgender. Flüssigkeiten sind im Stande, Gase zu verschlucken, zu absorbiren. Dies geschieht aber nur nach ganz bestimmten Gesetzmässigkeiten, die von der Temperatur und dem auf der Flüssigkeit lastenden Drucke abhängig sind. Absorbirt eine Flüssigkeit zwei Gase gleichzeitig, so geschieht dies so, als ob jedes Gas nur für sich allein vorhanden wäre. Wasser absorbirt nun Sauerstoff und Stickstoff nicht in demselben Verhältnisse, wie sie sich in der Luft finden, was offenbar geschehen müsste, wenn dieselbe eine Verbindung wäre, denn diese würde als solche verschluckt werden; sondern das Wasser absorbirt mehr Sauerstoff als Stickstoff, weil die Löslichkeit des ersteren im Wasser grösser ist, als die des zweiten. Luft, durch Kochen aus Wasser ausgetrieben, enthält 34·9 Rauntheile Sauerstoff auf 65·1 Theile Stickstoff; sie besitzt somit eine wesentlich andere

Zusammensetzung, als die den Erdball umgebende Atmosphäre. Da hienach die Vorstellung, die Luft sei eine chemische Verbindung, aufgegeben werden musste, so frug es sich, woher die überraschende Gleichförmigkeit ihrer Zusammensetzung komme, und diese wollen wir jetzt kurz untersuchen.

Es sind vor Allem zwei Bestandtheile der Luft, die fortwährend in einem sehr lebhaften Kreislauf begriffen sind; es sind der Sauerstoff und die Kohlensäure. Der Sauerstoff wird der Luft entzogen durch alle Verbrennungsvorgänge, zu denen wir zu rechnen haben die Athmung der Menschen und Thiere, die eigentlichen Verbrennungen von Holz, Kohle, Coaks u. s. w., die langsamen Verbrennungen, die ohne Feuererscheinung vor sich gehen, Gährung, Fäulniss und Verwesung. Alle diese Prozesse entziehen der Luft Sauerstoff und liefern als das wichtigste Product Kohlensäure. Bedenkt man nun, dass die Erde von ungefähr 1000 Millionen Menschen bewohnt ist, von denen im Durchschnitt jeder 1000 Grammes Kohlensäure in 24 Stunden in die Luft abgibt, bedenkt man ferner, welche ungeheueren Quantitäten von Brennmaterialien tagtäglich verbrannt werden, und dass hiebei jedes Pfund Kohle  $2\frac{2}{3}$  Pfund Sauerstoff braucht, um  $3\frac{2}{3}$  Pfund Kohlensäure zu geben, und zieht man schliesslich noch alle Verwesungsvorgänge in Betracht, über die wir keine bestimmten Zahlen anzugeben vermögen, so muss die oben erwähnte Gleichförmigkeit der Zusammensetzung der Luft in

der That sehr merkwürdig erscheinen. Ich will hierbei die directe Ausgabe von Kohlensäure an manchen Punkten der Erdoberfläche gar nicht besonders betonen, obwohl sie an sich ganz respectable Mengen liefert; sie ist aber den früher genannten Factoren gegenüber ganz verschwindend. Die auf so verschiedenen Wegen in die Luft gelangte Kohlensäure, deren Entstehung der Sauerstoff der Luft bedingt, müsste sehr bald die normale Zusammensetzung der Luft beeinträchtigen, wenn nicht ein Factor vorhanden wäre, der diese Oxydationserscheinungen in seiner Weise wieder rückgängig machte. Dieser Factor ist die Pflanzenwelt. Die Pflanze nimmt ihre Nahrung zum Theil aus dem Boden, zum Theil aus der Luft. Aus dieser vor allem die Kohlensäure, die sie in ihren Organen auf ganz merkwürdige Weise zu jenen complicirten Verbindungen verarbeitet, die die pflanzlichen Gewebe zusammensetzen. Von der Kohlensäure behält die Pflanze fast ausschliesslich den Kohlenstoff und gibt durch ihre Blätter den Sauerstoff wieder in die Luft zurück, aus der er stammt. Die Pflanzenwelt reducirt den Kohlenstoff, den die Thierwelt oxydirt hatte. Diese reducirende Thätigkeit der Pflanzen vollzieht sich besonders am Tage unter Mitwirkung der chemisch wirksamen Strahlen des Sonnenlichtes, wenn sie auch bei Nacht nicht völlig aufhört. Durch dieses ganz merkwürdige Entgegenwirken der Thierwelt und Pflanzenwelt ist nur das Gleichgewicht bedingt, dessen Bestehen uns die Analyse der Luft

eben lehrt. Würde irgendwo die Thierwelt sich bedeutend vermehren, somit mehr Kohlensäure produciren, als unter normalen Verhältnissen, so hätte dies zur unausbleiblichen Folge, dass die Pflanzenwelt überaus stark sich entwickelte, und sofort wieder die von den Thieren gelieferte Kohlensäure verarbeiten würde. Nach dieser Auseinandersetzung erkennen wir den bekannten Satz: ohne Thiere keine Pflanze und ohne Pflanze kein Thier, als völlig der Wahrheit der Dinge entsprechend. Ich will bei dieser Gelegenheit an einen solchen abnormen Zustand auf unserer Erde erinnern, der zur Zeit der Steinkohlenwälder bestanden haben muss. Damals musste die Luft viel mehr Kohlensäure enthalten haben; sie war für die Pflanzen, die sich entwickelten, ganz besonders geeignet; alle Theile der Vegetation bewegten sich in Dimensionen, für die wir heutzutage keine Analogie haben. Dafür aber konnte sie nur Thieren niedrigerer Organisation den Athmungsprocess ermöglichen, denn nur solche Thiere finden sich in den Steinkohlenablagerungen erhalten. Als die Wälder begraben wurden in Folge einer colossalen geologischen Revolution enthielt die den Erdball umgebende Luft schon so viel Sauerstoff, dass auch höher organisirte Thiere in ihr leben konnten, und in der That enthalten die Schichten, die jüngeren Datums sind, als die der Steinkohlenperiode, bereits solche Thierüberreste in reichlicher Menge. Die Kohlensäuremenge, die sich jetzt in der Luft befindet, würde genügen, eine gleichmässig über

die ganze Erde verbreitete Wiese durch 3—4 Jahre zu ernähren: nach dieser Zeit würde sie vollkommen aufgezehrt sein, und das pflanzliche Leben hätte auf der Erde sein Ende gefunden. — Sauerstoff und Kohlenstoff sind aber nicht allein im steten Kreislaufe begriffen, auch der Stickstoff hat einen solchen zu durchlaufen, denn nirgends in der Natur findet sich Ruhe. Der Stickstoff dient bei der Athmung und Verbrennung nur als ein Verdünnungsmittel für den Sauerstoff, denn reiner Sauerstoff würde für unsere Athmungsorgane geradezu schädlich sein. Der Stickstoff nimmt an diesen Vorgängen keinen Antheil, er gelangt so, wie er in die Lunge gekommen ist, auch wieder zurück in die Atmosphäre. Dagegen spielt er in einer anderen Richtung eine sehr wichtige Rolle. Viele organische Substanzen enthalten als wesentlichen Bestandtheil Stickstoff, es sind dies die sogenannten Eiweisskörper, die die Muskelfaser, die Gewebe des menschlichen, thierischen und pflanzlichen Organismus und, wie der Name sagt, das Weisse des Eies u. s. w. bilden. Solche Körper gehen nun nach dem Aufhören des Lebens des Thieres einen Zersetzungsprocess ein, dessen Endglieder auch Kohlensäure und Wasser sind: der gesammte Stickstoff dagegen wird fast ausschliesslich in der Form von Ammoniak entbunden, und aus dieser Quelle stammt der Gehalt der Luft an Ammonsalzen, den ich bereits erwähnt habe. Freies Ammoniak entsteht nun wohl im ersten Momente, doch findet es reichlich Körper, mit denen es sich

zu Salzen verbinden kann, wie dies seiner basischen Natur entspricht. Eines dieser Salze ist das kohlen-saure Ammoniak, dessen Säure durch die Verwesung der Pflanze gleich mitgebildet wird. Zwei andere Salze sind aber von noch grösserem Interesse. In der Luft findet sich der Sauerstoff einem geringen Theile nach in jener verdichteten potencieirten Form, die wir Ozon nennen: es rührt von sehr verschiedenen Processen her; einer derselben sind die elektrischen Entladungen bei Gewittern, die gewöhnlichen Sauerstoff in Ozon überzuführen vermögen. Ozon ist nun im Stande, das Ammoniak zu oxydiren; es verbrennt den Wasserstoff in einem Theile des Ammoniak zu Wasser und verbindet sich mit dem freiwerdenden Stickstoff zuerst zu salpetriger Säure. Diese beiden Säuren treten nun sofort mit Ammoniak in Verbindung, und auch diese beiden Salze sind, wenn auch in geringer Menge, in der Luft nachgewiesen worden. Erfolgte durch Abkühlung der Luft eine Verdichtung des Wasserdampfes, so nimmt das gebildete Wasser die in der Luft sich befindlichen Salze in sich auf, es löst sie und führt, als Regen auf die Erde niederfallend, sie der Erdkrume zu. Aus dieser nimmt nun die Pflanze sie auf, verarbeitet sie zu ihren Geweben und Zellen, und das Thier, und schliesslich der Mensch, der sich von beiden nährt, erhält auf diesem Wege den nöthigen Stickstoff zum Aufbau des eigenen Organismus. Mit dem Aufhören des Lebens beginnt von neuem die

mannigfache Reihe von so verschiedenen Processen, die wir eben den Stickstoff durchlaufen sahen.

Nach dieser kurzen Erörterung der Verhältnisse unserer Atmosphäre sei es mir gestattet, mit der Bemerkung zu schliessen, dass, wenn auch scheinbar Ruhe und Stillstand in der Natur sich irgendwo zeigt, dass dies nur scheinbar der Fall ist, denn die kleinsten Theilchen der Körper, die sich der directen Wahrnehmung entziehen, sind niemals in Ruhe, sondern in steter Bewegung begriffen. Die besprochenen Vorgänge in der Luft, die wir nur in ihren Erdproducten erfassen können, beweisen dies auf das deutlichste.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1870

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Sommaruga Erwin Franz Freiherr von

Artikel/Article: [Ueber die atmosphärische Luft. 383-397](#)