

# Ueber die Eigenschaften der Gase.

Von

Dr. H. WEIDEL.

Vortrag, gehalten am 15. März 1871.



Die Luft und alle mit ihr ähnlich beschaffenen Körper führen den Namen Gase oder gasförmige Körper.

Sie theilen mit allen andern Körpermassen die Eigenschaft, Gewicht zu besitzen und einen Raum auszufüllen; sie haben aber keines eine selbstständige Form noch ein bestimmtes Volumen. Der Raum, den sie ausfüllen, hängt einzig und allein von dem äussern Drucke ab.

Man kann eine Luftmasse leicht auf den zwei-, drei- und vierfachen so grossen Raum bringen, wenn man sie unter den zwei-, drei-, viermal so grossen leeren Raum bringt und umgekehrt kann man so auch den Raum, durch Erhöhung des Druckes, verringern.

Aus dem Gesagten sieht man schon das Bestreben der Gase, jeden ihnen dargebotenen Raum auszufüllen.

Es ist dies eine Eigenschaft, die sie mit den flüssigen Körpern theilen, sie jedoch selbst in einen noch viel höherem Maasse besitzen.

Der Unterschied der Gase von den festen und flüssigen Körpern liegt nur in der verschiedenen molecularen Constitution derselben; und zwar nimmt man an, dass die kleinsten Theile der festen Körper nicht nur in einer bestimmten Entfernung von einander seien, sondern auch in einer bestimmten gegenseitigen Lage sich befinden; bei den Flüssigkeiten findet man sie zwar auch noch in einer bestimmten Entfernung, doch sind die einzelnen Theilchen sehr leicht verschiebbar aneinander, während man endlich bei den Gasen ein Bestreben der kleinsten Theilchen findet, sich möglichst weit von einander zu entfernen.

Manchmal gelingt es uns, die Kraft, mit welcher die kleinsten Theilchen in ihrer bestimmten gegenseitigen Lage zu bleiben suchen oder die bestimmte Entfernung zu ändern, d. h. wir kennen dann denselben Körper: fest, flüssig und gasförmig. Ein solches Beispiel bietet uns der Schwefel, den man durch Erwärmen flüssig und durch noch stärkeres Erhitzen endlich dampfförmig machen kann. Weitere derartige Beispiele sind das Zink und das Quecksilber u. s. w.

Nach dem früher Gesagten, dass die Gase jeden ihnen dargebotenen Raum ausfüllen, sollte man glauben, dass die Atmosphäre das Weltall gleichmässig ausfüllen müsste; während man ja doch aus Berechnungen, Messungen und Beobachtungen folgern kann, dass die Luft höchstens bis zu einer Höhe von 10 Meilen reiche. Wie erklärt sich nun dieser Widerspruch?

Derselbe verschwindet vollständig, wenn man bedenkt, dass jeder kleinste Theil oder Molekül eines Körpers auf seine benachbarten zwei Kräfte ausübt und zwar eine anziehende und eine abstossende.

Bei den gasförmigen Körpern ist die abstossende Kraft grösser als die anziehende. Diese Kraft wird jedoch über eine gewisse Entfernung nicht mehr wirken können; haben sich nun die einzelnen Gasmoleküle schon so weit von einander entfernt, dass das Maximum, bis zu welchen noch eine abstossende Kraft ausgeübt werden kann, überschritten, so kann auch keine weitere Ausbreitung mehr stattfinden, da die Wirkung dieser molecularen Kräfte, wegen zu grosser Entfernung der kleinsten Theilchen, nicht mehr ausgeübt wird.

Nach diesem kann man leicht folgern, dass die obersten Luftschichten sehr verdünnt sein müssen, wie man ja auch aus directen Beobachtungen weiss, dass die unteren Schichten dichter sind, was daher kommt, weil jede obere, noch so klein sich gedachte Luftschichte einen Druck auf die untere ausübt; jede tiefere Schichte der Luft wird immer den Druck oder das Gewicht der ober ihr befindlichen Luftmasse auszuhalten haben, daraus ersieht man, dass nach unten der Druck immer zunehmen muss, in Folge dessen werden die unteren Luftmassen mehr zusammengedrückt, und daher dichter.

Die Schwere der Luft ist heutzutage eine unbestrittene Thatsache, und doch war es erst Toricelli im siebzehnten Jahrhundert, der den Beweis hiefür lieferte, vor ihm zwar schon vermuthete Vitruvius und später-

hin Rey, die Schwere derselben, ohne jedoch einen Beweis zu führen. Nachdem es Toricelli gelungen ist, das Gewicht der Luft ausser allem Zweifel zu setzen, erst von da ab wurde das Studium der Eigenschaften der Gase sowohl vom physikalischen als chemischen Standpunkte ein reges.

Pristerly und Lavoisier (18. Jahrhundert) verglichen die Gase in Bezug auf ihre Schwere, fanden bald eine grosse Differenz der Gewichte der Gase, und waren die ersten, die entdeckten, dass die Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf die Volumina und auf das Gewicht der Gase ausübe; sie waren die ersten, die dem Begriffe des spezifischen Gewichtes Ausdruck gaben, indem sie das Gewicht eines bestimmten Volumens Gas verglichen mit dem Gewichte eines gleich grossen Volumens Luft.

Keineswegs waren ihre Untersuchungen fehlerfrei, nachdem sie sich weder vom Drucke der Luft, noch von der herrschenden Temperatur unabhängig machen konnten, erst Gay Lussac gelang es aus seinen zahlreichen Beobachtungen ein Gesetz abzuleiten, welches den Zusammenhang der Temperatur, mit dem Volumen eines Gases, Ausdruck gab.

Dieses Gesetz, welches noch immer unter dem Namen „des Gay Lussac'schen“ bekannt ist, lautet: die Ausdehnung eines Gases ist direct proportional mit der Temperaturerhöhung.

Je grösser die Temperatur war, unter der er ein bestimmtes Volumen Gas beobachtete, desto grösser war auch das Volumen desselben.

Er beobachtete, dass sich bei der gleichen Temperaturzunahme alle Gase um dieselbe Grösse ausdehnen, und fand, dass die Ausdehnung für jeden Grad der Temperaturerhöhung die gleiche sei; dadurch, dass er die Ausdehnung eines gegebenen Volumens Luft, welche dasselbe bei einer Temperaturerhöhung von 0—100 Grad erlitt, bestimmte, war er der erste, der den Ausdehnungscoëfficienten der Gase ermittelte; er fand so, dass sich die Gase bei einer Erwärmung von 0—100 Grad um 0.375 Theile ihres Volumens ausdehnten.

Bei diesen Versuchen machte er jedoch die Annahme, dass sich während der Zeit seiner Beobachtung der Luftdruck nicht geändert habe.

Dieses Gesetz fand er auch giltig für die Dämpfe; er sah sich dadurch genöthigt, den Unterschied, welchen man bis dahin zwischen den Gasen und Dämpfen machte, zu bekämpfen, und nannte die Dämpfe „elastisch condensirbare Flüssigkeiten,“ während er diejenigen Gase, welche bei niederer Temperatur nicht flüssig erhalten werden konnten, „elastisch nicht condensirbare Flüssigkeiten nannte.“

So wie es Gay Lussac gelang, das Verhältniss, welches zwischen dem Volumen und der Temperatur eines Gases bestand, zu ergründen, ebenso ist es Mariotte gelungen, die Abhängigkeit des Volumens eines Gases von dem herrschenden Luftdrucke festzustellen. Dieses Gesetz, das Mariotte'sche genannt, lautet: „Die Volumina der Gase stehen im umgekehrten Verhältnisse mit dem Drucke, unter welchem sie sich befinden.“

Er fand, dass man den Druck steigern müsse, um das Volum eines Gases constant zu erhalten, wenn die Temperatur eine grössere wurde.

Die Kraft nun, mit welcher sich ein Gasvolum bei seiner Erwärmung auszudehnen sucht, die durch den grösser werdenden Druck gemessen werden kann, nannte er die Spannkraft desselben, und drückte sein Gesetz auch noch so aus: „Der Rauminhalt einer gegebenen Gasmenge steht im umgekehrten Verhältnisse mit seiner Spannkraft.“

Um Gasvolumen mit einander vergleichen zu können, hat man sich geeinigt, sie alle auf das Volumen zu beziehen, welches sie bei 0 Grad und 760 Millimeter Druck einnehmen würden, und heisst dann dieses Volumen, welches man aus einer einfachen mathematischen Formel berechnen kann, das reducirte Volumen.

Das Gay Lussac'sche als auch das Mariotte'sche Gesetz sind von allgemeiner Giltigkeit, nur bei den Dämpfen erleiden sie eine Abweichung in der Nähe des Siede- oder Condensationspunktes; diese Abweichung, welche die Gase bei sehr hohem Drucke vom Mariotte'schen Gesetze zeigen, führte auf die Idee, ob man die elastisch nicht condensirbaren Gase nicht auch durch hohen Druck verflüssigen könne; Versuche dieser Art bestätigten die Richtigkeit dieser Annahme und Davy sowohl als Faraday waren die ersten, welche das Chlor, ein bis dahin für permanent gehaltenes Gas, durch hohen Druck in flüssige Form brachten.

Spätere Versuche bewiesen die Richtigkeit dieser Anschauung auf das schärfste, und es ist gelungen, alle Gase durch hohen Druck und Temperaturerniedrigung in flüssige Form zu bringen; nur der Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und das Kohlenoxyd konnten bis jetzt nicht condensirt werden; es ist inzwischen kein Zweifel vorhanden, dass sie auch flüssig erhalten werden können, nur fehlen hierzu noch die nöthigen Apparate.

Aus dem Gay Lussac'schen und Mariotte'schen Gesetze folgte Avogadro mit Zuhilfenahme der chemischen Zusammensetzung der gasförmigen Körper einen Satz, den ich hier nicht beweisen kann, da er zu weit in das Gebiet der höheren Rechnung führen würde, er lautet: „in gleichen Volumen von Gasen, die sich unter demselben Drucke und unter derselben Temperatur befinden, sind gleichviel kleinste Theilchen oder Molecüle.“ Ein Satz, der für die weitere Entwicklung der Chemie von allergrösster Bedeutung geworden ist.

So wie die Erforschung der physikalischen Gesetze und Eigenschaften der Gase erst den letzten Jahren aufbewahrt gewesen ist, ebenso sind es auch die chemischen, die ebenfalls erst in unserem Jahrhundert näher ergründet wurden.

In der ältesten Zeit (Aristoteles) stellte man sich die Luft als ein leichtes Element vor, welches nach oben strebe, das aber in Wasser und Erde verwandelt werden könne. Plinius erst beschreibt uns individuelle verschiedene Luftarten und zwar erwähnt er die erstickende Luft, die an manchen Orten der Erde

ausströme, beschreibt ferner die brennbare Luft, die manchmal in Bergwerken vorkäme, bezeichnet sie aber insbesondere mit dem Namen „verdorbene gemeine Luft.“

Ebenso wenig schenkte man den Gasen, welche sich bei den chemischen Operationen entwickelten, Beachtung, und bezeichnete eine derartige Entwicklung als ein Hervorbrechen der gemeinen Luft. Ich will hier nicht lange eine Entdeckungsgeschichte der verschiedenen Gase geben, die man bis Lavoisier für veränderte Luft hielt, sondern will nur anführen, dass es der Genannte war, der die Ansicht aussprach, dass die verschiedenen Gase Verbindungen von noch unbekanntem verschiedenen Elementen mit Wärmestoff seien. Eine Ansicht, die zwar auch nicht vollständig richtig war, aber sich doch der Wirklichkeit näherte.

Diese verschiedenen Elemente, die Lavoisier vermuthete, lernte die spätere Zeit wirklich kennen und darstellen. Auf welche Weise diese Darstellung der gasförmigen Elemente gemacht wurde, welche verschiedenartige Wege und Combinationen nöthig waren, um zum Ziele zu gelangen, will ich hier nicht erwähnen, da es mich in meinen Betrachtungen zu weit führen würde, ich will nur z. B. erwähnen, dass man die Luft als ein Element anzusprechen, bald aufgeben musste, und sie vielmehr als ein Gemenge von zwei Elementen: dem Sauerstoff und dem Stickstoff, kennen lernte.

Die gasförmigen Elemente zeigen im wesentlichen dasselbe chemische Verhalten gegen einander wie die festen und flüssigen, sie zeigen das nämliche Bestreben sich miteinander zu verbinden, oder sich mit festen oder flüssigen Grundstoffen zu vereinigen, wie man es bei den letzteren schon lange kennt, und ebenso verhalten sich auch die zusammengesetzten Gase gegenüber den festen und flüssigen zusammengesetzten Körpern, wenn überhaupt chemische Verwandtschaft unter ihnen besteht.

Zeigen jedoch die Gase keine chemische Verwandtschaft zu einander, so tritt eine eigenthümliche Bewegungserscheinung ein, wenn zwei oder mehrere derartige Gase in Räume gebracht werden, die durch poröse Scheidewände von einander getrennt sind, man heisst sie die Diffusion.

Die Diffusion besteht darin, dass die in ihren specifischen Gewichten verschiedenen Gase nach und nach sich mengen, d. h. den Raum nach einer gewissen Zeit vollständig gleichmässig erfüllen. Nimmt man zu einem solchen Versuche z. B. Kohlensäure und Wasserstoff und bringt sie übereinander, trennt sie durch eine poröse Scheidewand, so steigt die specifisch schwerere Kohlensäure in dem leichteren Wasserstoff auf und umgekehrt steigt der Wasserstoff in der Kohlensäure nieder, kurz die Gase füllen den Raum aus, der ihnen dargeboten ist, als wenn sie allein vorhanden wären.

Das Durchtreten der Gase durch die Scheidewand dauert so lange an, bis das Gemenge der Gasarten ein gleichartiges ist.

Flüssige und feste Körper, die keine chemische Verwandtschaft zu den Gasen haben, können dieselben doch in grossen Quantitäten öfters aufnehmen, so z. B. kann ein Volum Wasser das 400fache seines Volums Ammoniakgas absorbiren oder auflösen.

Wasser kann auch Luft absorbiren, treibt man jedoch die absorbirte Luft durch Kochen wieder aus und untersucht sie, so zeigt es sich, dass diese Luft nun sauerstoffreicher ist.

Die bisher besprochenen Eigenschaften sind die wichtigsten, welche die Gase haben, ihre richtige Erkenntniss war ein wesentliches Moment für die grossartigen Fortschritte, die die Naturwissenschaften in den letzten Jahrzehnten gemacht haben, die weitere Erforschung von jetzt noch nicht bekannten Gesetzen, wird ohne Zweifel auch in Zukunft der Wissenschaft von grösstem Nutzen sein.

---

# 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: 1871

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Weidel Hugo

Artikel/Article: [Ueber die Eigenschaften der Gase. 345-356](#)