

Thema: Luft

1. Zusammensetzung der Luft

Die Luft ist für uns lebensnotwendig, da sie vom Menschen zum Atmen gebraucht wird. Jedoch ist der Sauerstoff, der dafür verantwortlich ist, nur einer der Bestandteile der Luft. [1] Grundlegend ist nun, diese Bestandteile zu identifizieren und in der Luft zu belegen. Der nachfolgende Versuch dient zum Nachweis von Sauerstoff in der Luft.

1.1 Hauptbestandteile

Versuch 1: Experiment zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in der Luft

Geräte und Chemikalien:

Pneumatische Wanne, Glasglocke, Feuerzeug, Kerze, Stativ, Glasstopfen, Wasser (H_2O), Methylenblau

Aufbau und Durchführung:

Die pneumatische Wanne wird mit Wasser gefüllt und dieses mit Methylenblau angefärbt. Anschließend platziert man die Kerze in der Mitte der Wanne und entzündet sie mit dem Feuerzeug. Danach stülpt man die Glasglocke darüber und klemmt diese so im Stativ fest, dass der Rand unter Wasser ist aber nicht den Boden der Wanne berührt. Die Glasglocke wird mit dem Glasstopfen verschlossen.

Beobachtung:

Der Wasserspiegel in der Glocke steigt immer mehr an. Nach einiger Zeit erlischt die Kerze.

Ergebnis:

Die Kerze reagiert bei der Verbrennung mit dem Sauerstoff (O_2) der Luft. Es entsteht Kohlenstoffdioxid (CO_2). Das CO_2 löst sich im Wasser. Dadurch herrscht in der Glasglocke ein Unterdruck, der durch das Nachfließen des Wassers ausgeglichen wird. Die Differenz des alten und des neuen Wasserstandes entspricht dem Volumenanteil des Sauerstoffs in der Luft, den die brennende Kerze verbraucht hat. [2]

Aus diesem Versuch können wir schließen, dass die Luft ein Gasgemisch ist und ca. aus 20 % Sauerstoff besteht. Dieser ist bei Raumtemperatur ein farbloses Gas (O_2) und ist das Element (O), das am häufigsten in der Erdkruste auftritt. Es ist neben der Luft (als O_2) auch noch im Wasser gebunden und in weiteren Verbindungen auf der Erde vorhanden (Silikate, Carbonate, Oxide) [3].

Die Herstellung von reinem Sauerstoff erfolgt in großem Umfang durch Verflüssigung und anschließende Destillation der Luft. [4]

Es bleibt jedoch nach diesem Versuch die Frage offen, welches Gas sich nun noch in der Glasglocke befindet und aus welchen Bestandteilen die Luft wirklich besteht. Dies wird zum Teil durch den anschließenden Versuch herausgefunden.

Versuch 2: Nachweis von Stickstoff mit dem Glimmspan

Geräte und Chemikalien:

Glimmspan, Feuerzeug, Glasglocke, Stickstoff aus der Luft von Versuch 1

Aufbau und Durchführung:

Ein brennender Glimmspan wird in die Glasglocke aus Versuch 1 eingeführt.

Beobachtung:

Der Glimmspan erlischt.

Ergebnis:

In der Glasglocke befindet sich Stickstoff (N_2), da dieser die Verbrennung nicht unterhält und die Flamme erstickt. [5]

Der Versuch zeigt, dass die Luft zu einem sehr großen Anteil aus Stickstoff besteht (ca. 78 %). Dieser ist ein farbloses Gas, das wie der Sauerstoff durch die fraktionierende Destillation der Luft hergestellt [3] und von Mikroorganismen in der Erde genutzt wird, um ihren Nährstoffbedarf zu decken. [1]

1.2 Weitere Bestandteile der Luft

Ungefähr 1 % der Luft besteht weder aus Sauerstoff, noch aus Stickstoff [5]. Der nächste Versuch trägt dazu bei, auch diese Bestandteile zu identifizieren.

Versuch 3: Nachweis von Kohlenstoffdioxid (CO_2) in der Atemluft [6]

Geräte und Chemikalien:

Reagenzglas, Glasrohr, Bariumhydroxid ($Ba(OH)_2$)

Aufbau und Durchführung:

Das Reagenzglas wird bis zur Hälfte mit Bariumhydroxid ($Ba(OH)_2$) gefüllt. Anschließend wird durch das Glasrohr gepustet. Dabei ist darauf zu achten, dass die Endung des Glasrohres in die Lösung eintaucht.

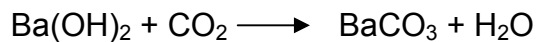
Beobachtung:

Es entsteht ein weißer Feststoff.

Ergebnis:

Das Bariumhydroxid hat mit dem Kohlenstoffdioxid aus der Luft reagiert. Es entstehen Bariumcarbonat ($BaCO_3$) und Wasser.

Reaktionsgleichung:



Allgemein stellen wir fest, dass sich in der ausgeatmeten Luft Kohlenstoffdioxid befindet. Daraus kann man folgern, dass sich CO_2 somit auch in der Luft in unserer Umgebung befindet. Dies führt zur Identifikation eines weiteren Bestandteils der Luft, dem Kohlenstoffdioxid. CO_2 wird von den Pflanzen aufgenommen und bei der Photosynthese zu Sauerstoff und Traubenzucker umgewandelt. [1]

Des Weiteren besteht die Luft noch zu einem sehr geringen Anteil aus Edelgasen. Diese lassen sich jedoch aufgrund ihrer Reaktionsträgheit sehr schwer nachweisen.

Die Bestandteile der Luft sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Hauptbestandteile und Edelgasanteile der Luft bei 0 °C und 1013 hPa [3]

Stoff	Summenformel	Volumenanteil (%)
Stickstoff	N_2	78,08
Sauerstoff	O_2	20,95
Kohlenstoffdioxid	CO_2	0,03
Helium	He	0,0005
Neon	Ne	0,0016
Argon	Ar	0,93
Krypton	Kr	0,0001
Xenon	Xe	0,000008

2. Luftverschmutzung

Neben den oben aufgeführten Bestandteilen der Luft existieren auch andere Gase, die in „reiner“ Luft nicht vorhanden sind. Beispielsweise setzt die Industrie durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen gewaltige Mengen von Abgasen frei. [7]

2.1 Treibhauseffekt

In diesen Abgasen ist Kohlenstoffdioxid enthalten, welches mit zu den Hauptverursachern des Treibhauseffektes gehört. Außerdem sind Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKWs), Methan, Lachgas, Ozon und Wasserdampf dafür verantwortlich. Diese lassen zwar zum Einen das sichtbare Sonnenlicht zu uns vordringen, verhindern aber zum Anderen das Entweichen der vom Boden abgestrahlten Wärme. Der genannte Prozess wird als Treibhauseffekt bezeichnet. [3]

Diese Gase sind in geringem Maße natürlich vorhanden, da sonst die Temperatur auf der Erde um 30 °C kälter und kein Leben möglich wäre. Durch den Menschen haben jedoch die Treibhausgase zugenommen. Deshalb wird eine zukünftige Erwärmung der Erde vermutet. Folgen können beispielsweise vermehrte Unwetter und ein Anstieg des Meeresspiegels sein. [3, 7]

2.2 Zerstörung der Ozonschicht

Durch die FCKWs sowie Lachgas, die auch für den Treibhauseffekt mitverantwortlich sind, entsteht ein weiteres Umweltproblem. [3] Die Erde ist von einer Schicht aus Ozon (O_3) umgeben. O_3 ist eine besondere Erscheinungsform des Sauerstoffs und bereits in großer Verdünnung hochgiftig. [4] Die Ozonschicht stellt eine Art Schutzschicht der Erde dar, da sie die energiereiche Strahlung (UV-Licht) der Sonne absorbiert. Diese Strahlung kann ansonsten zu Hautkrebserkrankungen und Augenschädigungen führen. [3] Die FCKWs in der Atmosphäre werden durch die UV-Strahlung zerstört. Dabei entstehen Chlorradikale, die das Ozon abbauen und somit die Ozonschicht zerstören. Auch dadurch ist ein Ozonloch über der Antarktis entstanden, das stetig anwächst und die UV-Strahlung auf den Boden durchdringen lässt. [3, 4]

2.3 Smog/ Ozonsmog

Weitere Abgase der Industrie und der Autos sind Stickstoffoxide (NO , NO_2) und Schwefeldioxid (SO_2). Diese können sich bei Inversionswetterlagen und wenig Wind in den bodennahen Luftschichten sammeln. Dies führt zu Smog, der gesundheitsschädlich für den Menschen ist. [7] Außerdem können z. B. Stickstoffoxide in den heißen Sommermonaten durch die UV-Strahlung zur Bildung von Ozon beitragen. Bei diesem sogenannten "Sommer-Smog" können gefährliche Verbindungen, wie z. B. vermehrt Ozon entstehen, das zu Belastungen der Atemwege führen kann. [1, 3]

2.4 Saurer Regen

Die bereits erwähnten Stickstoffoxide und Schwefeldioxid in der Luft können bei Regen zu Säuren reagieren. Dies wird als saurer Regen bezeichnet. Dabei kann es zu einer Übersäuerung des Bodens kommen und somit zu einer Schädigung von Pflanzen. Aber auch der Mensch kann durch den im Grundwasser enthaltenen sauren Regen Schaden davontragen. Außerdem können Kunstwerke und Bauten aus Kalk- oder Sandstein schneller verwittern und somit zerstört werden. [3]

2.5 Gegenmaßnahmen

Durch den Einbau von Katalysatoren in Autos ist deren Schadstoffausstoß weitgehend reduziert worden. In der Industrie werden außerdem Filter-, Entschwefelungs- und Entstickungsanlagen verwendet. Der Gebrauch von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen ist heutzutage weitgehend verboten, jedoch wird der daraus resultierende Effekt erst in einigen Jahren zu bemerken sein. Bei Smogalarm in den Städten müssen Fahrverbote erteilt und die Heizungen gedrosselt werden [1]. Vor kurzer Zeit wurden zusätzlich in den Großstädten sogenannte Umweltzonen eingerichtet.

3. Sauerstoff & Atmung

Zu Beginn haben wir festgestellt, dass Sauerstoff zum Atmen notwendig ist. Luft ist ein Gasgemisch, bei dem der Sauerstoff einen Bestandteil darstellt. Sauerstoff und Luft haben somit unterschiedliche Dichten. Versuch 4 zeigt, wie man das demonstrieren kann.

Versuch 4: Dichte von Sauerstoff

Geräte und Chemikalien:

2 Reagenzgläser, 2 Gummistopfen, 2 Glimmspane, Feuerzeug, Sauerstoff (O₂)

Aufbau und Durchführung:

Beide Reagenzgläser werden mit Sauerstoff gefüllt. Danach wird ein Reagenzglas mit der Öffnung nach unten und eines mit der Öffnung nach oben gehalten. Anschließend werden beide Stopfen entfernt und 30 Sekunden gewartet. Danach wird beides Mal die Glimmspanprobe durchgeführt.

Beobachtung:

Beim Reagenzglas mit der Öffnung nach oben leuchtet der Glimmspan hell auf. Beim Reagenzglas mit der Öffnung nach unten nicht.

Ergebnis:

Sauerstoff hat eine größere Dichte als Luft (O₂: 1,43 g/l, Luft: 1,29 g/l). Aus diesem Grund entweicht der Sauerstoff, wenn die Öffnung des Reagenzglases nach unten gehalten wird. Somit ist die Glimmspanprobe hier nicht positiv. [8]

4. Lehrplanbezug

Das Thema Luft ist Teil des Lehrplankapitels 8.5 (mathematischer - naturwissenschaftlicher - technischer Zweig) und 9.5 (wirtschaftlicher Zweig, fremdsprachlicher Zweig und hauswirtschaftlicher, sozialer Zweig): „Oxidation und Reduktion als Sauerstoffübertragung“. Im Zweig I können die Versuche 1, 2, 3 beim Abschnitt Luft als Gasgemisch eingesetzt werden. Versuch 1 kann jedoch auch im Zweig II/III zur Erarbeitung des Themas „Oxidation als Sauerstoffaufnahme“ hilfreich sein. Die behandelten Schlagworte der Luftverschmutzung sind in allen Zweigen beinhaltet im Abschnitt „Verunreinigung der Luft; Folgen der Verschmutzung und Möglichkeiten der Reinhaltung“. Der Versuch 4 kann beim Kapitel „Sauerstoff und Ozon: Eigenschaften und Bedeutung“ verwendet werden. [9]

5. Literatur

- [1] I. Hefner: Galvani Chemie 1 – Ausgabe B, Bayerischer Schulbuchverlag, München, 2007, S. 27 - 29
- [2] H. Boeck: Chemische Schulexperimente - Band 3, Anorganische Chemie 2. Teil; Harry Deutsch Verlag, Frankfurt am Main, 1978, S. 220 - 221
- [3] E. Riedel: Allgemeine und Anorganische Chemie, 7. Auflage, W. de-Gruyter-Verlag, Berlin, 1999, S. 240, 243, 343, 346 - 348, 364, 365
- E. Riedel: Anorganische Chemie, 5. Auflage, W. de-Gruyter-Verlag, Berlin, 2002, S. 644 - 647

- [4] K. Häusler, P. Pfeifer, H. Rampf: Elemente der Zukunft: Chemie 1, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 1989, S. 47, 49
- [5] W. Beck, L. Killian, P. Mölle, K. Wichmann: Chemie 1, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, 1992, S. 68
- [6] G. Jander, E. Blasius: Einführung in das anorganische-chemische Praktikum, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 2005, S. 113
- [7] H. Kiechle, K. Gallenberger: Chemie 9, 1. Auflage, Bayerischer Schulbuchverlag, München, 1992, S. 106, 107
- [8] P. Kral, W. Rentsch, H. Weissel: Einfache chemische Experimente für Schule und Ausbildung, 1. Auflage, Klett Verlag, Stuttgart, 1989, S. 46, 48
- [9] <http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=09bcb6c85ff0ae42140f75a330808b43> (23.11.2010)
<http://www.isb.bayern.de/isb/download.aspx?DownloadFileID=84d94f2b6516a878bd73df0d84d027dd> (23.11.2010)