

LUFT

Luft ist für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig. Früher galt Luft neben Feuer, Wasser und Erde als Element. Heute weiß man, dass Luft ein Gemisch aus verschiedenen Gasen ist. Allerdings können wir Luft nicht sehen, riechen, hören, fühlen oder schmecken, weshalb wir ihre Existenz gerne vergessen. Auch Versuche mit der Luft durchzuführen, ist aus diesem Grund nicht ganz einfach.

1. Zur Geschichte

Bereits 1673 versuchte der Engländer Robert Boyle die Bestandteile der Luft aufzuklären, allerdings ohne großen Erfolg. Es folgten Versuche von Georg Ernst Stahl, Michael Wassiljewitsch Lomonossow, Carl Wilhelm Scheele und Joseph Priestley. Jedoch auch ihre Versuche waren nicht von Erfolg gekrönt.

Es war schließlich der Franzose Antoine Laurent Lavoisier, der durch folgendes Experiment die Lösung fand.

Unter einer Glasglocke, die mit Luft gefüllt und durch Wasser von der Außenluft abgegrenzt war, verbrannte Lavoisier weißen Phosphor. Die Entzündung des weißen Phosphors erfolgte mit Hilfe eines Brennglases. Das Wasser wurde dabei in die Glasglocke gezogen, so dass noch ca. 4/5 des ursprünglichen Luftvolumens in der Glasglocke blieb. Es konnte sich also nur ein Teil der Luft mit dem Phosphor verbunden haben.

1775 entdeckte Priestley die "Feuerluft" (Sauerstoff). Daraus ergab sich der Schluss, dass diese "Feuerluft" sich mit dem Phosphor verbunden haben musste, während die "Stickluft" (Stickstoff) zurückblieb.

2. Bestandteile der Luft

Heute kennt man alle Bestandteile der Luft: (vgl. (1))

	Volumenanteil in %
Stickstoff N ₂	78,09
Sauerstoff O ₂	20,95
Argon Ar	0,93
Kohlendioxid CO ₂	0,03
Neon Ne	0,0016
Helium He	0,0005
Krypton Kr	0,0001
Xenon Xe	0,000009
Ruß- und Staubteilchen, Schwefel- und Stickstoffverbindungen, organische Verbindungen, Radikale, Ozon	

Versuche:

2.1 Nachweis von Sauerstoff (Versuch von Lavoisier in modifizierter Form)

Versuchsdurchführung:

Eine Kristallisierschale wird zu einem Drittel mit Wasser gefüllt. Um den Versuchsablauf besser verfolgen zu können, wird das Wasser mit Lackmuslösung angefärbt. In der Mitte der Schale befindet sich eine Kerze, die auf einer Glasplatte befestigt ist. Jetzt stülpt man einen Standzylinder, der an einem Stativ befestigt ist, darüber und markiert die Wasserhöhe am Zylinder. Man entfernt den Zylinder kurz, um die Kerze zu entzünden. Anschließend wird er wieder darüber gestülpt. Nach dem Erlöschen der Flamme wird die Wasserhöhe erneut markiert.

Beobachtung:

Das Wasser wird zu ca. 1/5 in den Zylinder gezogen.

Erklärung:

Die Luft besteht zu ca. 20 % aus Sauerstoff, der verbraucht wurde, wodurch das Wasser in den Zylinder gezogen wird.

Anmerkung:

Bei der Verbrennung der Kerze bzw. des geschmolzenen Wachses wird nicht nur Sauerstoff verbraucht, sondern es entstehen auch weitere Gase, die das Wasser teilweise wieder verdrängen. Es wird also nicht genau 1/5 in den Zylinder gezogen.

2.2 Nachweis von Stickstoff

In dem Zylinder befinden sich jetzt noch Stickstoff, Kohlendioxid und die Edelgase.

Versuchsdurchführung:

Man hält einen glühenden Glimmspan in den Zylinder.

Beobachtung:

Der Glimmspan erlischt, bzw. entzündet sich nicht wieder.

Erklärung:

Es ist hauptsächlich noch Stickstoff, keinesfalls mehr Sauerstoff vorhanden.

2.3 Nachweis von Kohlendioxid

Es wäre möglich, das noch in dem Zylinder befindliche Gemisch in Bariumhydroxid einzuleiten, was jedoch ziemlich aufwendig wäre. Es ist jedoch allgemein bekannt, dass wir beim Einatmen den Sauerstoff aus der Luft aufnehmen und Kohlendioxid wieder ausatmen.

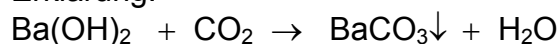
Versuchsdurchführung:

In einem Reagenzglas befindet sich Bariumhydroxid. Mit Hilfe eines Glasrohres wird in die Lösung geblasen.

Beobachtung:

Es bildet sich ein weißer Niederschlag.

Erklärung:



3. Luftbelastung und Umwelt

Besonders in den letzten 200 Jahren ergeben sich allerdings in Bezug auf Luftverschmutzung immer größere Probleme, durch die Vielfalt an Stoffen, die täglich in die Atmosphäre abgegeben werden.

Die hauptsächlichsten Luftverschmutzer sind:

- 50 % Verkehr
- 30 % Haushalte
- 11 % Industrie
- 9 % Kraftwerke

Gleichzeitig werden immer mehr Pflanzen, die die Luft durch Photosynthese reinigen, abgeholzt.

In den letzten Jahren haben sich dadurch zwei große Problembereiche ergeben: Smog und Ozon

3.1 Smog

Smog ist ein Kunstwort, das sich aus den englischen Begriffen **smoke** (Rauch) und **fog** (Nebel) zusammensetzt.

Smog bezeichnet eine stark erhöhte Luftschadstoffkonzentration über industriell genutztem oder städtischem Gebiet auf Grund ungünstiger meteorologischer Bedingungen.

3.1.1 Saurer Smog (London-Smog)

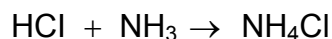
Normalerweise ist die Temperatur in Bodennähe am höchsten und sinkt bis in eine Höhe von 15 km ständig ab. Abgase und die darin enthaltenen Schadstoffe steigen nach oben und werden durch den Wind verteilt. Bei einer Inversionswetterlage werden kalte Luftschichten in Bodennähe durch warme überlagert. Die Schadstoffe bleiben in Bodennähe und können nicht verteilt werden. Manche Schadstoffe, wie Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid lösen sich im Nebel und bilden Säuren. Die Abgase aus verschiedensten Quellen bleiben dann in der kälteren, dichteren Luft in Bodennähe hängen. Der "Smog" entsteht bevorzugt morgens und abends in der kalten Jahreszeit. Es herrscht Wintersmog, den man auch als London-Smog bezeichnet.

Modellexperiment:

In zwei gleichgroße Standzylinder werden jeweils die gleiche Anzahl an Tropfen von konzentrierter Salzsäure (HCl) und konzentriertem Ammoniak (NH₃) gegeben. Einer der Standzylinder wird im oberen Bereich mit einem Bunsenbrenner erwärmt.

Beobachtung:

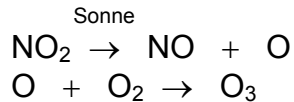
Ammoniak und Salzsäure reagieren unter starker Rauchbildung.



Im kalten Zylinder kann der Rauch ungehindert aufsteigen, im erwärmten jedoch nicht. Hier bleibt der Rauch unter der erwärmten Schicht.

3.1.2 Photosmog (Los-Angeles-Smog)

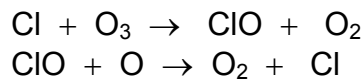
Photosmog entsteht häufig im Sommer. In der von Autoabgasen verunreinigten Luft bildet sich durch Sonneneinstrahlung hochgiftiges Ozon O₃.



3.2 Ozon

Ozon ist ein stechend riechendes und äußerst giftiges Gas. Während Ozon in Bodennähe gesundheitsschädlich für Menschen ist, wirkt es in 30 km Höhe (Stratosphäre) als Filter gegen die schädliche UVB-Strahlung. Seit 1970 beobachtet man eine Abnahme des Ozons in der Stratosphäre. Man spricht von der Entstehung des Ozonlochs, wodurch Menschen, Tiere und Pflanzen gefährdet sind. Es gelangt mehr UVB-Strahlung auf die Erde. Diese Strahlung verursacht Sonnenbrände und Hautkrebs, schädigt die Augen, schwächt das Immunsystem und verändert die Erbinformation.

Es ist ziemlich sicher, dass der Mensch selbst für die Entstehung des Ozonlochs verantwortlich ist. Hauptproblem sind dabei die FCKWs (Fluorchlorkohlenwasserstoffe). Sie werden als Treibstoff in Sprays, Kältemittel in Kühlschränken und Schaummittel in Kunststoffen verwendet. In der Stratosphäre werden durch die UV-Strahlung Chloratome abgespalten:



Da das Chlor nach dieser Reaktion wieder unverändert vorliegt, kann es erneut ein Ozonmolekül angreifen. Auf diese Weise kann ein einziges Chloratom bis zu 10000 Ozonmoleküle zerstören. 1987 kam es in Montreal zum ersten internationalen, historisch bedeutsamen Abkommen. Bis 1999 sollte die FCKW-Produktion um 50 % verringert werden. 1994 erreichte die Gesamtmenge der ozonschädigenden Substanzen ihren Höchstwert und nimmt seit dem langsam ab. Wegen der langen Verweilzeit der FCKWs in der Stratosphäre werden diese aber noch lange wirksam sein. Frühestens ab 2010 wird sich auf Grund des allmählichen Rückgangs des Cl-Gehalts in der Stratosphäre die Ozonschicht erholen und das Ozonloch in 30-40 Jahren verschwinden.

Literatur:

- (1) Anorganische Chemie, Riedel, Erwin, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 2002, 5. Auflage, Seite 646-647, 623-629, 391
- (2) Organische Chemie, K.P.C. Vollhardt, N.E. Schore, Wiley-VCH, 3. Auflage, 2000, Seite 109-112
- (3) Biologie, Neil A. Campbell, Jane B. Reece, Spektrum Akademischer Verlag, 6. Auflage 2003, Seite 1455-1456
- (4) AC-Demonstrationsversuche von Dagmar Schmidt am 13.2.2004