



# Allgemeine Informationen über OZON

Während Ozon früher ein Begriff war, mit dem nur Experten verschiedenster Fachgebiete umgingen, so ist es heute in unseren Alltagssprachgebrauch eingegangen.

Der Begriff Ozon kommt in den unterschiedlichsten Themenbereichen vor; leider werden häufig verschiedene Sachzusammenhänge miteinander verwechselt oder vermischt. In dieser Information wird versucht, das Vorkommen von Ozon und die Bedeutung im Alltag darzustellen.

Das griechische Wort Ozein -was riechen bedeutet- stellt den Ursprung des Begriffes Ozon dar.

Christian Friedrich Schönbein aus Metzingen entdeckte 1839 das Ozon.

## Eigenschaften von Ozon:

Ozon ( $O_3$ ) besteht aus drei Sauerstoffatomen und hat eine relative Molekülmasse von 47,998u.

Ozon ist somit etwa  $1\frac{1}{2}$ -mal so schwer wie Luft und bei normaler Temperatur und normalem Druck ein farbloses bis blaues Gas. Je nach Konzentration hat es einen nelken-, heu- oder chlorähnlichen Geruch („UV-Höhensonnengeruch“).

Möglicherweise ist jedoch das Gas selbst geruchlos und nur die begleitenden Stickoxide vermitteln den charakteristischen Geruch. Ozon ist sehr giftig.

## Konstanten:

- Siedepunkt ( $K_p$ ) =  $-110,5\text{ °C}$
- Schmelzpunkt ( $F_p$ ) =  $-251,4\text{ °C}$
- Dichte ( $\delta$ ) =  $2,144\text{ g/l}$

Es wird durch seinen intensiven Geruch schon in geringsten Konzentrationen wahrgenommen.

Die Geruchsschwelle liegt bei etwa  $0,02\text{ ml/m}^3$  ( $0,02\text{ ppm}$ ).

Ozon ist neben Fluor und OH- Radikalen das stärkste bekannte Oxidationsmittel;



# Allgemeine Informationen über OZON

es oxidiert fast alle Metalle und greift die meisten anderen Stoffe an (Ausnahmen sind z.B. Aluminium, Edelstahl, Glas, Keramik, Beton).

Ozon hat eine stark schädigende Wirkung auf niedere Organismen, wie z.B. Bakterien, Keime, Pilze.

Zu Desinfektionszwecken wird diese Eigenschaft in kontrollierter Form ausgenutzt.

Ozon selbst ist nicht brennbar, fördert aber die Verbrennung und explosive Reaktionen sind möglich.

Es ist relativ kurzlebig und verwandelt sich unter bisher noch nicht genau definierten Reaktionen mit Stickoxiden zu Sauerstoff zurück.

Es besteht nicht die Möglichkeit Ozonpatronen zur technischen Anwendung herzustellen.

Ozon ist in Wasser ausreichend löslich, allgemein besser als Sauerstoff.

Die Zerfallsgeschwindigkeit von in Wasser gelöstem Ozon wird außer von Temperatur, Konzentration und pH- Wert auch von den Wasserinhaltsstoffen beeinflusst.

Die Zerfallsgeschwindigkeit ist im Wasser wesentlich größer als in der Gasphase.

## Vorkommen und Bildung:

Ozon wird vorwiegend zur Entkeimung von Trink- und Badewasser und auch zur Reinigung von Luft verwendet.

Es bildet sich aus Sauerstoff, z.B. durch Einwirkung von UV-Licht Unterhalb von 204 nm, bei sehr hohen Temperaturen und bei der stillen elektrischen Entladung unter Hochspannung.

Technisch wird die stille elektrische Entladung zur Ozonbildung in größeren Mengen eingesetzt.

Ozon entsteht hierbei mittels folgender simplifizierter Gleichungen:



Hier handelt es sich um einen endothermen Vorgang, der die Zufuhr von Energie erfordert. Es wird nur ein geringer Teil der zugeführten Energie für die Ozonbildung genutzt;

die überschüssige Energie wird in Form von Licht und Wärme frei.

Die Wärme muss hierbei abgeführt werden.



# Allgemeine Informationen über OZON

## Physiologische Wirkungen und Gesundheitsgefahren:

Der MAK-Wert<sup>1</sup> (maximale Arbeitsplatzkonzentration) für Ozon beträgt  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,1 \text{ ml}/\text{m}^3$ ).

Ozon wird durch seinen intensiven Geruch schon in geringsten Konzentrationen wahrgenommen. Die Geruchsschwelle liegt bei etwa  $0,02 \text{ ml}/\text{m}^3$  (ppm)

Es dürfen an einem Arbeitsplatz in einem Kubikmeter Atemluft höchstens  $0,1$  Kubikzentimeter oder  $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$  Ozon dauernd vorhanden sein, damit bei einer in der Regel täglich 8-stündigen Exposition, jedoch bei der Einhaltung der durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden (in Vierschichtbetrieben 42 Stunden je Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen) im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird und diese nicht unangemessen belästigt werden

(zum Vergleich : MAK-Wert für Chlorgas  $0,5 \text{ ml}/\text{m}^3$ , Kohlendioxid  $5000 \text{ ml}/\text{m}^3$ ).

Bei Ozonkonzentrationen von etwa  $0,5 \text{ ml}/\text{m}^3$  tritt eine Betäubung des Geruchssinnes ein. Nach etwa fünf Minuten Einwirkdauer wird das Gas nicht mehr wahrgenommen.

Ozonkonzentrationen etwas über  $0,5 \text{ ml}/\text{m}^3$  wirken bereits stark reizend auf die Augen; Husten- und Niesreiz, Tränenbildung und Kopfschmerzen treten auf.

Konzentrationen oberhalb von  $1 \text{ ml}/\text{m}^3$  bewirken bereits nach wenigen Minuten Einwirkdauer starke Reizungen der Schleimhäute in den Atemwegen, die zu Bronchialspasmen (starke Hustenreize) führen. Es treten Atembeschwerden auf, die die Anzeichen eines toxischen Lungenödems besitzen. Personen, die häufig oder lange Zeit der Einwirkung niedriger Ozonkonzentrationen ausgesetzt sind, können an chronischem Bronchialleiden erkranken.

Ozonkonzentrationen über  $10 \text{ ml}/\text{m}^3$  führen nach längerer Einwirkdauer zu Bewusstlosigkeit, Lungenbluten und dem Tod.

Die Einatmung von Ozon in Konzentrationen über  $5000 \text{ ml}/\text{m}^3$  führt innerhalb weniger Minuten zum Tode.



# Allgemeine Informationen über OZON

Ozon kommt als natürliches Gas- in unterschiedlichen Konzentration vor. Eine Konzentration von etwa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $0,08 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) kann kurzfristig auftreten und wird als normal angesehen.

Aus der Umweltdiskussion sind uns Schlagwörter wie Ozonloch oder Ozonschäden (an Pflanzen) und Ozonsmog bekannt.

Was haben diese Begriffe im Einzelnen zu bedeuten.

*(Umrechnung:  $1 \text{ ml}/\text{m}^3 \cong 1 \text{ ppm} \cong 0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ )*

Weitere Angaben finden Sie unter der Sicherheitsvorschrift ZH 1/474

## Ozonloch:

Ca. 90% des globalen Ozonvorkommens befindet sich in der Stratosphäre, also in einer Höhe zwischen 12 bis 50 km.

Hier wird das Ozon durch die Einwirkung kurzweiliger UV-Strahlung aus Sauerstoffmoleküle gebildet.

Gleichzeitig wird bei diesem Prozess ein Teil der schädlichen UV-Strahlung zurückgehalten.

In einer Höhe von ca. 30 km wird die maximale Ozonkonzentration mit etwa  $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) erreicht.

Die Ozonkonzentration in der Stratosphäre ist stark abhängig von der geographischen Breite, der Jahreszeit, meteorologischen Bedingungen und Schadstoffen aus Produktionsabläufen (z.B. FCKW).

Letztere sind leider in der Lage das Ozon nach komplizierten Reaktionsmechanismen abzubauen.

Hierbei entsteht das sogenannte „Ozonloch“, das man sich natürlich nicht Ozon frei vorstellen darf, sondern als ein Gebiet mit verminderter Konzentration an Ozon.

Je niedriger die Ozonkonzentration in der Stratosphäre ist, umso mehr UV-Licht kann auf den Erdboden gelangen und hier auf Photochemischem Wege unter anderem Schäden an der menschlichen Haut, aber auch an Pflanzen bewirken.

Durch diese erhöhte UV-Strahlung wird gleichzeitig die Bildung von Ozonsmog begünstigt. Die deutlichste Verminderung der Ozonschicht misst man derzeit (besonders im Winter) über den Polen der Erde; aber auch über bewohnten Gebieten wurde bereits eine verringerte Ozonkonzentration gemessen.

Vereinfacht kann man also sagen, dass Ozon in der Stratosphäre vor der schädlichen UV-Strahlung schützt.



# Allgemeine Informationen über OZON

## Ozonsmog:

Wenn wir uns in Gedanken aus der Stratosphäre nach unten bewegen, kommen wir über die Grenzschicht der Tropopause in die Troposphäre, also in die Luftschicht, die bis an den Boden heranreicht.

Die Troposphäre ist in erster Linie von Emissionen betroffen. Sie schluckt sämtliche Abgase aus unseren Kraftfahrzeugen, häuslichen Heizungen, Kraft- und Fernheizungen, der Industrie und vielen anderen z.T. diffusen Quellen.

Für unser Thema Ozon ist hier vor allem der Ausstoß an Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) von Interesse, die überall dort entstehen, wo Verbrennungsprozesse ablaufen.

Weiterhin können aber auch Kohlenwasserstoffe und flüchtige organische Stoffe zur Ozonbildung beitragen.

Nach der folgenden Formel<sup>2</sup> wird aus Stickoxiden unter der Einwirkung von Tageslicht Ozon erzeugt.

*Tageslicht*



<sup>2</sup>

Die angegebene Formel zeigt exemplarisch einen Reaktionsablauf. Tatsächlich sind die Reaktionen zur Ozonbildung in der Atmosphäre so komplex, dass eine vollständige Darstellung im Rahmen dieses Papiers nicht möglich ist.

Ozon, das s.o. in der Atmosphäre gebildet wird, hat die Eigenschaft abzusinken da Ozon 1,5 Fach schwerer ist als Luft.

Weil die Ozonkonzentration mit der Lichteinwirkung zunimmt, kommt es im Sommer zu stark erhöhten Ozonkonzentrationen in Bodennähe. Insbesondere an Orten, wo starke Emissionen an Stickoxiden vorliegen. Ozon reagiert daher bevorzugt im Bereich der Bodenvegetation, damit auch am Blattwerk der Pflanzen.

Teilweise zerfällt es zu Sauerstoff, teilweise kann es aber auch zu Schäden führen.

Wichtig ist allerdings, dass sich Ozon, anders als viele andere atmosphärische Schadstoffe, nicht über große Zeiträume anreichern kann.

Es zerfällt schnell wieder zu Sauerstoff, denn es ist als Molekül sehr in stabil.



# Allgemeine Informationen über OZON

Aufgrund verschiedener Umweltschutzmaßnahmen (z.B. Katalysatoren bei Kraftfahrzeugen und Reinigungsanlagen in Kraftwerken) konnte der Schadstoffausstoß insbesondere an

Stickoxiden, die zu den wichtigsten Vorläufern des umweltbedingten Ozons gehören in den letzten Jahren drastisch vermindert werden. Dessen jedoch ungeachtet wird in der Öffentlichkeit dem Ozonsmog in immer größerem Ausmaße Aufmerksamkeit gewidmet.

Hier durch entsteht ein oft falsches Bild in Hinsicht zum Einsatz von Ozon als Desinfektionsmittel im Wasser

Im Wasser gelöstes Ozon kann nicht wieder zurück in die Gas Form ohne zu zerfallen.

Diese Eigenschaft macht man sich bei der Desinfektion mit Ozonwasser zunutze den hierdurch entstehen keine erhöhten MAK Werte am Arbeitsplatz.

GeD Gesellschaft für elementare Desinfektion mbh  
Wiesenstraße 3  
D-76835 Rhodt u. Rietburg  
Tel.: +49(0)6323/949663  
Mobil: +49(0)1732898657  
Mail: [info@ozon-desinfektion.de](mailto:info@ozon-desinfektion.de)  
[www.ozon-desinfektion.de](http://www.ozon-desinfektion.de)

