

Quelle Clean Air Europe B.V.

Wasserstoffperoxide für die Raumluftqualität!

Von Dr. James Marsden, Ronald G. Fink und Walter B. Ellis

Unter Oxidation versteht man im Prinzip den Verlust oder die Abgabe eines Elektrons. Dabei kann es sich um komplexe Reaktionen handeln. Der Einfachheit halber befassen wir uns in dem vorliegenden Artikel nur mit bestimmten Wechselwirkungen zwischen Sauerstoffmolekülen und den verschiedenen Substanzen, mit denen sie in Kontakt kommen können. Kontrollierte Oxidation ist eine hervorragende Möglichkeit, flüchtige organische Stoffe wie Gerüche oder aber auch Viren, Bakterien und Schimmelpilze zu zerstören, wohingegen unkontrollierte Oxidation lebendes Gewebe auch zerstören kann. Feuer ist ein Beispiel für schnelle Oxidation. Rost ist ein Beispiel für langsame Oxidation. Wie es oft der Fall ist, kann auch hier zu viel des Guten schädlich sein. Manche Oxidationsmittel werden als schonend eingestuft: Bei einer Reaktion werden sie wieder zu Wasser, Wasserstoff oder Sauerstoff umgesetzt. Schonende Oxidationsmittel basieren immer auf Sauerstoff. Beispiele dafür sind Hydroxylradikale, Ozon, Wasserstoffperoxid und Sauerstoff.

Tabelle 1

Oxidationsmittel Redox Potential (v) ⁽¹⁾ Behördlich festgelegte Sicherheitsgrenzwerte ^{(1) (2) (3)}

1. Fluor (F) 2,87 Nicht empfohlen
 - *2. Hydroxylradikal (OH) 2,86 Läuft zu schnell ab, um gemessen zu werden
 - *3. Ozon (O₃) 2,07 0,04 ppm
 - *4. Wasserstoffperoxid (H₂O₂) 1,78 1,0 ppm
 5. Chlor (Cl) 1,36 0,5 ppm
 - *6. Sauerstoff (O₂) 1,23 19,5-23,5 %
- *Schonende Oxidationsmittel auf Sauerstoffbasis

Hydroxylradikale existieren praktisch nur theoretisch, weil sie so reaktiv sind, dass sie fast im selben Augenblick gebildet werden und wieder zerfallen. Normalerweise kommen sie nur auf den Reaktionsoberflächen des Katalysators vor, an denen sie entstehen. Es kann schwierig sein, sie zu kontrollieren, und dementsprechend sind sie für Raumluftbehandlungssysteme nicht immer praktikabel.

Ozon wurde Ende des 19. Jahrhunderts in Frankreich entdeckt und häufig zur Reinigung von Wasser und Nahrungsmitteln verwendet. Anders als in Amerika wird in Europa eher Ozon als Chlor zur Wasserreinigung verwendet. Ab den 1980er Jahren wurde Ozon auch zur Luftreinigung verwendet, hauptsächlich zur Bekämpfung von Gerüchen und Rauch.

Brand- und Hochwassersanierungsunternehmen setzen kommerzielle Ozongeneratoren nach wie vor häufig ein. Die Verwendung von Ozon als Mittel zur Verbesserung der Raumluftqualität in Wohnbereichen wurde von Sharper Image mit einem Produkt namens „Ionic Breeze“, aufgegriffen. Dabei handelt es sich im Grunde um einen Ionengenerator, der Ozon erzeugt. Zahlreiche Generalstaatsanwälte reichten gegen Sharper Image Klage wegen falscher und irreführender Werbung ein, was das Unternehmen letztendlich in den Konkurs zwang.

Ozon ist ein wirksames Oxidationsmittel, das jedoch bereits in relativ geringer Dosierung gesundheitsschädlich sein kann. Bei den Oxidationsmitteln in Tabelle 1 steht Ozon an Position 3, d. h. es kommt direkt nach Fluor und dem Hydroxylradikal, die viel zu gefährlich sind, um in der Praxis in Betracht zu kommen.

Chlor (Cl) wiederum bildet ein Nebenprodukt von Trihalogenmethanen, die beim Menschen als Krebserreger bekannt sind. Sauerstoff (O₂) ist gut, aber durch Erhöhung des Sauerstoffgehalts steigt die Brandgefahr.

Was übrig bleibt, ist Wasserstoffperoxid (H₂O₂). Es steht an Position 4 in der Liste, direkt unter Ozon, und ist eine Verbindung, die aus zwei Molekülen Wasserstoff und zwei Molekülen Sauerstoff besteht (2), d. h. es handelt sich einfach um Wasser (H₂O) mit einem zusätzlichen Sauerstoffatom – ungefährlich also! In der Medizin wird Wasserstoffperoxid seit 170 Jahren hauptsächlich zu Desinfektionszwecken eingesetzt. In den 1920er Jahren konnte in England mithilfe der Wasserstoffperoxid-Therapie die Sterblichkeitsrate bei Lungenentzündungen von 80 % auf 48 % gesenkt werden. Wasserstoffperoxid (H₂O₂) gilt als das sicherste verfügbare Oxidationsmittel (nach Sauerstoff). Es wird heute weit verbreitet in Zahnpasta, Mundwasser und Haushaltsreinigern verwendet. Ein altes Hausmittel für Kinder mit Atmungsproblemen besteht darin, einen Esslöffel Wasserstoffperoxid in einen Verdampfer zu geben.

Wasserstoffperoxidprodukte

Warum also Wasserstoffperoxid nicht zur Desinfektion der Atemluft verwenden? Es wurde von der EPA zur Desinfektion von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage bei Anthrax-Sporen getestet, daher weiß man, dass es in hohen Konzentrationen wirksam ist.^{(3) (4)} Sollte es also zu einem weiteren terroristischen Anthrax-Vorfall kommen, oder in einem kontaminierten Krankenhaus, ist verdampftes Wasserstoffperoxid (H₂O₂) Tests zufolge ein wirksames Mittel. Mitunter wird argumentiert, dass Wasserstoffperoxid (H₂O₂) in Mengen über 1 ppm ein Gesundheitsrisiko darstellen kann. Dies ist wahrscheinlich tatsächlich der Fall, aber fast alles kann in hohen Mengen ein Gesundheitsrisiko darstellen. Zu viel Sauerstoff kann zu Sauerstofftoxizität oder Vergiftungen und damit zu Zellschäden und zum Tod führen.⁽³⁾ Selbst der Konsum von zu viel Wasser kann tödlich sein.

Wasserstoffperoxide sind als natürliches, umweltfreundliches Reinigungsmittel aus der Natur bekannt. Vielleicht wussten es schon unsere Mütter besser, als es hieß: „Geh raus zum Spielen. Es ist gesünder.“ Der Wasserstoffperoxidgehalt im Freien liegt zwischen 0,01 und 0,03 ppm. Der behördliche Sicherheitsgrenzwert⁽²⁾ für Wasserstoffperoxidgas liegt bei 1,0 ppm, d. h. ein Gehalt von 0,02 ppm (typischer Wert im Freien) liegt um das 50-Fache bzw. weit unter den behördlichen Sicherheitsgrenzwerten.

Eine in den späten 1990er Jahren von der RGF Environmental Group entwickelte Technologie, die so genannte Photohydroionization™ (PHI), kann aus der Feuchtigkeit in der Luft in einer Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage ionisierte Wasserstoffperoxide erzeugen – fast so, als würde man die Raumluft mit einer schwachen Wasserstoffperoxidlösung benetzen, um die natürlichen Wasserstoffperoxide in der Außenluft zu simulieren. Die Technologie arbeitet mit einem Seltenerdmetall-Katalysator, der durch ultraviolettes Breitbandlicht aktiviert wird und mit der Umgebungsfeuchtigkeit in der Luft unter Bildung von Wasserstoffperoxiden reagiert. Eine spätere PHI-Entwicklung, ebenfalls von RGF, ionisierte die Wasserstoffperoxide im Grunde genommen durch Aufladung. Das Konzept ist eine proaktive, aggressive Methode zur Raumluftsanierung, anstatt dass Verunreinigungen oder Mikroorganismen in einem Filtersystem eingeschlossen oder abgetötet werden. PHI-Systeme töten Mikroorganismen an der Quelle ab, d. h. im Raum, bevor man mit ihnen in Kontakt kommt. Hunderte von unabhängigen Studien und Labortests haben gezeigt, dass die Photohydroionisation eine sehr effektive und sichere Methode zur Beseitigung von organischen Stoffen in der Luft ist. Eine Zusatzwirkung dieser Technologie ist, dass sie die Ozonkonzentration in der Luft senkt, da ein Ozonmolekül, wenn es mit dem Katalysator reagiert, bei der Umwandlung in ein Wasserstoffperoxidmolekül verwendet wird.

Typische Testergebnisse

Viren 99 %
Bakterien 99 %
Gerüche 55 % - 98 %
Schimmelpilze 97 % - 98 %
Flüchtige organische Verbindungen 80 % - 99 %
Rauch 70 %

Viele dieser Studien und Labortests wurden mit Luft und auf Oberflächen durchgeführt. Dies ist wichtig, weil zum Beispiel das Norwalk-Virus zum größten Teil durch Berühren kontaminierter Oberflächen übertragen wurde. Die ionisierten Wasserstoffperoxidmoleküle setzen sich auf Oberflächen ab und töten dort weiterhin Mikroorganismen ab.

Die PHI-Technologie wird seit 17 Jahren in der Lebensmittelindustrie in großem Umfang eingesetzt, aber auch in medizinischen Einrichtungen, um die Raten von N1H1, SARS, C-Diff ^{(9) (11)} usw. zu senken, oder in Schulen, weil es Fehlzeiten reduzieren kann. In einer der Validierungsstudien ging es darum, Mikroorganismen abzutöten, die beim Niesen in der Luft verteilt werden, und dies war im Abstand von fast einem Meter zu 99 % der Fall.

PHI wurde vom Militär und der Heimatschutzbehörde getestet und anerkannt. Die PHI-Technologie ist auch in Hunderten von Kreuzfahrtschiffen überall installiert, was dazu beigetragen hat, das Problem mit dem Norwalk-Virus, das jahrelang grassierte, schließlich zu beseitigen. Tausende Hotelzimmer und Kettenrestaurants verwenden ebenfalls PHI-Technologie.

Eine wirklich gute Nachricht ist, dass in den letzten 15 Jahren weit über eine Million PHI-Zellen weltweit im Einsatz waren und PHI eine perfekte Sicherheitsbilanz vorweisen kann.

Wasserstoffperoxidgehalt im Freien

0,01 ppm bis 0,03 ppm ^{(7) (8) (10)}

Wasserstoffperoxidgehalt in Innenräumen ohne PHI-Einheit

0,00 ppm ^{(9) (10)}

Wasserstoffperoxidgehalt in Innenräumen mit PHI-Einheit

0,01 ppm bis 0,02 ppm ^{(9) (10)}

Es mag sein, dass sich 0,01 ppm nach nicht sehr viel anhört, aber es bedeutet, dass sich in einem Liter Luft ungefähr 177.000.000.000.000.000 Wasserstoffperoxid-Gasmoleküle befinden, d. h. ihr Abstand voneinander beträgt weniger als ein Mikrometer. Bakterien, Geruchsstoffe, Viren, flüchtige organische Verbindungen, Schimmelsporen usw. kommen also nicht weit, bevor sie getroffen und zerstört werden. Wasserstoffperoxidgas in einer Konzentration von 0,01 ppm ist inzwischen von der EPA (Environmental Protection Agency) als wirksame Technologie zur Infektionskontrolle und Behandlung gegen Mikroorganismen anerkannt.

RGF hat die PHI-Technologie in die Raum- und Klimatechnik eingeführt und die PHI-Produktlinie erweitert, damit sie auch im Wohnbereich eingesetzt werden kann.