

Foto: PhotoCase.de

Berg-, See- oder Waldluft oder die Luft nach einem Gewitter wird unisono als angenehme reine Luft beschrieben. Die Reinigungskraft der Natur und das Idealbild von gesunder Luft können auch in den Raum geholt werden

Foto: H.-G. Oesf/bmu.de

Von der Natur abgeschaut Hochwertige Raumluft durch Sauerstoffaktivierung

Luft ist ein Nahrungsmittel – doch in unserer technisch hoch entwickelten Gesellschaft wird dem Grundbedürfnis „gesunde Luft“ zu wenig Beachtung geschenkt. Wir verfügen zwar über modernste RLT-Anlagen und sind international führend in der Geräte- und Anlagentechnik, führen aber auch die Statistik im Bereich der Allergien und die für deren Behandlung notwendigen Kosten im internationalen Vergleich mit an. Die Gründe sind in vielen Bereichen zu finden. Unumstritten scheint der Umstand, dass das System Lüftungsanlage und ihr Betrieb einen nicht unerheblichen Anteil beitragen.

Trotz vieler Bemühungen von Fachverbänden, beispielsweise mit der VDI 6022, scheint es in der gegenwärtigen, angespannten wirtschaftlichen Situation vielen Anlagenherstellern und Betreibern noch nicht klar oder nicht bekannt zu sein, dass in Qualitätsanforderungen an die Raumluft ein hohes Potenzial an Wettbewerbsvorteilen steckt. Auch die viel beschworenen „Kosten“ sind kein Argument sich dem zu verschließen. Betrachtet man die Kosten über die gesamte Nutzung, liegen Anlagen für das Erreichen einer hohen Raumluftqualität zumindest auf gleichem Niveau wie „Billiglösungen“. Eine Möglichkeit, Raumluft mit einem hohen Qualitätsstandard anzubieten, ist die Sauerstoffaktivierung.

Sauerstoffaktivierung – ähnliche Prozesse verlaufen in der Natur

Als aktivierten Sauerstoff bezeichnet man elektrisch positiv oder negativ, einfach oder mehrfach geladene Sauerstoff-Teilchen atomarer oder molekularer Größe in der Luft, also Sauerstoff in Form von Sauerstoffionen (O_2^+ , O_2^- , Sauerstoffcluster $O_2^{+/-}$) sowie Sauerstoffradikalen (O_3 , O). Diese Formen oder Sauerstoffzustände liegen alle in der freien Natur vor und werden hauptsächlich durch UV-Strah-

lung chemisch „aktiviert“, also aufgeladen oder gespalten. Die dabei auftretende Menge an Ionen und Ozon wird regelmäßig in einzelnen Gebieten ermittelt. Durchschnittswerte zeigt Tabelle 1.

Die genannten Ionen und Ozon (im Folgenden zusammen aktivierter Sauerstoff genannt) sind in der Natur verantwortlich für den Abbau von – insbesondere instabilen – Kohlenwasserstoffverbindungen in der Luft (VOC¹⁾-Gerüche) sowie für die Reduzierung von Keimen. Vereinfacht handelt es sich dabei um eine „Kaltoxidation“, die mikroskopisch kleine Teilchen und Partikel angreift, jedoch komplexere Lebensformen bei normalen Konzentrationen nicht schädigt. Einerseits

werden direkt chemische Verbindungen angegriffen, zum anderen werden durch Bildung von geringsten Mengen an OH⁻-Radikalen aus aktiviertem Sauerstoff und hygroskopisch vorhandenem H₂O auf Flächen (Luftfeuchtigkeit genügt) die darauf haftenden VOC und Keime vorrangig zu CO₂ und H₂O aboxidiert. Dieser chemische Prozess ist auch aus der Desinfektion mit Peroxiden (H₂O₂, OH⁻, HO₂) bekannt.

Aktiver Sauerstoff im natürlichen Gleichgewichtszustand gehört zu den Umgebungsbedingungen, die ein Leben auf der Erde erst in der jetzigen Form möglich machen. Ohne diese Eigenschaft wäre ein Leben auf der Erde allein nach hundert Jahren Industrialisierung nicht möglich. Wenn wir von gesunder Luft sprechen, ist aktivierter Sauerstoff Grundlage und Bestandteil davon und ein wichtiges Kriterium zur Definition von Luftqualität. Das Verständnis für diesen natürlichen Prozess ist für den Betrieb von RLT-Anlagen und den Betrieb einer technischen Sauerstoffaktivierung außerordentlich wichtig.

Die Situation in geschlossenen Räumen

Werte des aktivierten Sauerstoffs gegen Null in Räumen resultieren aus der Luftzuführung, durch die eine natürliche Entladung der Luft stattfindet (stark ver-

¹⁾ VOC: volatile organic compounds (= flüchtige organische Substanzen)

	Ozon-natürlich	Ozon-kritisch	Kleinionen
Hochgebirge	60 bis 80 ppb		> 6000 p.cm ⁻³
Seeklima	10 bis 60 ppb		ca. 2500 p.cm ⁻³
Waldgebiete	10 bis 30 ppb		ca. 1500 p.cm ⁻³
City		60 bis 200 ppb ¹⁾	ca. 500 p.cm ⁻³
Raum	0 bis 5 ppb		ca. 180 p.cm ⁻³

¹⁾ Bildung von „bodennahem“ Ozon insbesondere durch Pkw-Abgase.
MAK-Wert: 180 µg/m³ = ca. 90 ppb

Tabelle 1
Durchschnittliche Ionen- und Ozonkonzentrationen

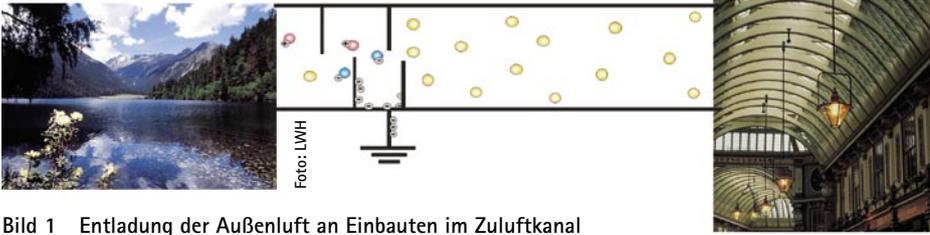


Bild 1 Entladung der Außenluft an Einbauten im Zuluftkanal

einfacht: Erdung). Im Raum ist damit zwar von der Menge her ausreichend Sauerstoff vorhanden, jedoch nur „passiver“ Sauerstoff (Bild 1). Ohne das natürliche Oxydationspotenzial des Sauerstoffs können sich VOC sowie Keime ungehindert ausbreiten.

Die Folge sind Qualitätsprobleme der Raumluft hinsichtlich zu hoher Keimzahlen und Allergenen, Geruchsbelastungen durch übermäßig hohe VOC und überdurchschnittliche Ansteckungsgefahr bei Krankheiten, weil die definierten und nahezu gleich bleibenden Raumluftbedingungen exzellente Wachstumsbedingungen für einzelne Keime, Pilze und Bakterien bieten (Bild 2). Selbst eine regelmäßig durchgeführte Reinigung der Räume vermag nicht, die VOC- und Keimlasten auf ein natürliches Maß zu reduzieren. Hier werden z.T. durch die übermäßige Verwendung von Reinigungsmitteln zusätzlich Lasten in den Raum eingetragen.

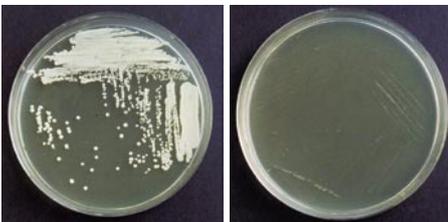


Bild 2 Wachstum von Bäckerhefe (*saccharomyces cerevisiae*) in einem Zuluftkanal. Links ohne aktivierten Sauerstoff, rechts mit aktiviertem Sauerstoff²⁾

Die mehr oder minder erfolgreiche Qualitätssicherung der Raumluft wird somit neben den notwendigen Maßnahmen (Filterung, Be-/Entfeuchtung, Temperierung, Luftzirkulation) oft durch eine übermäßig hohe Zuführung an Außenluft (in Stadtgebieten zumeist schon belastet) realisiert. Um eine vernünftige „Verdünnung“ der belasteten Raumluft zu erreichen, wird nicht selten die 4- bis 5-fache Außenluftmenge gegenüber der durch Atmung verbrauchten und gesetzlich empfohlenen (DIN 1946-2) Luftmenge gefördert und „aufbereitet“. Auch energieökonomisch ist eine solche Verfahrensweise alles andere als zukunftsorientiert.

²⁾ Quelle: Untersuchung zur Wirkung des PATT-Systems auf verschiedene Schlauchpilze (Ascomyceten), ETR-GmbH Dortmund, Ruhr-Universität Bochum, Prof. Rürger

Auch der Geruchsproblematik in Räumen durch Beduftung zu begegnen, was derzeit ernsthaft diskutiert wird, wirft mehr Fragen auf, als sie lösen kann. Wenn man die oben beschriebenen Vorgänge in der Natur kennt und somit definierte Außenluftbedingungen formulieren kann, liegt es nahe, diese Bedingungen nachzustellen bzw. ähnlich der Natur zu initiieren und nicht die Missstände zu überdecken.

Möglichkeiten hierfür bietet beispielsweise die dielektrisch behinderte Entladung mittels so genannter PATT-Module (PATT: Physical Air Treatment Technology, ETR, Dortmund; Applikationen für Groß- und mittlere Lüftungstechnik: LWH, Spenge). Dabei handelt es sich um hochmoderne Mikrosystemtechnik – eine Weiterentwicklung in Form einer Miniaturisierung der „Siemens“-Röhre aus den Anfängen des vorigen Jahrhunderts. Die derzeit vorrangig verwendete Technologie der dielektrisch behinderten Entladung garantiert eine stabile und definierte Erzeugung von aktiviertem Sauerstoff und einen Betrieb mit geringstem Energiebedarf.

Die Systemkomponenten werden so in das Zuluftsystem eingebunden, dass der Sauerstoff ähnlich der Außenluft aktiviert wird und im Raum naturadäquat VOC- oder Keimlasten reduzieren bzw. abbauen kann (Bild 3). Beispielsweise werden die Module in das letzte Segment eines Kastengerätes integriert. Zusätzliche Sicherheitsaufwendungen sind nicht nötig – die Betriebsspannung der Systeme liegt bei lediglich 12 V/DC, die Leistung für die Behandlung von 20 000 m³/h Zuluft überschreitet 0,2 kW in den seltensten Fällen. Die Geräte eignen sich für den Großeinsatz sowie für Einzellösungen. Bei Bedarf ist die Kombination der Anlagen mit Luftqualitätssensor möglich (Bild 4).

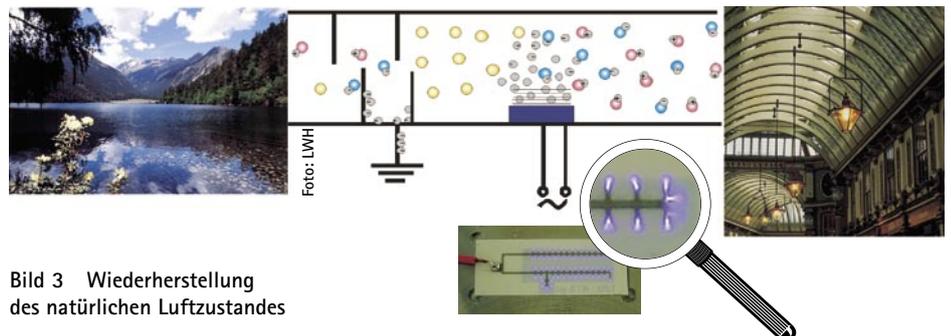


Bild 3 Wiederherstellung des natürlichen Luftzustandes

Liegen höhere Lasten vor, kann über Klappen die Außenluftmenge für eine zusätzliche VOC-Lastverdünnung gesteuert bzw. durch die Kombination eines Sorptionskatalysators (siehe Infokasten) mit einem Sauerstoffaktivierungsmodul eine extrem leistungsfähige und preiswerte Filterstufe gegen Gerüche (VOC) zusätzlich integriert werden.

Sorptionskatalysator

Luftschadstoffe liegen in der Regel nur in sehr geringen Konzentrationen von ppb bis wenigen ppm vor. Um bei der geringen Lebensdauer der Sauerstoffradikale die vollständige Oxidation der Schadstoffe zu erzielen, werden Sorptionskatalysatoren eingesetzt. Deren Sorptionsmaterial verfügt über eine große „innere Oberfläche“ (ca. 100 m²/g) und adsorbiert die Reaktionspartner Schadstoffe und Ozon zu lokal deutlich höheren Konzentrationen. Zusätzlich ist die Oberfläche mit einem katalytisch wirksamen Material modifiziert, so dass die für die Reaktion erforderliche Aktivierungsenergie verringert wird. Konzentrationserhöhung und Katalysator vergrößern die Reaktionsgeschwindigkeit und Reaktionsausbeute deutlich. Weiterhin können im Sorptionskatalysator Schadstoffspitzen zwischengespeichert werden.

Die übermäßige Belastung von Räumen durch Allergene, abgelagerte Geruchspartikel (z. B. Nikotin), Keime und Schimmelpilzsporen kann bei konsequenter Nutzung der Sauerstoffaktivierung deutlich (nahezu bis auf das Außenluftniveau) reduziert werden. Ein Abbau der VOC- und Keimbelastung nahe Null wäre technisch zwar möglich, ist jedoch in den meisten Fällen nicht gewollt und auch nicht sinnvoll – Maßstab für den Raum ist und bleibt unsere natürliche Umgebung.

Sauerstoffaktivierung ermöglicht Umluft optimal zu nutzen und den Außenluftanteil nach DIN 1946-2 auf das gesetzlich

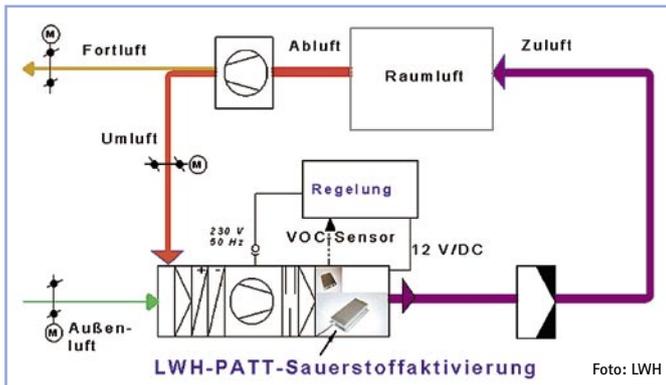


Bild 4
Beispiel-Schema
für ein Sauerstoff-
aktivierungssystem

zugelassene Minimum zu reduzieren (Bild 5). In der Praxis können, durch die aus oben benannten Gründen sehr großzügig dimensioniert RLT-Anlagen, oftmals Energieeinsparungen von mehr als 40 % für die Erwärmung oder Kühlung des notwendigen Außenluftanteils erreicht werden. Die Umluft kann meistens in ihrer Qualität hinsichtlich der Geruchsbelastungen gleichwertig oder teilweise höher (Beispiel: Stadtgebiete) der Außenluft angesetzt werden, was direkten Einfluss auf die Behaglichkeit und die Luftqualität hat, beispielsweise für Versammlungsräume ein nicht zu unterschätzender Zusatznutzen.

Abbau von VOC und für Geruchsneutralisation in Garagen oder der Garagenabluft genannt werden. Der Einsatz ist auch bei kleineren Lüftungsanlagen im Restaurant- oder Gaststättenbetrieb möglich.

Sauerstoffaktivierung von Abluft und Industrieluft

Sauerstoffaktivierung oder „Ionisation“ ist kein Allheilmittel. Dennoch sind mit derartigen Anlagen allein oder in Kombination mit anderen Technologien bedeutende Erfolge im Bereich Abluft oder Industrieluft mit kostengünstigen und raumsparenden Behandlungsanlagen

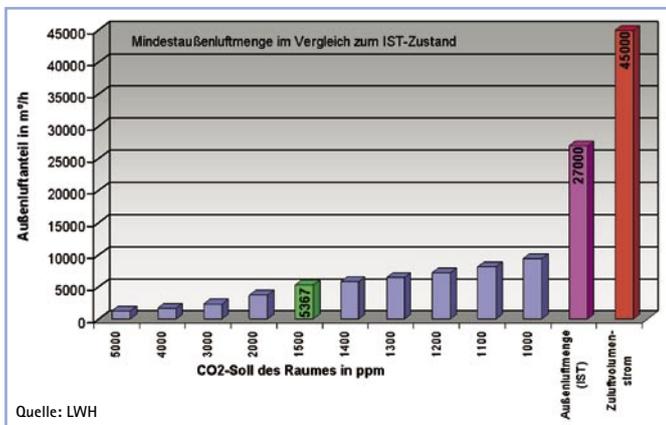


Bild 5
Zuluftvolumenstrom,
Beispiel (Verkaufsraum)
von rechts: Anlagen-
dimensionierung,
IST-Betriebsweise,
mögliche Betriebsweise
mit Sauerstoffaktivierung
nach CO₂-Sollwert
(grün)

Neben den anlagentechnischen Lösungen bzw. Systemen für Zu- und Abluft sind auch zahlreiche kleinere Applikationen für den gewerblichen oder Hausgebrauch als Umluftgeräte oder Einzelgeräte verfügbar bzw. in Vorbereitung. Stellvertretend soll an dieser Stelle eine Kleingerätegruppe zum

erzielbar. Sauerstoffaktivierungsanlagen finden in Form von Einzelanlagen oder in Kombination mit anderen Technologien Einsatz in:

- Abfallbehandlungs- und -verwertungsanlagen
- Kompostieranlagen
- Tierkörperverwertungsanlagen
- Abwasseranlagen
- Lebensmittelverarbeitung (z. B. Räucherereien, Produktions- und Reiferäume)
- Küchenabluft
- Industrieabluft

Was dem Kunden jedoch immer nahe gebracht werden muss: Die Abluftbehandlung ist technisch die größere Herausforderung und schwieriger umzusetzen, als

eine Zuluftbehandlung. In sehr kurzer Zeit muss eine große Menge an Belastungen neutralisiert werden – „Billigtlösungen“, welche beispielsweise innerhalb von nur 4 m stark belastende Substanzen dauerhaft eliminieren, sind zum jetzigen Zeitpunkt noch Utopie. Dass sich diese Branche rasant weiterentwickelt und verheißungsvolle Ansätze vorliegen, sollte nicht darüber hinweg täuschen, dass gute Abluftbehandlungsanlagen auch ihren gerechtfertigten Preis haben.

Sie sichern aber einen hohen Standard der Luftqualität in der Produktion und ermöglichen oft, Produktionsstandorte in „sensiblen“ Gebieten aufrecht zu halten oder gar zu erweitern. Zudem können die Betriebskosten gegenüber herkömmlichen Luftbehandlungsverfahren minimiert werden. Um auf einer definierten Abluftkanalstrecke die notwendigen schnellen Erfolge zu erreichen, wird in den meisten Fällen ein wartungsarmer Sorptionskatalysator zur Vergrößerung der Reaktionsfläche empfohlen oder die Sauerstoffaktivierung mit anderen Technologien kombiniert. Mit hoher Anreicherung an aktivem Sauerstoff können neben Gerüchen auch Aerosole wie Fette und Ablagerungen bei besonderen Anlagenkonfigurationen reduziert oder abgebaut werden. Liegen sehr hohe Belastungen vor, kann aktivierte Luft als Sekundärluftstrom zugegeben werden.

Sauerstoffaktivierung: Konzept mit Zukunft

Mit der Sauerstoffaktivierungs-Technik eröffnen sich dem Klima- und Lüftungstechniker, Betreibern und Herstellern von RLT-Anlagen vielfach erweiterte Möglichkeiten des Anlagenbetriebes (siehe Info-Kasten). Sauerstoffaktivierungssysteme, insbesondere die neuen Technologien PATT und LWH-PATT-System, ermöglichen durch ihre kleine Baugröße, Stabilität, geringen Wartungsaufwand und geringe Betriebskosten in Verbindung mit



Foto: LWH

Bild 6 Steckerfertiges Luftaktivierungsmodul LWH-PATT 1.1 RV



Foto: LWH

Bild 7
Luftaktivierungsmodul LWH-PATT 6.0

Sauerstoffaktivierung: Gute Argumente

- Die Sauerstoffaktivierung ist ein naturadäquates Verfahren. Ähnliche Prozesse sind Grundlage für den Schadstoffabbau in der Natur.
- Mit der Aktivierung des Sauerstoffanteils findet eine Keim- und Geruchsreduzierung (VOC-Abbau) in der Zuluft statt.
- Sauerstoffaktivierung wirkt direkt in der Aufenthaltszone. Ein Abbau der Laststoffe findet analog zur Natur vor Ort statt.
- Es ist eine gezielte Umluftnutzung im Rahmen der DIN 1946-2 und die (Baugrößen-)Reduzierung anderer WRG-Maßnahmen möglich. Bei zu groß dimensionierten RLT-Anlagen ist Umluftnutzung meist die optimale WRG-Maßnahme.
- Kosten- und Platzeinsparungen: Sauerstoffaktivierung ist kostengünstig und kann direkt im Luftleitsystem eingebaut werden. Die Systeme haben hohe Standzeiten und einen geringen Wartungsaufwand.
- Es sind einfache, unkomplizierte und raumsparende Anlagenlösungen möglich.
- Im Abluftbereich ermöglicht Sauerstoffaktivierung kostengünstig eine Abbaurate von VOC.

der vorhandenen Lüftungstechnik neue, hygieneorientierte d.h. qualitativ hochwertige Anlagenlösungen zu akzeptablen Preisen. Mit den Konzepten wird gesundheitlichen und hygienischen Anforderungen an Aufenthaltsräume verstärkt Rechnung getragen. Weiterhin können in vielen Fällen die Betriebskosten mittel- und langfristig gesenkt werden.

Bedeutendster Punkt ist jedoch, dass ein wichtiger Schritt in Richtung ergebnisorientierter Lüftungsbau getan wird. Bei weiterem Fortschreiten der Technik und dem Gleichziehen mit anderen TGA-Regelwerken sowie der gesetzlichen Rahmenbedingungen gibt der Kunde künftig ein Qualitätskriterium hinsichtlich der Hygieneanforderungen für seine Raumluft

oder Abluft an. Wie diese Anforderungen erreicht werden, ist dann dem Anlagen- bzw. Lüftungsbauer überlassen. Dies führt zu mehr Wettbewerb und insbesondere zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich. In der Sauerstoffaktivierungs-Technik sollten Anlagenhersteller und Betreiber also vorrangig die Vorteile zur Stärkung der eigenen Wettbewerbssituation sehen und nutzen – Angst davor ist fehl am Platz. Ebenso ein erbitterter Widerstand – Fortschritt ist auch in konservativen Branchen nicht aufzuhalten. ←

Dipl.-Ing. Jörg Lehmann
ist Leiter Technik der
LWH Luft Wasser
Hygiene GmbH & Co. KG,
32139 Spenge,
Internet:
www.lwhtech.de,
Telefon
(0 91 81) 4 86 70,
Telefax (0 91 81) 48 67 99,
E-Mail: info@gsb-brandschutz.com

