

**Gesunde, qualitativ hochwertige Raumluf durch Sauerstoffaktivierung –  
naturnah und kostensparend**

**Luft ist ein Nahrungsmittel – und als solches muss sie betrachtet und behandelt werden!**

Oft gehen wir in der täglichen Praxis leichtfertig und teilweise sogar unverantwortlich mit der Luft um. Und das mit vielfach unerkannten und schwerwiegenden gesundheitlichen, aber auch wirtschaftlichen Folgen. Die Zunahme von Allergien, Müdigkeit am Arbeitsplatz, hohe Krankenstände und teilweise hohe Kosten zur energetischen Aufbereitung der Raumluf bzw. Behandlung der Abluf sind nur stellvertretend genannt. Dass eine Änderung der Situation nur geringen technischen Aufwand, einer einfachen Überlegung und selbstverständlich einer gesunden und verantwortungsvollen Entscheidungskraft bedarf, sollte jedem bewusst sein und an dieser Stelle nachdrücklich in Erinnerung gerufen werden. Informieren Sie sich einfach anhand der folgenden Ausführungen und fällen Sie dann eine Entscheidung.

**1) Sauerstoffaktivierung ist ein natürlicher Prozess – adäquate Prozesse laufen in unserer Außenluft ab!**

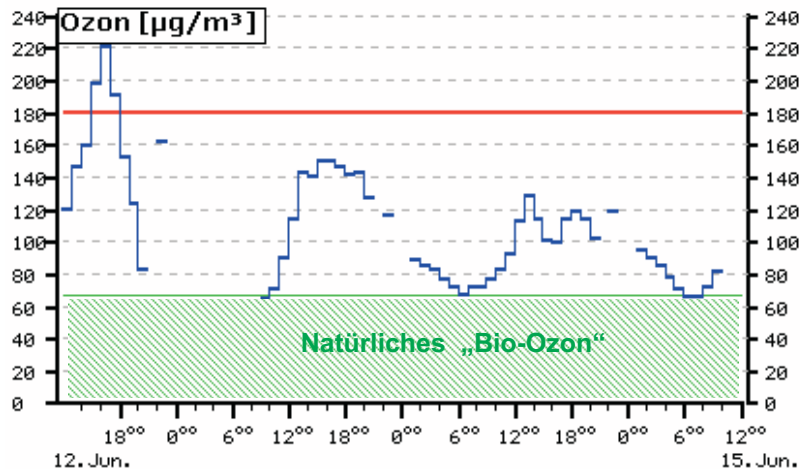
„Aktivierter Sauerstoff“ ist ein Sammelbegriff für elektrisch positiv und negativ, einfach oder mehrfach geladene Teilchen (atomarer oder molekularer Größe) in der Luft. Die raumklimatische Bedeutung liegt in erster Linie in der Erhaltung der elektrischen Leitfähigkeit der Raumluf, der Gewährleistung eines Ausgleichs der statischen Elektrizität, sowie der Reinhaltung der Raumluf durch Sedimentation und natürliche Oxidation. Dabei werden auch feinste Schwebstoffe aus der Raumluf wie Rauch, Viren und Mikroorganismen durch rasche Bildung von Kondensationskernen entfernt und aboxidiert. (Dr. Varga, Universität Heidelberg)

Unter aktiviertem Sauerstoff versteht man Sauerstoff in Form von Sauerstoffionen ( $O_2^+$ ,  $O_2^-$ , Sauerstoffcluster  $O_2^{+/-}$ ) sowie Sauerstoffradikalen ( $O_3$ ,  $O$ ). Alle diese Formen oder Sauerstoffzustände finden wir in der freien Natur. Insbesondere durch UV-Strahlung wird Sauerstoff in der Luft chemisch „aktiviert“.

Die dabei durchschnittlich auftretende Menge an Sauerstoffionen und Ozon wird regelmäßig in einzelnen Gebieten ermittelt.

	Ozon	Sauerstoffionen
Gebirge	ca. 20 - 30 ppb	ca. 6.000 I <sub>o</sub> /cm <sup>3</sup>
Seeklima		ca. 2.000 I <sub>o</sub> /cm <sup>3</sup>
Waldgebiete		ca. 1.500 I <sub>o</sub> /cm <sup>3</sup>
Stadtgebiete**	ca. 30 - 90 ppb	ca. 500 I <sub>o</sub> /cm <sup>3</sup>
Innenräume	ca. 0 - 5 ppb	gegen 0

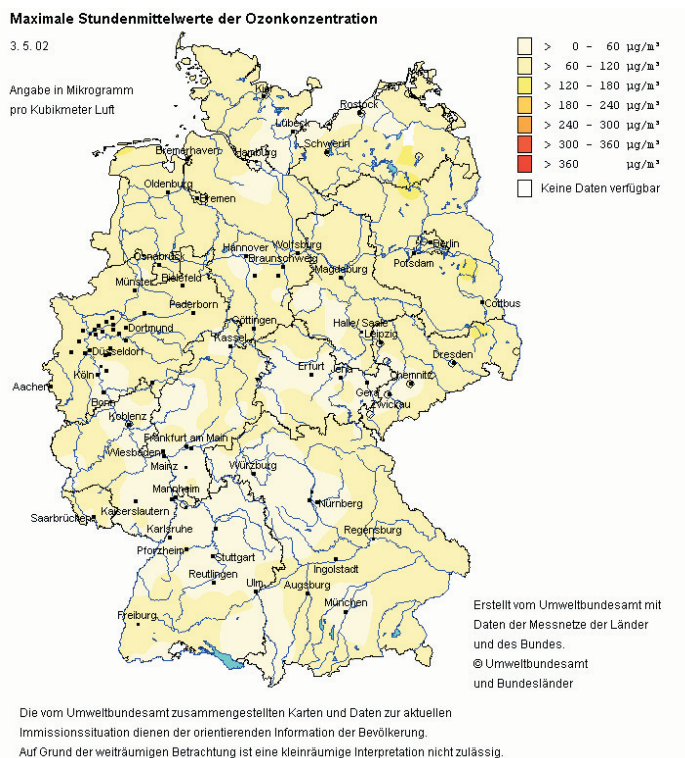
\*\*Bildung von „bodennahem“ Ozon insbesondere durch Pkw-Abgase.  
MAK-Wert: 180µg/m<sup>3</sup> = ca. 90 ppb



**Grenzwert Außenluft**

**Grenzwert Geruchsschwelle**

**Abb.** Ozonwerte der Außenluft in Frankfurt a.M. (Quelle: www.wetteronline.de)



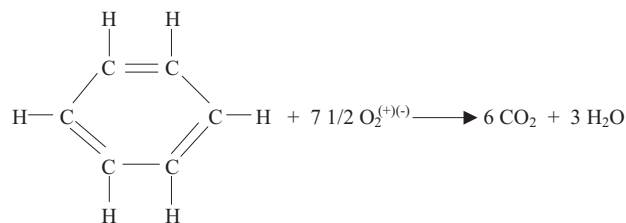
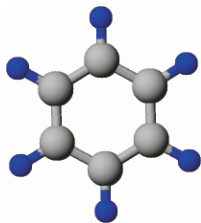
**Abb.** Durchschnittliche natürliche Ozonkonzentration der Außenluft (Quelle: Landesumweltamt Sa.)

## 2) Was geschieht mit dem aktivierten Sauerstoff in der Natur?

Die Menge an Sauerstoffionen und Ozon (**aktivierter Sauerstoff**) ist in der Natur für den natürlichen Abbau von instabilen Kohlenwasserstoffverbindungen in der Luft sowie für die Reduzierung von Keimen (Denaturalisierung) verantwortlich. Vereinfacht gesagt handelt es sich dabei um eine „Kaltoxidation“, die mikroskopisch kleine Teilchen und Partikel angreift, jedoch komplexere Lebensformen nicht schädigt.

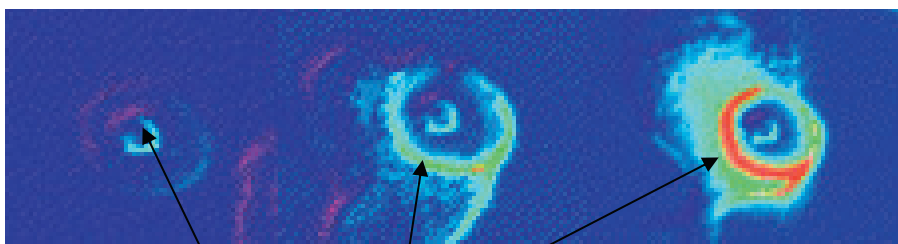
Einerseits werden chemische Verbindungen angegriffen...

Beispiel: Benzol - krebserregender  
TRK Wert **4,5 µg/m<sup>3</sup>**



... andererseits werden durch Bildung von geringsten Mengen an **-OH Radikalen** aus **aktiviertem Sauerstoff** und hygroskopisch vorhandenem **H<sub>2</sub>O** (Luftfeuchtigkeit genügt) die auf Flächen haftenden Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC) und Keime vorrangig zu **CO<sub>2</sub>** und **H<sub>2</sub>O** aboxidiert.

Dieser chemische Prozess ist aus der Desinfektion mit Wasserstoffperoxiden (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, -OH, HO<sub>2</sub>) bekannt.

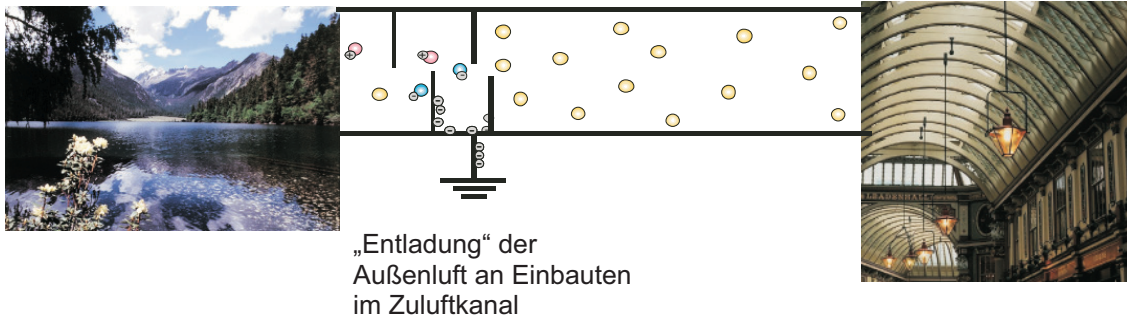


**Abb.**  
Reaktion eines Keimes mit -OH Radikalen

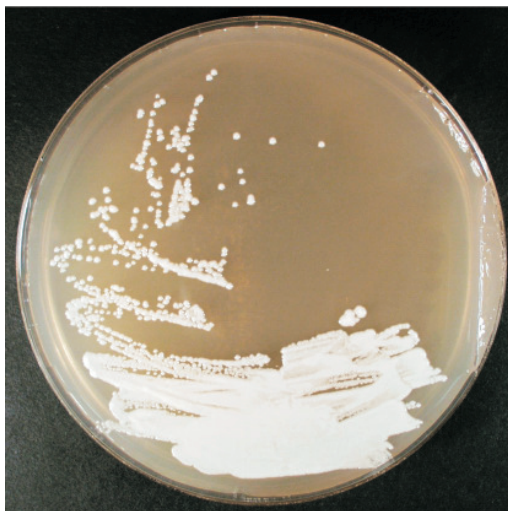
Aktivierter Sauerstoff ist eine Umgebungsbedingung, die ein Leben auf der Erde in der jetzigen Form überhaupt erst möglich macht. Es handelt sich um ein Gleichgewicht. Wenn wir von gesunder Luft sprechen, sind die Werte des aktivierten Sauerstoffs ein Bestandteil davon und damit ein wichtiges Kriterium zur Definition von Luftqualität!

### 3) „Passiver Sauerstoff“ in geschlossenen Räumen und seine Folgen

In geschlossenen Räumen ist die Konzentration des aktivierten Sauerstoffs nur gering, da die Luft durch das Gebäude selbst und durch die Luftzuführung weitgehend entladen wird. Vereinfacht kann man sich diesen Vorgang als Erdung vorstellen. In der Raumluft ist somit größtenteils „passiver Sauerstoff“ vorhanden.



Die Folgen sind unübersehbar! Das natürliche Oxidationspotenzial des Sauerstoffs geht verloren und VOC sowie Keime können sich ungehindert ausbreiten. Infolge der definierten und nahezu gleichbleibenden Raumluftbedingungen bei Temperatur und Luftfeuchte finden Keime, Pilze und Bakterien exzellente Wachstums- und Vermehrungsbedingungen vor.



**Abb.:**

Agrar-Platten nach 3 Tagen Inkubation mit Hefe (*Saccharomyces cerevisiae* is1) ohne aktiven Sauerstoff

Quelle: Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens

Qualitätsprobleme der Raumluft (hohe Keimzahlen, Allergene, Geruchsbelastungen etc.) durch übermäßig hohe VOC und überdurchschnittliche Ansteckungsgefahr bei Krankheiten sind die Folge.

Selbst eine regelmäßige Reinigung der Räume reduziert nicht die VOC- und Keimlasten auf ein natürliches Maß. Im Gegenteil: Durch die Verwendung von Reinigungsmitteln gelangen zusätzliche Schadstoffe in die Raumluft.

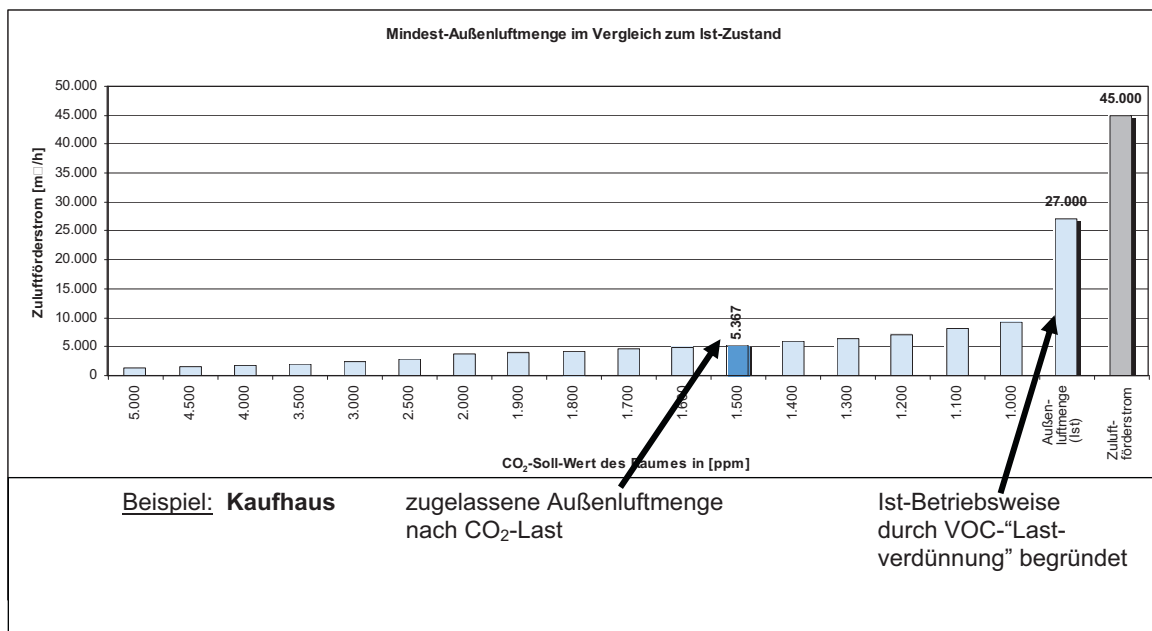
#### 4) Wie kann die Raumluftqualität verbessert werden und welche Kosten fallen an?

##### 4.1 Konventionelle Lösung durch übermäßige Zuführung von Außenluft

Die mehr oder minder erfolgreiche Qualitätssicherung der Raumluft wird neben den notwendigen Maßnahmen (u.a. Be-/Entfeuchtung, Temperierung, Luftzirkulation) bislang oft durch eine hohe Zuführung von Außenluft (in Stadtgebieten zumeist schon belastet!) realisiert.

Energieökonomisch ist eine solche Verfahrensweise alles andere als zukunftsorientiert.

Um eine vernünftige „Verdünnung“ der belasteten Raumluft zu erreichen, wird meist eine Außenluftmenge gefördert, die das 4- bis 5-fache dessen übersteigt, was zum Ersatz der durch Atmung verbrauchten Raumluft benötigt wird. Empfohlene Werte siehe DIN 1946 T.2, S.5, Absatz 4.2.2 und 4.2.2.2.



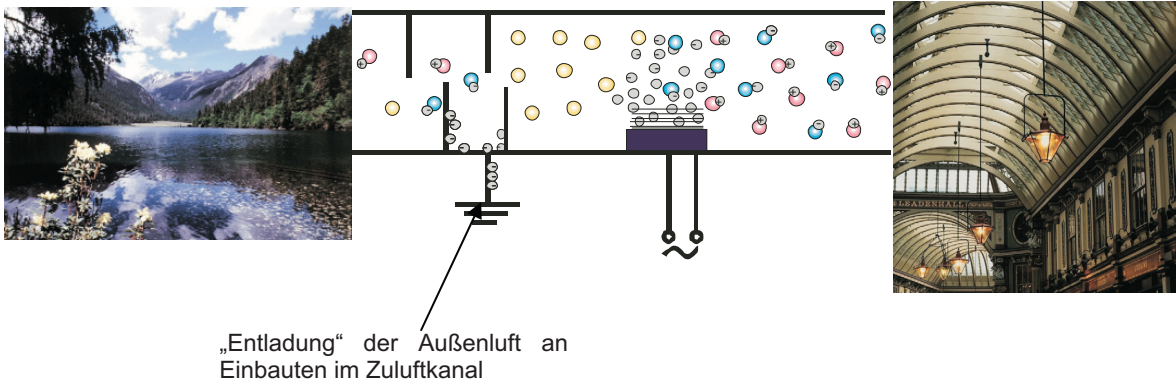
Auch die derzeit international ernsthaft diskutierte Möglichkeit, durch Beduftung der Räume den Geruchsproblemen in Räumen zu begegnen, wirft mehr Fragen auf als sie lösen kann.

##### 4.2. Die vernünftige Alternative – naturadäquat, kostensparend, einfach und sicher!

Wenn man wie unter 1) beschrieben die Vorgänge in der Natur kennt und somit definierte Außenluftbedingungen formulieren kann, liegt es nahe, diese Bedingungen nachzustellen bzw. ähnlich der Natur zu initiieren.

Mit der Verfügbarkeit eines **geregelt**en Sauerstoffaktivierungssystems, dem **LH-SYSTEM**, bietet die GSB mbH, einfache, sichere und stabile Komponenten zur Lösung dieser Aufgabe an. Dabei werden die Systemkomponenten so in das Zuluftsystem eingebunden, dass der Sauerstoff analog der Außenluft aktiviert wird und im Raum vorhandene Lasten abbauen kann.

Das **LH-SYSTEM** nutzt unter anderem die Technologie der dielektrisch behinderten Entladung und sorgt für die stabile Erzeugung von aktiviertem Sauerstoff. Bei Bedarf können RLT-Anlagen mit Sensortechnik kombiniert werden, so dass sich das **LH-SYSTEM** sowohl für den Großeinsatz als auch für Einzellösungen eignet.



Die Bildung von aktivem Sauerstoff wird vom **LH-SYSTEM** über einen inneren Regelkreis geregelt bzw. exakt gesteuert, damit die Zuluft entsprechende Außenluftqualitäten erreicht. Das **LH-SYSTEM** erzeugt somit eindeutig definierte Mengen an aktiviertem Sauerstoff. Lasten wie VOC oder Keime werden analog zur freien Natur abgebaut und reduziert.

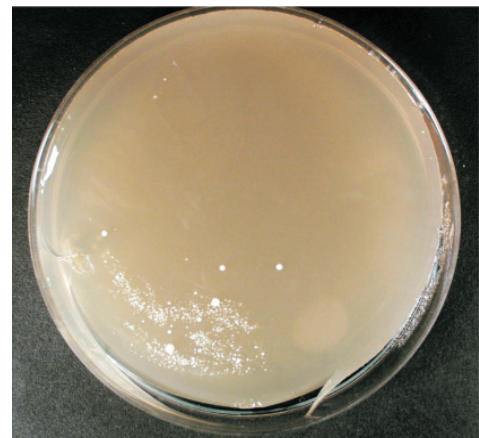


Abb.:

**Agrar-Platten nach 3Tagen Wachstum von *saccharomyces cerevisiae***

ohne aktiviertem Sauerstoff

mit aktiviertem Sauerstoff

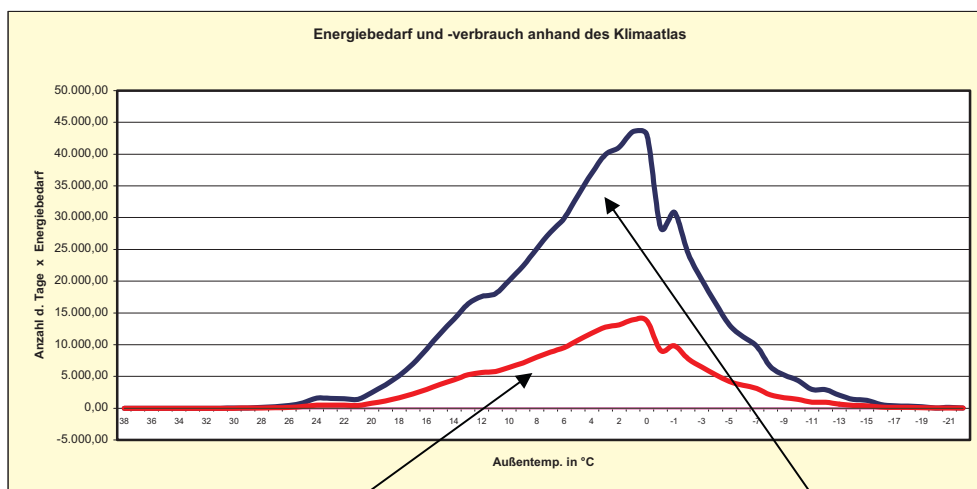
Die übermäßige Belastung von Räumen durch Allergene, abgelagerte Geruchspartikel wie z. B. Nikotin sowie Keime und Schimmelpilzsporen kann bei konsequenter Nutzung der Sauerstoffaktivierung nahezu ausgeschlossen werden.

Ein Abbau der Keime nahe Null wäre technisch zwar möglich, ist jedoch seitens der GSB mbH in den meisten Fällen nicht gewollt. Maßstab für die Raumluft ist und bleibt unsere natürliche Umgebung.

Der Einbau des **LH-SYSTEM** ist einfach: Die Module werden beispielsweise in einem Kastengerät im letzten Segment oder im Kanalsystem integriert. Zusätzliche Sicherheitsaufwendungen sind nicht nötig. Die Betriebsspannung der Systeme liegt bei 12V, die Leistung für die Behandlung von 20.000m<sup>3</sup>/h Zuluft ist kleiner als 0,1kW.

#### 4.3. Betriebskosten senken durch Sauerstoffaktivierung

Das Verfahren der Sauerstoffaktivierung mit dem **LH-SYSTEM** ermöglicht durch die Geruchs- und Keimreduzierung eine optimale Umluftnutzung. Dabei kann nach DIN 1946 T.2 der Außenluftanteil auf das zugelassene Minimum reduziert werden. In den meisten Fällen führt dies bereits ohne zusätzliche technische Wärmerückgewinnungsmaßnahmen (WRG) zu erheblichen Energieeinsparungen. Durch den geringeren Außenluftanteil, der erwärmt oder gekühlt werden muss, lassen sich in der Praxis Energieeinsparungen von bis zu **75 Prozent** erzielen.



**Abb.:** Beispielhafter Energiebedarf zur Lufterwärmung in einer RLT-Anlage ohne Sauerstoff-Aktivierung und **mit** Sauerstoffaktivierung incl. optimaler Umluftnutzung

Mithilfe des **LH-SYSTEM** ist die Qualität der Umluft hinsichtlich Geruchsbelastungen genau so gut oder sogar besser als die Außenluft. Dies beeinflusst direkt die Behaglichkeit und die Luftqualität in den Räumen.

## 5) Vorteile des LH-SYSTEM auf einen Blick

Aktivierung des Sauerstoffanteils, beispielsweise in der Zuluft. Damit werden flüchtige Laststoffe (VOC) und Mikroorganismen wie z. B. Bakterien, Keime und Sporenelemente bereits im Rohr- bzw. Kanalsystem weitgehend eliminiert.

Die geregelte Sauerstoffaktivierung baut Belastungen der Luft (Keime und VOC) **direkt im Raum** ab.

Sauerstoffaktivierung mit dem **LH-SYSTEM** ist ein **naturadäquates Verfahren**, da ähnliche Prozesse in unserer Außenluft ablaufen.

Eine **gezielte Umluftnutzung** ist möglich. Bei Außenlufttemperaturen, z. B. im Winter unter 5° C bzw. im Sommer über 25° C, kann der Außenluftanteil gegebenenfalls auf 10 % gesenkt werden. Die Berechnung des tatsächlichen minimierten Außenluftanteils ergibt die **Optimierung der Energiesituation**, sowie die Gewährleistung einer CO<sub>2</sub>-Last im Raum unter 1.500 ppm.

Es ist eine Reduzierung vorgesehener anderer WRG-Maßnahmen möglich. **Umluftnutzung als optimale WRG-Maßnahme.**

Das **LH-SYSTEM** ist kostengünstig und kann direkt im Luftleitsystem eingebaut werden. **Kosten- und Platzeinsparung!**

Beim **LH-SYSTEM** kann der Druckverlust im Rohr- bzw. Kanalsystem als vernachlässigbar gering angenommen werden. Die im Vergleich zu traditionellen WRG-Systemen geringere Antriebsleistung des Lüfters führt zur zusätzlichen Einsparung von Energiekosten.

Das **LH-SYSTEM** zeichnet sich im Vergleich zu anderen Systemen durch einen geringeren Wartungsaufwand und eine höhere Standzeit aus. Damit lassen sich Betriebs- und Wartungskosten senken.

**Luftqualität ist kein Luxus –**

**Luftqualität ist Bedingung für eine gesunde Lebensweise!**