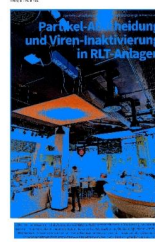


Spezielle Luftaufbereitung für die Gesundheitsvorsorge in Innenräumen

# Partikel-Abscheidung und Viren-Inaktivierung in RLT-Anlagen

Im Restaurant tibits an der Seefeldstrasse in Zürich: an der Decke der Zuluftkanal mit Ionisationssystem.

Lüften von Innenräumen wird als eine der wichtigsten Hygienemassnahmen zur Minimierung des Infektionsrisikos in Erinnerung bleiben, wenn die Epidemie vorbei ist. Arbeitgeber und Gebäudeeigentümer von Büros, Restaurants, Schulen usw. werden sich Gedanken machen müssen, wie sich in Zukunft der wirtschaftliche Schaden reduzieren lässt, respektive wie ein Gebäude an Wert behält mit entsprechender Vorkehrung.



Text Peter Amacher (GF SVLW), Peter Warthmann  
Bilder Peter Amacher, ionair AG, SVLW

Lüftungsmassnahmen werden in Zukunft zu den wichtigsten Kriterien für die Gesundheitsvorsorge. Während eine physische Distanzierung wichtig ist vor Ansteckung, kann das Risiko einer luftgetragenen Übertragung über Entfernungen von mehr als 1,5 m mit angemessener Belüftung und effektiven Luftverteilungslösungen reduziert werden. Dies hat die REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations) im Leitfaden «Betrieb von HLK- und anderen gebäude-technischen Anlagen zur Vermeidung der Ausbreitung der Erkrankung durch das Coronavirus an Arbeitsplätzen» erklärt. In einer solchen Situation sind mindestens drei Ebenen der Anleitung erforderlich:

- wie man die Lüftungs- und Klimatechnik in bestehenden Gebäuden während einer Epidemie betreibt
- wie man eine Risikobewertung durchführt und die Sicherheit verschiedener Gebäude und Räume beurteilt
- was weitergehende Massnahmen wären, um die Verbreitung von Viruserkrankungen in Zukunft in Gebäuden mit verbesserten Lüftungssystemen zu reduzieren.

Eine entscheidende Rolle in der Diskussion um eine zukünftige Lösung können spezielle Luftaufbereitungsverfahren in RLT-Anlagen spielen. Nachfolgend werden die wichtigsten Verfahren zur Partikel-Abscheidung oder Viren-Inaktivierung erklärt und mit einem Praxis-Beispiel ergänzt.

## Filter

In einem Luftfilter werden Staubpartikel an feinen Fasern im Filtermedium durch physikalische Mechanismen abgeschieden und eingelagert. Alle Arten von Partikeln, auch Bakterien, Viren oder Fettpartikel und Öl-Nebel, sowie Pollen, Blütenstaub und Russ werden aufgefangen. Es gibt verschiedene Filterklassen, die sich im Abscheidungsvermögen deutlich unterscheiden. Nach SWKI-Richtlinien werden in Lüftungsanlagen für Räume mit Personenaufenthalt, wie z. B. Büro- oder Wohnräume, Fein-

staubfilter mindestens der Klasse ISO ePM1 50 % eingesetzt. Diese Filter scheiden mindestens 50 % der ultrafeinen Partikel (kleiner 1 µm) ab. Der etwas gröbere PM2.5 oder PM10 Feinstaub wird dabei mit einem deutlich höheren Wirkungsgrad abgeschieden. Bei höheren Anforderungen an die Zuluftqualität können in RLT-Anlagen Filter der Klassen ISO ePM1 80 % bis 90 % eingesetzt werden. Bei noch höheren Anforderungen werden die effizienteren EPA-Filter verwendet oder in kritischeren Bereichen werden hocheffiziente HEPA-Filter eingesetzt. HEPA-Filter der Klasse H14 scheiden mindestens 99,995 % aller Partikel ab und sie werden sowohl nach der Herstellung als auch bei der Inbetriebnahme der Lüftungsanlage nach entsprechenden O-Normen auf Leckfreiheit geprüft. Ist gut, zu prüfen, welche Filter, an welchem Standort in der RLT-Anlage zielführend sind.

## Kalt-Plasma

Die Technologie verwendet eine präzise elektrische Ladung, welche ein elektrisches Feld erzeugt, das mit einer hohen Ionenkonzentration angereichert ist. Durch die Abgabe der Ionen an den Luftstrom in der RLT-Anlage spalten sich die Schadstoffe und Gase in harmlose Verbindungen wie Sauerstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf etc. auf. Offenen Ionen mit schädlichen Krankheitserregern wie Viren, Bakterien oder Schimmelpilzen in Berührung, werden diese inaktiv. Dies geschieht durch den Entzug der Wasserstoffmoleküle und zerstört zudem die in der Zelle frei vorliegende DNA der Mikroorganismen. Ohne Wasserstoff haben die Mikroorganismen keine Energiequelle und sterben ab.

Ander als die Luftaufbereitung mit ultraviolettem Licht (UV-C) können künstlich erzeugte Ionen lange Strecken innerhalb des Luftstroms zurücklegen und die Luft auch entfernt von der Position des Plasmastrahls reinigen.

Ionen sind Atome, die positiv oder negativ geladen sind, was bedeutet: sie haben Elektronen abzugeben oder benötigen Elektronen, um stabil zu werden. Die Kalt-

Plasmatechnologie nutzt die gleichen Ionenstrukturen wie sie die Natur bei Blitzen, Wasserfällen, Ozeanwellen und dergleichen produziert. Es ist der natürliche Weg, die Luft stetig zu reinigen und eine «gesunde Atmosphäre» zu schaffen. Ein Unterschied zwischen künstlich erzeugten Ionen und der Natur ist, dass die Kalt-Plasma-Technologie kein Ozon produziert.

## NT-Plasma

Die bei der Luftbehandlung hauptsächlich verwendeten Plasmaquellen lassen sich in zwei Kategorien unterscheiden: direkt und indirekt. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass bei der direkten Plasmaquelle die zu reinigende Luft vollständig durch die Plasmaentladung geleitet wird, in der indirekten Plasmaquelle nur ein kleinerer Teil.

**Indirekte Plasmaquellen:** Luftbehandlung mit indirekten Plasmaquellen zielen auf die langlebigeren von Plasma erzeugten Gas-Spezies wie z. B. Ozon (O<sub>3</sub>) und Stickoxide (NOx) ab. Diese Spezies vernichten oder inaktivieren einzelne Mikroorganismen. Der Hauptwirkungsmechanismus hierbei ist die oxidierende Wirkung der Moleküle, die eine schwache Stabilität aufweisen. Oxidation bedeutet Austausch von Elektronen. Eine Oxidation ist immer mit einer Reduktion verbunden. Mit diesem Mechanismus werden die Oberflächen von Bakterien und Viren verändert und somit in ihrer normalen Funktion gestört. Diese Störung kann zur Inaktivierung oder Zerstörung der Mikroorganismen führen. Luftbehandlungen dieser Art können entsprechend mit sehr geringem Energieaufwand eine grosse Luftmenge behandeln und eine Reduktion von Mikroorganismen in der Raumluft erzielen.

**Direkte Plasmaquellen:** Luftbehandlung mit direkter Plasmaquelle behandeln die komplette Luft und arbeiten zusätzlich mit weiteren Wirkmechanismen. Hierzu zählen unter anderem das erzeugte elektrische Feld, die milde UV-Strahlung (280 nm und 300 nm), freie beschleunigte Elektronen sowie vor allem die kurzlebigen Gas-





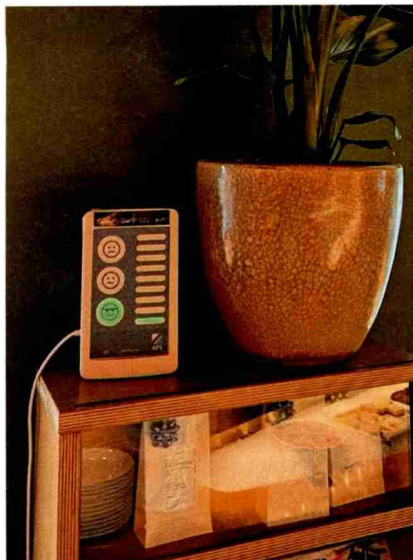
spezies. Diese Spezies existieren nur im Plasma oder der unmittelbaren Nähe der Entladung (wenige mm) und sind sehr reaktionsfreudig. Diese kurzlebigen Gasspezies reagieren genau wie die langlebigen Spezies in der indirekten Luftbehandlung mit der Oberfläche von Mikroorganismen und verändern diese. Da diese Spezies sehr viel reaktionsfreudiger sind, wird dieselbe Wirkung sehr viel schneller, im Millisekunden-Bereich, in einem sehr viel kleinerem Raum erreicht. Dieser Wirkmechanismus fehlt bei der indirekten Plasmaquelle, oder ist nur zu einem kleinen Bruchteil vorhanden. Die direkte Plasmaquelle benötigt weitaus weniger Energie und erzeugt z. B. deutlich weniger Ozon.

Zusätzlich wirken auf die oberflächenmodifizierten Mikroorganismen noch das elektrische Feld und die freien Elektronen. Diese Kombination kann die Zellwände eines Bakteriums zerreißen. Nach der direkten Behandlung durch das Plasma wird auch bei dieser Luftbehandlung das Gemisch aus Luft und langlebigen Spezies aus dem Plasma weiter transportiert.

Bei beiden Kategorien der Luftbehandlung müssen unverbrauchte metastabile Spezies rausgefiltert werden. Es muss hierbei darauf geachtet werden, dass die jeweils zulässigen Grenzwerte eingehalten werden.

### UV-C

Der Wellenlängenbereich der ultravioletten Strahlung liegt zwischen der sichtbaren Strahlung und der ionisierenden Strahlung. Die sichtbare Strahlung mit Wellenlängen von 400 bis 700 nm (Nanometer) kann aufgrund ihrer beschränkten Energie Moleküle nicht ionisieren und damit biologische Gewebe nicht direkt, sondern nur über sekundär ablaufende biologische Prozesse schädigen. Im Gegensatz dazu kann die stärker energetisch ionisierende Strahlung mit Wellenlängen von kleiner als 100 nm Moleküle wie zum Beispiel die Erbsubstanz direkt schädigen. Die ultraviolette Strahlung bildet den Übergangsbereich, in dem je nach Wellenlänge eine direkte Schädigung möglich oder nicht möglich ist. Sie ist folgendermassen aufgeteilt:



Das CO<sub>2</sub>-Monitoring zeigt auch den Gästen die optimale Raumluftqualität mit genügendem Luftaustausch.

- Die UV-C-Strahlung wirkt ionisierend und kann biologische Moleküle schädigen. Sie hat die stärkste keimtötende Wirkung.
- Die UV-B-Strahlung kann ionisierend wirken und biologische Moleküle schädigen.
- Die UV-A-Strahlung kann Moleküle nicht direkt, sondern nur über sekundär ablaufende biologische Prozesse ionisieren.

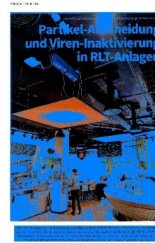
Die keimtötende Wirkung von UV-Strahlung ist bei Wellenlängen zwischen 260 nm und 280 nm im UV-C-Bereich am grössten, da die Erbsubstanz der Keime UV-Strahlung in diesem Wellenlängenbereich am stärksten absorbiert. Die UV-C-Strahlung verändert die Erbsubstanz des Keims und verhindert, dass die DNA des Keims sich repliziert bzw. dass der Keim sich kopiert.

Zudem kann UV-C-Strahlung die Proteine des Keims denaturieren und schädigen. Bei zu kleinen UV-C-Dosen besteht allerdings die Gefahr, dass biologische Reparatursysteme der Keime die Schäden an ihrem Erbgut wieder reparieren. Die Grösse der zur Entkeimung notwendigen Dosen hängt von der Art der Keime, der Beschaffenheit der verkeimten Oberflächen sowie von anderen Parametern wie der Luftfeuchtigkeit ab.

### Ionisation

Mit dem Ionisationssystem in der Zuluft einer Lüftungsanlage wird die Luftqualität und Hygiene im belüfteten Raum signifikant verbessert. Störende Gerüche von draussen oder von Quellen im Raum werden mit der Ionisierung stark reduziert. Die Ionisations-Intensität wird nach Bedarf anhand der Aussenluftqualität, der Raumluftqualität, der Luftmenge und der Feuchte bestimmt. Beim Betrieb des Ionisationssystems entsteht auch etwas Ozon O<sub>3</sub>. Wird die zulässige Ozonkonzentration überschritten, merkt dies der Ozonsensor und der Regler reduziert entsprechend die Ionisationsintensität.

Der Leistungsregler bestimmt anhand der Sensorsignale die benötigte Ionisations-Intensität, wodurch an den Ionisa-



tionsröhren ein optimal getaktetes elektrisches Feld entsteht. Die vorbeiströmenden Sauerstoffmoleküle werden dadurch ionisiert. Es entstehen wie in der Natur positive und negative Sauerstoffionen, atomarer Sauerstoff, Elektronen und Kleinstmengen an Ozon.

Dadurch werden die natürlichen physikalischen und chemischen Abläufe beschleunigt, was zu folgenden Wirkungen führt:

- Abbau von Gerüchen durch die kalte Oxidation von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) um ca. 50%.
- Agglomeration und Sedimentation von Feinstaub durch geladene Partikel um ca. 50%.
- Inaktivierung von Mikroorganismen und Viren um über 90% (bestätigt durch Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP).

[svlw.ch](http://svlw.ch)

[ionair.ch](http://ionair.ch)

[tibits.ch](http://tibits.ch)

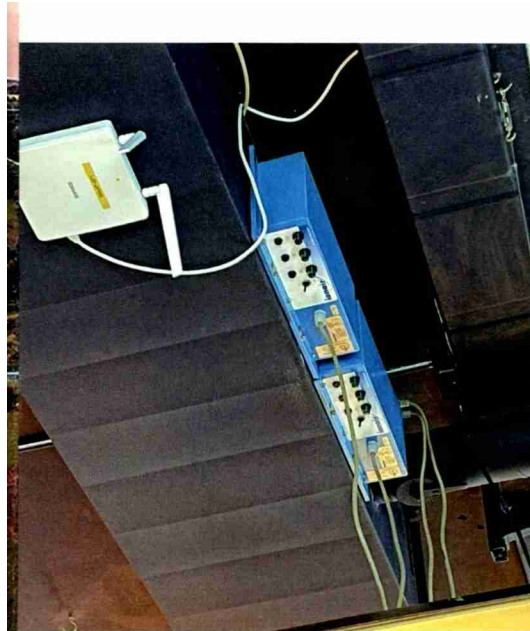
## Informationen

Der Leitfaden der REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations) wurde von der Schweizerischen Vereinigung der Heizungs- und Kälteanlagenplaner (SWKI) in Deutschland publiziert (inhaltlich unverändert) und stellt diesen frei zur Verfügung.

[bit.ly/RIVA\\_Covid](http://bit.ly/RIVA_Covid)

Merkblatt SVLW

[bit.ly/SIW-MB140](http://bit.ly/SIW-MB140)



Die Ionisationsröhren aus Edelstahl ragen in den Zuluftkanal hinein.



Ionisationssystem der Firma ionair AG.



## Praxis-Beispiel mit Ionisationssystem

Die tibits AG betreibt elf Restaurants in der Schweiz. Auf der Speisekarte sind vegetarische und pflanzliche Speisen und Getränke. Bereits seit der Geschäftsgründung vor 20 Jahren setzen die Betreiber auf weitergehende Massnahmen zur Verbesserung der Raumluft in ihren Restaurants. Dies zum Wohle ihrer Gäste und der Mitarbeitenden. Bis 2010 gabs ja auch noch die Belastung der Raumluft durch Tabakrauch.

Für tibits-Mitgründer Reto Frei ist die gute Raumluft-Qualität ein wichtiges Thema. Er ist überzeugt, dass die Kunden in den Gasträumen die gute Luft schätzen. Und ebenso auch die Mitarbeitenden in Küche und Restaurant. Deren Motivation und Leistungsfähigkeit wird durch die optimale Raumluftqualität unterstützt.

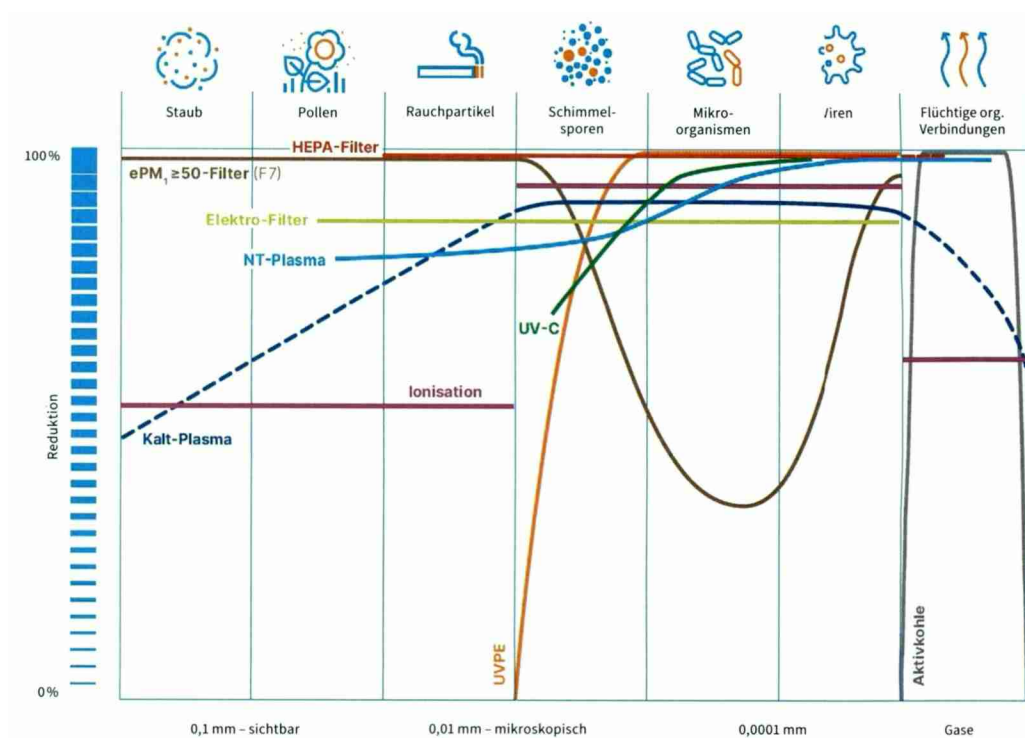
So sorgt in jedem tibits-Restaurant eine automatische Lüftungsanlage für genügend Frischluft und ein Ionisationssystem der Firma ionair AG reduziert auch störende Gerüche und Keime, die von Quellen in den genutzten Räumen stammen.

Das Ionisationsmodul ist installiert am Zuluft-Kanal. Die Ionisationsröhren aus Edelstahl ragen in den Zuluftkanal hinein. Die dort erzeugte ionisierte Zuluft ist in der Lage, anschliessend im belüfteten Raum dort durch die Nutzung entstehende Gerüche abzubauen oder etwa durch Personen im Raum verteilte Viren zu

deaktivieren. In der noch andauernden Corona-Zeit ein sehr aktuelles Thema. Bei optimalem Betrieb der Lüftung und des Ionisationssystems kann das Ansteckungsrisiko signifikant reduziert werden, sollte sich ein infizierter Gast als unerkannte Viren-Quelle im Restaurant aufhalten.

Die generelle Raumluftqualität in Räumen mit Personen-Aufenthalt kann heute einfach überwacht werden mit CO<sub>2</sub>-Sensoren, welche die durch das Atmen der Raumnutzer erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration messen (Aussenluft ca. 400 ppm, optimale Raumluft bis 1000 ppm). Ein genügender Luftaustausch ist Grundvoraussetzung auch bei allen Überlegungen zu weitergehenden Massnahmen zur Verbesserung der Raumluftqualität.

Auch in den tibits-Restaurants dienen CO<sub>2</sub>-Sensoren als Indikatoren für genügenden Luftaustausch. Die verwendeten Geräte visualisieren den aktuellen Bereich der CO<sub>2</sub>-Konzentration und zeigen, ob die Lüftung auch bei dichter Personen-Belegung optimal betrieben wird. CO<sub>2</sub>-Sensoren werden auch eingesetzt für die Überwachung und bedarfsgerechte Regelung der Lüftungsanlagen. In einem umfassenden Monitoring werden die CO<sub>2</sub>-Ganglinien systematisch erfasst und dienen als Grundlage für die laufende Betriebsoptimierung.



**Wirkbereiche der verschiedenen Verfahren zur Luftaufbereitung und Reduktion der Belastung:**  
Die Linien zeigen, in welchem Bereich die Systeme wirksam sind. Einige Systeme reduzieren Gerüche oder deaktivieren Mikroorganismen und Viren, andere Systeme scheiden diese ab. (Grafik aus dem Merkblatt SVLW «Gute Raumluftqualität für meine Gesundheitsvorsorge»).