



Factsheet zu Luftaufbereitung

Die nachfolgenden Erklärungen ergänzen das Merkblatt «Gute Raumluftqualität für meine Gesundheitsvorsorge». www.svlw.ch, SVLW Literatur: 140_Merkblatt_Luftaufbereitung.

Inhaltsregister

FilterSeite 1

Kalt-PlasmaSeite 2

NT-Plasma.....Seite 3

IonisationSeite 4

UV-CSeite 5

Filter

In einem Luftfilter werden Staubpartikel an feinen Fasern im Filtermedium durch physikalische Mechanismen abgeschieden und eingelagert. Alle Arten von Partikel, auch Bakterien, Viren oder Fettpartikel und Öl-Nebel, sowie Pollen, Blütenstaub und Russ werden aufgefangen.

Es gibt verschiedene Filterklassen, die sich im Abscheidevermögen deutlich unterscheiden. Nach SWKI-Richtlinien werden in Lüftungsanlagen für Räume mit Personenaufenthalt, wie z.B. Büro- oder Wohnräume, Feinstaubfilter mindestens der Klasse ISO ePM1 50% eingesetzt.

Diese Filter scheiden mindestens 50% der ultrafeinen Partikel (kleiner

1µm) 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, wie z.B. in Reinräumen der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie oder in Operationssälen in Spitälern, 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 Lüf-

tungsanlage nach entsprechenden ISO-Normen auf Leckfreiheit geprüft.

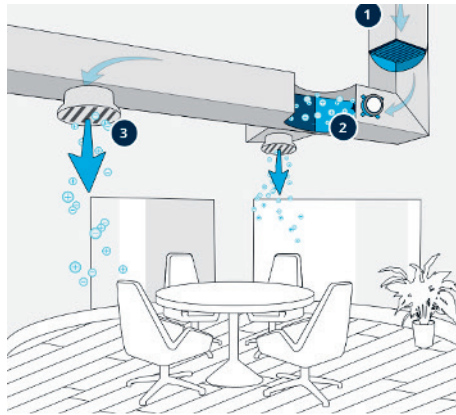


Bild: Feinstaub-Taschenfilter

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 (2), spalten sich die Schadstoffe und Gase in harmlose Verbindungen wie Sauerstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf etc. auf.

Kommen 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 vorliegenden DNA der Mikroorganismen. Ohne Wasserstoff haben die Mikroorganismen keine Energiequelle und sterben ab.



Anders als die Luftreinigungstechnologie, welche auf ultraviolettem Licht beruht, können künstlich erzeugte Ionen lange Strecken innerhalb des Luftstroms zurücklegen (3) und die Luft auch entfernt von der Position des Plasmageräts reinigen. Ionen sind Atome, die positiv oder negativ geladen sind, was bedeutet, sie haben Elektronen abzugeben oder benötigen Elektronen, um ge-

laden zu werden, wodurch ihre Stabilität erreicht wird. Die Kalt-Plasma-Technologie nutzt die gleichen Ionen-Strukturen wie die Natur bei Blitzen, Wasserfällen, Ozeanwellen und dergleichen produziert. Es ist der natürliche Weg die Luft stetig zu reinigen und eine gesunde Umwelt zu schaffen. Ein Unterschied zwischen künstlich erzeugten Ionen und der Natur ist, dass die Kalt-Plasma-Technologie kein Ozon produziert.

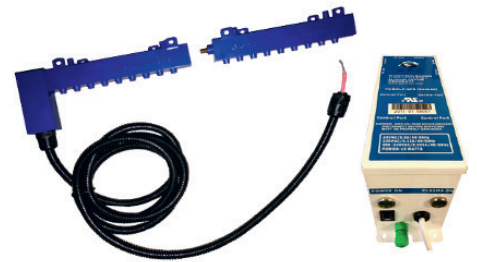


Bild: Kalt-Plasma Modul für den Einbau in RLT-Anlagen

Die bei der Luftreinigung hauptsächlich verwendeten Plasmaquellen lassen sich in zwei Kategorien unterscheiden: direkt und indirekt. Der entscheidende Unterschied der beiden Kategorien besteht darin, dass bei der direkten Plasmaquelle die zu reinigende Luft vollständig durch die Plasmaentladung geleitet wird, während bei der indirekten Plasmaquelle nur ein kleiner Bruchteil der zu reinigenden Luft mit der Plasmaentladung in Berührung kommt.

Indirekte Plasmaquellen

Luftreiniger, bei denen indirekte Plasmaquellen eingebaut sind und bei denen die zu behandelnde Luft nicht durch das Plasma geführt wird, also nicht vollständig mit dem Plasma in Berührung kommt (die indirekte Luftreinigung), zielen auf die langlebigeren von Plasma erzeugten Gas-Spezies wie z.B. Ozon (O_3) und Stickoxide (NO_x) 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. Was auf der einen Seite aufgenommen wird, wird die andere Seite reduziert. Das heisst, 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. Luftreiniger dieser Art können entsprechend mit sehr geringem Energieaufwand eine grosse Luftmenge behandeln und eine Reduktion von Mikroorganismen in der Raumluft erzielen.

Wichtig hierbei ist, dass die zu reinigende Luft ausreichend mit den

im Plasma erzeugten Gasen vermengt wird. Ebenso sollte die Luft im Durchschnitt lange genug in der Mischkammer verbleiben, um die gewünschte Reduktion zu erzielen.

Direkte Plasmaquellen

Luftreiniger mit direkter Plasmaquelle | Volumenplasma, die mit einer direkten Plasmabehandlung die komplette Luft behandeln, 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 Gasspezies wie z.B. O_2^- , OH, H_2O_2 und Radikale wie O^\bullet und N^\bullet . Diese Spezies existieren nur im Plasma oder der unmittelbaren Nähe der Entladung (wenige mm) und sind sehr reaktionsfreudig. Diese



Bild: NT-Plasma, Deckengerät für Raumaufstellung

kurzlebigen Gasspezies reagieren genau wie die langlebigen Spezies in den indirekten Luftreinigern 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 zum kleinen Bruchteil vorhanden. Die direkte Plasmaquelle benötigt weitaus weniger Energie und erzeugt z.B. deutlich weniger Ozon. Die hierbei erzeugten sehr reaktiven Gasspezies im Plasma sind viel schneller und effizienter in der Inaktivierung als die nachgelagerten

langlebigen Gasspezies der indirekten Plasmaquellen.

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 diesen Luftreinigern das Gemisch aus Luft und langlebigen Spezies aus dem Plasma weiter transportiert. Es kommt dann nach dem Plasma zu der gleichen Wirkung, die bei den indirekten Luftreinigern ausschliesslich genutzt wird. Die hoch reaktiven Spezies haben eine extrem kurze Halbwertszeit und reagieren ausserhalb des Plasmas mit umliegenden Molekülen zu metastabilen (O_3 , NO_x) sowie stabilen (O_2 , N_2) Spezies.

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

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 identifiziert und mit der Ionisierung stark reduziert.

Die Ionisationsintensität wird nach Bedarf anhand der Aussenluftqualität, der Raumluftqualität, der Luftmenge und der Feuchte bestimmt. Wird die zulässige Ozonkonzentration überschritten, merkt dies der

Ozonsensor und der Regler reduziert entsprechend die Ionisationsintensität.

Der Leistungsregler bestimmt anhand der Sensorsignale die benötigte Ionisationsintensität, wodurch an den Ionisationsröhren ein wechselndes elektrisches Feld entsteht. Die vorbeiströmenden Sauerstoffmoleküle werden dadurch ionisiert. Es entstehen wie in der Natur pos. und negative Sauerstoffionen, atomarer Sauerstoff, Elektronen und Kleinstmengen an Ozon.

Dadurch werden die natürlichen physikalischen und chemischen Abläufe beschleunigt, was zu folgender Wirksamkeit führt:

- 1) Abbau von Gerüchen durch die kalte Oxidation von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) um ca. 50%
- 2) Agglomeration und Sedimentation von Feinstaub durch geladene Partikel um ca. 50%
- 3) Inaktivierung von Mikroorganismen und Viren um über 90%

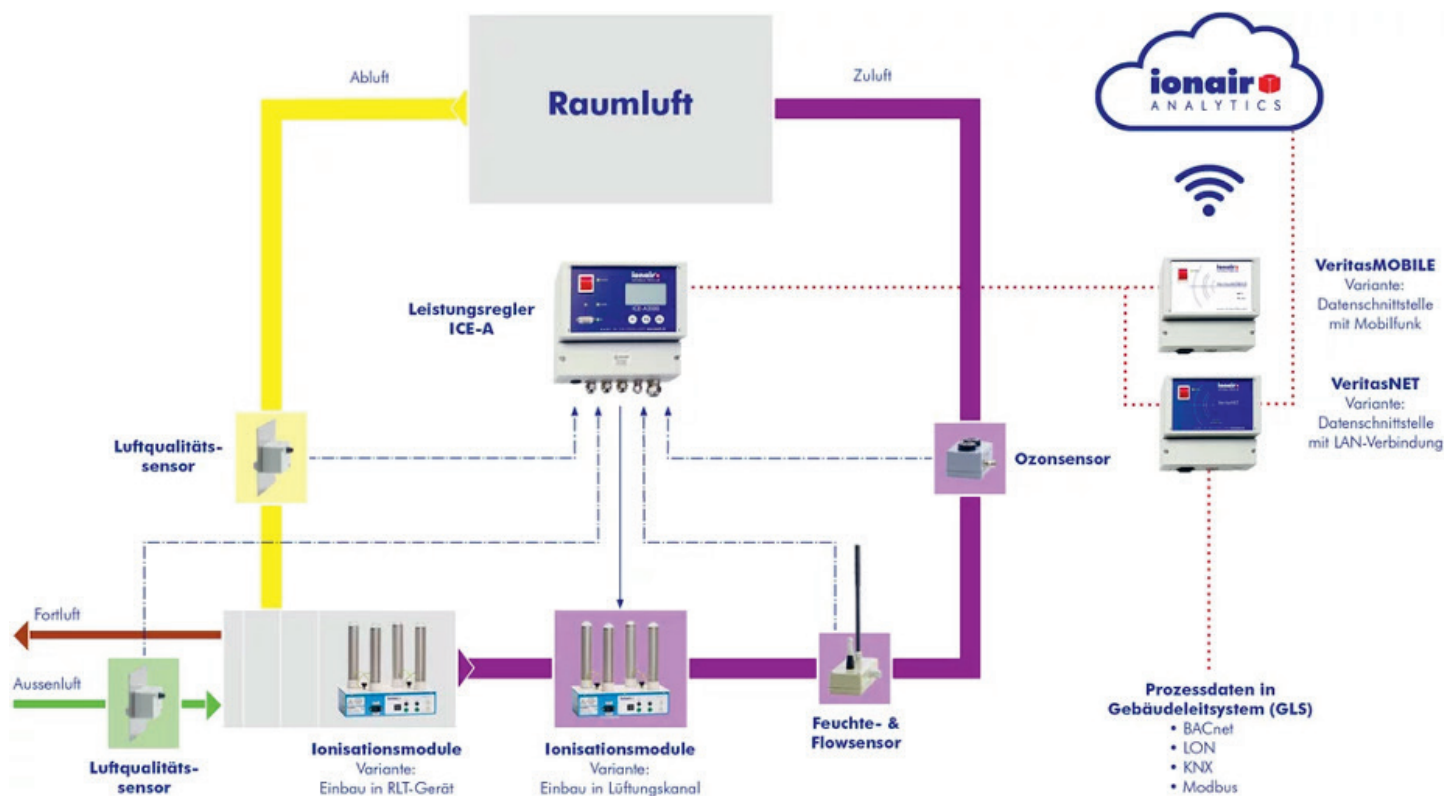


Abbildung 1: Geschlossener Regelkreis eines Ionisationssystems in der Zuluft

Der Wellenlängenbereich der ultravioletten Strahlung liegt zwischen der sichtbaren Strahlung und der ionisierenden Strahlung.

Die sichtbare Strahlung mit Wellenlängen von 400 bis 700 Nanometern (nm) kann auf Grund ihrer beschränkten Energie Moleküle nicht ionisieren und damit biologische Gewebe nicht direkt, sondern nur über sekundär ablaufende biologische Prozesse schädigen.



Bild: UV-C-Bestrahlungswand in einer RLT-Anlage

Im Gegensatz dazu kann die stärker energetische 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:

- 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 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 (Desoxyribonukleinsäure DNS; Ribonukleinsäure RNS) UV-Strahlung in diesem Wellenlängenbereich am stärksten absorbiert. Die UV-C-Strahlung fügt bei einer ausreichenden Dosis Cyclobutan-Pyrimidin-Dimere in die Erbsubstanz des Keims ein und verhindert damit, dass die DNA des

Keimes 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 (CIE 2003).