

# Luftionengehalt und Behaglichkeit

29. Berliner Gesundheitstechnische Tagung – 70 Jahre GG

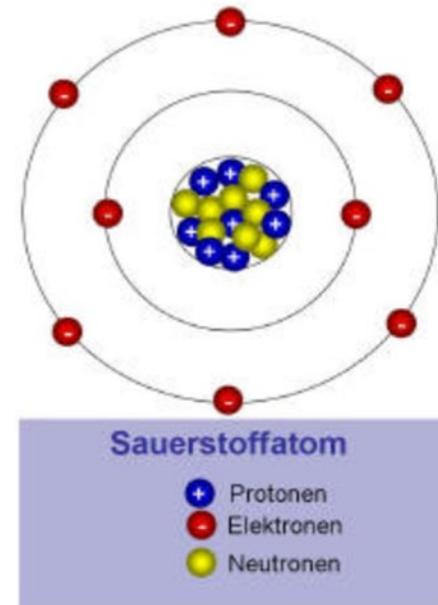
**Vortrag von Rüdiger Külpmann, Hochschule Luzern Technik & Architektur**

08. November 2019

**Danksagung:** Ein Teil der bei den Untersuchungen verwendeten Messgeräte konnte dank einer Spende der Heinz-Trox-Stiftung angeschafft werden.

## Inhalt

- These
- Raumluftqualität: Beeinflussbare Größen
- Unterschiede bei Luftionisationsverfahren
- Neuere Anwendungsbeispiele
- Feinstaub und Elektromog
- Zusammenfassung und Anregungen



<http://www.chempage.de/theorie/atome.htm>

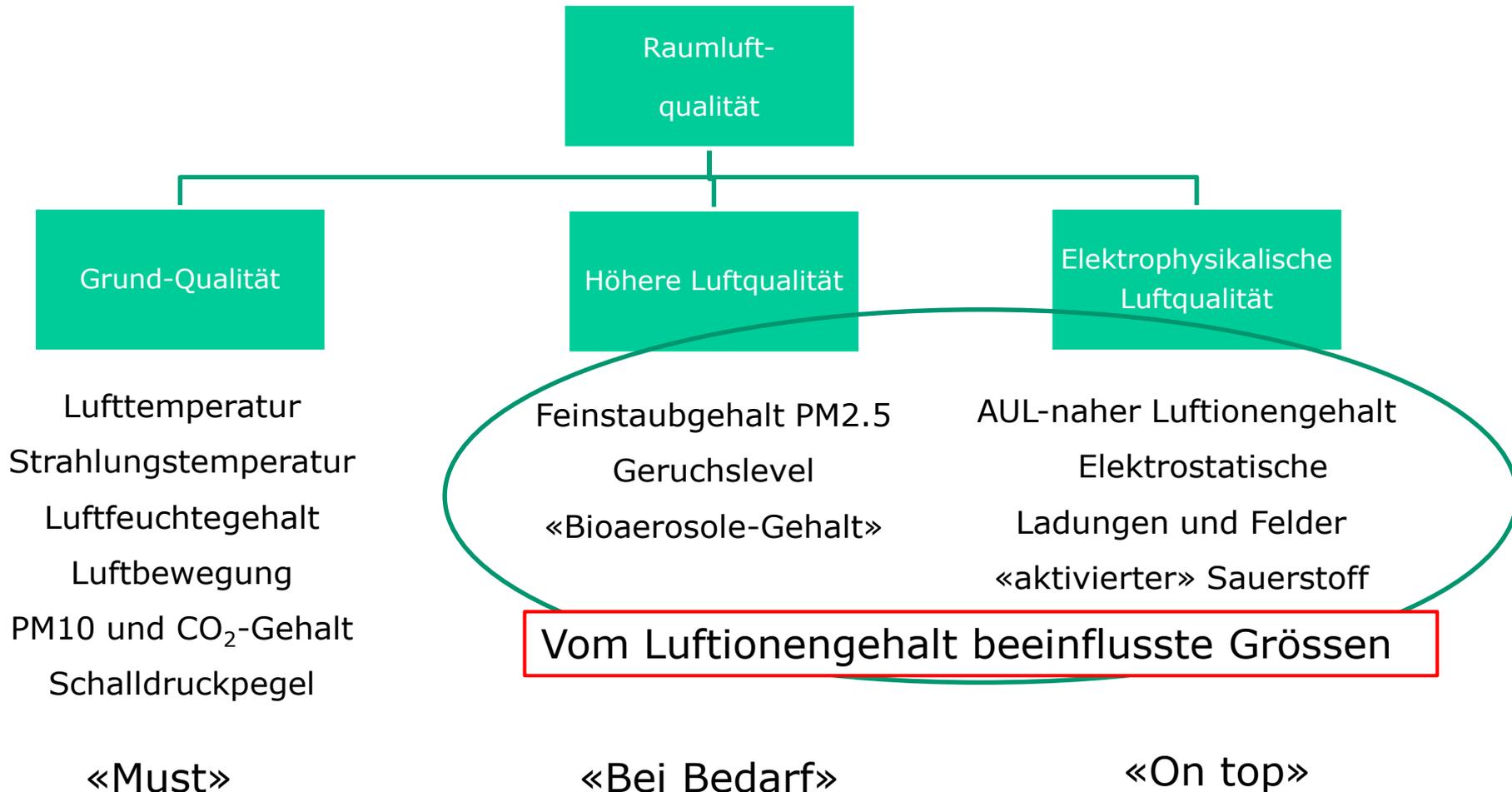
## Beobachtungen und These

- Wir haben die Zuluftqualität im Griff: Filter, Befeuchter, Materialien, Richtlinien und Prüfmethode, Qualifikation und Wartung
- Wir sollten uns entschlossener an die Verbesserung der Raumlufthqualität wagen: VOC, Feinstaubgehalt, Luftionengehalt, Elektrosmog,...
- Geräte zur Erzeugung von nicht-thermischem Plasma (NTP) und elektrisch leitfähiger Luft können diese Grössen beeinflussen.
- NTP-Geräte kommen praktisch unkontrolliert in UML-Geräten zum Einsatz.

### These:

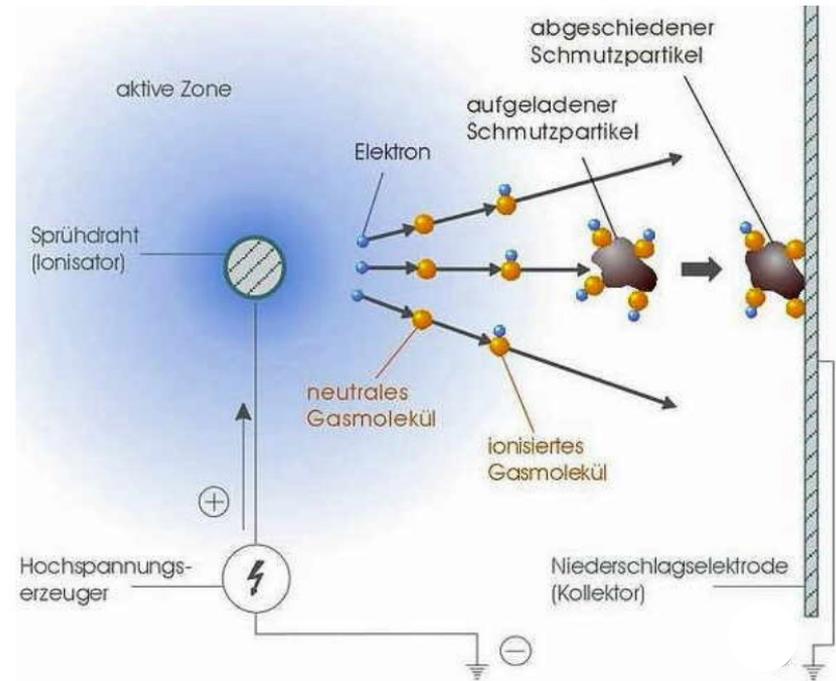
Wer sich solide mit dem Luftionengehalt zur Raumlufthqualitätsverbesserung beschäftigt, wird weltweit ein grosses Marktsegment erschliessen.

## Raumluftqualität: Beeinflussbare Grössen und Erwartungen



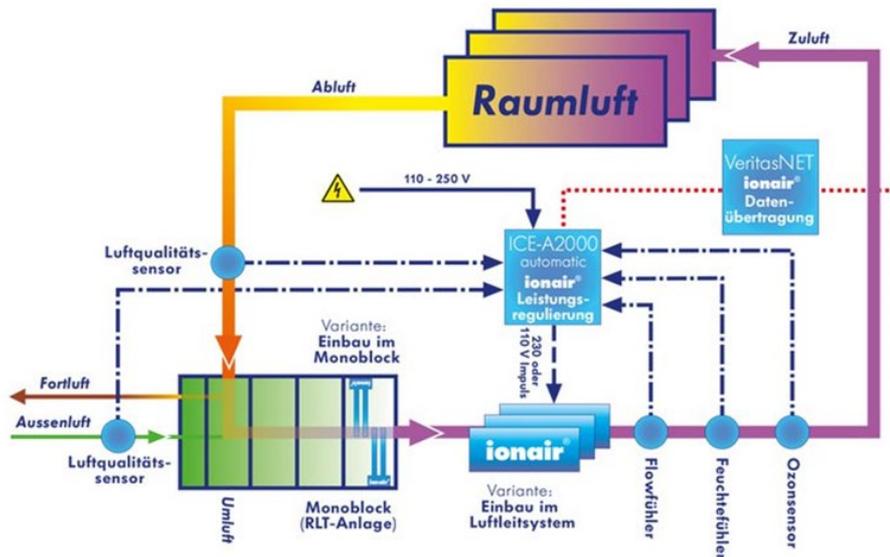
## Luftionisationsverfahren – Variante 1: Korona-Entladung

- Ionisation mittels Hochspannung auf Ionisator (Gleich-, Wechselstrom)
- Kollektorfläche gegenpolig oder neutral
- Kollektorfläche kann aus denaturierendem Material bestehen
- Wegen des grossen Dipolmomentes wird zuerst Luftsauerstoff ionisiert
- Verfahren neigt zur  $\text{NO}_x$ - und  $\text{O}_3$ -Bildung



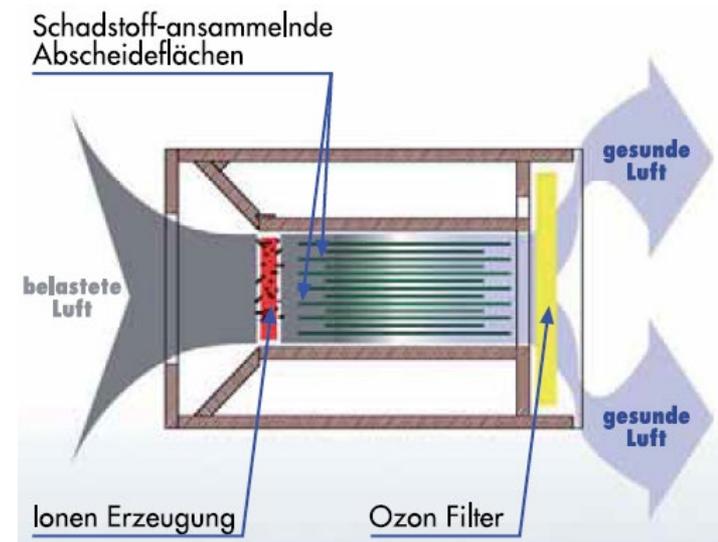
## Minimierung, Verhinderung von Ozon-Austrag in den Raum

Durch Regelung vom VOC/Ozon-Niveau



<http://www.ionair.ch/produkte.html>

Mit endständigem Aktivkohlefilter

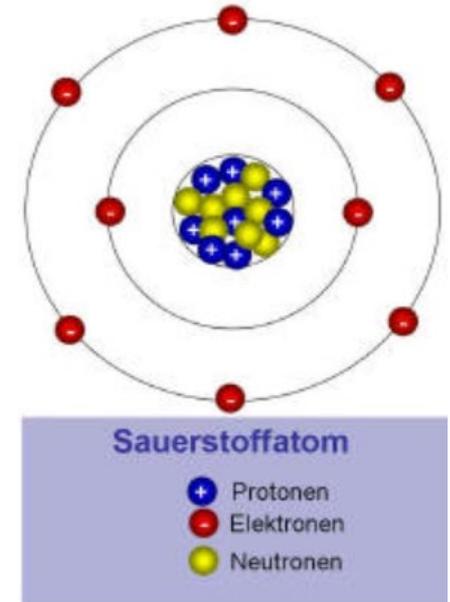


[http://www.efs-schermbeck.de/content/produkte\\_eco150.php](http://www.efs-schermbeck.de/content/produkte_eco150.php)

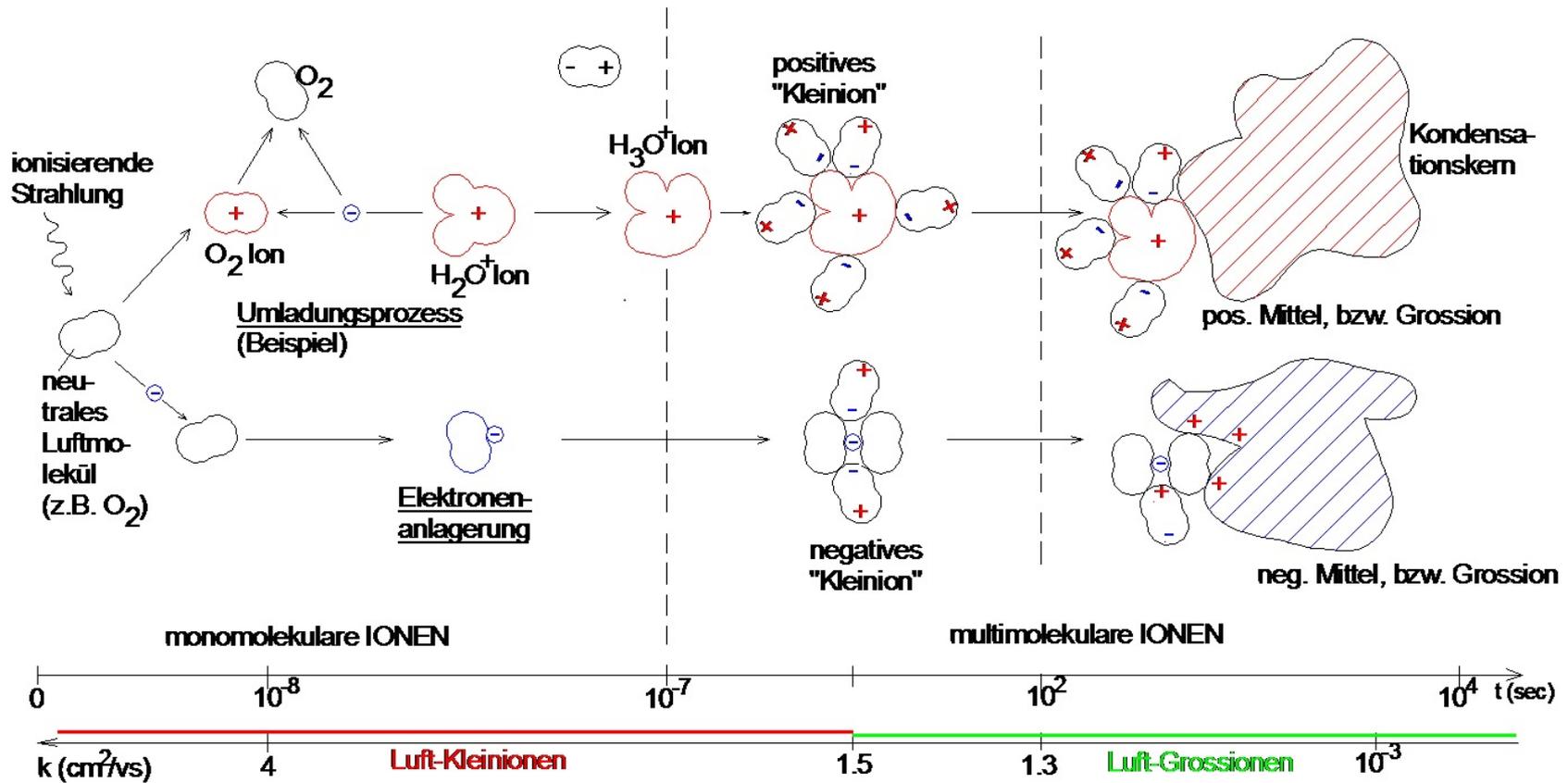
## Verfahren 2: «Leitfähige Luft®» Herstellerangaben:

### Merkmale:

- „Leitfähige Luft®“ unterscheidet sich von der ionisierten Luft dadurch, dass die (elektrische) Leitfähigkeit der Luft wieder hergestellt und im Raum konstant gehalten wird.
- Luftmoleküle werden in einem hochfrequenten elektrischen Feld aktiviert.
- Die Raumboflächen stellen den Kollektor dar.
- Regelung von Polarität und Anzahl der Ladungsträger, also des Luftionengehaltes: nicht zentral, sondern im Raum.
- Die Lebensdauer der Ladungsträger beträgt mehrere Minuten, wenn sie keine Reaktionspartner im Raum finden.



# Vertiefung zum Verständnis von elektrisch leitfähiger Luft: Unterscheidungskriterium Klein- und Grossionen, Beweglichkeit $k$



<http://www.s-leit.ch/>

# Beispiel-Anwendung Variante 1: Korona Entladung

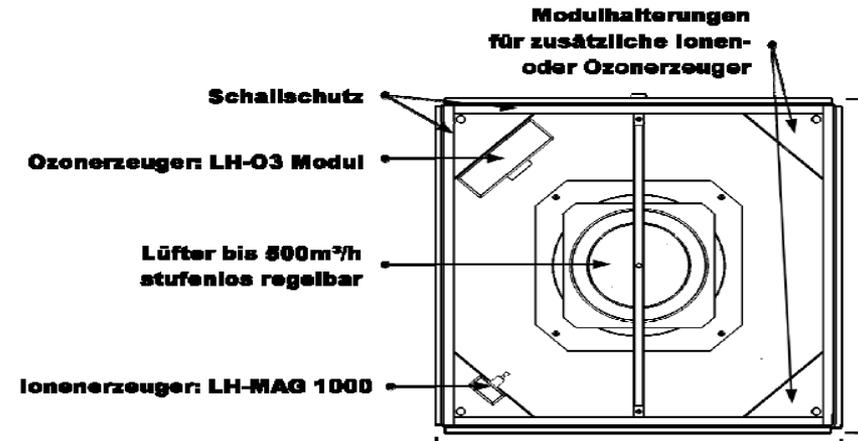
«Neues Kranzler Eck» (2018):

Umbau Büro- in Schulungsräume

Nutzung: 9–14 Uhr, 30–35 Personen,

AUL: 23-27 m<sup>3</sup>/h pro Person über Quellauslässe mit GSB-Ionisierungsmodulen

+ 5 UML-Geräte je 250m<sup>3</sup>/h mit Ionen- und Ozonerzeuger, M5- und Aktivkohlefilter.



## Ergebnisse (1)

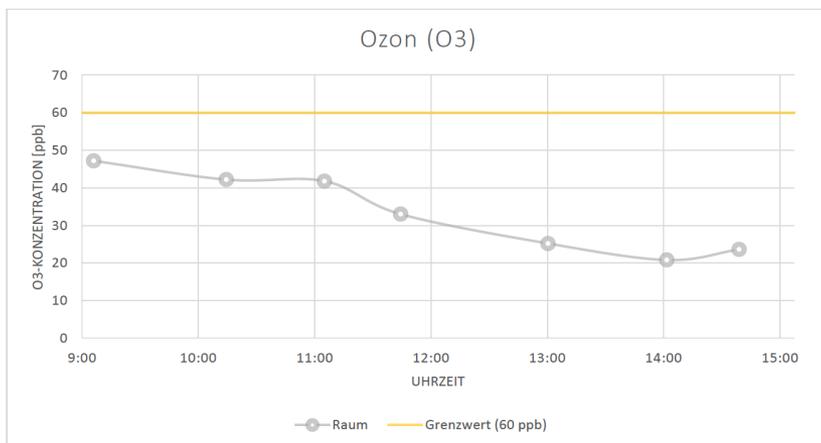


Abbildung 4: Verlauf Ozon-Konzentration

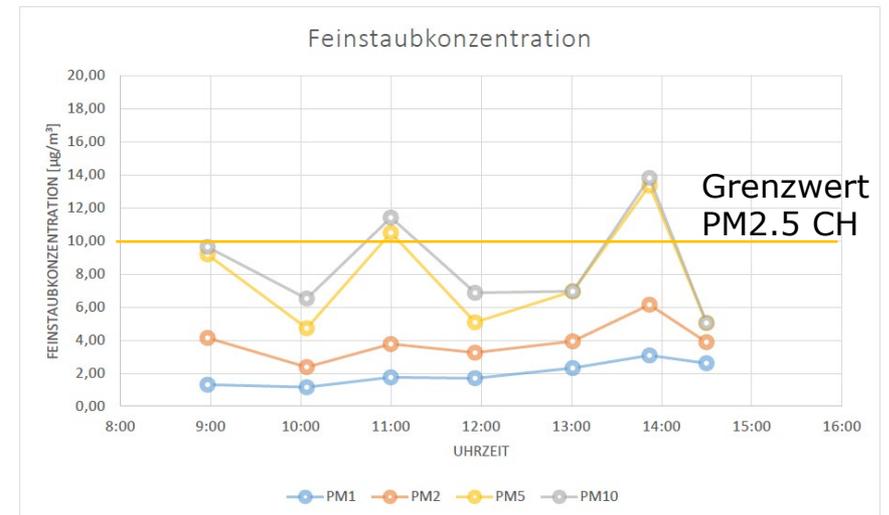


Abbildung 5: Verlauf Feinstaubkonzentration

Quelle: TÜV-Rheinland: 125445178

# Beispiel-Anwendung Variante 1: Ergebnisse zur CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum

Istzustand: AUL: 23-27 m<sup>3</sup>/h pro Person = 805 m<sup>3</sup>/h

CO<sub>2</sub>-Produktion 30-35 Personen = ca. 910 l CO<sub>2</sub>/h

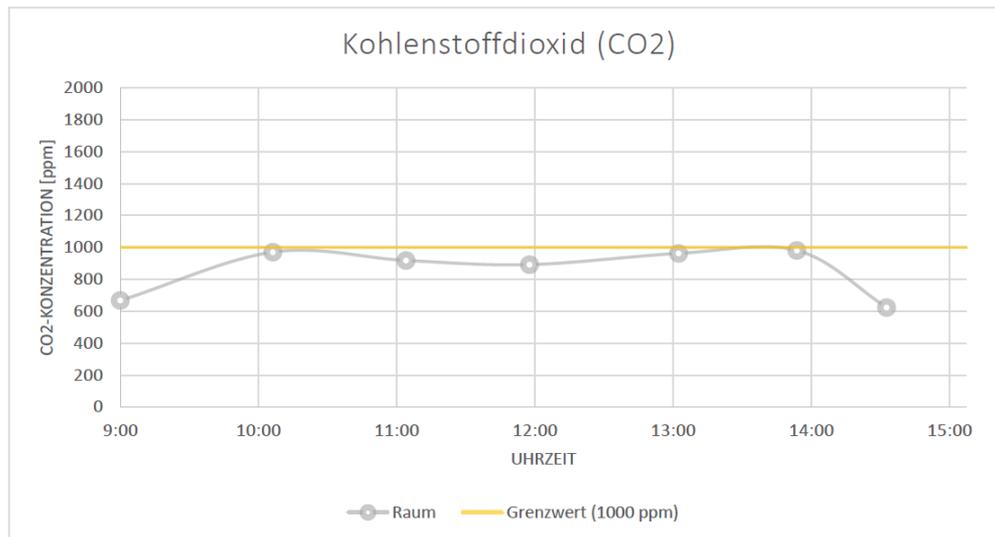
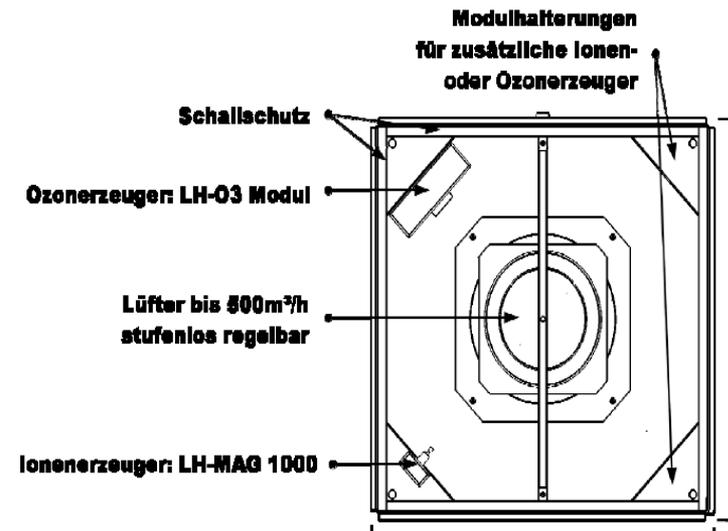


Abbildung 3: Verlauf Kohlenstoffdioxidkonzentration

$$\dot{V}_{ODA} = \dot{G}_{CO_2} / (C_{RAL} - CO_{ODA})$$

$$\dot{V}_{ODA,min} = \frac{26 \frac{l}{h * Person} * 35 Personen * 1000 \frac{m^3}{l}}{1000 - 480} = 1.750 \frac{m^3}{h}$$



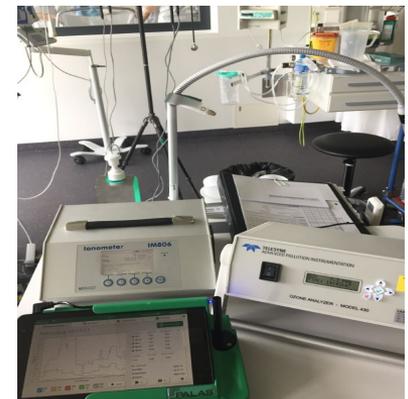
## Feststellung:

Der reale AUL-Strom ist um ca. 50 % tiefer, als der theoretisch nötige....

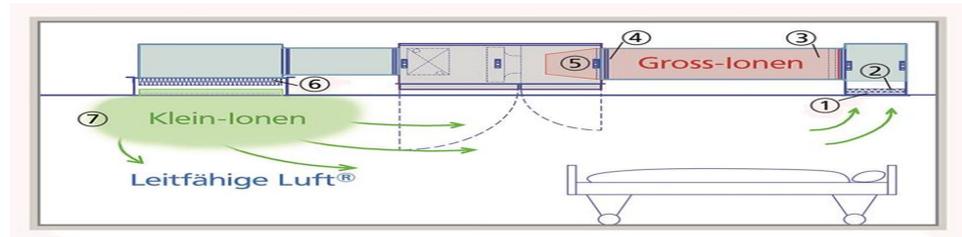
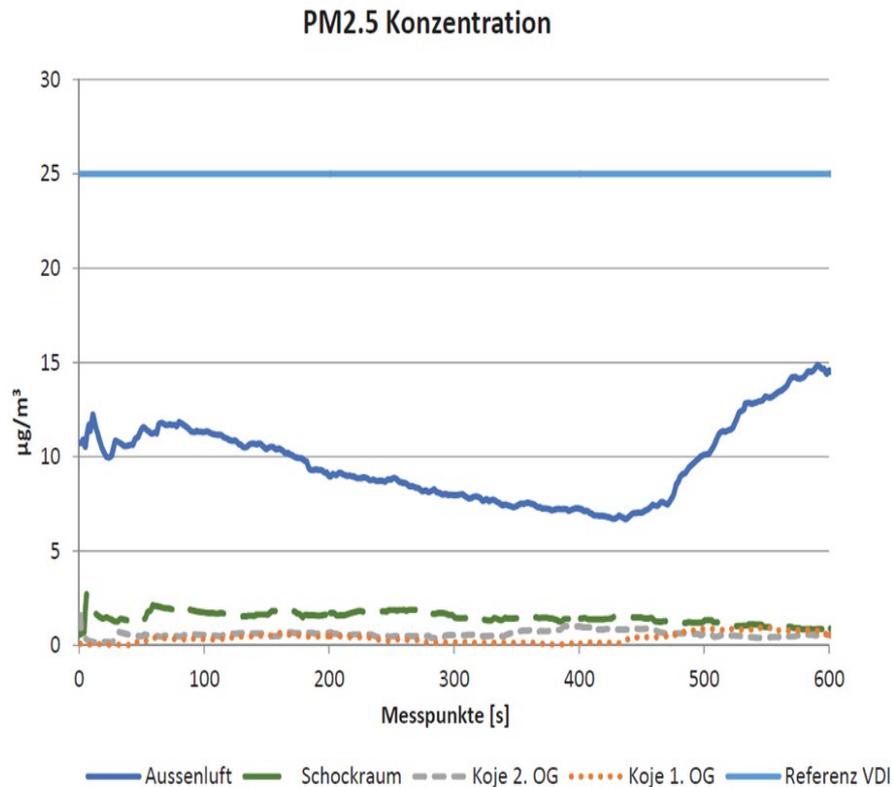
Quelle: TÜV-Rheinland: 125445178

## Beispiel-Anwendungen Variante 2: Leitfähige Luft ®

- «Foyer Zug» (2012): Büro, 25.000 m<sup>2</sup>, Fenster geschl.
  - RLT: AUL-Strom 25 statt 36 m<sup>3</sup>/h pro Person (-30%)
  - Messungen, Befragungen: kein Ozon, keine Klagen
- 
- «Jabee Tower» (2019): höchste Wohnhaus der CH
  - 30 Etagen, ca. 17.000 m<sup>2</sup>, Fenster öffnenbar
  - Grundlüftungsanlage, in allen Räumen Leitf. Luft®
- 
- LUKS (2017): Intensivmedizin, 2.200 m<sup>2</sup>, Fenster geschl.
  - AUL-UML-Anlage: 12 fachen LW (2 AUL+10 UML)
  - Umfrage: schnellerer Geruchsabbau als sonst üblich



## Messwerte im Betrieb: LUKS-Intensivpflege mit Leitfähiger Luft®



### Erkenntnisse:

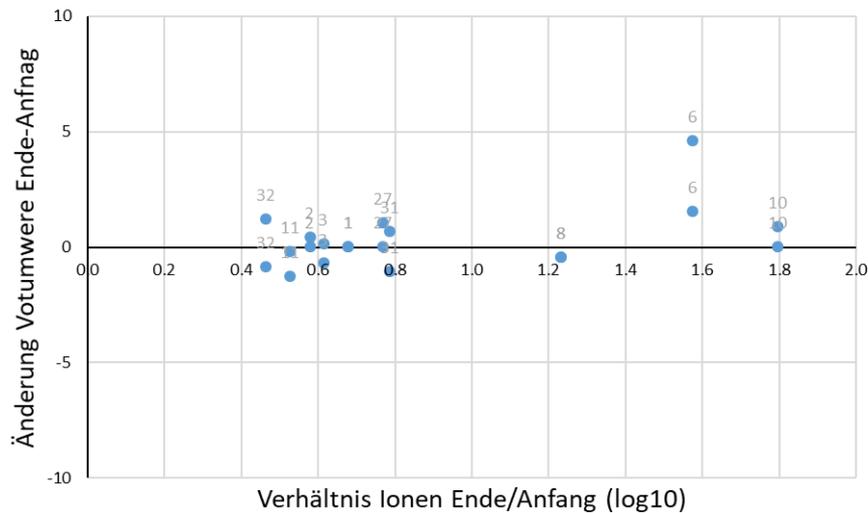
- erhöhte neg. Ionen-Konzentration (so eingestellt), dabei keine Ozongeneration
- Tiefste Feinstaub-Konzentrationen (Richtwert VDI 6022-3, PM2.5: 25 µg/m<sup>3</sup>, CH: 10 µg/m<sup>3</sup>)

## Befragungsergebnisse: 17 Wohnungen/EFH mit Leitfähiger Luft®

Veränderung RAL-Qualität und Nutzung Luftbefeuchter: Studie CH, Febr.-April 2019

### 4) Vergleich der Raumluftqualität der letzten Tagen mit der Raumluftqualität vor der Nachrüstung

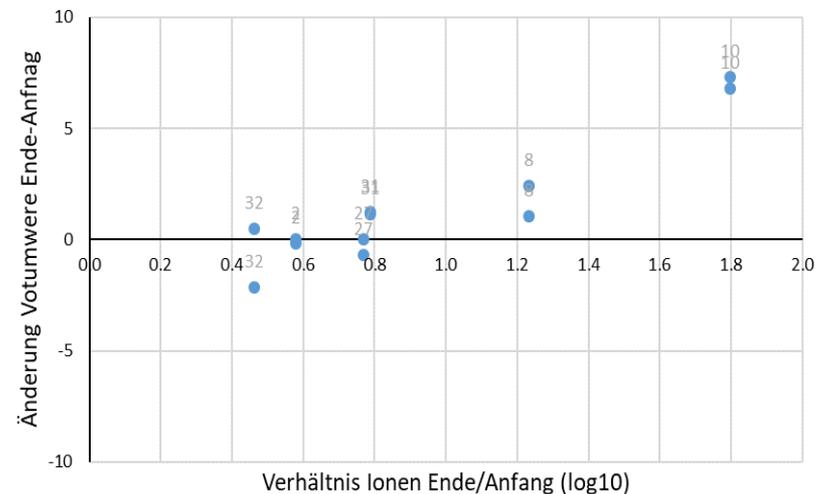
□ 1 (viel schlechter) □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 (gleich) □ 6 □ 7 □ 8 □ 9 □ 10 (viel besser)



### Luftbefeuchter Betrieb:

12b) Wie hat sich der Nutzungsbedarf im Berichtszeitraum verändert?

□ 1 (grösser) □ 2 □ 3 □ 4 □ 5 (gleich) □ 6 □ 7 □ 8 □ 9 □ 10 (kleiner)

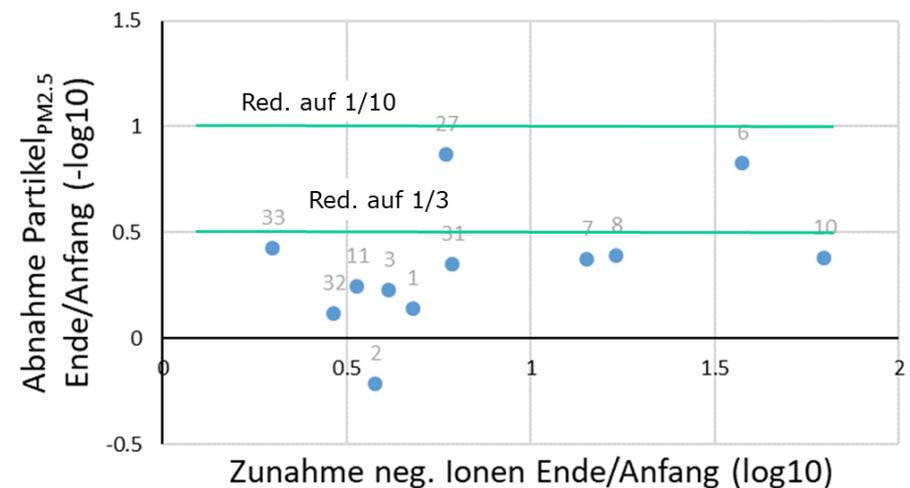
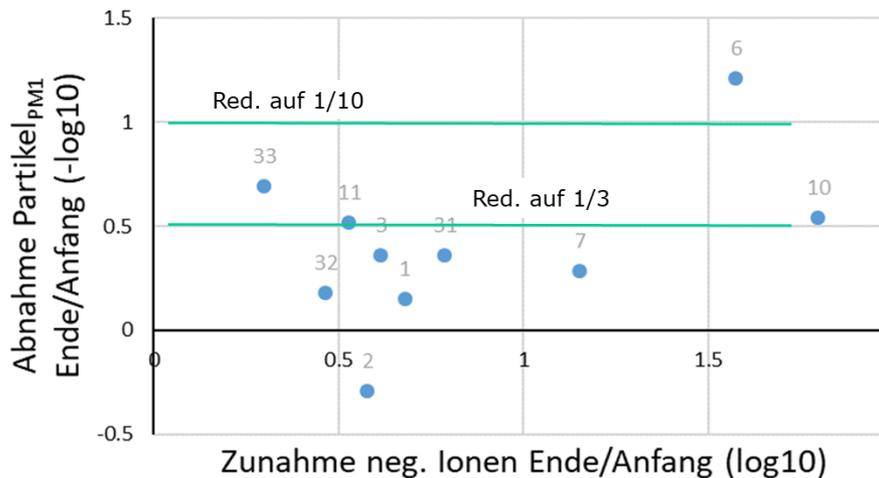


### Erkenntnisse:

- Die Raumluftqualität wurde geringfügig besser bewertet.
- Der Nutzungsbedarf von Luftbefeuchtern nahm ab bei steigendem Luftionengehalt (und sich dadurch verringerndem Feinstaubgehalt).

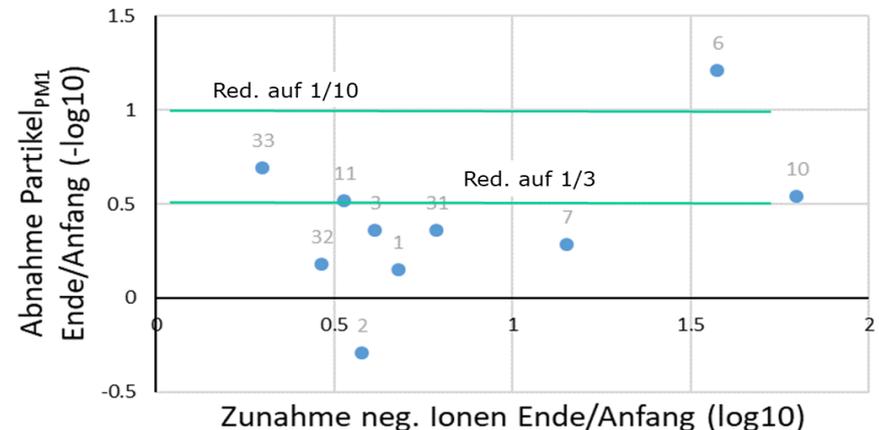
## Messwerte: 17 Wohnungen mit Leitfähiger Luft®

Abnahme Feinstaub PM1 – PM10 in Wohnküche: Studie CH, Febr.-April 2019



### Erkenntnisse:

- PM1 – PM10 nehmen ab bei erhöhtem Luftionengehalt
- Mess- und Versuchstechnik beeinflussen die Ergebnisse (siehe z.B. TN 2: Raucher)

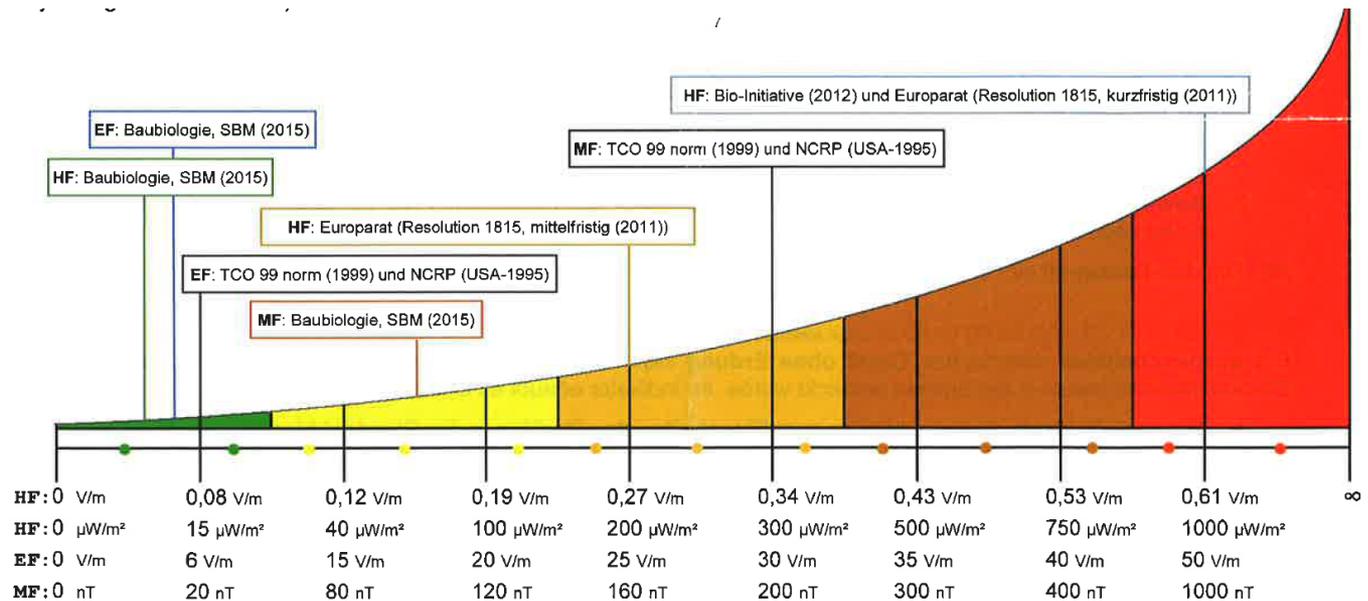


## Elektrosmog: Feldarten, Richtwerte und Feststellung

- Magnetische und elektrische Felder (MF, EF), Hochfrequenz Felder (HF)
- Quellen von Richtwerten: Baubiologische Empfehlungen, Normen, Europarat-Resolutionen. Unterscheide in kurz- und langfristige Belastung
- Feststellung: Elektrosmog-Indikatoren sind inzwischen preisgünstig.



Elektrosmog-  
Indikator ESI23



Feldstärken (Richtwerte) für **Hochfrequenzen** (HF) in V/m (Volt pro Meter) und μW/m<sup>2</sup> (Microwatt pro Quadrat Meter), **elektrische Felder** (EF) in V/m (Volt pro Meter) und **magnetische Felder** (MF) in nT (Nanotesla), je nach aufleuchtender LED Farbe. Die angegebenen Schwellenwerte stammen aus entsprechenden Empfehlungen und Normen (siehe

## Elektrosmog: Quellen und ihre Minimierung

- Hauptverursacher: Stromkreise unter Last und im Standby, Trafos in PC und Beleuchtungen, alle Hochfrequenz-Geräte
- Minimierung: konsequent erden, abschalten und Abstand
- Erste Messungen: Bei gut geerdeten Geräten und Flächen (z.B. Krankenhaus): tiefes Niveau wird erreicht.
- In Privatbauten und Büros: häufig hohes Niveau gemessen.



Wohnung: LED-Leuchten, Küchen-, Phono-, TV-Geräte

## Elektrosmog: Luftionendichte und Feldstärken



### Erkenntnisse:

- Ionen-Generation ist keine Elektrosmog-Quelle
- Hohe Feldstärken verhindern leitfähige Luft
- In Wohnungen ist ebenfalls Untersuchungsbedarf



LUKS: ZNI  
(mit leitf. Luft)



LUKS: Schockraum  
(ohne leitf. Luft)

## Luftionengehalt und Behaglichkeit - Zusammenfassung

### Die These war:

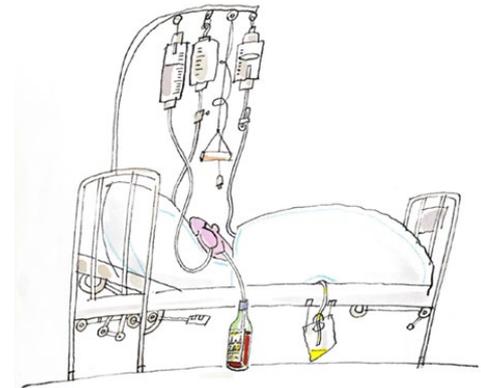
Wer sich solide mit dem Luftionengehalt zur Raumluftqualitätsverbesserung beschäftigt, wird weltweit ein grosses Marktsegment erschliessen.

### Feststellungen:

- Luftionisationsverfahren können Feinstaub, Gerüche und Elektromog in Räumen kostengünstig und energieeffizient reduzieren.
- Sie kommen nie ohne Luftbewegungshilfen aus:  
mind. UML-Geräte sind nötig.
- Es bestehen noch viele Wissenslücken.

### Anregungen:

- Beschäftigung mit dem Thema ist angeraten.
- Entwicklung von standardisierten Systemprüfungen.



Quelle: SUVARisk-2749-1999-ReneFehr