

Reinere Luft und Energieeinsparung durch elektrisch leitfähige Luft

oder: Über den vermehrten Nutzung der Elektrostatik

Institut für Gebäudetechnik und Energie

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Külpmann

Hauptamtlicher Dozent

T direkt +41 41 349 39 16

Ruediger.kuelpmann@hslu.ch

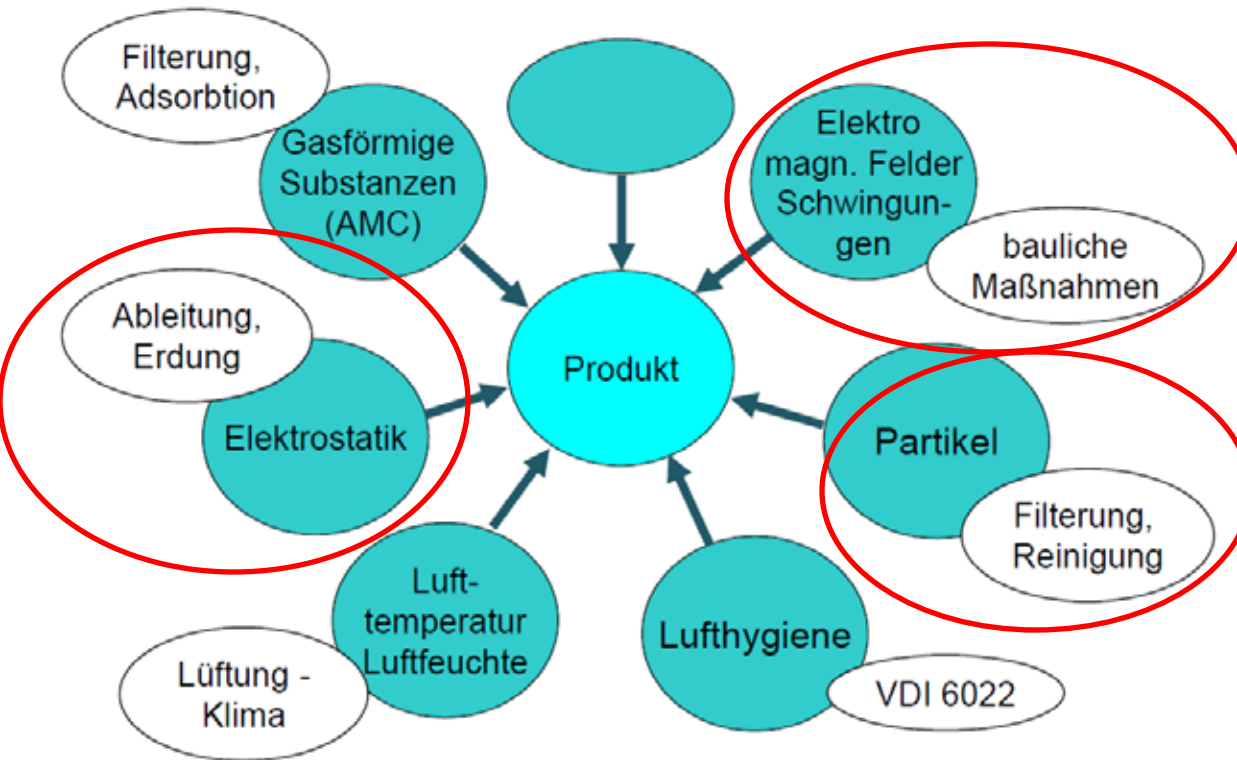
Vortrag auf dem Fachevent der Jobst Willers Engineering AG


Rheinfelden, 11. Mai 2017

Inhalt

- Ø Ein unbekanntes Konzept weckt Aufmerksamkeit**
- Ø Erste Untersuchungen seitens der HSLU**
- Ø Herstellerangaben zur Funktionsweise**
- Ø Wirksamkeitsprüfung bezüglich der Luftreinigungsleistung**
- Ø Energetischer Nutzen**
- Ø Zusammenfassung**

Anstrengungen zum Schutz von Produkten und Menschen



: Vortag zur Sensibilisierung und zum Nutzungspotential dieser Bereiche durch ein neuartiges System

Minimierung von elektrischen Feldern und Ladungen

Ziele

- Aufladungen von Partikeln und Oberflächen verhindern
- Anlagerung von Partikeln und Abscheidung verbessern

Übliche Methoden

- Verwendung von antistatischen oder statisch ableitenden Materialien
- Erdung der betroffenen Gegenstände
- Erhöhung der Luftfeuchtigkeit
- Ionisierung von Luftströmungen

Häufige Grenzen

- Produkte sind bewegt und/oder nicht elektrisch leitend
- Herkömmliche Luftionisationsverfahren örtlich begrenzt und häufig mit der Generation von Nebenprodukten, z.B. Ozon, eSmok



«Leitfähige Luft®»: Ein unbekanntes System weckt Aufmerksamkeit Erste Überprüfung seitens der Hochschule Luzern: «Foyer Zug»

Bürogebäude ca. 25.000 m², ca. 1000 Mitarbeiter, Fenster nicht zu öffnen!

Betrieb seit 2012, Zertifizierungen: Minergie-Eco, CS-Green Property, US-LEED: Platinum

RLT-Anlagen:

- spez. AUL-Strom nur
25 statt 36 m³/h pro Person
- Mit «Leitfähige Luft®» -System
in allen ZUL-Durchlässen
- Betriebszeiten:
einstufig: Mo-Frei: 06.00 - 20.00 Uhr



Ergebnisse (BDA + Gutachten)

- Jahresenergieverbrauch gemessen: 30% geringer durch Installation von LL-System
- Feinstaubgehalt in der Zuluft: entspricht Filterklasse F9, eingebaut ist aber nur F7
- Befragungen: Sept. 2013 - 2015: Luftqualität wird als gut empfunden
- Messungen: RC-IAQ-Gutachten: VOC, Ozon, Feinstaubgehalt: keine auffälligen Werte

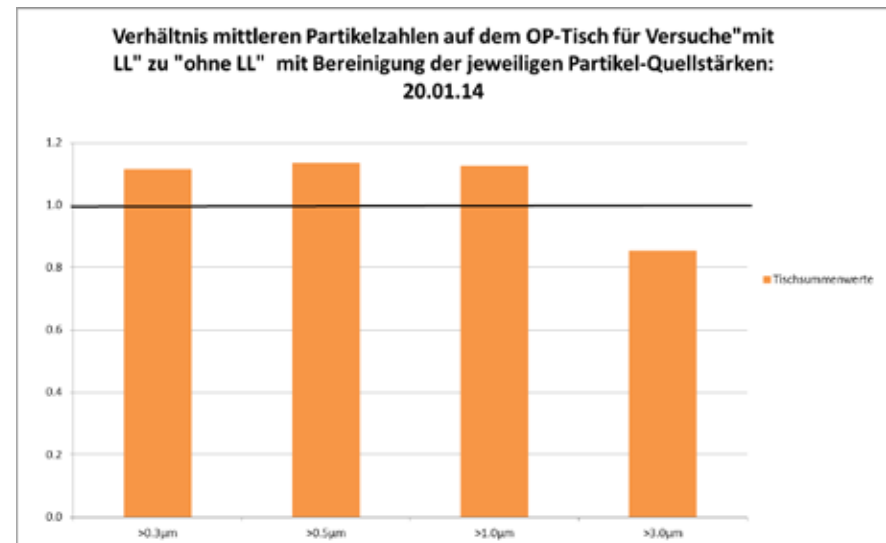
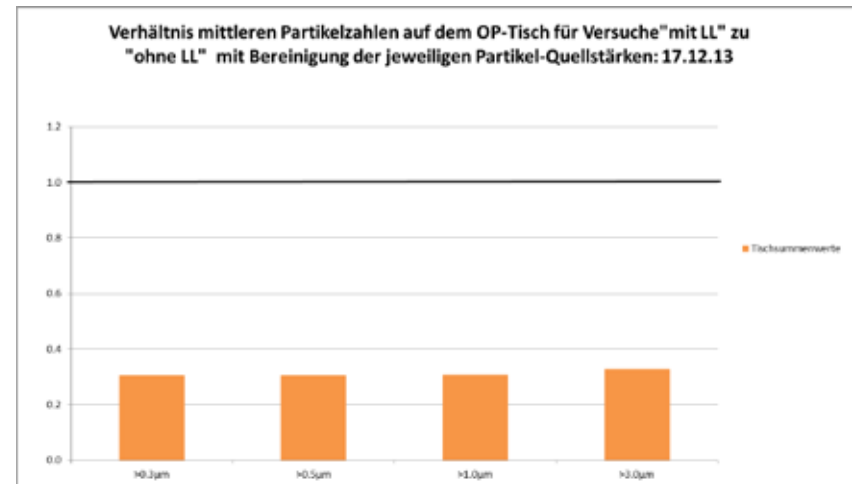
Erprobung: LL-System im OP-Raum: Reduktion Partikelzahl auf OP-Tisch

Methode: Partikelzahlmessung auf OP-Tisch bei gestörter TAV-Strömung



Ergebnisse

- Reduktion erheblich, aber zeitlich instabil
- Ursache: ungenügend geerdete Bauteile



Wirksamkeitstest von Luftionisationsverfahren (Kurzzeittest)

Versuch: Wechselseitiges Anblasen einer aufgeladenen PVC- und PE-Fläche (Prisma)

Fragen und Kriterien:

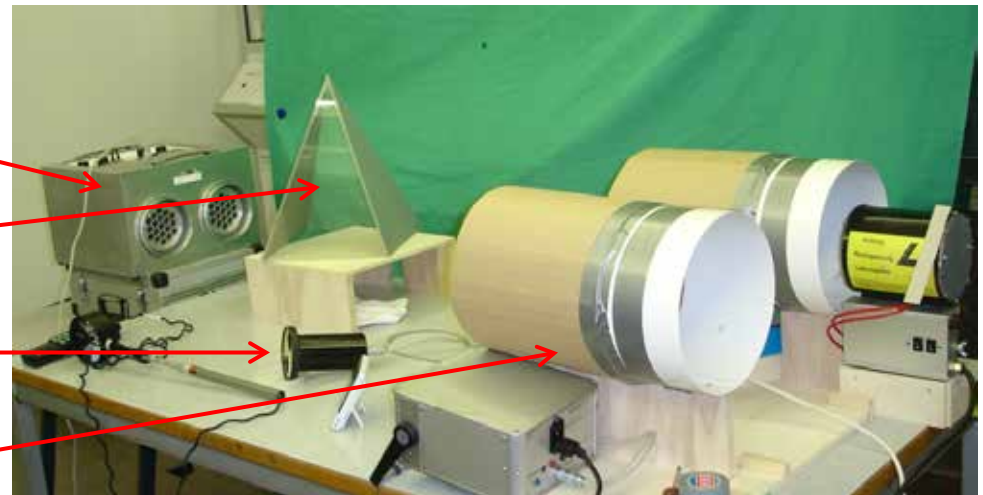
1. Welche Luftionenkonzentrationen steigen?
2. Naturnahes Ionenzahlverhältnis?
3. Wie schnell ist der Abbau statischer Ladungen auf PE- bzw. PVC-Flächen?
4. Erfolgt eine Ozongeneration?

Kleinionenzähler

Prisma: je zwei PVC-, PE-Flächen

Feldstärke-Messgerät

Strömungskanal zur Luftführung
mit je einem Verfahren



Wirksamkeitstest von Luftionisationsverfahren

Ergebnisse: Bezeichnungen: RAL: Nur Raumluft, IA: Korona-Gerät, LL: s-leit-Gerät

Versuchszeit	Versuch:	Vor Ladung	RAL-2	RAL-2	IA-1	IA-2	LL-1	LL-2
Luftionen neg.	Geräteart:	Nur RAL	Nur RAL	Nur RAL	Korona1	Korona1	s-leit	s-leit
min.		0	0	5	0	5	0	3
(-)		2500	2000	2000	2000	1000	2500	8000
(-)		600	300	100	200	2000	600	3500
m/s		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
V/cm		0	9000	3000	10000	5000	6000	1000
V/cm		1000	13000	4000	10000	5000	10000	1000
°C		25.4	26.1	26.2	26	26.1	25.9	25.9
% r.F.		60	52	52	52	52	53	53
(-)		nein	nein	nein	nein	ja	nein	nein

Wirkung s-leit-Gerät im Vergleich zu Korona-Gerät bzw. neutraler Raumluft:

Erheblicher Anstieg an negativen und positiven Kleinionen

Schnellerer Ladungsabbau bei pos. und neg. aufgeladenen Flächen

Keine Ozonbildung

Zusatzerkenntnis: Aus Vergleich der Versuchszeiten und erreichten Ionendichten:

Die Ionen vom System s-Leit sind «haltbarer» in der Luft.

Reduktion von Feinstaub im Raum durch hohe Kleinionendichte

Versuch:

- Erholzeitmessung nach Aerosolbeladung (DEHS) eines Raumes
- Vergleich von zwei volumenstrom-gleichen Umluft-Reinigungsgeräten

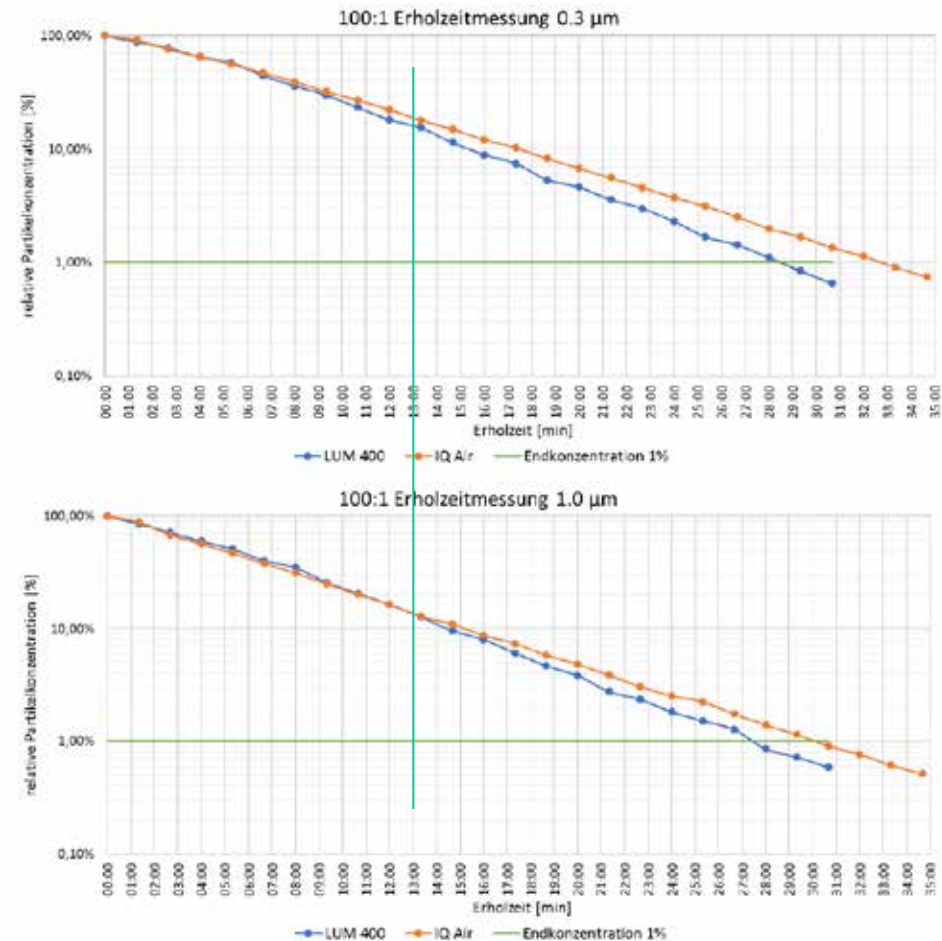
Erkenntnisse:

- Verfahren mit Kleinionen-Generation bewirkt schon im Raum Partikelclusterung
- Dadurch Reduktion vieler kleiner Partikeln im Raum auf wenige grosse
- Zudem schnellere Abscheidung im Gerät

Prüflinge: Umluft-Reinigungsgeräte

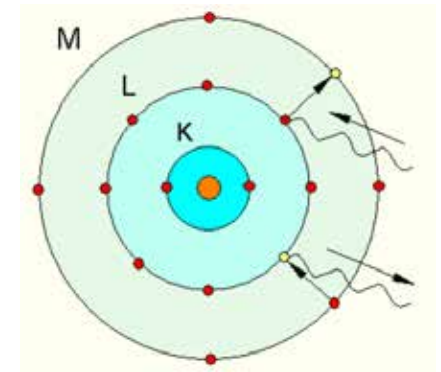
LUM 400: 400 m³/h, 7 Filterstufen im Gerät + Kleinionenstufe im Zuluftdurchlass

IQ Air: 400 m³/h, 1 Filterstufe H 13 im Gerät

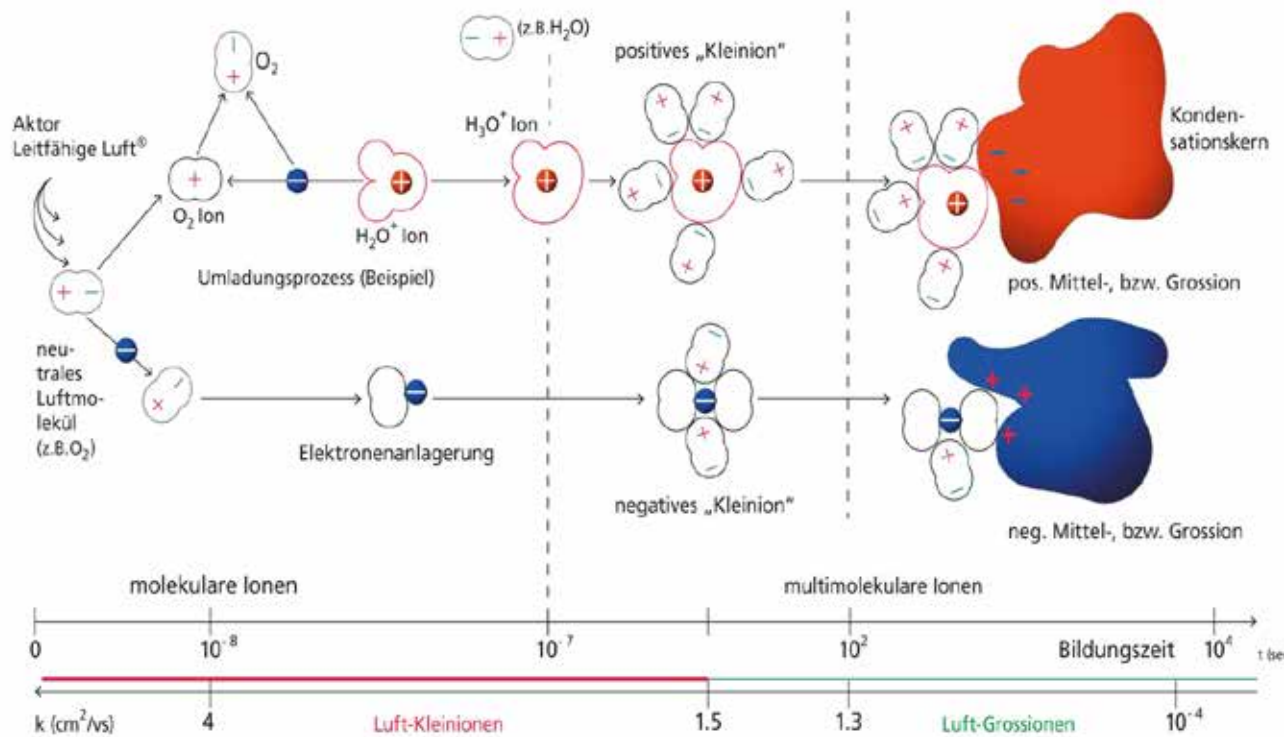


Wie funktioniert „Leitfähige Luft®“?

1: Generation von Kleinionen, die «haltbar» sind in der Raumluft (patentiert). Dabei keine Erzeugung von Grossionen, wie z.B. Stickoxide NO_x aus denen Ozon entsteht (Herstellerangabe).



http://www.brinkmann-du.de/physik/sek1/ph10_20.htm



2. Gleichmässige Verteilung der Kleinionen in der Raumluft mit der Lüftungsanlage

3. Regelung der Ionenkonzentration, der Polarität und des Ionen-Verhältnisses (neg./pos.) in der Raumluft (patentiert)

Bewegungsvermögen von Ionen

Luftionen werden nach ihrem Durchmesser und ihrer Beweglichkeit im elektrischen Feld eingeteilt.

Beispiel: Je Sekunde beträgt das Verhältnis von Klein- zu Grossionen- Beweglichkeit:

$$k_{KI} / k_{GI} = 4 / 10^{-3} = 4 \cdot 1000$$

D.h. Kleinionen können sich im Raum um etwa das 4000-fache schneller bewegen als Grossionen.

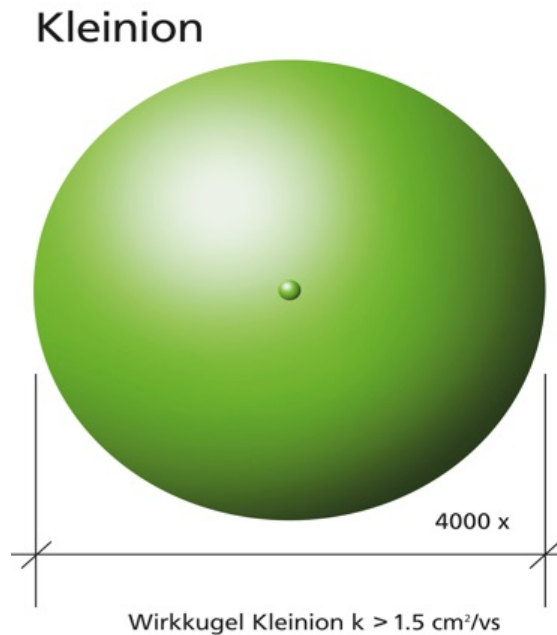
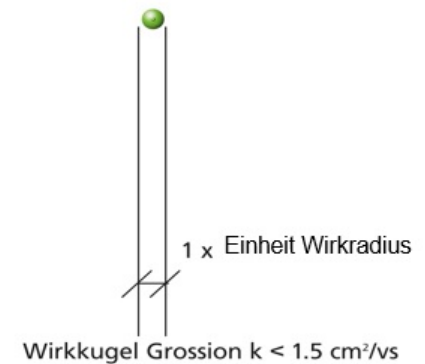


Bild: Wirkkugel Ionen

Grossion

Die Beweglichkeit geladener Schwebstoffpartikel ist mindestens 4000 x kleiner als das ursprüngliche Kleinion. Im Raum heisst das $2.6 \cdot 10^{11}$ x kleiner!



Beweglichkeit von Kleinionen in der Raumluft

Ziel: elektrische Entladung (Ladung) von Oberflächen und Partikeln

Notwendigkeit:

Gutes Zusammenwirken von Raumluftströmungen zur gleichmässigen Verteilung von «haltbaren» Kleinionen

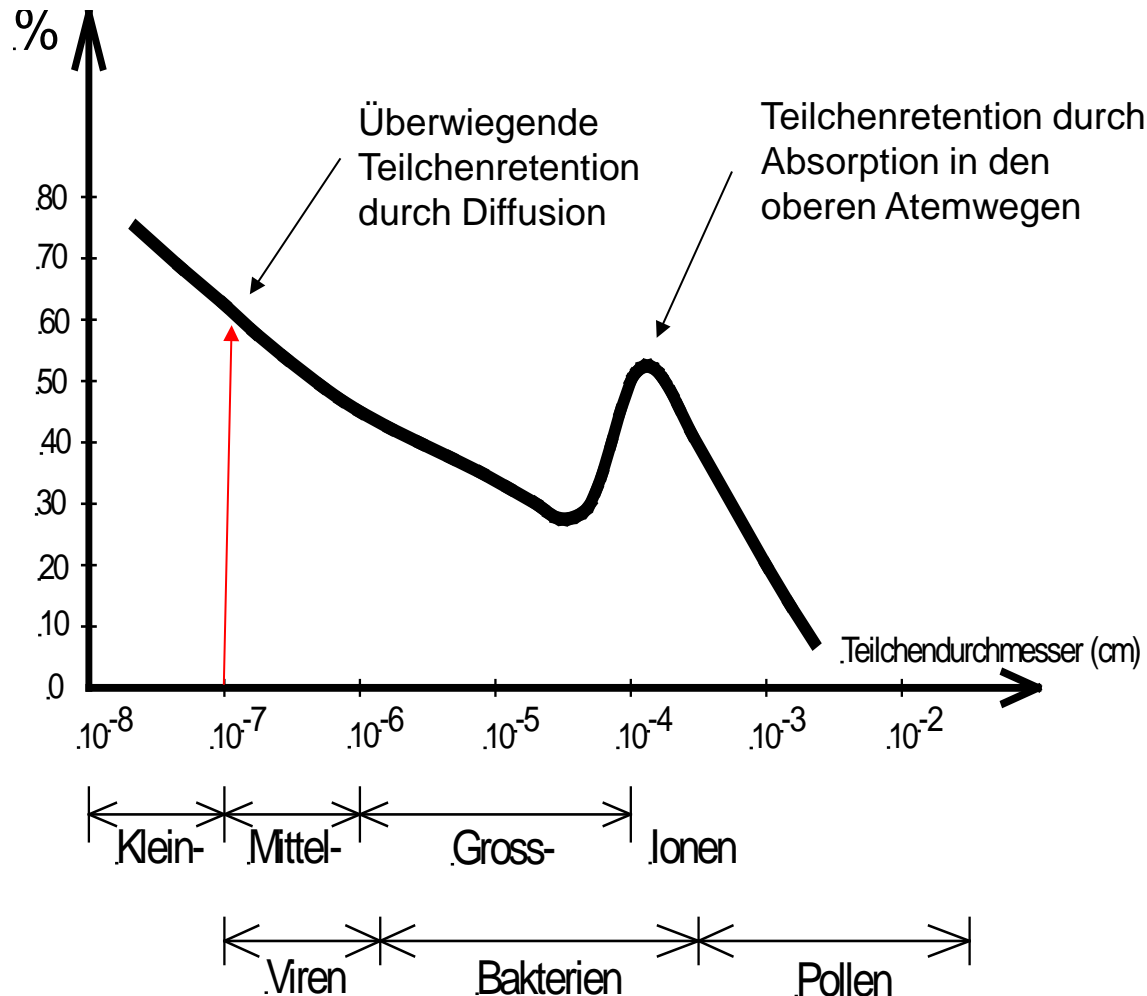
Verdeutlichung am Kurzvideo:



Erkenntnis:

- Raumlüftung muss gleichmässige Luftverteilung bewirken.
- Kleinionen stellen die Stützstellen zum Ladungsfluss und Ausgleich dar.

Grössenvergleich und Abscheidung von Ionen und Bioaerosolen



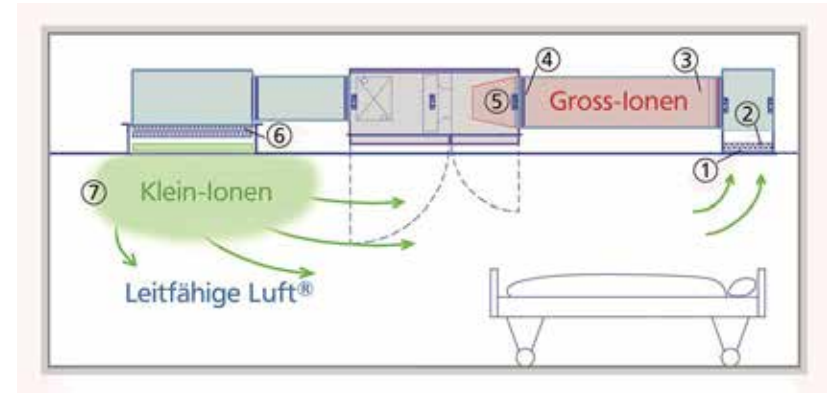
Darstellung: Luftionenaufnahme in % der im Alveolar-Gewebe und in den unteren Bronchien der Lunge aufgenommenen Teilchen mit und ohne Ladung.

Allgemein: Werden die Partikel in der Raumluft durch Kleinionen geclustert, so werden sie grösser, schwerer und unbeweglicher.

Prüfung: Neuartiges Lüftungskonzept mit «Leitfähige Luft®»

Gerätemerkmale «LUM 900»

- (1,2): Flusen-Filter + Filterklasse F7
- (3): Geruchsreduktion in Gross-Ionen-Katalysator
- (4): TiO₂-Photokatalysator mit UVC-Einheit
- (4,5): Luft-Gross-Ionen, Molekül-Cluster-Abscheider
- (6): ZUL-Filterklasse F9 oder H13
- (7): Kleinionen-Generation, System Leitfähige Luft®

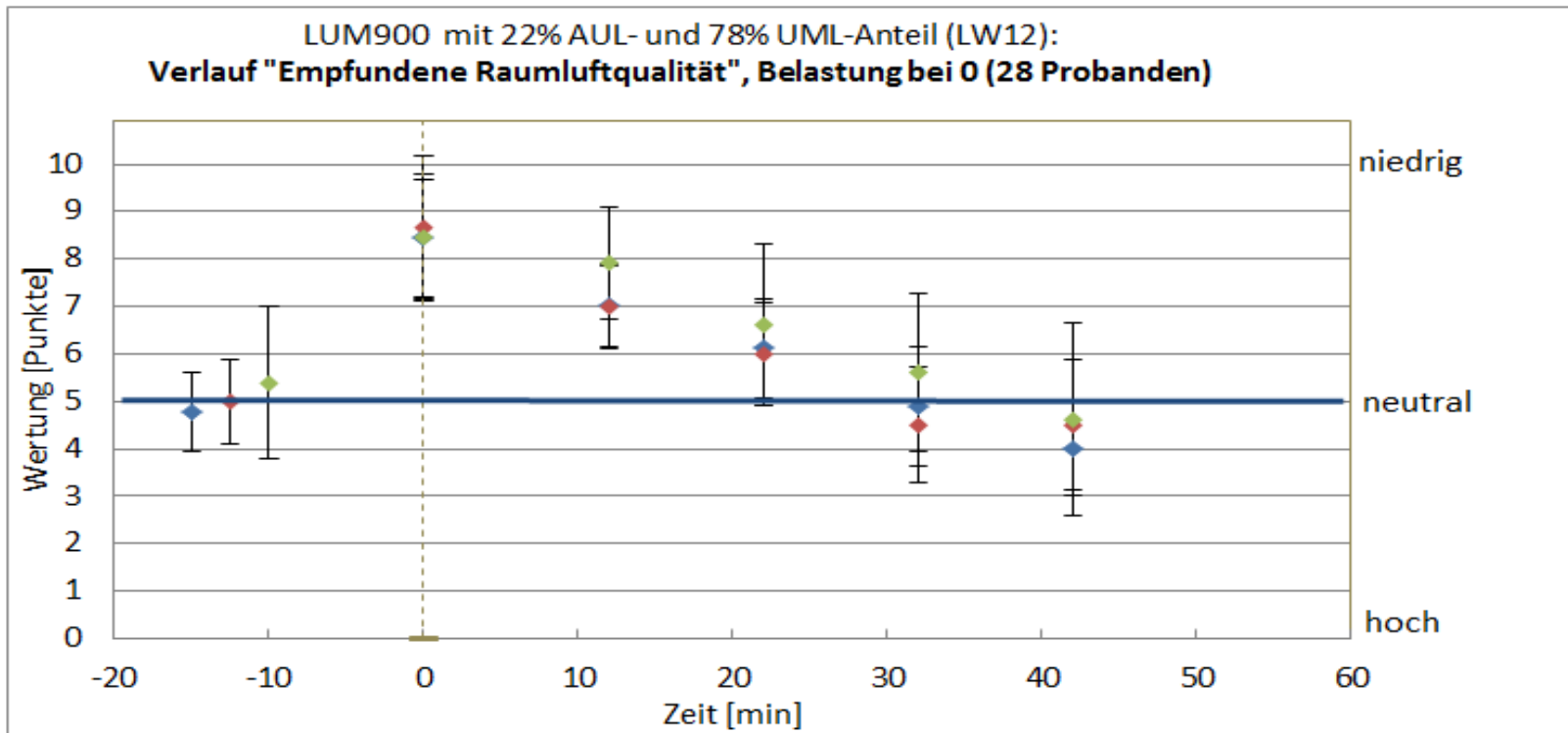


HSLU: Prüfung der Geruchsabbauleistung:

- Musterraum Massstab 1:1 ca. 30 m²
- Sensorische Prüfung und Bewertung mit Prüfgruppen nach DIN ISO 16000-30 (2015-05) mit 28 Probanden
- Luftbelastungsquellen: Fäkalien, Erbrochenes und Wundsekrete von Intensivpflege-Patienten



Befragungsergebnisse: Empfundene Raumlufthqualität

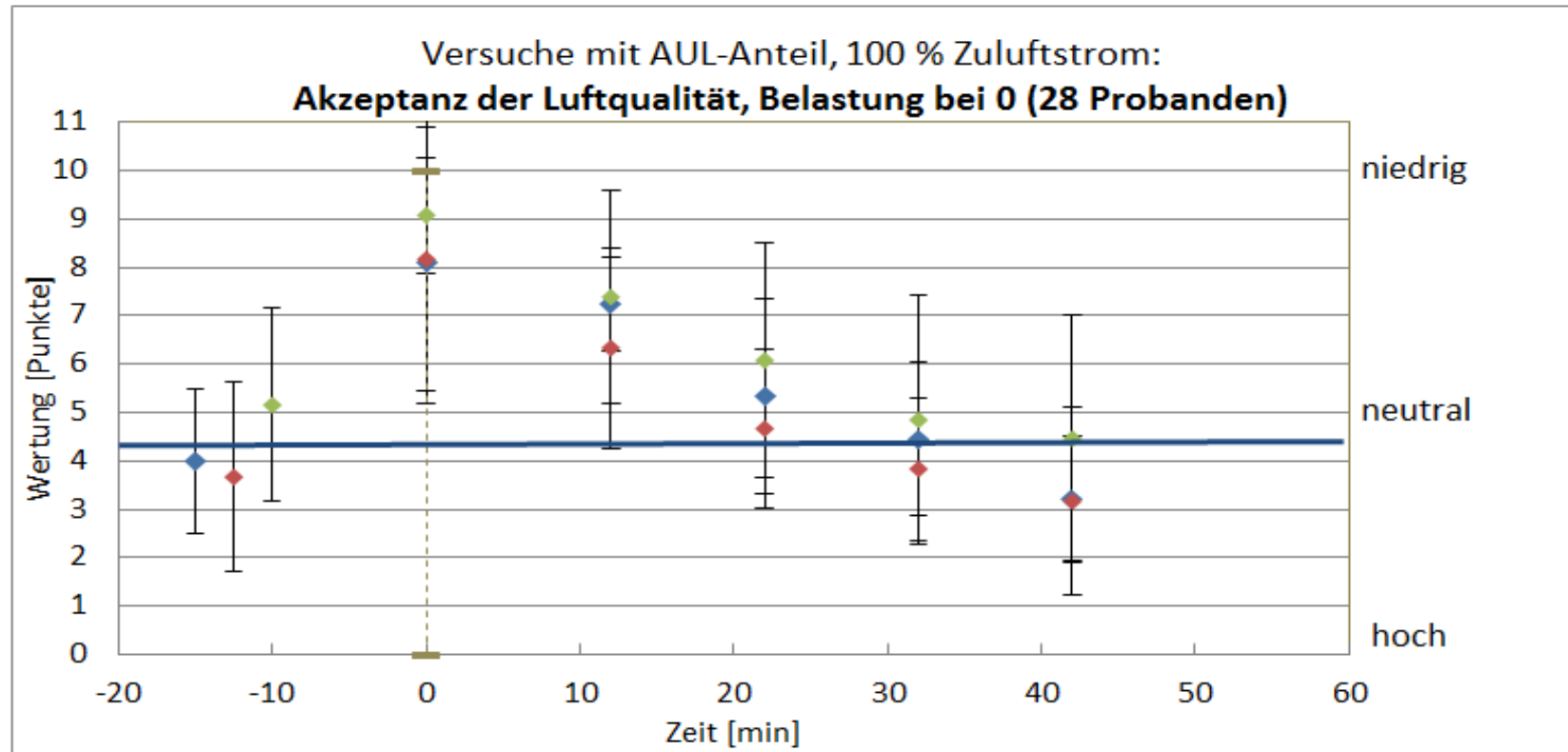


Erkenntnisse

- Anfangswert der empf. Raumlufthqualität wird nach ca. 32 min. wieder erreicht
- Probanden nehmen keine ozonbedingte Gerüche wahr

Zum Vergleich: Bei 12 fachem Luftwechsel mit Aussenluft beträgt die theoretische Erholzeit $100:1=23$ min (Kriterium bei Partikelabbau), $100:0,1=35$ min (...Geruchsabbau)

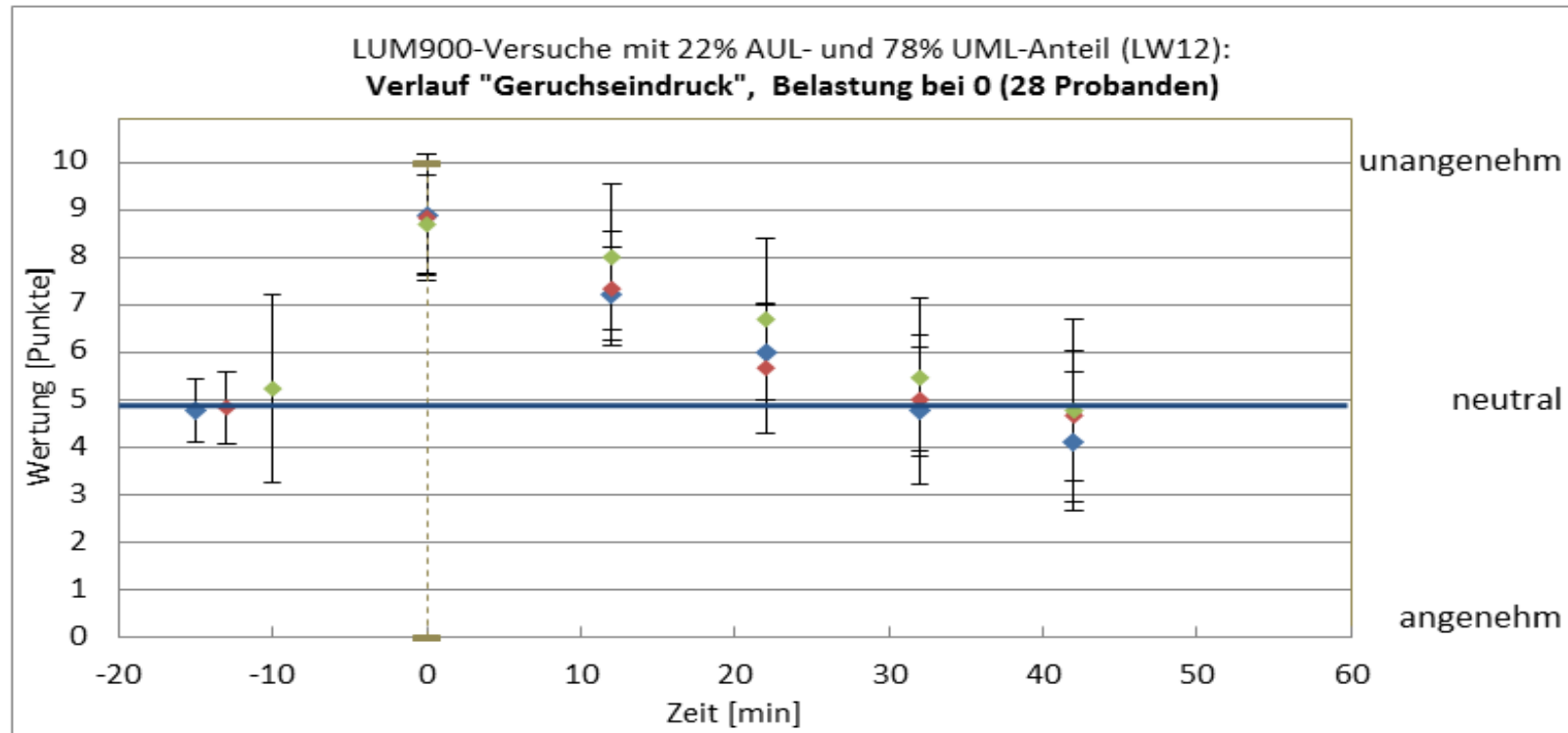
Befragungsergebnisse: Akzeptanz der Luftqualität



Erkenntnisse

- Die Akzeptanz der Luftqualität vom Anfang wird nach ca. 32 min. wieder erreicht
- Wertungen mit grösseren Standardabweichungen als bei anderen Fragestellungen

Befragungsergebnisse: Geruchseindruck: angenehm- unangenehm



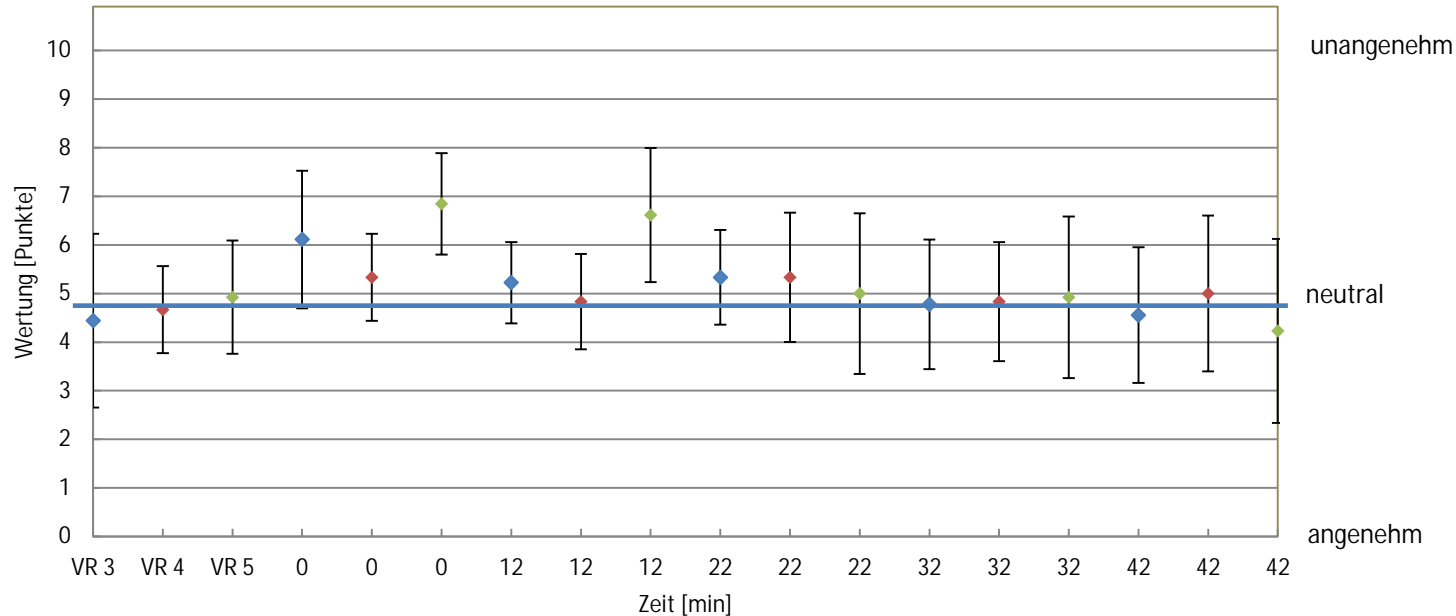
Erkenntnisse

- Anfangswert der empf. Raumlufthqualität wird nach ca. 32 min. wieder erreicht
- Danach scheint sich der Geruchseindruck eher noch zu verbessern
- Auch nach mehr als 30 min: Probanden nehmen keinen ozonbedingte Gerüche wahr

Befragungsergebnisse: Empfindung thermische Raumklima

LUM900-Versuche mit 22% AUL- und 78% UML-Anteil (LW12):

Verlauf "Empf. therm. Raumklima" nach Belastung bei 0 (28 Probanden)



Erkenntnisse

- Das Empfinden vom thermischen Raumklima wird von der Luftbelastung beeinflusst
- Es wird nach ca. 32 min. wieder der Anfangswert erreicht
- Ohne Darstellung: die Probanden empfanden keine Zegerscheinungen

Zusammenfassung

- ∅ Es gibt mindestens ein Verfahren, das ohne Ozongeneration den Luftionengehalt in der Raumluft umfassend geregelt naturnah anheben kann.
- ∅ Die dadurch elektrisch leitfähig gemachte Luft ist z.B. nutzbar zum Gas-/Geruchsabbau, zur Feinstaub-Clusterung, Bildung von Reinraumzonen, kontinuierlichen Entladung und steigen Ausgleich der Feldstärken
- ∅ Das System sollte baldigst weiter untersucht und genutzt werden.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

