

Vortrag gehalten vor der Gesundheitstechnischen Gesellschaft e. V. (GG) im Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin am 18. Oktober 2018.

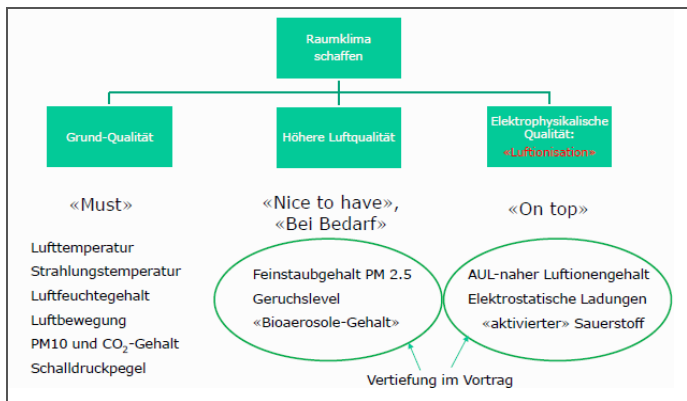
## Luftionengehalt – Eine Behaglichkeitskenngröße?

Rüdiger Külpmann, Luzern

*Energetische Optimierungen von Gebäuden führen in der Regel zur Minimierung der Außenluftmenge. Für die Raumluftqualität hat das keine Vorteile. Der Raumluft fehlt trotz guter RL-Anlagen die Frische der Außenluft. Messungen zeigen, dass der Luftionengehalt der Raumluft tiefer ist als der von Außenluft. Hebt man ihn wieder an mit Systemen, die definitiv kein Ozon generieren, wirkt die Luft frischer. Ein Verfahren wurde an der Hochschule Luzern im Labor und bei Langzeitanwendungen überprüft. Die Ergebnisse erlauben die Empfehlung, dass der Luftionengehalt der Raumluft als Behaglichkeitskenngröße untersucht werden sollte. Da es auf dem Markt verschiedenste Luftionisations-systeme gibt, benannte der Vortrag wesentliche Prüfkriterien und gibt Planungshinweise.*

### Wieso dieses Thema?

Fast weltweit ist eine steigende Anzahl von Atemwegserkrankungen zu beobachten, und die Feinstaubbelastung in Räumen wird zunehmend als die Gesundheit beeinträchtigend anerkannt. Der Platz für normgerechte Raumlufttechnik ist oft nicht vorhanden, und der Energieeinsparbedarf führt zur Minimierung von Lüftungsraten. Geräte zur Ionisierung auf Basis von NTP-Verfahren (nichtthermisches Plasma) sind unkontrolliert auf dem Vormarsch, es bestehen jedoch Wissenslücken über die Langzeitwirkung solcher Geräte. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Möglichkeiten und Grenzen dieser Systeme fehlen. Damit mangelt es an der Planungssicherheit für die HLK-Branche. Der Vortrag beleuchtete den Bedarf für derartige Untersuchungen und stellte bisherige Erkenntnisse vor.

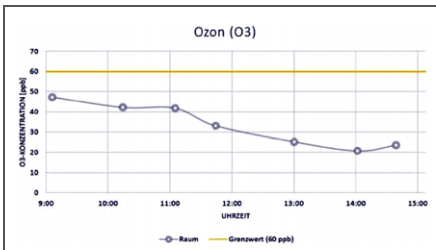
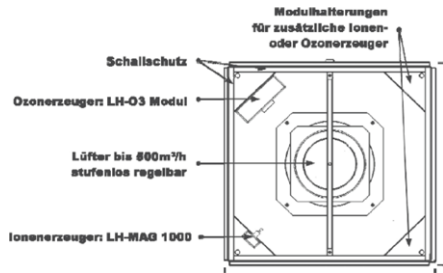


**Bild 1:** Erwartungen an Komfort-Klimaanlagen: Kenngrößen & Ranking

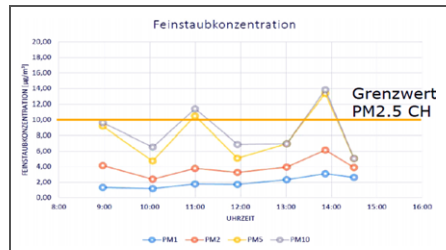
**Anwendungen der Luftionisation – Beispiele**

1. Das Bürogebäude «Foyer Zug» mit ca. 25.000 m<sup>2</sup> ist seit 2012 in Betrieb. Es verfügt über Fenster, die nicht zu öffnen sind. Standard: Minergie-Eco, US-LEED: Platinum Label. Alle ZUL-Durchlässe sind mit dem LL-System (Leiffähige Luft ®) ausgestattet. Der AUL-Strom der RLT-Anlage mit 25 m<sup>3</sup>/h statt 36 m<sup>3</sup>/h pro Person reduziert den Energiebedarf um ca. 30%. Der geringere Platzbedarf für Technikflächen erhöht die vermietbare Fläche um 1%. Die Auswertung der ab September 2013 durchgeführten Befragungen zur empfundenen Luftqualität ergab die Note «gut». Messungen ergaben keine erhöhten Ozonwerte.

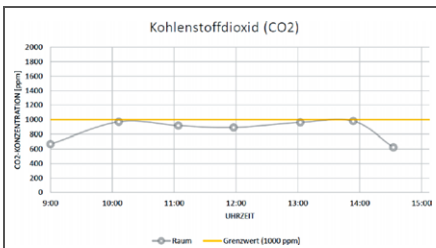
2. Das neue Kranzler Eck verfügt über zwei Seminarräume (Fläche ca. 102 m<sup>2</sup>, Höhe 2,8 m). Genutzt werden die Räume von ca. 30-35 Personen in der Zeit von 9-14 Uhr. Der AUL-Strom beträgt 23-27 m<sup>3</sup>/h pro Person (entspricht 805 m<sup>3</sup>/h) über Quellauslässe mit Ionisierungsmodul der Firma GSB und 5 Umluftgeräten mit je 250 m<sup>3</sup>/h mit Ionen- und Ozonerzeuger, M5- und Aktivkohlefilter. Die 30–35 Personen produzieren ca. 910 l CO<sub>2</sub>/h. Die Bilder 2, 3 und 4 zeigen die Verläufe der Ozon-, der Feinstaub- und der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum. (Quelle: TÜV-Rheinland 125445178).



**Bild 2:** Verlauf Ozon-Konzentration



**Bild 3:** Verlauf Feinstaub-Konzentration



**Bild 4:** Verlauf Kohlenstoffdioxid-Konzentration

**Ergebnis:**  
 Der reale AUL-Strom ist um ca. 50 % geringer als der theoretisch benötigte.

## Verfahren und Merkmale

Zu den konventionellen Luftreinigungs-Verfahren zählen der Einsatz von HEPA- und Aktivkohlefiltern. Die Abscheidung erfolgt durch Anlagerung im Filtermedium. Die Filter sind für ein breites Spektrum auslegbar und ihr Wirkungsgradverhalten ist bekannt. Sie sind sowohl energie- als auch unterhaltungsintensiv und erzeugen Geräusche. Zu den Sonderverfahren zählen die Luftionisierung bzw. die Herstellung leitfähiger Luft. Merkmale dieser Verfahren sind Kaltoxidation, Staubanlagerung und Ladungsverschiebungen. In der Praxis werden verbundene Verfahren eingesetzt mit variierender Reihenfolge. Häufig ist diese: Feinstaubfilter – Ionisierungsstufe – Abscheidefläche – Aktivkohlefilter. Zwei der Sonderverfahren werden nachfolgend näher erläutert.

Bei dem ersten Verfahren auf Basis der Corona-Entladung erfolgt die Ionisation mittels Hochspannung am Ionisator (Gleich-, Wechselstrom). Die Kollektorfläche ist gegenpolig oder neutral und kann aus denaturierendem Material bestehen. Wegen des großen Dipolmomentes wird zuerst der Luftsauerstoff ionisiert. Das Verfahren neigt zur NO- und O<sub>3</sub>-Bildung. Erwiesen ist bei Verfahren mit Ozon-Generation bei Kaltoxidation von VOC sowohl die Entstehung von Formaldehyd (CH<sub>2</sub>O, Methanal; wird aus leimhaltigen Produkten gelöst) als auch die Reaktion von Stickstoffmonoxid NO zu Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>. NTP-Verfahren ohne Ozongeneration sind bisher praktisch nicht bekannt. Auch diese wären auf die o. g. unerwünschten Abbauprodukte zu prüfen. Wichtiges Versuchs-/Prüfkriterium ist das «Langzeit-Verhalten», d. h. Versuche über längere Zeit in einer Umgebung mit abbaubaren Produkten (z. B. VOC, Kunststoffe, leimhaltige Bauprodukte).

Wegen fehlender Erkenntnisse gibt es bisher auch keine Anforderung zur Langzeitprüfung in einem Regelwerk.

Das zweite Verfahren (Leitfähige Luft ®) unterscheidet sich laut Herstellerangaben von der ionisierten Luft dadurch, dass die (elektrische) Leitfähigkeit der Luft hergestellt und konstant gehalten wird. Luftmoleküle werden in einem hochfrequenten elektrischen Feld aktiviert. Die Raumflächen stellen den Kollektor dar. Der Luftionengehalt wird geregelt über die Polarität und die Anzahl der Ladungsträger. Die Lebensdauer der Ladungsträger kann mehrere Minuten betragen, wenn sie keine Reaktionspartner im Raum finden.

Auswirkungen bzw. Nutzen des Verfahrens (lt. Herstellerangaben):

- Der spezifische Außenluftbedarf kann gesenkt werden.
- Leitfähige Luft kann den Sauerstoffgehalt im Blut signifikant verändern.
- Positiv und negativ geladene Partikel können an neutralen und geladenen Oberflächen im Raum angelagert werden.
- Elektrostatische Ladungen können über den Luftweg abgeleitet werden.

Die Überprüfung dieser Aussagen erfolgte auf Basis von Publikationen und durch eigene Versuche an der Hochschule Luzern Technik & Architektur (HSLU).

**Prüfung zur Wirksamkeit von Luftionisationsverfahren**

Elektrisch leitfähige Luft benötigt bewegte Luft, d. h. eine mechanische Raumlüftung. Die Luftionisationsquelle, die auch «freie» Elektronen generiert, befindet sich am Luftdurchlass. Eine Regelung erfolgt je nach Abfluss der negativen oder positiven Ladung. Je nach Moleküldurchmesser verfügen die Luftionen über eine unterschiedliche Beweglichkeit im elektrischen Feld. Mittels Luftionisierung können positiv und negativ geladene Partikel an neutralen und geladenen Oberflächen im Raum angelagert sowie elektrostatische Ladungen über den Luftweg abgeleitet werden.

Wunschziele der Luftionisation sind:

1. die Anhebung der Luftionenanzahl,
2. ein naturnahes Ionenanzahlverhältnis,
3. der Abbau statischer Aufladungen und
4. keine Ozongeneration.



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

**Bild 5: Demonstrationsversuch**

	Einheit	Bezeichnung	RAL: Anfang	RAL-alleine	Korona-Gerät	s-leit-Gerät
Neg.Luftionen: (Ende-Anfang)/Anfang	%	Anhebung		0	-50	220
Pos.Luftionen: (Ende-Anfang)/Anfang	%	Anhebung		-67	900	483
Verhältnis: neg./pos. Ionen, Ende	(-)	Ionenverhältnis	4.2	6.7	0.5	2.3
Ladung PE: (Ende-Anfang)/Anfang	%	Ladungsabbau		-67	-50	-83
Ladung PVC: (Ende-Anfang)/Anfang	%	Ladungsabbau		-69	-50	-90
Versuchsdauer	min.	Versuchsdauer		5	5	3

**Bild 6: Relativ- und Verhältniswerte**

**Erkenntnisse**

- Beim Betrieb vom «Korona-Gerät» wird das 3. Ziel langsam erreicht. Die Ziele 1., 2. und 4 werden nicht erreicht.
- Beim Betrieb vom «Leitfähige Luft® -Gerät» werden die Ziele 1. – 4. erreicht.

## Luftionengehalt – Wieso Behaglichkeitskenngröße?

Feinstaub, VOC, elektrische geladene Oberflächen beeinträchtigen eher zunehmend die Raumnutzer. Ein höherer negativer Luftionengehalt gilt als gesundheitlich zuträglich. Naturnahe Luft hat einen erheblich höheren Luftionengehalt als die Luft nach Luftaufbereitungsanlagen. Luftionisationsverfahren können dieser Verschlechterung entgegenwirken und das praktisch ohne Mehrplatz- und Mehrenergiebedarf. Es bestehen noch viele Wissenslücken zur Messbarkeit ihrer wesentlichen Größen, ihrem Langzeitverhalten und den Nebenwirkungen.

## Einige Planungshinweise

Jedes Luftionisationssystem braucht eine Lüftungsanlage, d. h. Luftbewegung. Luftionisationsverfahren sind immer auf ein spezielles Spektrum von Raumlasten auszulegen und zu betreiben (Feinstaub, VOC, Bioaerosole, Frischeempfinden). Ozon generierende Luftionisationsverfahren sollten nur mit O<sub>3</sub>-Regelung zur Anwendung kommen (unter der Wahrnehmbarkeitsgrenze) oder mit O<sub>3</sub>-Abscheidungsstufe. Das spezielle System «Leitfähige Luft ®» generiert kein Ozon und kann daher im Raum erheblich umfassender eingesetzt werden. Luftionisationsverfahren können bisher nicht einheitlich geprüft werden. Es fehlt eine standardisierte Systemprüfung für NTP-Verfahren. Daher sind Messberichte mit ca. 4 Wochen-Erprobungsphasen wichtig.

## Fazit

Es ist davon auszugehen, dass «gute» Raumluftqualität zunehmend umfassender definiert und mehr eingefordert wird. Luftionisationsverfahren sind eine prinzipiell hilfreiche Technik zur Verbesserung der Raumluftqualität ohne energetische und räumliche Steigerung des Technikbedarfes. Ihre Möglichkeiten und Grenzen müssen allerdings umfassender untersucht und bekannter werden. Die Branche hat damit eine große Chance, sich für die Raumluftqualität als Ganzes verantwortlich und kompetent zu zeigen.

## Autor/Referent

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Külpmann,  
Mitglied des GG-Beirats, GG-Vorsitzender 2008-2015  
Hochschule Luzern – Technik & Architektur  
ruediger.kuelpmann@hslu.ch



copyright © GG 2018 | ggberlin.de

Die Präsentation steht für GG-Mitglieder unter [www.ggberlin.de](http://www.ggberlin.de) als Download bereit.

## Video *Newton'sches Pendel*:

Das während der Präsentation zur Vertiefung der Thematik Luftbewegung und Luftionengehalt gezeigte Modell *Newton'sches Pendel* ist gut geeignet zur Visualisierung der Energieübertragung zwischen den Luftionen. Es wird demnächst hochgeladen unter <https://www.hslu.ch/de-ch/technik-architektur/forschung/kompetenzzentren/zip/gesundheit-und-hygiene>