

## **Gutachten/Abnahmeprotokoll – Ionisationsanlage + Luftqualität/Aerosolbelastung nach VDI 6022 T.3 (Ionengehalt der Raumluft)**

GA 023.001-2023 ION

**Erstellt:** Ing.-Büro Dipl.-Ing. J. Lehmann  
Zur Alten Poststr. 7a  
01723 Kesselsdorf  
Ust.-ID: DE206791408  
St.-Nr.: 210/244/11432  
Tel.: 035204-79464  
Fax: 035204-79463©  
Fu.: 0172-7017241  
Mail: [water.LE-JP@t-online.de](mailto:water.LE-JP@t-online.de) od. [water.LE-JP@gmx.de](mailto:water.LE-JP@gmx.de)

**Auftraggeber:** Planungsgruppe Michael Steinwachs  
Diplomingenieure, Architekten, Generalplaner  
Relenbergstraße 8 , D-70174 Stuttgart  
info@steinwachs.de  
http://www.steinwachs.de  
T. +49-711-61 55 38-0  
F. +49-711-61 55 38-20

**Objekt :** **Gutenbergstr. 16A ·**  
70176 Stuttgart  
Gewerbeobjekt,



**Datum der Messung:** 26.09.2023 ; 14:30 Uhr – 17:00 Uhr  
und  
27.09.2023 ; 8:30 Uhr – 16:00 Uhr

Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

**Inhalt / Aufgabe :** - Abnahme der eingebauten Ionisatoren / Deckeneinbau

**Verbaut:** Ionisatoren in Schutzgehäuse, Carbonbürste als Entladungsanode  
230 V AC / 3.600 V DC; je 3 Watt; Anbringung an Gipsdecke in definierten  
Abständen; Summe der gemessenen Ionisatoren: 174 (Verteilung siehe Anlage)  
**Hersteller:** RL Raumluftechnik GmbH; Heideweg 28; 53604 Bad Honnef

- Funktionsprüfung
- Nachweis der Leistung durch Raumlufqualitätsmessung

**Im Detail wurde gemessen und geprüft:**

- 1) Funktion der Ionisatoren [ja/nein]
- 2) Ionisationsgrad/Ionisationsstärke [ $\text{n}/\text{cm}^3$ ]
- 3) Ultrafeinstäube  $\text{PM}_{2,5}$  und  $\text{PM}_{10}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
- 4) Aerosole – Querschnitt 0,1  $\mu\text{m}$  – 10  $\mu\text{m}$  Massekonzentration  
(0,1  $\mu\text{m}$  entspricht der Virengröße des COVID Virus) [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]
- 5) HCHO (Formaldehyde) [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]
- 6) TVOC [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]
- 7)  $\text{CO}_2$  [ppm]
- 8) Temp. [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- 9) Rel. Luftfeuchte [%]
- 10) Elektrostatisches Feld [in kV]

### **Präambel**

Zur Raumlufqualitätsverbesserung der Gewerbeflächen, welche größtenteils an keine RLT-Anlage angeschlossen sind, ist ein Ionisationssystem zur Luftreinhaltung eingesetzt. Derartige Ionisationssysteme sind gegen Luftbelastungen aller Art, insbesondere Feinstäube und Aerosole an der Quelle, also am Emissionsort im Raum hochwirksam. Dies ist auch seitens des UBA (Umweltbundesamt) bekannt und wird als eine Maßnahme zur u.a. Keim- und Virenbekämpfung Covidbekämpfung in den Richtlinien mit aufgeführt (siehe UBA Internet/Empfehlungen).

**Beispiel Keime:**

Mit der ausgeatmeten Luft verbreitet jeder Mensch eine Reihe von Gasen und auch Aerosolpartikel in seiner unmittelbaren Umgebung [3]. Beim Sprechen, Rufen, Singen, insbesondere aber beim Husten, Niesen oder unter körperlicher Anstrengung werden vermehrt Partikel emittiert. Wenn sich Krankheitserreger wie z.B. SARS-CoV-2-Viren in den Atemwegen befinden, **entstehen Aerosole, die diese Krankheitserreger enthalten können**. Im Fall von SARS-CoV-2-Viren ist die Bildung solcher Aerosole besonders problematisch, weil auch infizierte Personen ohne Symptome virushaltige Partikel ausscheiden können.

Das Spektrum der ausgeschiedenen Partikel ist beim Atmen, Singen, Husten oder Niesen unterschiedlich. **Beim normalen Atmen entstehen vorwiegend kleine Partikel (< 5  $\mu\text{m}$ )**. Beim Sprechen und Singen werden im Vergleich zum Atmen vermehrt solche Partikel ausgeschieden, während beim Husten und Niesen zusätzlich größere Partikel bis 100  $\mu\text{m}$  Durchmesser und mehr entstehen. Feuchte Aussprache erzeugt noch größere, mit dem Auge sichtbare Speicheltropfen.

**Coronaviren selbst haben einen Durchmesser von 0,12–0,16 µm**, werden aber in der Regel als Bestandteil größerer Partikel ausgeschieden, die sich je nach ihrer Größe unterschiedlich lange in der Luft halten und unterschiedlich weit mit der Luftströmung transportiert werden können.

Die ausgeschiedenen Aerosolpartikel verändern sich je nach Umgebungsbedingungen bezüglich ihrer Größe und Zusammensetzung. Partikel schrumpfen beim Übergang aus dem Atemtrakt in die Raumluft in der Regel durch Verdunstung an enthaltenem Wasser. Die genauen Prozesse, die zur Ausbildung und Veränderung solcher Aerosolpartikel führen, sind von einer Vielzahl unterschiedlicher Faktoren abhängig und im Einzelfall kaum vorherzusehen. ...“

Quelle: [ UBA <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/innenraumluft/infektiuese-aerosole-in-innenraeumen#was-sind-aerosole->]

#### Beispiel Partikel:

Hinzu kommt, dass durch ionisierte Luft (Ionisation analog der Natur) **lungengängige Ultrafeinstäube** agglomeriert und sedimentiert werden. D.h. die Luft ist deutlich „atembare“. Dieses Verfahren ist in der VDI Richtlinie VDI6022, T.3; ab S. 33 verankert. Um eine Raumluftgüteklasse 1 (RAL 1) für den Raum zu erreichen, müssen mind. 1.500 bis 3.500 Kleinionen / cm<sup>3</sup> im Raum nachgewiesen werden. Die entsprechenden Tabellen sind in der VDI 6022 / Raumlufthygiene nachzulesen.

#### Aufgabe/Auftrag

- 1) Prüfung der installierten Ionisatoren auf Funktion
- 2) Messung der Aerosol- / Feinstaubbelastung in Korrelation zur Raumluftionisierung in belegten Räumen in Anlehnung an die gültigen EU und nationalen Grenzwerte und Richtlinien und der Nachweis des Aerosolabbaus als Träger von Viren, in diesem Fall insbesondere CORONA-Viren.
- 3) Messung der HCHO (Formaldehyd – als Leitgas), TVOC und thermodynamischer Daten wie Feuchte und Temp.

In der EU-Richtlinie 1999/30/EG wurden folgende Grenzwerte für Feinstaub festgelegt:

Der seit dem 1. Januar 2005 einzuhaltende Tagesmittelwert für **PM<sub>10</sub> beträgt 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.**

Der Jahresmittelwert für PM<sub>10</sub> beträgt 40 µg/m<sup>3</sup>.

Die Feinstaub-Richtlinie und die darin genannten Grenzwerte wurden auf EU-Ebene intensiv und kontrovers diskutiert. 2002 wurde sie mit der Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22.

Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) vom 11. September 2002 in deutsches Recht umgesetzt.

2007 beschloss das EU-Parlament mit der Richtlinie 2008/50/EG verpflichtende Obergrenzen für Kleinstpartikel (PM<sub>2.5</sub>):

Seit 2010 gilt ein Zielwert für PM<sub>2.5</sub> in Höhe von 25 µg/m<sup>3</sup> (dieser Wert ist anzustreben, er ist nicht verbindlich).

Ab 2015 gilt ein Grenzwert für PM<sub>2.5</sub> in Höhe von 25 µg/m<sup>3</sup>.

**Ab 2020 wurde dieser Grenzwert für PM<sub>2.5</sub> auf 20 µg/m<sup>3</sup> abgesenkt.**

Für Aerosole gibt es derzeit keine einheitlichen Grenzwerte. Empfehlungen liegen im Bereich der Aerosolbelastung der Außenluft, die schwankend und von der rel. Luftfeuchte sehr stark abhängig ist. Als Grenzwert können 10 mg/m<sup>3</sup> nach DGVU / Arbeitsplatzrichtwerte angesetzt werden.

### Meßgeräte/Allgemein

Die Messgeräte entsprechend der Richtlinie des Umweltbundesamtes für Emissionsmessungen

„...Umweltbundesamt Bekanntmachung über die bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen und der Immissionen **Vom 31. März 2021** I. Eignung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Emissionen Die obersten Immissionsschutzbehörden der Länder haben die Ergebnisse der Eignungsprüfungen begutachtet und sind zu einem positiven Gesamturteil gelangt. Unter Bezugnahme auf Nummer 3 der Richtlinie über die Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen – Rundschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) – IG I 2 – 45053/5 (GMBI 2017, S. 234) – erfolgt die Eignungsbekanntgabe. ...“

und

„...Umweltbundesamt Bekanntmachung über die Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen und der Immissionen **Vom 29. Juni 2021** I. Eignung von Messeinrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Emissionen Die obersten Immissionsschutzbehörden der Länder haben die Ergebnisse der Eignungsprüfungen begutachtet und sind zu einem positiven Gesamturteil gelangt. Unter Bezugnahme auf Nummer 3 der Richtlinie über die Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen – Rundschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) – IG I 2 – 45053/5 (GMBI 2017, S. 234) – erfolgt die Eignungsbekanntgabe...“

### Verwendete Messgeräte :

1. DustTrak Aerosolmessgerät Typ: DUSTTRAK™ DRX- AEROSOLMONITOR MODELL 8534; Laserbasiert;
2. HOLDPEAK Laser-Partikelmessgerät PM2,5 und PM10
3. Digitales Ozonmessgerät G09-O3 Serie; *TONGDY*
4. Trotec HCHO Formaldehyd und TVOC Messgerät BQ16; TROTEC Heinsberg
5. Temp.-Messgerät extech
6. Luftfeuchtemessgerät extech
7. Ionometer Typ Holbach IM806
8. PCE-VOC 1 Formaldehyd Messgerät; PCE-instruments
9. Feldmeßgerät SIMCO / Messung elektrischer Felder-Raum und Fläche

## Verwandte Normen:

- *Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in Verbindung mit verschiedenen Rechtsverordnungen (z. B. 16. BImSchV, 18. BImSchV und 39. BImSchV)*
- *Verwaltungsvorschriften (z. B. TA Luft) zu dessen Durchführung sowie verschiedene Richtlinien der Europäischen Union (z. B. 2002/49/EG, 2008/50/EG und 2004/107/EG) und deren nationale Umsetzung.*
- *TRGS 900*
- *VDI 3459 Blatt 1:2017-11 Terminologie in der Energie- und Abfallwirtschaft;*
- *VDI 4285 Blatt 1:2005-06 Messtechnische Bestimmung der Emissionen diffuser Quellen*
- *VDI 4280 Blatt 1:2014-10 Planung von Immissionsmessungen; Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit*
- *VDI 2463 Blatt 1:1999-11 Messen von Partikeln; Gravimetrische Bestimmung der Massenkonzentration von Partikeln in der Außenluft;*
- *VDI 2453 Blatt 1:1990-10 Messen gasförmiger Immissionen;*
- *DIN EN 14625:2012-12 Außenluft; Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon*
- *VDI 4280 Blatt 1:2014-10 Planung von Immissionsmessungen; Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit*
- *Ausschuss für Innenraumrichtwerte; UBA-Umweltbundesamt; gesundheitsbezogene Richtwerte sowie hygienische Leitwerte fest, die eine gesundheitliche Beurteilung von Konzentrationen einer Chemikalie in der Innenraumluft ermöglichen*  
*Luftqualitätsindex UBA-Umweltbundesamt Beispiel:*

26.09.2023

Stuttgart Bad-Cannstatt

**Luftqualität (LQI)**

Lage:

Schadstoffkonzentrationen

**Icon für sehr gut Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>):** 19 µg/m<sup>3</sup>

**Icon für sehr gut Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>):** 12 µg/m<sup>3</sup>

**Icon für sehr gut Feinstaub (PM<sub>10</sub>):** 16 µg/m<sup>3</sup>

**Icon für sehr gut Ozon (O<sub>3</sub>):** 37 µg/m<sup>3</sup>

Gesundheitshinweise und Empfehlungen des UBA:

**„Beste Voraussetzungen, um sich ausgiebig im Freien aufzuhalten.“**

Meßstation

**Sehr gut**

städtisch

- *DIN EN 13779 ersetzt die DIN 1946 Teil 2*
- *DIN EN 15251*
- *VDI 6022 Raumlufthygiene*

## Verwendete Meßgeräte / Bilder



**TROTEC BQ16** HCHO, TVOC; **EXTECH** Luftgeschw.



**HOLDPEAK**; Feinstaub 2,5 µm – 10 µm



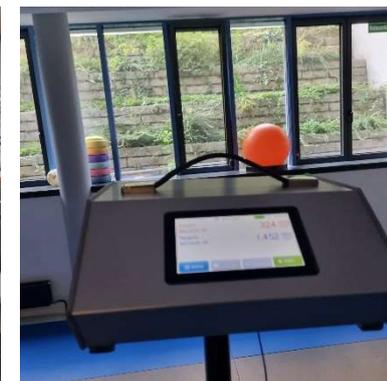
**SIMCO FMX-004**; Feldmessgerät



**VOLTCRAFT** ; Luftfeuchte, Temp., CO2



**PCE**; HCHO; TVOC **Tongdy**, Ozon (weiss. Gerät)



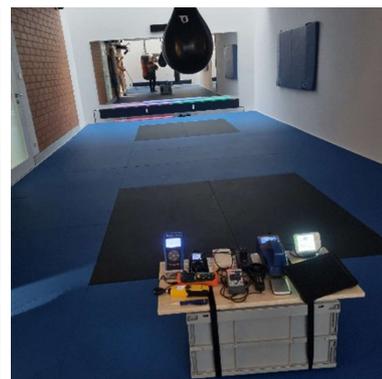
**HOLBACH**; Ionenmessung



**DustTrak** Aerosole < 1 µm



**Messequipment**





**Bild:** 17.02.2021 Messungen COVID-Viren und Aerosole ; HygCen GmbH Schwerin; Werte zum Ende der Prüfung – COVID-Surrogate Ausgangsdaten; 2.700.000 /m<sup>3</sup> -- Enddaten 160 /m<sup>3</sup>; **analog verhält sich die Aerosolmessung; Dieser Wert dient nur zum Vergleich der aktuellen Messung**



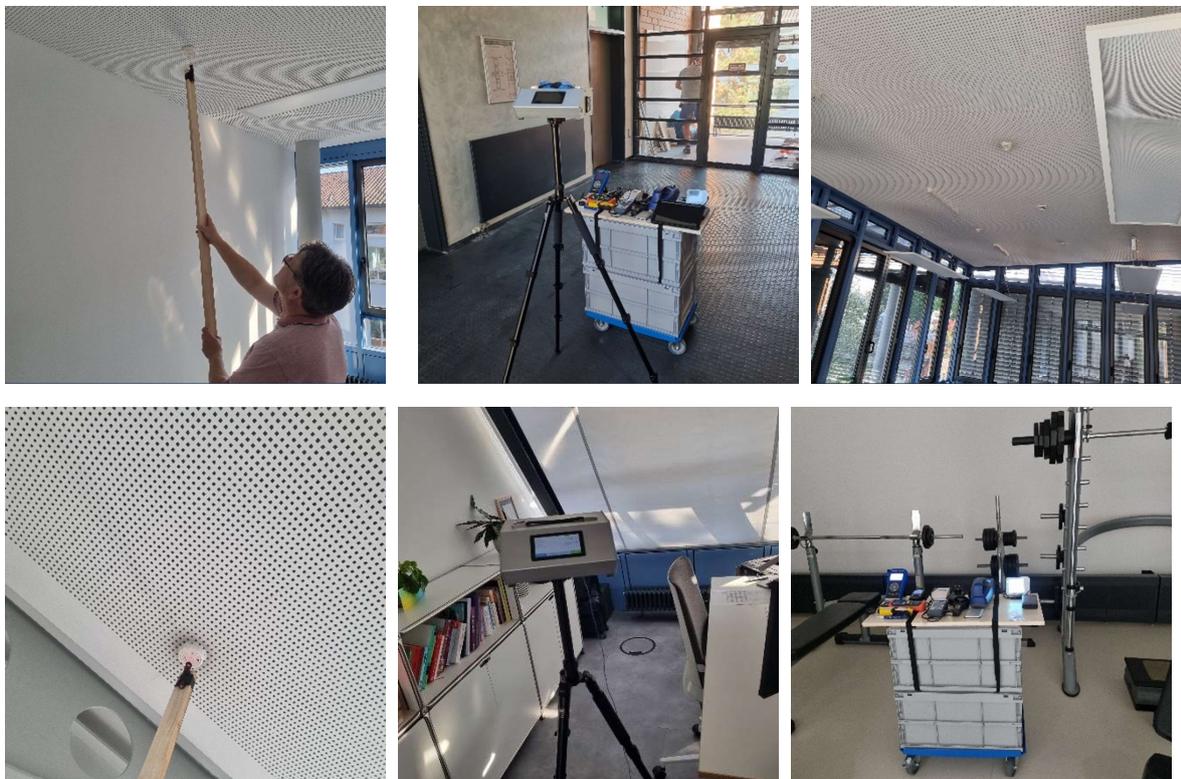
**Bild:** Ionometer IMV 806 V0.3 / Holbach;



**Bild:** Prüfstift „SIMCO TensION“

**Ergebnisse** (Die Bilder stellen Momentaufnahmen dar)

**Bildstrecke Prüfung Ionisatoren**



**Prüfung der Ionisatoren auf Funktion – Prüfmittel: SIMCO Prüfstift (Warnton und Leuchten); Holbach Ionometer**

**Messungen gegen 14:00 Uhr vor Eingang, Aussenluft**





### 26.9.23 Messungen gegen 14:30 Uhr 1.OG li-rechts „Effizienzpioniere“



Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408



### 26.9.23 Messungen gegen 15:30 Uhr 2.OG li. (nicht bezogen) Ionen aus



Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

### 27.9.23 Messungen gegen 8:30 Uhr 3.OG Floor SEVEN



### 27.9.23 1.UG Sport-/Fitnessräume, 10:00 Uhr



Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408



**27.9.23 Messungen gegen 12:30 Uhr vor 2.OG li. (nicht bezogen) Ionen an**



Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

### 27.9.23 Messungen gegen 13:00 Uhr 2.OG „Crefo“



### Messdaten:

Ausgangssituation/Messung:

### Raumzustand:

Decke:	Gipskarton flächig, Stahlträger
Boden:	Linoleum, Velour-Vlies, Laminat
Stühle:	Holz/Metall
Wände/	
Bausubstanz:	elektrostatisch neutrale Farbe Stahlträger
Fenster:	Kunststoff, großflächig
Ionisatoren:	direkt unter Decke verbaut, gekapselt, geringer Deckenabstand, kein Lüfter – Zwangskonvektion
Lüftung:	Zwangslüftung / Querlüftung

Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

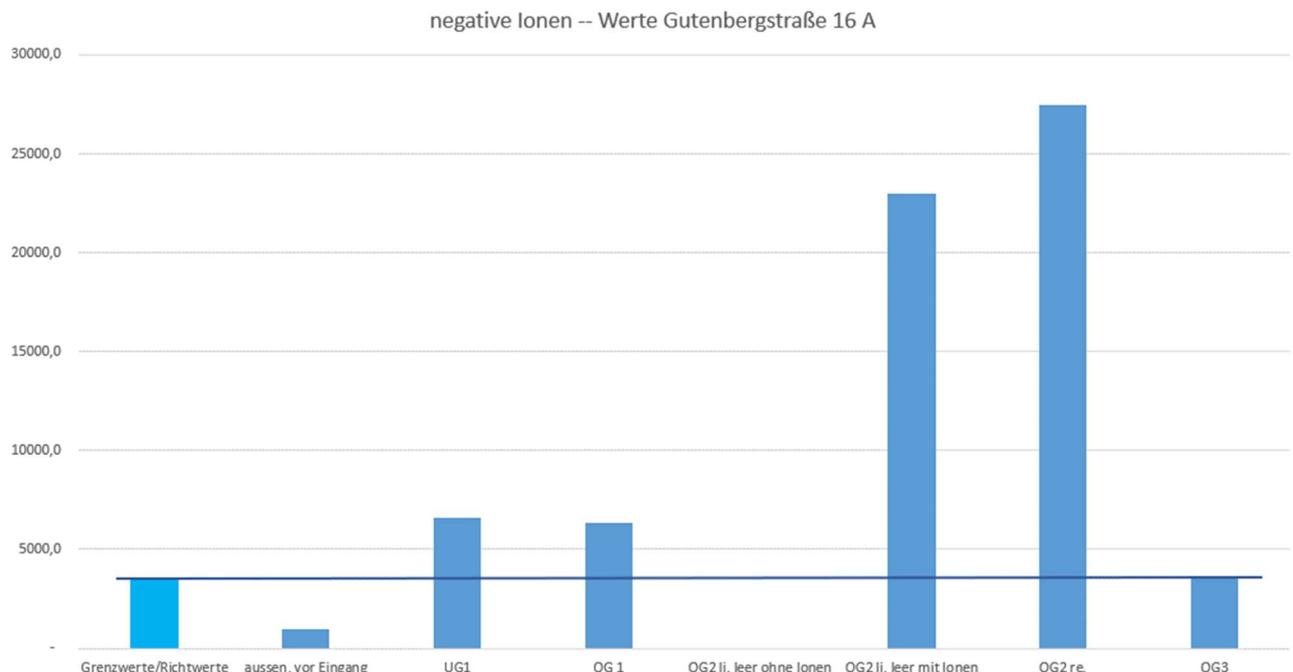
Grundsätzlich muß an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Raumdaten ohne Ionisation (auch die Aerosolbelastung) in Anlehnung an die VDI 6022 im Ursprungszustand als „gut“ einzustufen sind. Die verplanten und verwendeten Materialien sind hinsichtlich der Emissionen vorteilhaft, d.h. sehr hochwertig.

Aus beruflicher Erfahrung kann eingeschätzt werden, dass zudem die Bausubstanz (Ziegelbauweise) und die verwendeten Materialien für die Raumhygiene wahrscheinlich sehr zuträglich sind und ein gesundes Raumklima fördern (Beispiel Linoleum im UG1).

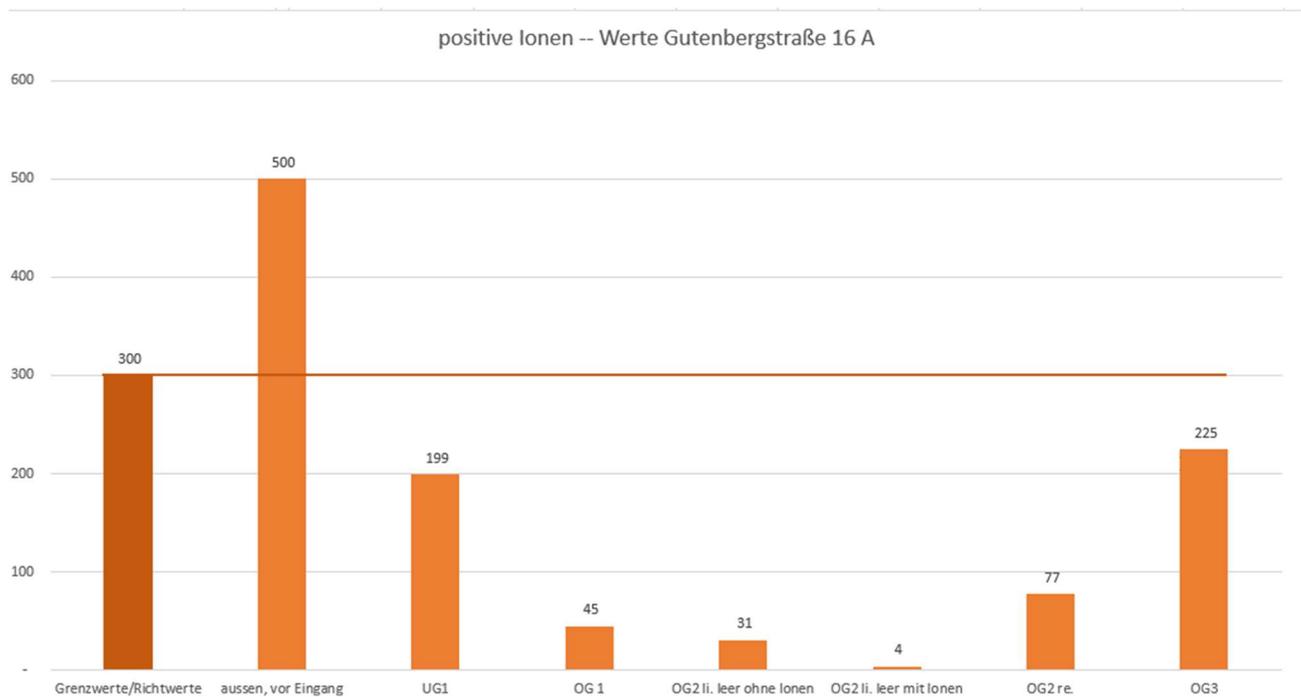
Lediglich der Teppichboden und teilweise verbaute Büromöbel der Mieter emittieren leicht.

### Meßdaten in Form von Diagrammen:

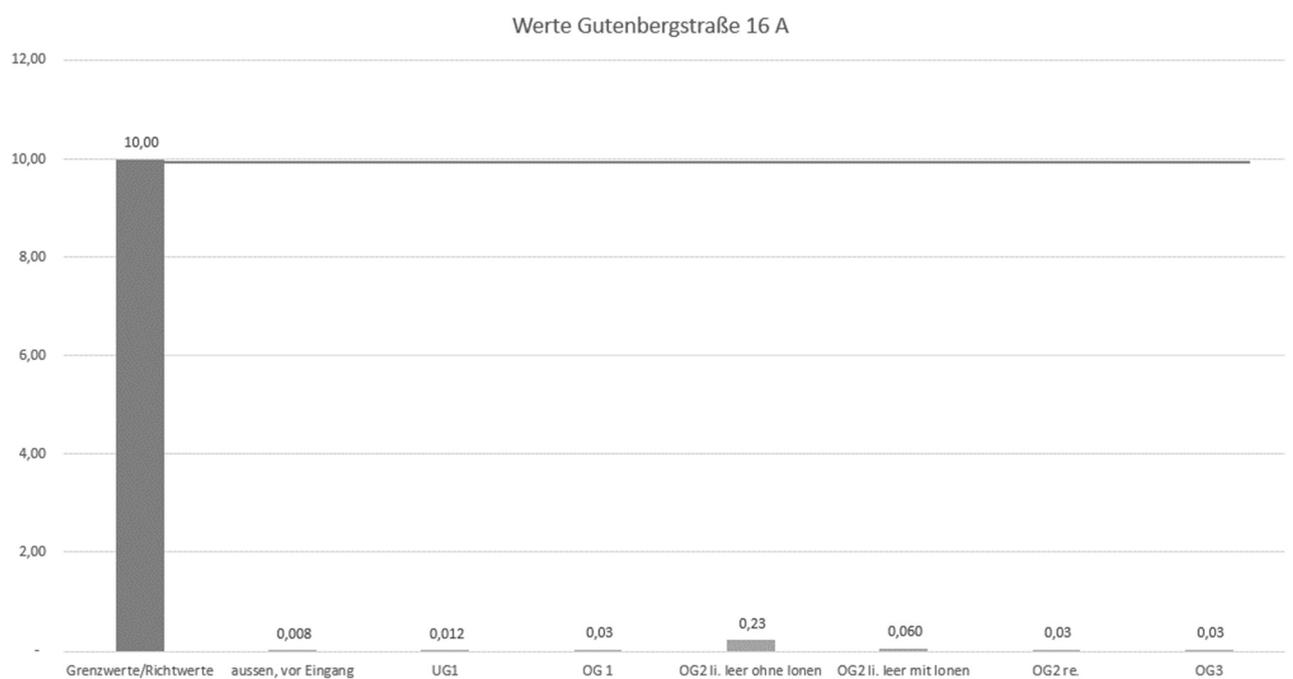
Die dargestellten Diagramme sind de facto selbsterklärend. Die farbige vertikale Linie stellt den gesetzlichen Grenzwert bzw. die Richtwerte dar (sieh auch Tabellen). Außer bei den negativen Ionen (hier gilt nach VDI 6022, je mehr desto besser – es sollte die Linie also überschritten werden !), sollten alle Werte deutlich unter dem Grenzwert liegen, was durchgängig (ausser 2.OG li. – bei nichtzugeschalteter Ionisation) messtechnisch erfasst wurde.



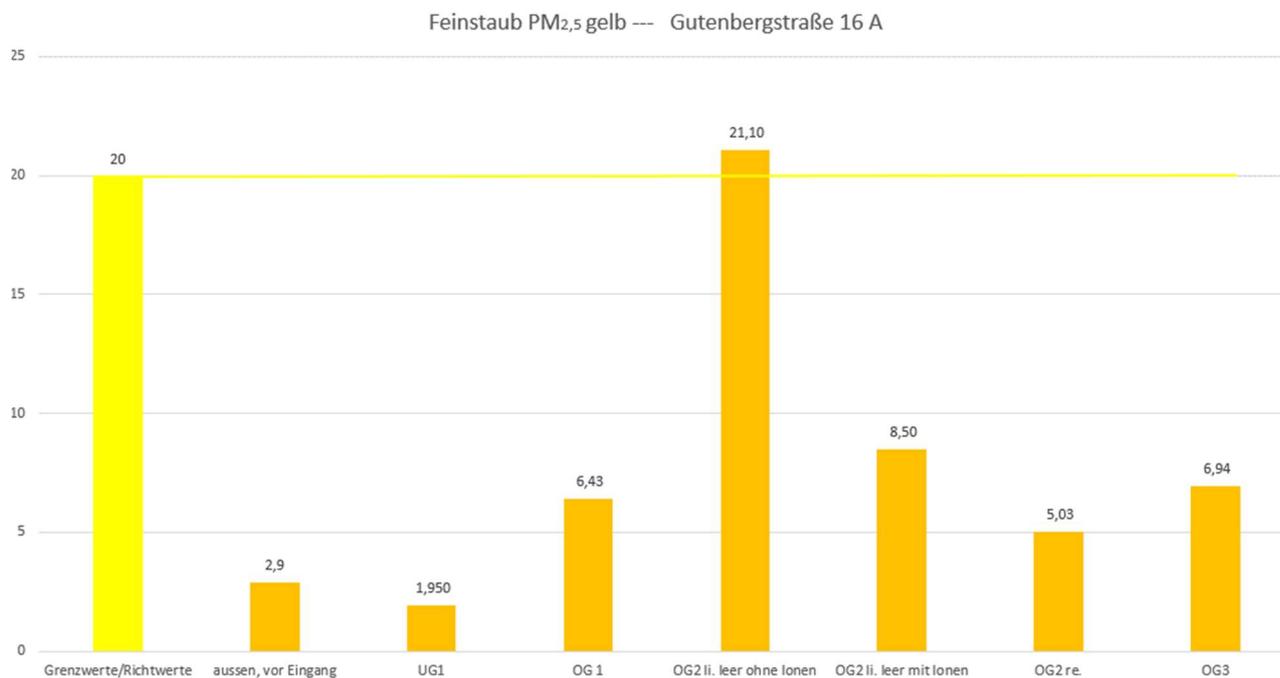
**Diagramm 1:** negative Ionenkonzentration im Flur ; Richtwert für RAL 1 = 3.000 negative Kleinionen



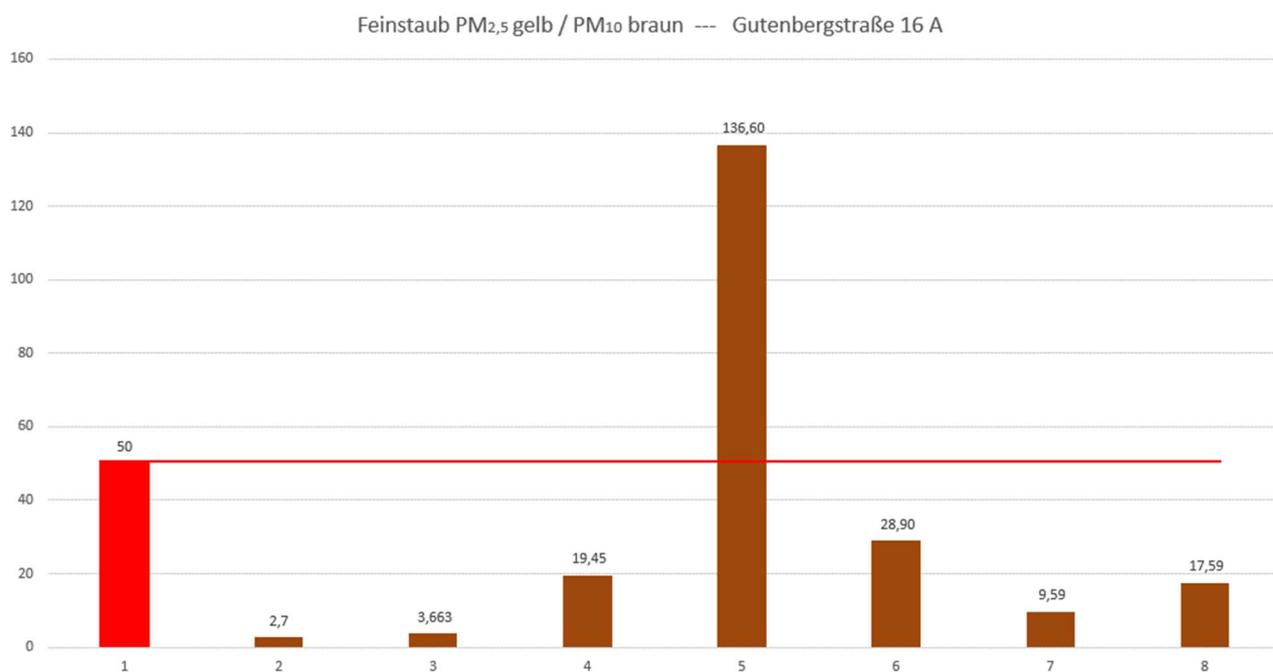
**Diagramm 2:** positive Ionenkonzentration (ungesunde Ionen)



**Diagramm 3:** Aerosolmessung; Grenzwert 10 mg/m<sup>3</sup>;



**Diagramm 4:** Feinstaubbelastung PM<sub>2,5</sub>



**Diagramm 5:** Feinstaubbelastung PM<sub>10</sub>

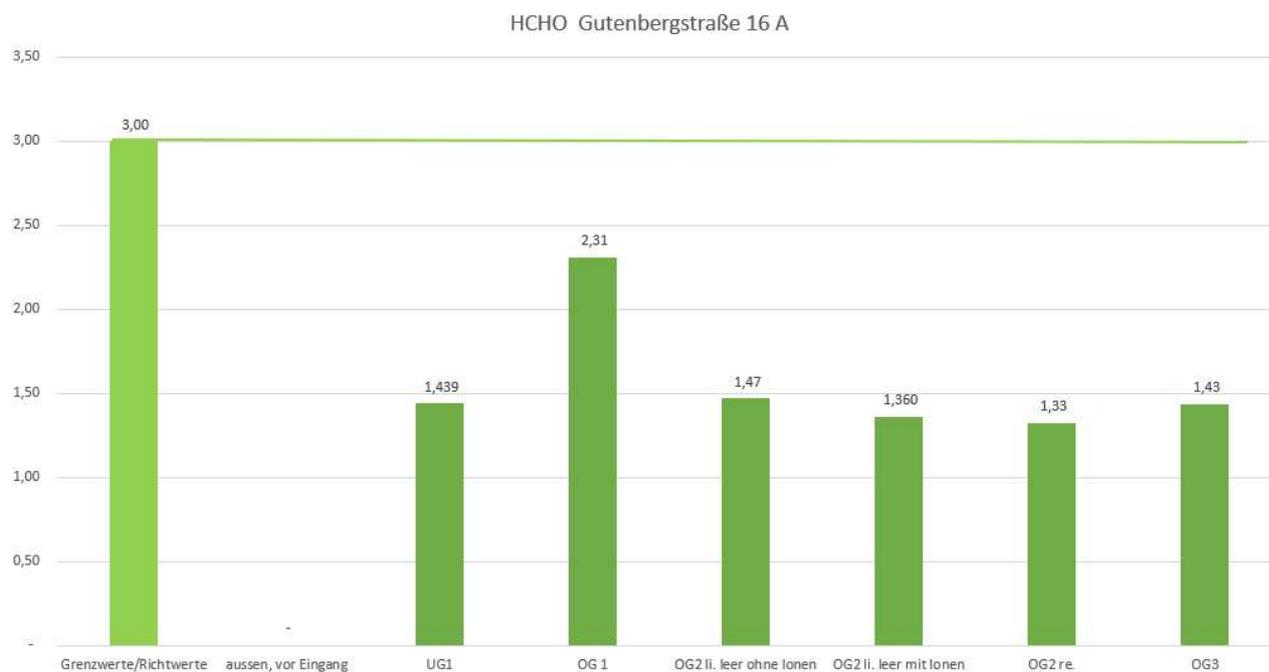


Diagramm 6: Formaldehyd (HCHO) ;

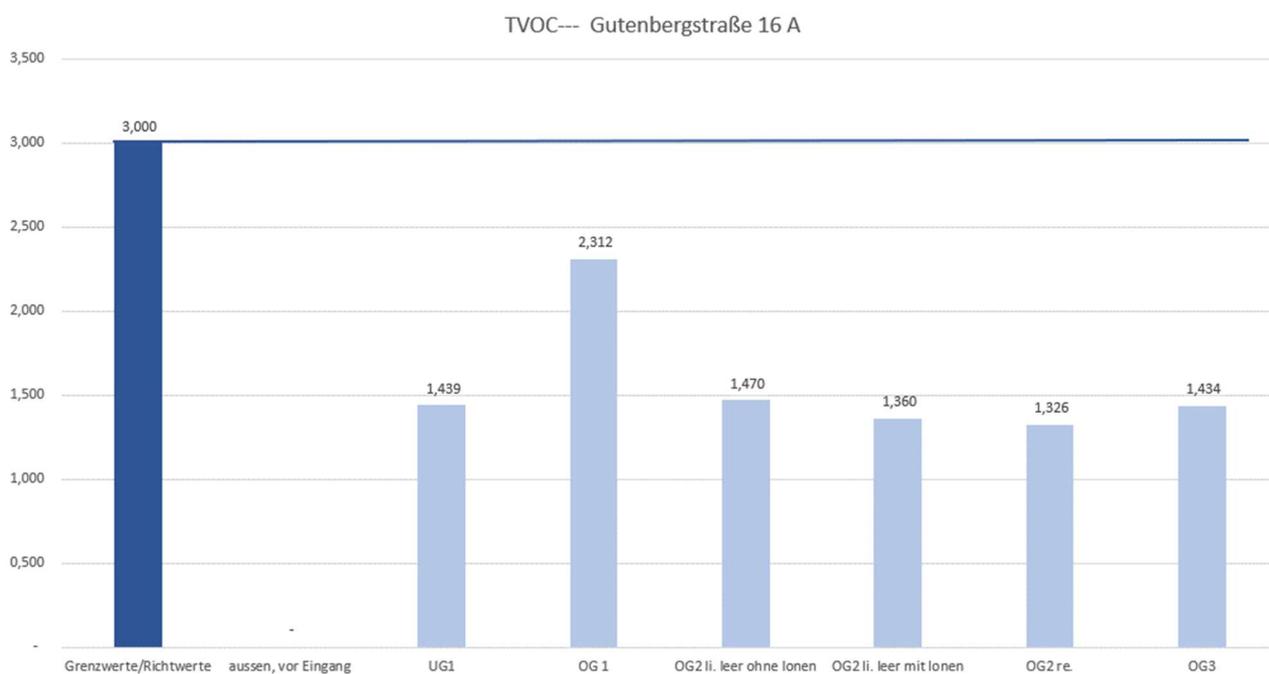


Diagramm 7: TVOC (Summe aller Kohlenwasserstoffe)

Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

Pos.	Zeit	Ort	Ionen neg.	Ionen neg. 1/10 (durch 10 f. grafische Darstellung)	Ionen pos. mg/m <sup>3</sup>	Aerosole PM 0,1-10 µm; in mg/m <sup>3</sup>	Feinstaub PM 2,5 [µg/m <sup>3</sup> ]	Feinstaub PM 10 [µg/m <sup>3</sup> ]	TVOC [µg/m <sup>3</sup> ]	HCHO [Formaldehyd; µg/m <sup>3</sup> ]	CO2 ppm	Luftfeuchte [%]	Temp. [°C]	O3 [µg/m <sup>3</sup> ]	Bemerkung
001		Grenzwerte/Richtwerte	3.500	350	300	10,00	20	50	3,00	0,10	1.500,00			50,00	Richtwerte
002		aussen, vor Eingang	970	97	500	0,008	2,9	2,7	-	-	537,00	43%	23,00	70,00	Null-Messung
003		UG1	6.629	663	199	0,012	1,950	3,663	1,439	0,004	631,125	47,000	23,025	-	
004		OG 1	6.368	637	45	0,03	6,43	19,45	2,31	0,02	977,25	48,81	21,58	-	
005		OG2 li. leer ohne Ionen	-	-	31	0,23	21,10	136,60	1,47	0,01	691,00	24,90	45,00	-	
006		OG2 li. leer mit Ionen	23.000	2.300	4	0,060	8,50	28,90	1,360	-	682	22	49	-	
007		OG2 re.	27.496	2.750	77	0,03	5,03	9,59	1,33	0,01	704,29	48,43	22,76	-	
008		OG3	3.623	362	225	0,03	6,94	17,59	1,43	0,01	718,75	50,88	21,91	-	

**Tabelle 1: Durchschnittswerte** in den einzelnen Gewerbeeinheiten

Die Einzelwerte sind bitte den Tabellen im Anhang entnehmen.  
Hier sind auch die Nachweise für die Einzelfunktion der Ionisatoren ersichtlich.

Interessant hierbei:

Diagramme 4 und 5. Der Zusammenhang zwischen Ionisation und Laststoffen im Raum ist hier deutlich ersichtlich – OG 2, links. Einmal ohne und mit zugeschalteter Ionisation.

**PM2,5 = 60% Reduzierung**  
**PM10 = 79% Reduzierung,**

Die nachstehenden Diagramme 8 – 11 zeigen den Zeitverlauf der Aerosolbelastung (grauer Hintergrund, Diagramme 9,11 in Korrelation zur Ionenkonzentration). Aufgrund des Umfangs der Daten (Messung aller 0,5 ms über 8 h) sind die typischen Verläufe hier nur auszugsweise dargestellt.

Die entsprechenden gemittelten Werte sind tabellarisch erfasst und im Anhang ersichtlich.

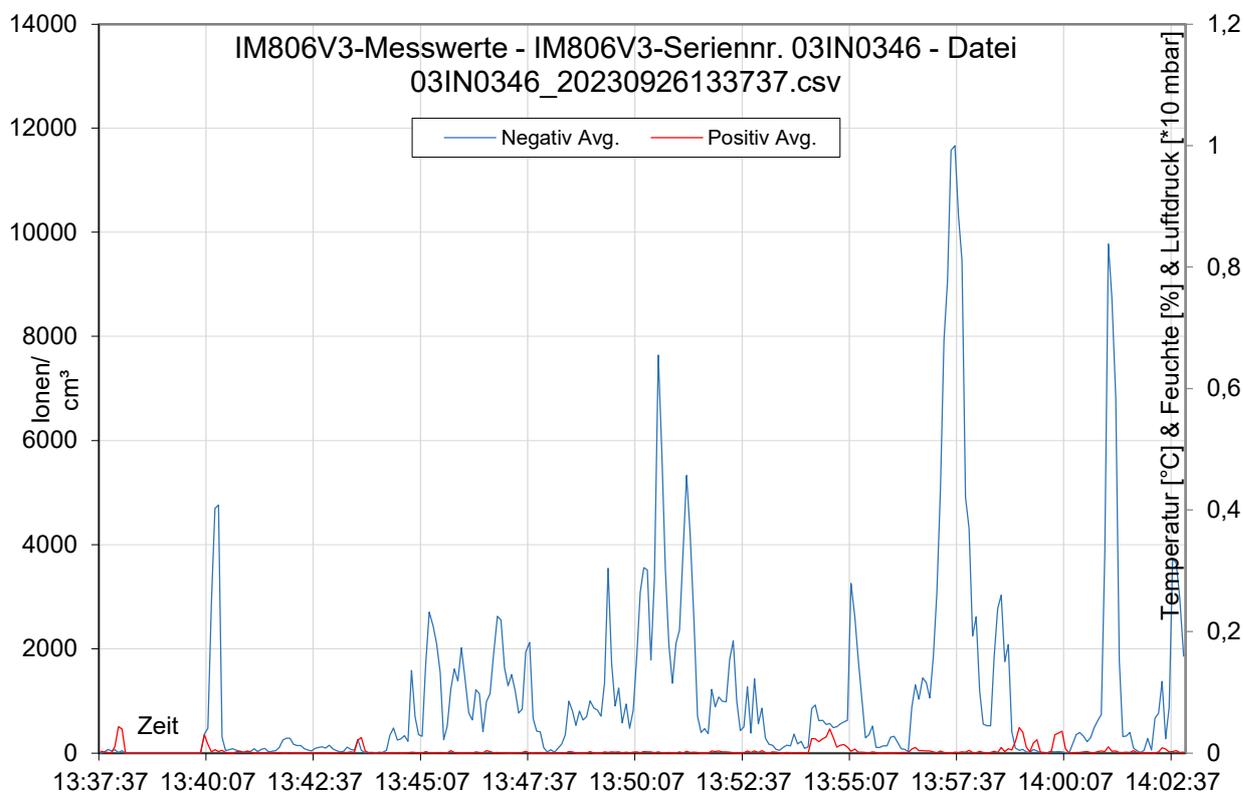


Diagramm 8: Ionenmessung / Kurvenverlauf; Auszug

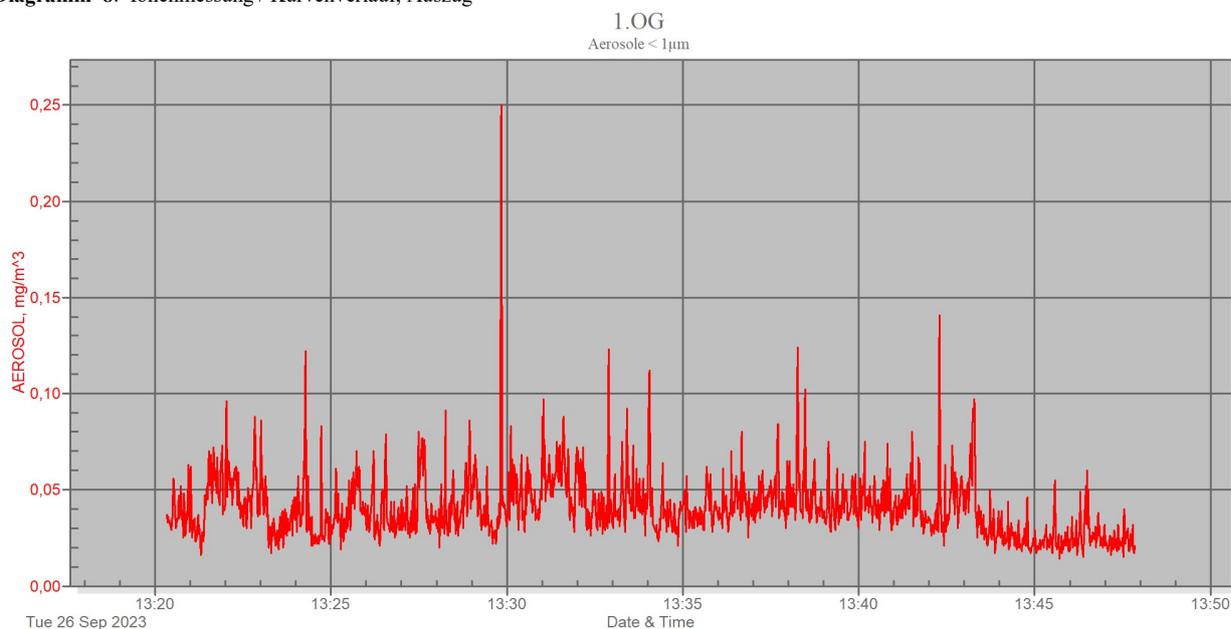


Diagramm 9: Aerosolverlauf Auszug

Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408

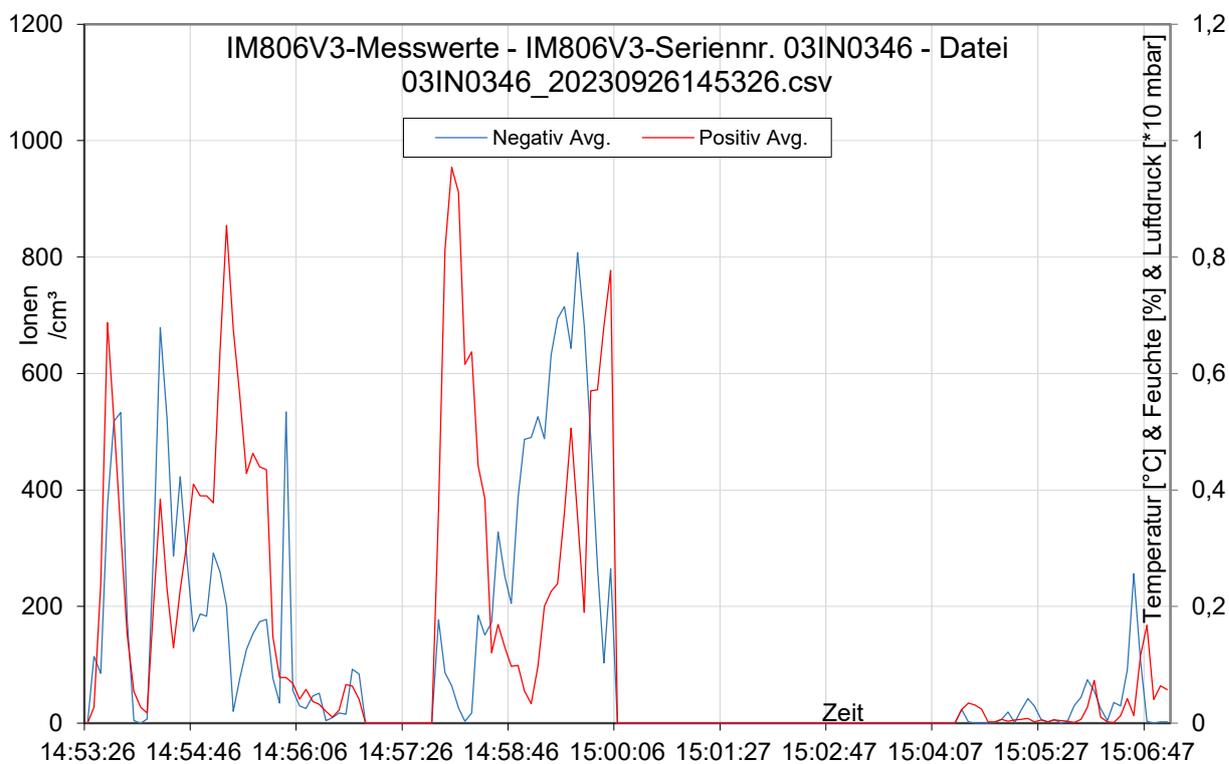


Diagramm 10: Ionenmessung / Kurvenverlauf; Auszug

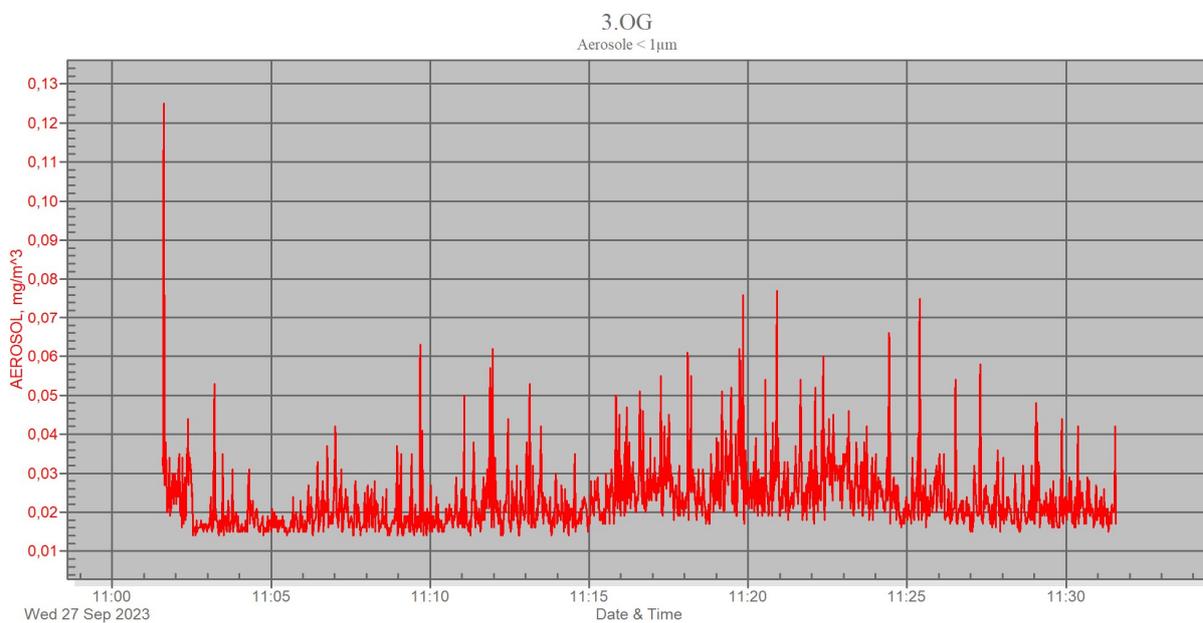


Diagramm 11: Aerosolverlauf Auszug

Zum Vergleich und besseren Bewertung der aufgezeichneten Messdaten nachstehend die entsprechenden Richt-/Grenzwerte der EU und DIN, sowie die aktuellen Außenluftwerte lt. UBA (Umweltbundesamt – UBA-App, Echtzeitmessung Standort Stuttgart)

Grenzwerte:

**EU, DIN, VDI, DGUV**

<i>Feinstaub P<sub>M10</sub> [10 µm]</i>	50 µg/m <sup>3</sup>	Tagesgrenzwert EU
<i>Feinstaub P<sub>M2,5</sub> [2,5µm]</i>	20 µg/m <sup>3</sup>	Tagesgrenzwert EU
<i>Aerosole &lt; 0,1 µm [ 100 nm]</i>	10 mg/m <sup>3</sup>	DGUV/Unfallversich.
<i>HCHO [Formaldehyd]</i>	0,37 mg/m <sup>3</sup>	MAK-Wert
<i>TVOC [Gesamt Kohlenwasserstoffe]</i>	0,30 mg/m <sup>3</sup>	Empfehlung AgBB
<i>NO<sub>x</sub> [Stickoxide]</i>	200 µg/m <sup>3</sup>	UBA/Umweltbundesamt
<i>NO<sub>x</sub> [Stickoxide] 30 µg/m<sup>3</sup></i>		=Empfehlung
<i>O<sub>3</sub> / Ozon</i>	< 50 µg/m <sup>3</sup>	UBA
<i>Ionen / negativ RAL I=</i>	3.500 p.cm <sup>3</sup>	VDI 6022 T.3

Zum Vergleich aussen (26.09.2023; 14:00 Uhr) vor Eingang:

<i>Rel. Luftfeuchte φ</i>	43 %
<i>Temp. θ</i>	23,4 °C
<i>Feinstaub P<sub>M10</sub> [10 µm]</i>	8,4 µg/m <sup>3</sup>
<i>Feinstaub P<sub>M2,5</sub> [2,5µm]</i>	2,8 µg/m <sup>3</sup>
<i>Aerosole &lt; 0,1 µm [ 100 nm]</i>	0,08 mg/m <sup>3</sup>
<i>HCHO [Formaldehyd]</i>	0,00 mg/m <sup>3</sup>
<i>TVOC [Gesamt Kohlenwasserstoffe]</i>	0,00 mg/m <sup>3</sup>
<i>NO<sub>x</sub> [Stickoxide]</i>	16 µg/m <sup>3</sup>
<i>O<sub>3</sub> [Ozon]</i>	35 µg/m <sup>3</sup>
<i>Ionisationsstärke negativ</i>	970 p.cm <sup>3</sup>
<i>Ionisationsstärke positiv</i>	500 p.cm <sup>3</sup>

## Zusammenfassung

Die Ionisationsanlagen bewirken ein signifikantes und dauerhaftes Absinken der Aerosole (damit der Viren im Raum), der lungengängigen Feinstäube PM<sub>10</sub> [10 µm] und PM<sub>2,5</sub> [2,5 µm], der HCHO und der TVOC-Lasten

Dies ist umso bemerkenswerter, als der natürlich vorhandene Raumzustand aufgrund der (vermutlich) guten Bausubstanz und der getroffenen hygienischen Maßnahmen (nach VDI 6022) als gut einzustufen ist. Um ein „sehr gut“ und damit die Raumlufgüteklasse 1 (RAL 1) zu erreichen, muss nach VDI 6022 T.3 eine Ionisationsstärke von mind. 3.000 negativen Kleinionen/cm<sup>3</sup> im Raum durchschnittlich nachgewiesen sein, da über diesen natürlichen Weg Ultrafeinstäube und Feinaerosole direkt im Raum an der Entstehungsquelle deutlich reduziert werden.

### Dies wurde durchweg in allen Räumen erreicht.

Die zu erwartende Reduktion der luftgetragenen Laststoffe wie

-Aerosole

-Feinstäube PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

-HCHO und TVOV

traten sofort, d.h. ohne Zeitverzögerung, ein. Siehe OG2 linke Seite (mit und Ohne Ionisation gemessen)

Somit ist die lastsenkende Wirkung der Ionisation eindeutig nachgewiesen.

Die Reduzierung der Aerosolbelastung durch Einsatz von Ionisationsanlagen für den Raum beträgt im Maximum

- **90 % (Grenzwert 10 mg /m<sup>3</sup> - 0,008 mg/m<sup>3</sup> Minimalwert an Aerosolen < 1 µm )**

Damit ist trotz regelmäßigem Nacheintrag von Aerosolen durch die personelle Belegung physikalisch die erreichbare Grenze für die absoluten Aerosolwerte unter den Rahmenbedingungen nahezu erreicht.

Die absoluten Werte sind der Tabelle bzw. den Diagrammen zu entnehmen.

- 1) Die erreichte Ionenzahl (Kernzahl) im Raum liegt im Maximum bei ca. 110.000 negativen Kleinionen, im Durchschnitt bei **11.600 negativen Kleinionen** für das Gesamtobjekt - abhängig von der Bewegung der Probanden. Damit wird im Raum eine **Raumlufgüte nach VDI 6022 von RAL1** bezogen auf den negativen Ionenanteil erreicht [Siehe VDI 6022 Teil 3, Blatt 35 ff].  
**RAL 1 = Raumlufgüteklasse 1**
- 2) Die **TVOC-Belastung** bei Ionisation wurde mit **max. 77%** und die **HCHO-Werte** (Formaldehyd) mit **max. 10%** der aktuellen Grenzwerte gemessen
- 3) Die Feinstaubbelastung lag zum Messzeitpunkt bei Punktmessungen bei (max.)  
PM<sub>10</sub> **58%** des EU-Grenzwertes  
PM<sub>2,5</sub> **32%** des EU-Grenzwertes

4) Die Aerosolbelastung <1 µg (Virengröße) lag bei **2%** des empfohlenen Wertes

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit der Luftionisationsanlagen hinsichtlich des Lastabbaus

- Lungengängige Feinstäube
- Aerosole (z.B. Viren)
- Gesamtsumme der Kohlenwasserstoffe in der Atemluft
- HCHO/Formaldehyd als Leitgas für Lösemittel

im Raum ist erbracht.

An Ionenerzeugern wurde nach Prüfung wie folgt festgestellt (siehe auch Anlage 1- 6, gelbe Spalte)

Gemessen Summe : 174 Stck.

**1 Erzeuger defekt; 2.OG re. Großraumbüro**

**2 Erzeuger erzeugen hohen Ton ; 1.OG; Kunden befragen – wir konnten bei Personenbelegung nichts feststellen**

Die Ionisationsstärke baut sich von der Decke (Einbauort) zum Boden exponentiell ab, genügt aber für ein sehr gutes Ergebnis.

Die Sauerstoffzufuhr der Räume erfolgt durch Zwangs-/Querlüftung und durch „Leckageeintrag“ (Türen etc.)

Die gemessenen positiven Ionen als Indikator für Ausdünstungen und dadurch Belastungen des menschlichen Organismus lagen zwischen 0 (84% der Zeit) und im Einzelfall 606. Damit kann die Raumluft, ausgenommen CO<sub>2</sub>, als naturadäquat zu Hochgebirgsluft und ansteckungsarm angesehen werden.

**Bitte beachten:** Die eingesetzte Ionisation ist gegen Aerosole hochwirksam, jedoch nicht gegen Tröpfcheninfektion (Niesen, Husten). Hier wird empfohlen, sich weiterhin an die Gesetze und Verordnungen (Mundschutz) zu halten.

In Bezug auf Funktion und Leistung der Ionisatoren ist die Ionisationsanlage abgenommen – die 3 defekten Ionisatoren sind kurzfristig auszutauschen. Sie beeinflussen die Gesamtleistung nicht spürbar.

Kesselsdorf, den 12.10.2023

Dipl.-Ing. J.Lehmann

Anlagen: A1...UG1;  
A2...OG1;  
A3...OG2 li. ohne Ionisation;  
A4...OG2 li. mit Ionisation;  
A4...OG 2 re.;  
A5...OG 3

Ing.-Büro DI J. Lehmann  
Zur Alten Poststraße 7a  
01723 Kesselsdorf

Tel.: 035204 / 794 63  
Fax: 035204 / 794 63  
Fu.: 0172 / 70 17 241

Commerzbank Dresden  
BLZ 850 800 00 Kto. 0101 4146 00  
IBAN: DE25 8508 0000 0101 4146 00  
Ust.-ID: DE 206791408