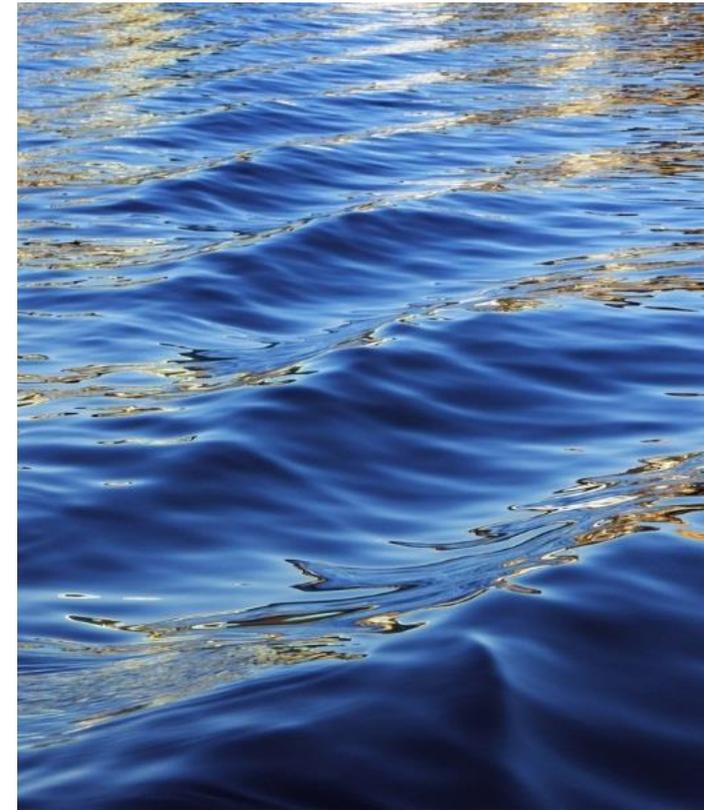


# Elektrostatischer Luftfilter

Serie FE

HWT –  
Umwelttechnik AG

SAUBERE LUFT / Der Spezialist für Luftreinigung



# HWT Umwelttechnik AG - Der Spezialist für saubere Luft

Seit **28** Jahren bieten wir Lösungen, um die Atemluft sauberer zu machen.

Unsere Erfahrung und stetige Weiterentwicklung stehen für:



**Nachhaltigkeit und Komfort**



**Energie - Sparen**



**Umwelt - Schonen**

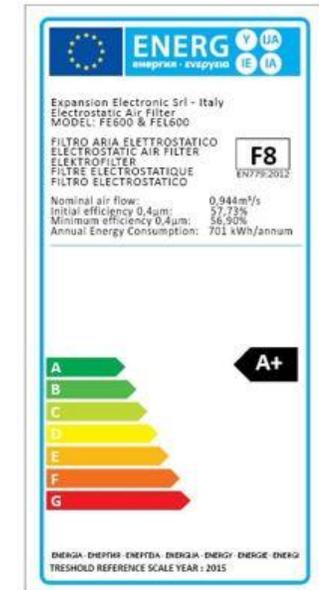


**HWT** Umwelttechnik AG  
*Für saubere Luft*

# Elektrofilter (elektrostatischer Luftfilter)

## Warum umrüsten oder neu mit Elektrofilter bestücken:

- Hoher Wirkungsgrad bei sehr geringer Energieaufnahme - **Energie Effizienz – Klasse A+**
- Bestmögliche Filtrierung von Beginn an.
- Sehr wenig Druckverlust (Lüftungsgerät benötigt weniger Energie für Luftwechsel)
- Abfall-Optimierung, diese Filter werden gereinigt und wieder eingesetzt. (d.h. diese müssen nicht entsorgt werden).
- Einfache Umrüstung alter Systeme möglich.



# Elektrofilter FE - Die wesentlichen Vorteile

- Identische Reinigungsqualität wie ein Filter ISO ePM1 85% (F9) oder höher
- Reinigt Viren, Bakterien, Nanopartikel bis 0.1 µm, Pollen, Schimmelpilze, Sand, Staub, Haare, etc.
- Keine Keimbildung wie bei herkömmlichen Filter
- bis zu 60 % Energiekosteneinsparung im Vergleich zu herkömmlichen Filter
- FE Filter sind Wiederverwendbar durch Reinigung
- Nachhaltig und ökologisch
- FE Filter haben Normgrößen und können somit mit herkömmlichen Filter in einer bestehenden Lüftungsanlage einfach ausgetauscht werden
- Staatliche Förderung durch ProEla2 und ProKilowatt



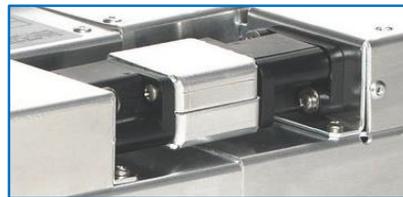
# Elektrofilter FE - Modulares System - Standardgrößen



# Elektrofilter FE - Elektrostatischer Luftfilter Serie FE



Endstecker

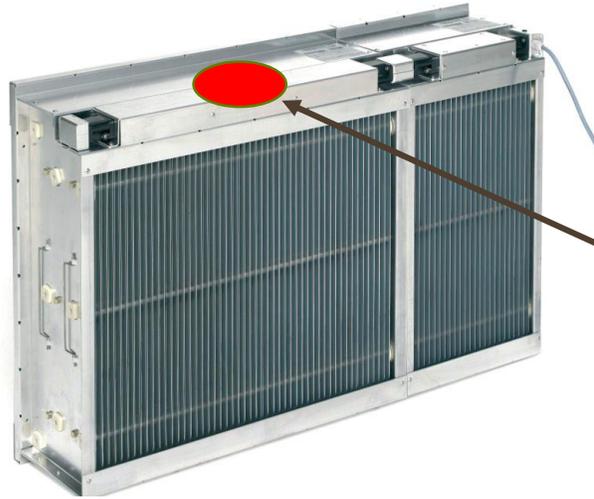


Zwischenstecker

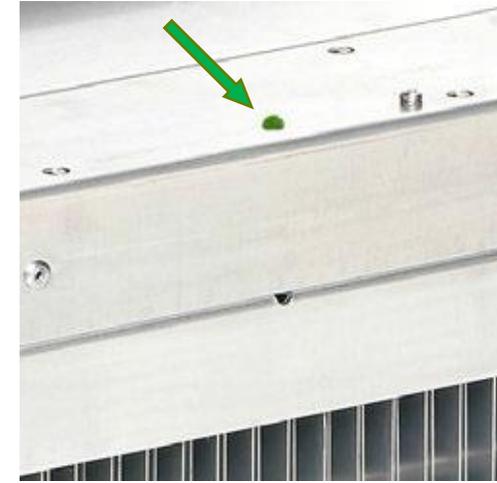


Einspeisung

# Elektrofilter FE - integrierte Elektronik



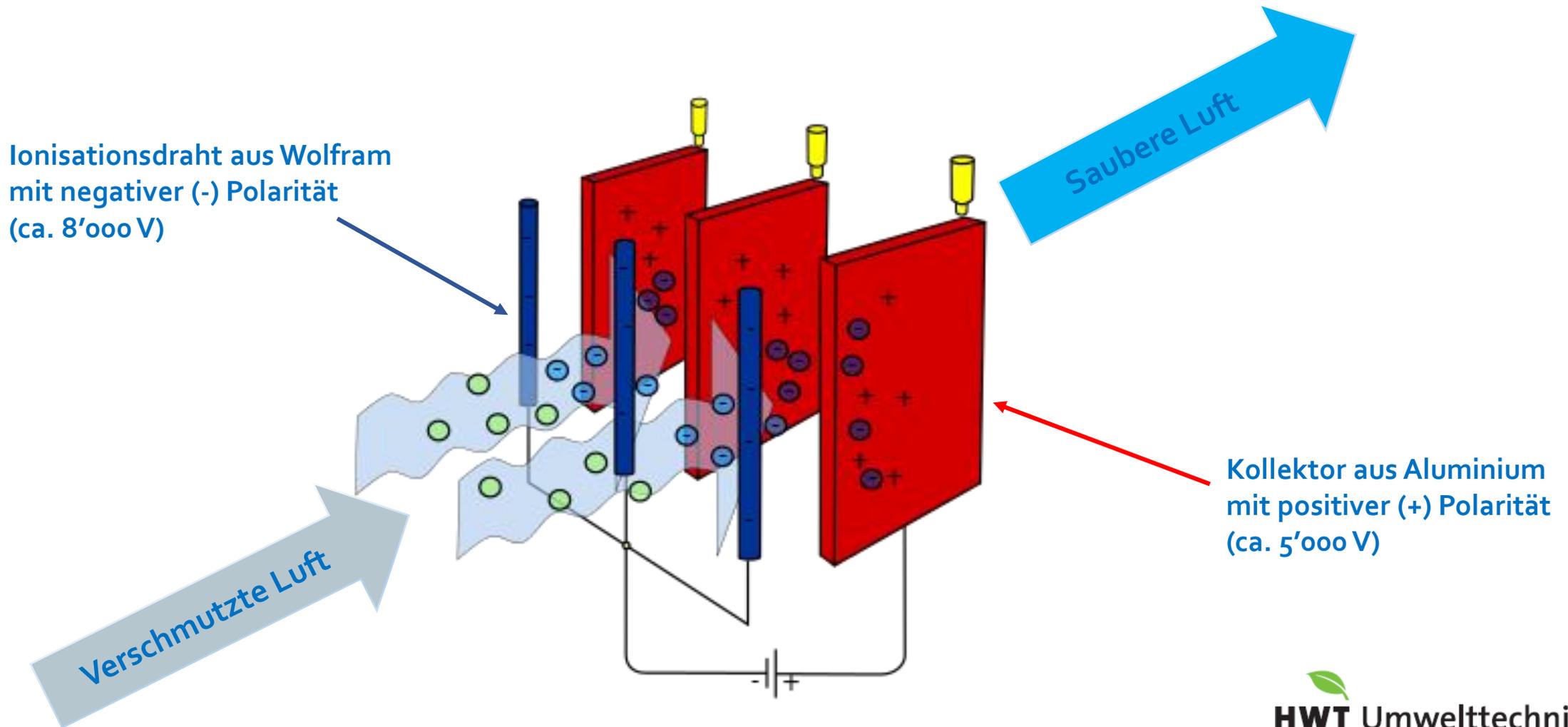
Eingebaute Elektronik



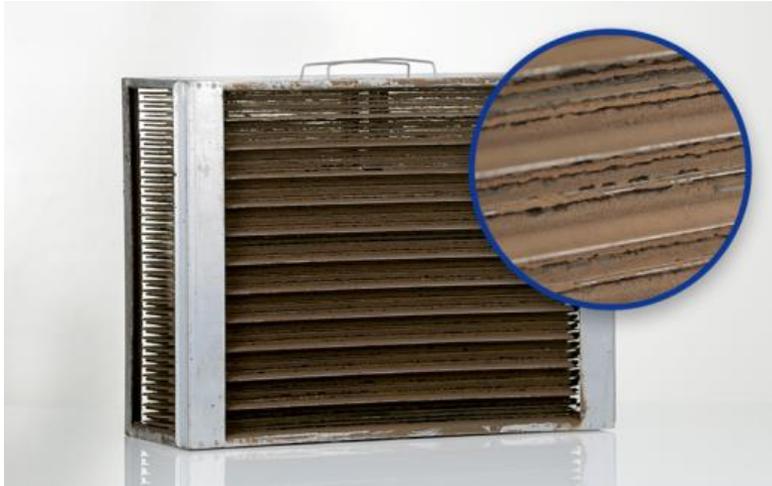
LED Kontrollleuchte Grün / Rot

Die komplett versiegelte, integrierte Elektronik ermöglicht die Erzeugung der für den Betrieb des Filters notwendigen elektrischen Spannungen direkt am Filter selbst. Über die Stecker und Kupplungen ist es möglich, das Netzteil mit einer Spannung von 230V/50Hz zu versorgen und damit die Funktion sowie die Alarmsignalisierung bereitzustellen. Effektive Dichtungslösungen verhindern, dass die Elektronik beim Filterwaschen entfernt werden muss.

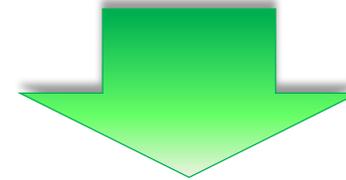
# Elektrofilter FE - Funktionsprinzip des elektrostatischen Luftfilters Serie FE



# Elektrofilter FE - waschbares Filtersystem



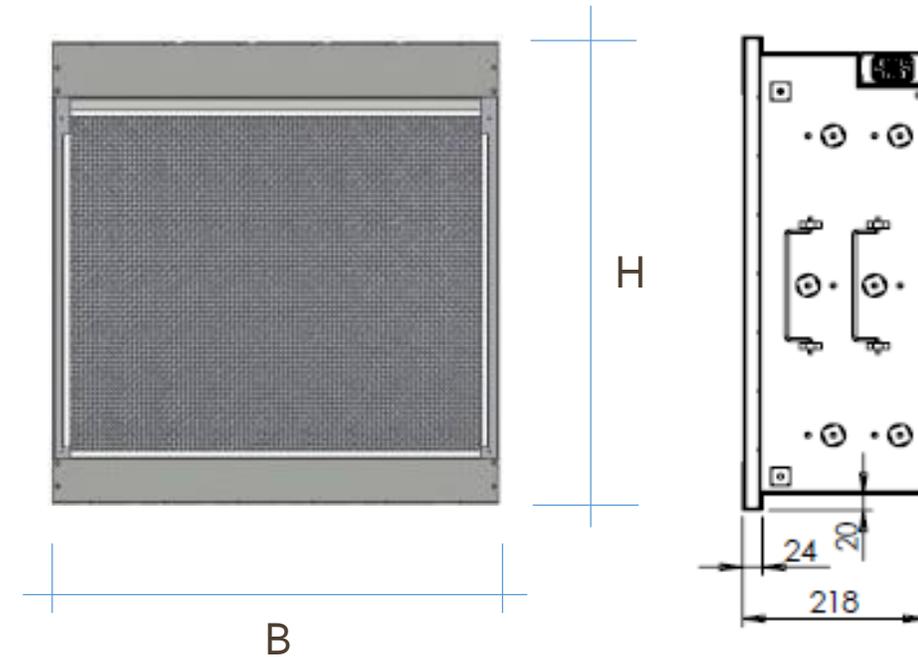
Das FE-System besteht aus einem Aluminiumgehäuse und Aluminiumlamellen, die in bestimmten Abständen eingebaut sind. Daran setzen sich die Schmutzpartikel fest und bilden eine fortwährend aufbauende Schmutzschicht.



Wenn die Filter vollständig verschmutzt sind, werden Sie mit Wasser und Reinigungsmittel gewaschen, um Fett, trockenen Rauch oder atmosphärischen Staub zu entfernen.

# Elektrofilter FE - Die Standard Abmessungen

Model	Dimensionen B x H x T	Gewicht Kg
FE150RV	287x287x218	4.5
FE250RV	490x287x218	8
FE250	287x490x218	8
FE300RV	592x287x218	9
FE300	287x592x218	10
FE400RV	592x402x218	12
FE400	402x592x218	12
FE450	490x490x218	14
FE500	490x592x218	16
FE550	592x490x218	16
FE600	592x592x218	19



# Elektrofilter FE - Die Filter - Leistungsdaten

Modell	Leistung W	Abscheideleistung Staub in g	Luftmenge in m <sup>3</sup> /h					Energieverbrauch (kWh/a)	
FE150RV	9	140	200	400	550	625	700	150	A+
FE250RV	9	216	470	600	750	900	1200	256	A+
FE250	9	216	470	600	750	900	1200	256	A+
FE300RV	9	240	250	500	630	720	1000	213	A+
FE300	9	280	600	800	1000	1200	1600	330	A+
FE400RV	16	325	610	810	1010	1220	1620	335	A+
FE400	16	380	830	1060	1320	1580	2110	436	A+
FE450	16	378	820	1050	1310	1570	2100	434	A+
FE500	16	494	1070	1400	1730	2100	2770	572	A+
FE550	16	460	990	1270	1590	1910	2550	527	A+
FE600	16	600	1300	1700	2100	2550	3400	702	A+

Filterklassenvergleich zur ISO 16890	ePM%	ePM <sub>1,95%</sub>	ePM <sub>1,95%</sub>	ePM <sub>1,90%</sub>	ePM <sub>1,90%</sub>	ePM <sub>1,70%</sub>
Filter Klassifizierung nach UNI 11254	(A, B, C, D)	A	B	C	D	-
Filter Klassifizierung nach EN 1822	(E10-E11)	E11	E10	-	-	-
Luftgeschwindigkeit im Filter	m/s	1.5	2	2.5	3	4
%-Anteil zur maximalen Belastung	%	40%	50%	65%	75%	100%
Druckverlust gemäss Zertifikat ISO 16890	Pa	10	17	24	37	62
Filter Klassifizierung nach EN 779	(F7 - F8 - F9)	-	-	F9	F9	F8

# Elektrofilter FE - Der KEP-Wert (Key Energy Performance)

Ein zusätzlicher und wichtiger Indikator für die Filterleistung ist der KEP (Key Energy Performance) bezogen auf die Energieeffizienz.

$$\text{KEP} = \frac{-\log(1-e\text{PM}_x)}{\Delta p - C_x} \times 100 \text{ Pa}$$

**Der KEP ist ein Indikator, der die Güte eines Filters darstellt. Je höher der Indikator ist, desto geringer ist die Umweltbelastung des Filters.**

Konstanter Korrekturwert C<sub>x</sub>:  
35 für ePM1  
35 für ePM2.5  
25 für ePM10

## Beispiel: Elektrostatischer Filter FE SYSTEM

*ePM<sub>x</sub>: zertifizierte Effizienz des Filters (ePM1 = 70% = 0.7)*  
*Δp: Durchschnittlicher Druckabfall 62 Pa*  
*C<sub>x</sub>: konstant = 35 Pa (bei ePM1)*

$$\text{KEP} = \frac{-\log(1-0.7)}{62 \text{ Pa} - 35} \times 100 \text{ Pa} \Rightarrow \frac{0.522}{27} \times 100$$

**KEP ist gleich 1.933**

## Beispiel: Taschenfilter

*Taschenfilter ePM1 70% (Energieklasse A +)*  
*ΔP: Durchschnittlicher Druckabfall 100 Pa*  
*C<sub>x</sub>: konstant = 35 Pa (bei ePM1)*

$$\text{KEP} = \frac{-\log(1-0.7)}{100 \text{ Pa} - 35} \times 100 \text{ Pa} \Rightarrow \frac{0.522}{65} \times 100$$

**KEP ist gleich 0.803**

# Elektrofilter FE - Die Energieeffizienz

Für die Berechnung des Energieverbrauches verwendet die Eurovent die sogenannte Energiekostenformel

$$E = \frac{q \times dp \times t}{\eta \times 1000} \text{ [ kWh/Jahr ]}$$

Dabei bedeutet:	q	= Luftmenge (m <sup>3</sup> /s)	Vorgaben gemäss	q	0.944 m <sup>3</sup> /s
	dp	= Druckverlust (Pa)	Eurovent / SWKI	dp	variabel
	t	= Betriebszeit (h/Jahr)	EN799:2012	t	6'000 h/Jahr
	η	= Wirkungsgrad der Anlage		η	0.5

# Elektrofilter FE - Die Energieeffizienz

Einteilung der Energieklassen 2019



Energieklasse nach Eurovent	Wirkungsrad nach ISO 16890	Max. Jährlicher Energiebedarf – kWh/J		
		ePM <sub>1</sub>	ePM <sub>2,5</sub>	ePM <sub>10</sub>

<b>A+</b>	50 & 55%	800	700	450
	60 & 65%	850	750	500
	70 & 75%	950	800	600
	80 & 85%	1050	900	700
	>90%	1200	1000	800

<b>A</b>	50 & 55%	900	800	550
	60 & 65%	950	850	600
	70 & 75%	1100	900	700
	80 & 85%	1250	1000	800
	>90%	1400	1100	000

<b>B</b>	50 & 55%	1050	950	650
	60 & 65%	1100	1000	700
	70 & 75%	1250	1050	800
	80 & 85%	1450	1200	900
	>90%	1550	1300	1050

Energieklasse nach Eurovent	Wirkungsrad nach ISO 16890	Max. Jährlicher Energiebedarf – kWh/J		
		ePM <sub>1</sub>	ePM <sub>2,5</sub>	ePM <sub>10</sub>

<b>C</b>	50 & 55%	1400	1300	750
	60 & 65%	1450	1350	850
	70 & 75%	1550	1400	900
	80 & 85%	1800	1500	1000
	>90%	1900	1600	1400

<b>D</b>	50 & 55%	2000	1900	1100
	60 & 65%	2050	1950	1200
	70 & 75%	2150	2000	1300
	80 & 85%	2400	2100	1400
	>90%	2500	2200	1500

<b>E</b>	50 & 55%	>2000	>1900	>1100
	60 & 65%	>2050	>1950	>1200
	70 & 75%	>2150	>2000	>1300
	80 & 85%	>2400	>2100	>1400
	>90%	>2500	>2200	>1500

# Elektrofilter FE - Die Energieeffizienz

Die Berechnung des Energieverbrauches nach Eurovent bei Normwerten

$$E = \frac{q \times dp \times t}{\eta \times 1000} \quad [\text{kWh/Jahr}]$$

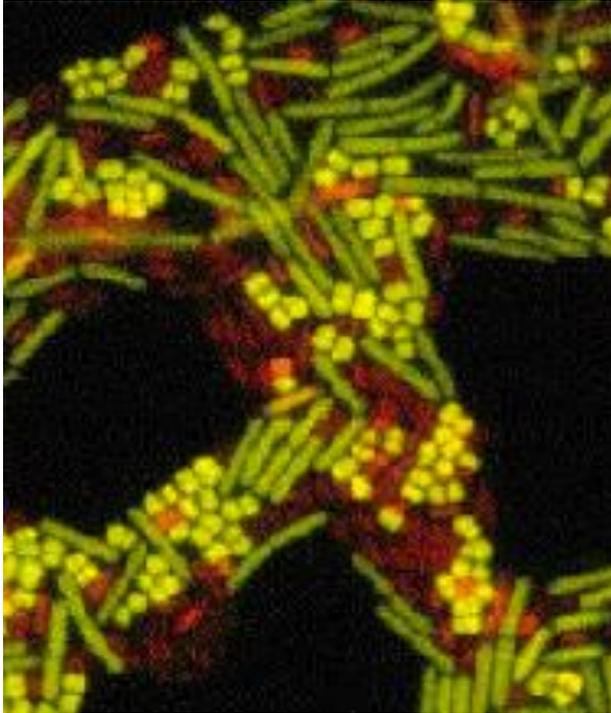
$$q = 0.944 \text{ m}^3/\text{s} \quad (3'400 \text{ m}^3/\text{h})$$

$$t = 6'000 \text{ h/a}$$

Filtertyp	Pa Anfang	Pa Ende	Pa im Mittel	kWh/Jahr
Feinstaubfilter F7 bzw. ISO ePM1 60%	75	165	120.0	1'360
Feinstaubfilter F9 bzw. ISO ePM1 85%	95	225	160.0	1'812
Elektrofilter Typ FE 600 ISO ePM1 70%	62	62	62.0	702
Eigenstromverbrauch FE 600 16 W, 6'000 Betriebsstunden				96

Total Filter FE  
798 kWh/Jahr

# Elektrofilter FE - Die antibakterielle Funktion



*Micrococcus luteus und  
Bacillus cereus*

Lüftungssysteme, die mit mechanischen Filtern arbeiten, können eine bestimmte Menge toxische und microbe Substanzen (Mikroorganismen) sowie Endotoxine (Zerfallsprodukte von Bakterien) freisetzen, die in den Filtern durch Zersetzungen entstehen.

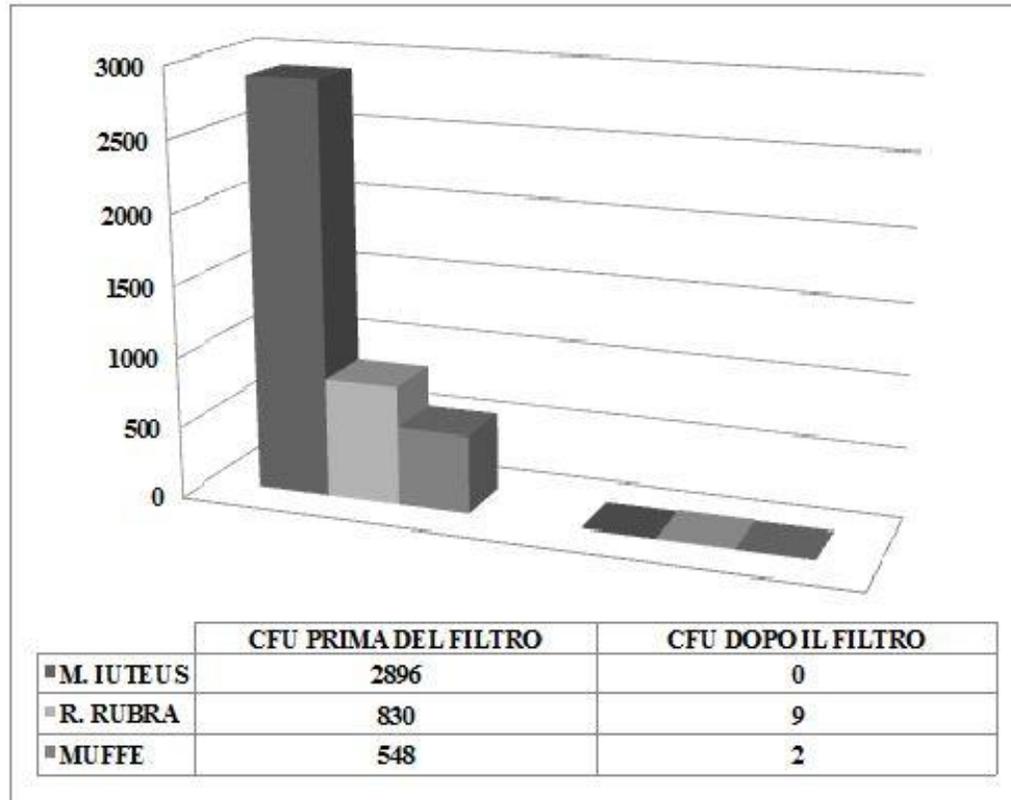
**Der Elektrostatische Filter verhindert das Entstehen und das Freisetzen solcher Substanzen**

Der Einsatz von Elektrofiltern erlaubt:

- Hohe antibakterielle Wirkung
- Hoher Wirkungsgrad auf microbe Substanzen und Endotoxine

# Elektrofilter FE - Die antibakterielle Funktion

## ANZAHL DER BAKTERIEN VOR UND NACH DEM ELEKTROFILTER TEST A



Der Elektrofilter FE ist hochwirksam und effizient im Kampf gegen Bakterien in der Umgebungsluft.

Gegeben durch das elektrostatische Feld und des hohen Wirkungsgrades, die Submikronpartikel zu entfernen.

Bakterienkolonien, die auf einer der Luft ausgesetzten Platte wachsen.



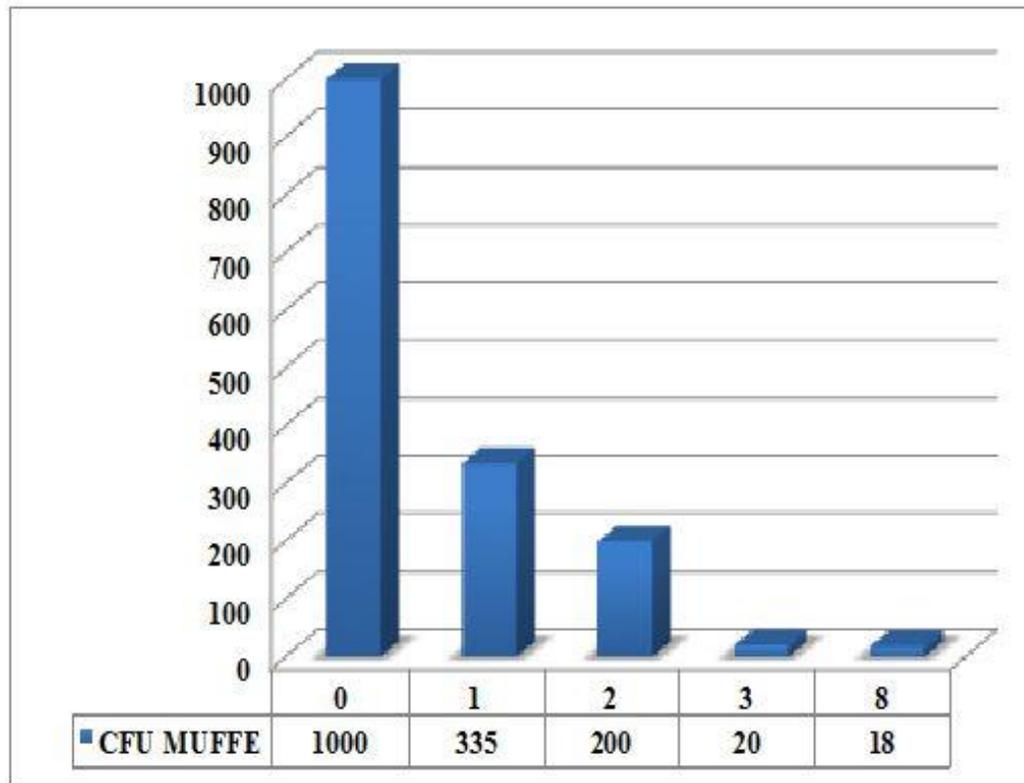
unfiltriert



filtriert

# Elektrofilter FE - Die antibakterielle Funktion

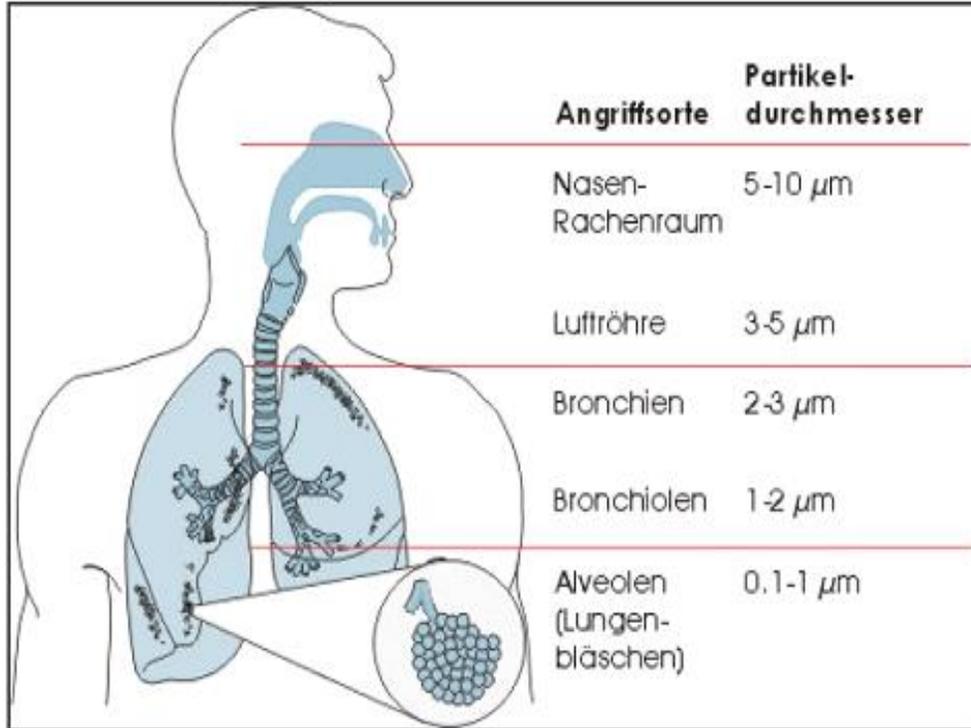
**REDUKTION DER SCHIMMELPILZE DURCH DEN  
ELEKTROFILTER  
TEST B**



Im Test B ist zu sehen, wie sich die Konzentration von Schimmelpilzen in der Luft wesentlich reduziert, wenn ein Elektrofilter FE eingesetzt wird.

Nach 8 Stunden ist die Reduktion bei ca. 98%

# Elektrofilter FE - Die Gesundheit – Schutz vor Nanopartikel



*\*Vordringen der Nanopartikel*

## Nanopartikel

- *Wir werden immer mehr belastet mit Ultra-fine und Nanopartikel.*
  - ✓ **PM 2,5**
  - ✓ **PM 1**
  - ✓ **PM 0,1**
- In städtischer Luftverschmutzung werden immer mehr mineralische Feinpartikel gefunden
  - ✓ **Arsen**
  - ✓ **Cadmium**
  - ✓ **Chrome**
  - ✓ **Stahl**
  - ✓ **Blei**
- Ultra-fine und Nanopartikel sind für uns am gefährlichsten. Sie dringen bis in die Lungenbläschen vor und können so in die Blutbahnen gelangen.

# Elektrofilter FE - Bescheinigte Effizienz

- Die Elektrofilter FE SYSTEM sind durch unabhängige, selbstständige Stellen geprüft, die die folgenden Bescheinigungen ausgestellt haben:

• UNI 11254 : 2009



Klassifizierung der Filter FE SYSTEM nach 4 Filterstufen (A, B, C, D) Italienische Zertifizierung

• EN 1822 : 2005



Klassifizierung der Filter FE SYSTEM nach Absolut Filter (Klasse E10 – E11) Italienische Zertifizierung

• EN 779 : 2012

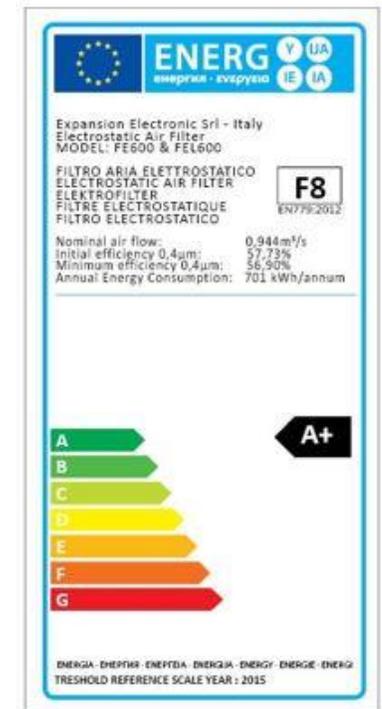


Klassifizierung der Filter FE SYSTEM nach Staubfilter (Klasse F7 – F9) Internationale Zertifizierung

• ISO 16890



Klassifizierung der Filter FE SYSTEM nach Staubfilter (Klasse ePM1, ePM2.5, ePM10) Internationale Zertifizierung



# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

## ISO 16890

Die Einführung der neuen globalen Norm UNI EN ISO 16890, die die Luftfilter auf der Grundlage ihrer Fähigkeit klassifiziert, die in der Luft verteilten Feinstaubpartikel (PM10, PM2,5 und PM1) zurückzuhalten, führt zu einer allgemeinen Revolution in der Luftfiltration.

Sie ersetzt die frühere und überholte Norm EN 779:2012 (F7, F8, F9), Staubfilter für die allgemeine Belüftung.

Klassen	Minimum Effizienz	Art der Partikel
ISO ePM 1	e(PM1), min $\geq$ 50 %	Viren, Nanopartikel, Gas
ISO ePM 2.5	e(PM2.5), min $\geq$ 50 %	Bakterien, Schimmelpilze und Pollen
ISO ePM 10	e(PM10), min $\geq$ 50 %	Pollen, Sand und Staub
ISO Coarse	e(PM10), min $\leq$ 50 %	Haare

Tabelle 1: Klassifizierung der Abmessung der Partikel

# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

## Charakteristisches der EN ISO 16890

1. Es ersetzt einen bestehenden Standard nach mehr als 20 Jahren.
2. Die Effizienz bezieht sich auf die Teilchengröße von feinen Pulvern.
3. Die Klassifizierung eines Filtrationselements ist einer ePMx-Gruppe zugeordnet, basierend auf dem minimalen Wert der Effizienz.
4. Neues Verfahren für die elektrostatische Ladung auf dem gesamten Filter.
5. Zwei verschiedene Aerosole für den Test: DEHS (Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat) und KCL (Kaliumchlorid).

# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

## Vorteile der EN ISO 16890

1. Die Filter sind für die realen Bedingungen der gewünschten Anwendung besser geeignet.
2. Leichtere Korrelation mit internationalen Organisationen wie WHO (Weltgesundheitsorganisation) dank der gleichen Nomenklatur.
3. Möglichkeit, ein Filtrationssystem in einer technischen Weise zu berechnen.
4. Verbesserung der Raumluftqualität.
5. Die Norm wird weltweit gültig sein.

# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

## VERGLEICH ZWISCHEN EN 779 und EN ISO 16890 ZUR FILTERKLASSIFIZIERUNG

In der Norm EN 779 basierte die Effizienz gegenüber groben und feinen Pulvern auf Partikeln mit einem aerodynamischen Durchmesser von 0,4 µm.

In der ISO EN 16890 wird der Wirkungsgrad auf der Grundlage von Partikeln mit unterschiedlichen Abmessungen definiert: PM10, PM2,5 und PM1.

	EN 779:2012	ISO 16890
Partikelgröße für die Klassifizierung	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0.4 µm</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 0.3 bis 1 µm (PM1)</li><li>• 0.3 bis 2.5 µm (PM2.5)</li><li>• 0.3 bis 10 µm (PM10)</li></ul>
Test aerosol	<ul style="list-style-type: none"><li>• DEHS (di-ethylhexyl sebacat)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• DEHS für 0.3 bis 1 µm</li><li>• KCL (Kaliumchlorid) 2.5 µm und 10 µm</li></ul>
Elektrostatisch entladen mit IPA (Isopropanol)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Probe ist voll eingetaucht</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Probe (gesamter Filter) wird mit IPA-Dampf konditioniert</li></ul>

# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

Effizienz des entladenen Filters	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich von Probe und Filter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschnittliche Effizienz des unbehandelten und behandelten (konditionierten) Filter</li> </ul>
Staubzuführung zur Klassifizierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrittweise Staubzufuhr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung ohne Staubzuführung</li> </ul>
Teststaub für ISO-Coarse und Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ASHRE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO fine</li> </ul>
Staubzuführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 140 mg/m<sup>3</sup></li> </ul>
Enddruckdifferenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G1, G2, G3, G4 = 250 Pa</li> <li>• M5, M6, F7, F8, F9 = 450 Pa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PM10 &lt; 50% = 200 Pa</li> <li>• PM10 ≥ 50% = 300 Pa</li> </ul>

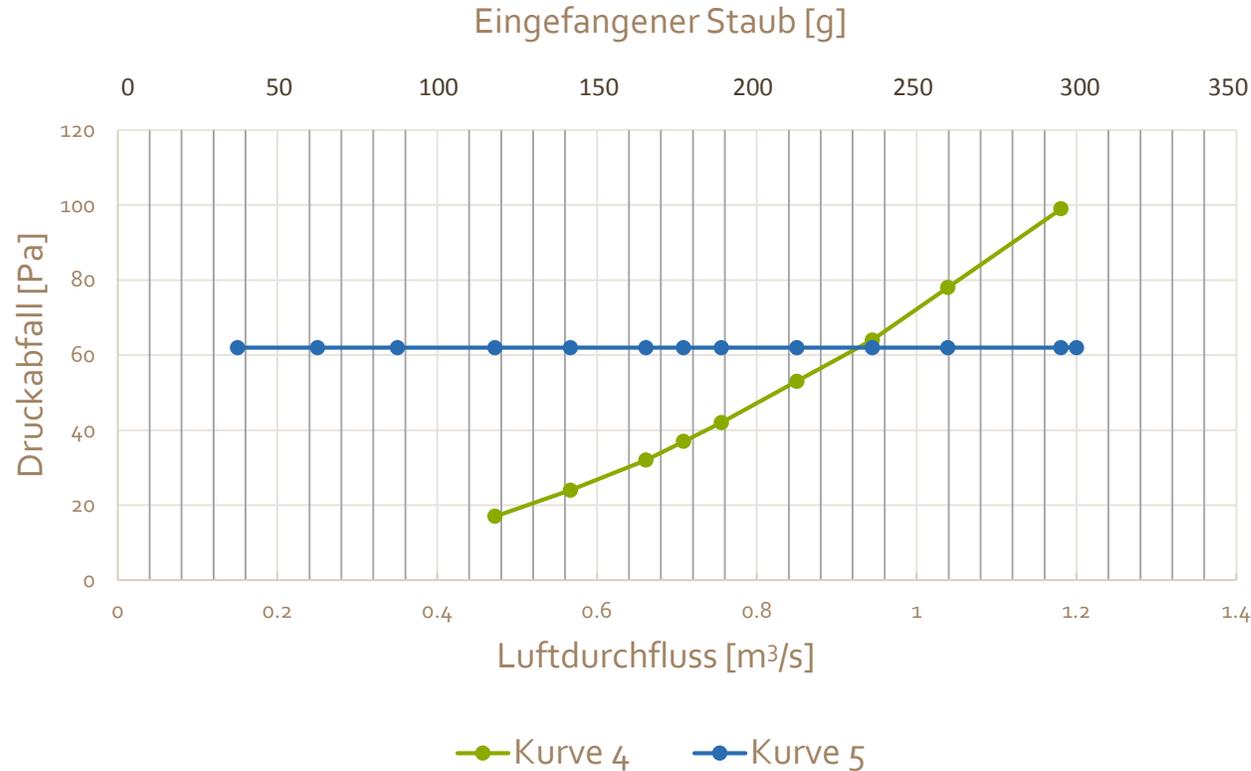
# Elektrofilter FE - ISO 16890 für Luftfilter

## ENERGETISCHER VERGLEICH zwischen TASCHENFILTER und ELEKTROSTATISCHEM FILTER

Mit der neuen Norm UNI EN ISO 16890 ist der FE SYSTEM elektrostatische Filter von Expansion Electronic der einzige Luftfilter mit der Energieeffizienzklasse A+, der über die Zeit real ist und bleibt.

	Mechanischer Filter	Elektrostatischer Filter Serie FE
Druckabfall	Er erhöht sich, wenn während des Tests mehr synthetisches Pulver hinzugefügt wird.	Bis 300 g eingespritztem Pulver bleibt der Druckverlust konstant. Die Schwankungen sind so niedrig, dass die Energiekosten sicher sind.
Energie - Klasse	A+ nur wenn der Filter durch eine hohe periodische Frequenz ersetzt wird.	Energieklasse A+ garantiert und konstant
Filteraustausch	Um die Klasse A+ beizubehalten, muss der Filter ausgetauscht werden, wenn er einen Druckabfall von 90 Pa erreicht.  Wenn der Filter nicht ersetzt wird, muss er heruntergestuft werden, weil dabei der Energieverbrauch ansteigt.	Um die Klasse A+ beizubehalten, kann der Filter 300 g Staub ansammeln, wobei der Druckabfall konstant bei 62 Pa bleibt.  Bei einer Anhäufung bis 600 g Staub hat der Druckabfall eine maximale Änderung von nur ca. 15 Pa, was immer noch die Energieeffizienzklasse A+ garantiert

# Elektrofilter FE - Der Druckabfall [Pa]



## Kurve 4

Druckabfall bezogen auf den  
Luftdurchlass (sauberer Filter)  
(ISO 16890-2)

## Kurve 5

Druckabfall bezogen auf den  
eingefangenen Staub  
(ISO 16890-3)

# Elektrofilter FE - Der Druckabfall [Pa]

Testergebnisse: Druckverlust in Funktion zur Filtersättigung  
Luftmenge 3'400 m<sup>3</sup>/h  
Geschwindigkeit im Filter 4 m/s

