

Luft – Filtertechnik

HTA-Luzern / 3. November 2005

Die Luft, die wir täglich einatmen

Wir essen täglich 1 kg Lebensmittel

Wir trinken täglich 2 Liter Flüssigkeiten

...aber wir atmen täglich **24 kg Luft !**

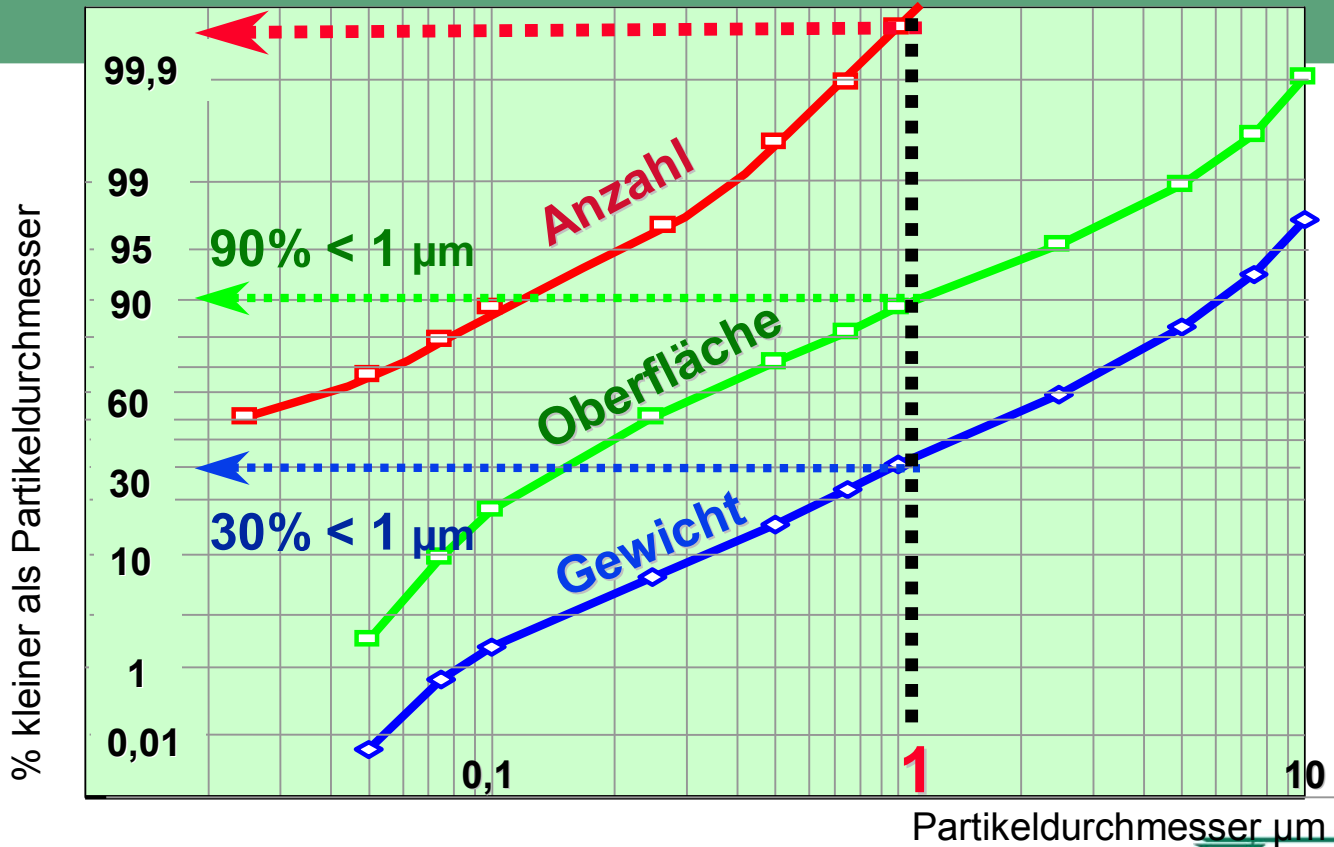
(ca. 19'000 Liter)

Anzahl Partikel in der Luft

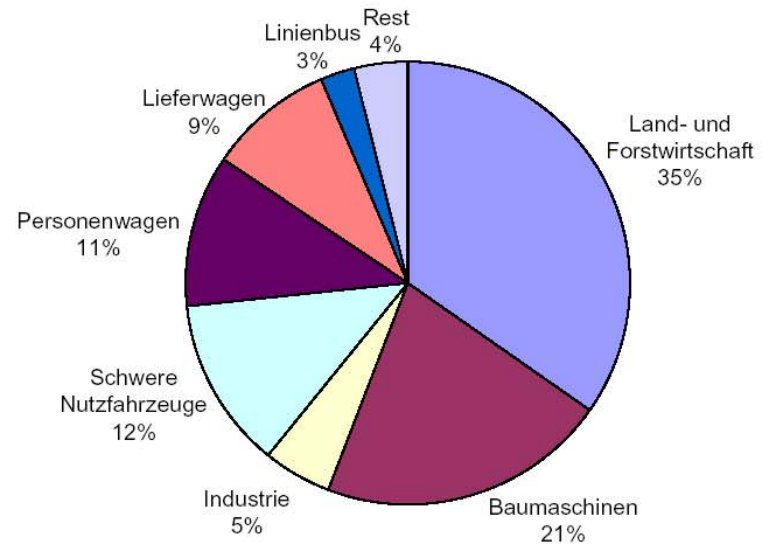
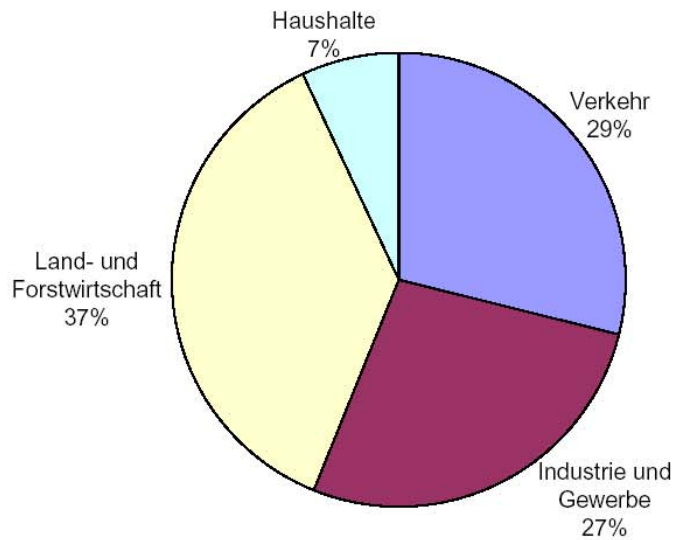
Reinraum:	1 Partikel / Liter
Arktis:	10'000 Partikel / Liter
Meeresluft:	100'000 Partikel / Liter
Ländliches Gebiet:	1'000'000 Partikel / Liter
Kleinstadt:	100'000'000 Partikel / Liter
Grossstadt:	1'000'000'000 Partikel / Liter
Raucher:	100'000'000'000 Partikel / Liter

Grössenverteilung der Partikel

mehr als 99.9% < 1 μm !!!



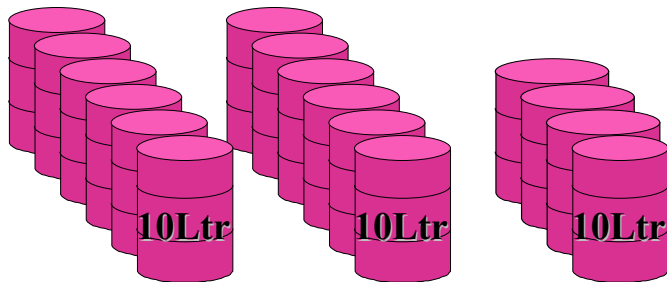
Feinstaub-Quellen gemäss BUWAL



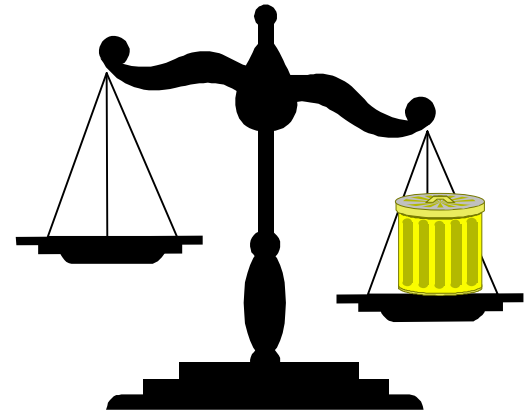
Staubmenge pro Jahr ohne Filter

Annahme:

100.000 m³/h x 8700h/J x 0,10 mg/m³



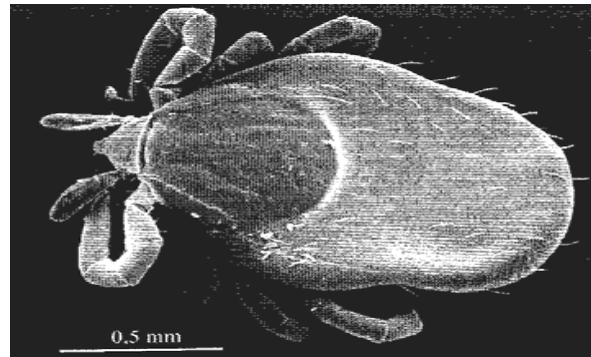
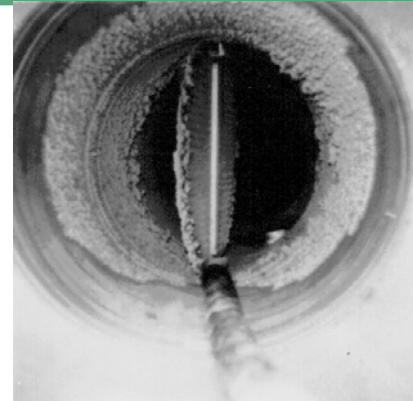
160 Liter Staub pro Jahr



87 kg

Staub pro Jahr

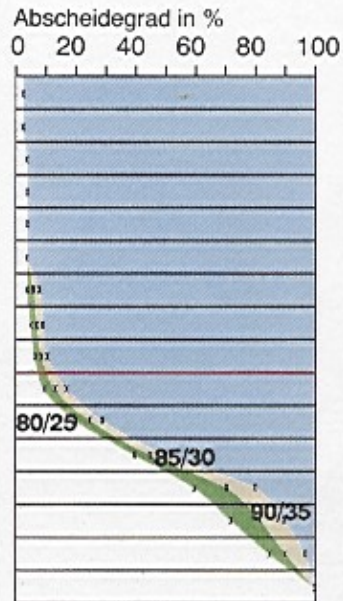
Die Motivation zum Filtrieren



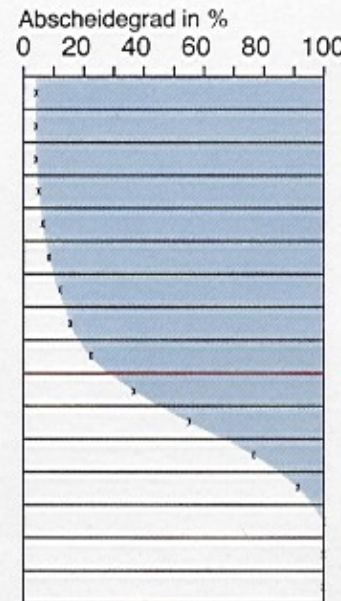
Abscheidegrad

Partikelgröße	Anzahl der Partikel/l	%
0.10–0.12	84570	12.63
0.12–0.15	116410	17.38
0.15–0.20	183930	27.38
0.20–0.25	117883	17.60
0.25–0.35	127420	19.03
0.35–0.45	36107	5.39
0.45–0.60	1777	0.27
0.60–0.75	517	0.08
0.75–1.00	497	0.07
1.00–1.50	343	0.05
1.50–2.00	107	0.02
2.00–3.00	60	0.01
3.00–4.50	23	0.00
4.50–6.00	7	0.00
6.00–7.50	0	0.00
7.50	0	0.00
Gesamtmenge	669651	100.00

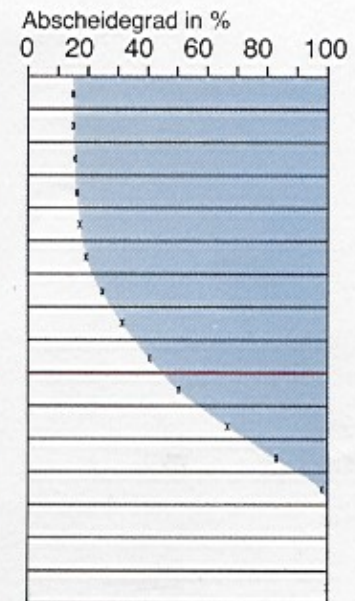
Mit einem Laserpartikelzähler ist es möglich, Partikel bis zu einer Größe von $0,1 \mu\text{m}$ zu zählen. Wir können die Partikel aus der Umgebungsluft in 16 verschiedenen Partikel-Größenbereichen erfassen und den Grad der Abscheidung für jeden Filtertyp bestimmen. 99,9 % aller Atmosphärenpartikel sind kleiner als $1 \mu\text{m}$.



Als Vorfilter einzusetzen, wenn die Luft außergewöhnlich hohe Konzentrationen größerer Partikel aufweist.



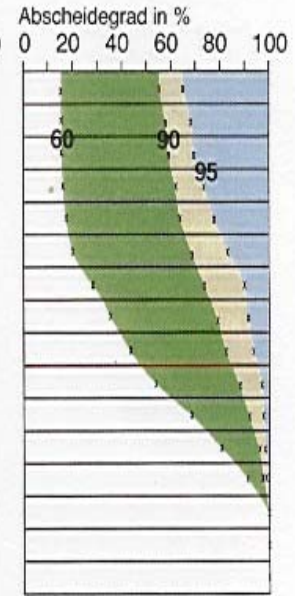
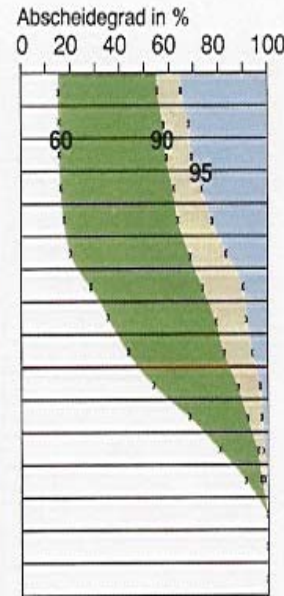
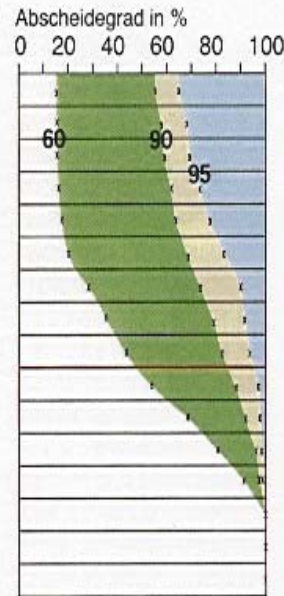
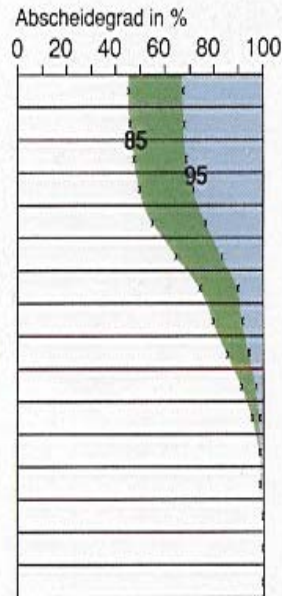
Höherer Abscheidegrad



Weitere Verbesserung des Abscheidegrades.

Abscheidegrad

Partikelgröße	Anzahl der Partikel/l	%
0.10–0.12	84570	12.63
0.12–0.15	116410	17.38
0.15–0.20	183930	27.38
0.20–0.25	117883	17.60
0.25–0.35	127420	19.03
0.35–0.45	36107	5.39
0.45–0.60	1777	0.27
0.60–0.75	517	0.08
0.75–1.00	497	0.07
1.00–1.50	343	0.05
1.50–2.00	107	0.02
2.00–3.00	60	0.01
3.00–4.50	23	0.00
4.50–6.00	7	0.00
6.00–7.50	0	0.00
7.50	0	0.00
Gesamtmenge	669651	100.00



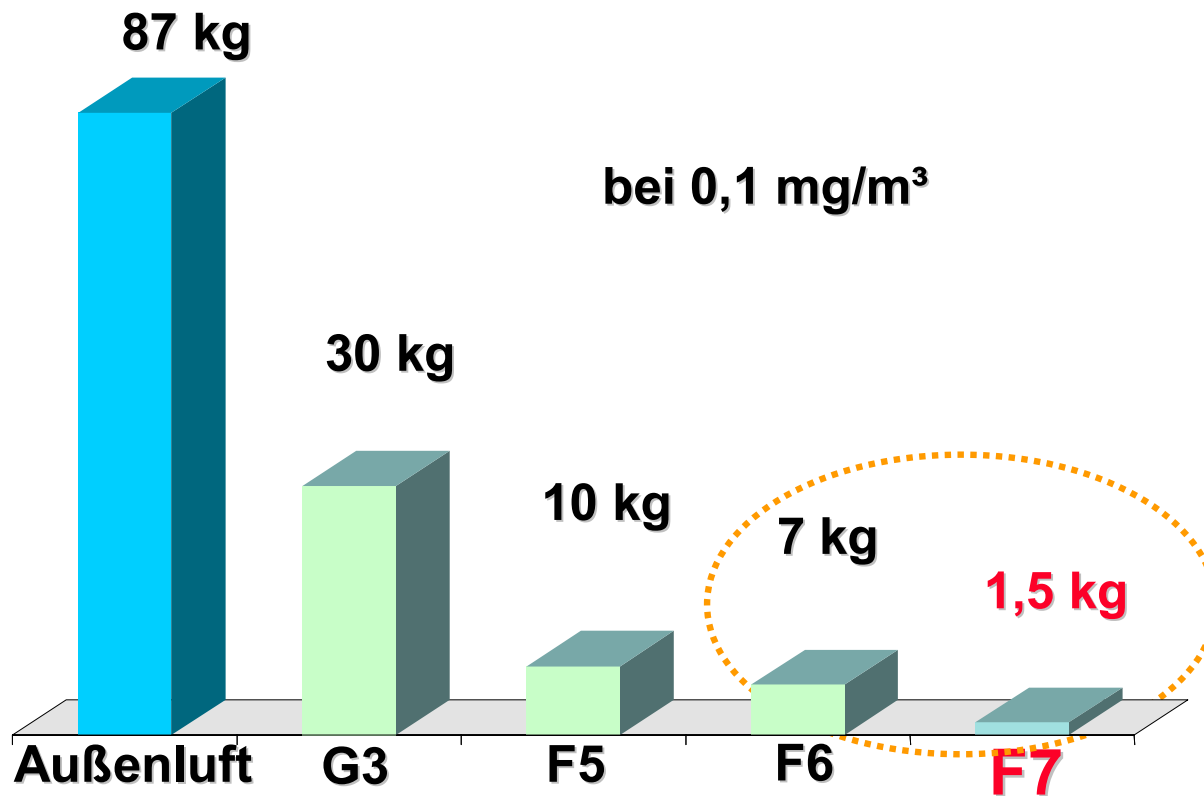
Für Zuluft in Lüftungsanlagen empfiehlt Camfil Farr Filter der Klassen F7 oder F9.

Kompaktfilter mit Separatoren aus Schmelzklebstreifen. AIROPAC eignet sich ideal für begrenzte Platzverhältnisse.

Minimale Tiefe ist ein primärer Aspekt bei der Fertigung von Kompaktfiltern. Die Filter OPAK-FIL-G basieren auf der „Close-pleat“-Technologie und bieten eine große Filterfläche mit den gleichen Abmessungen wie AIROPAC und HI-FLO.

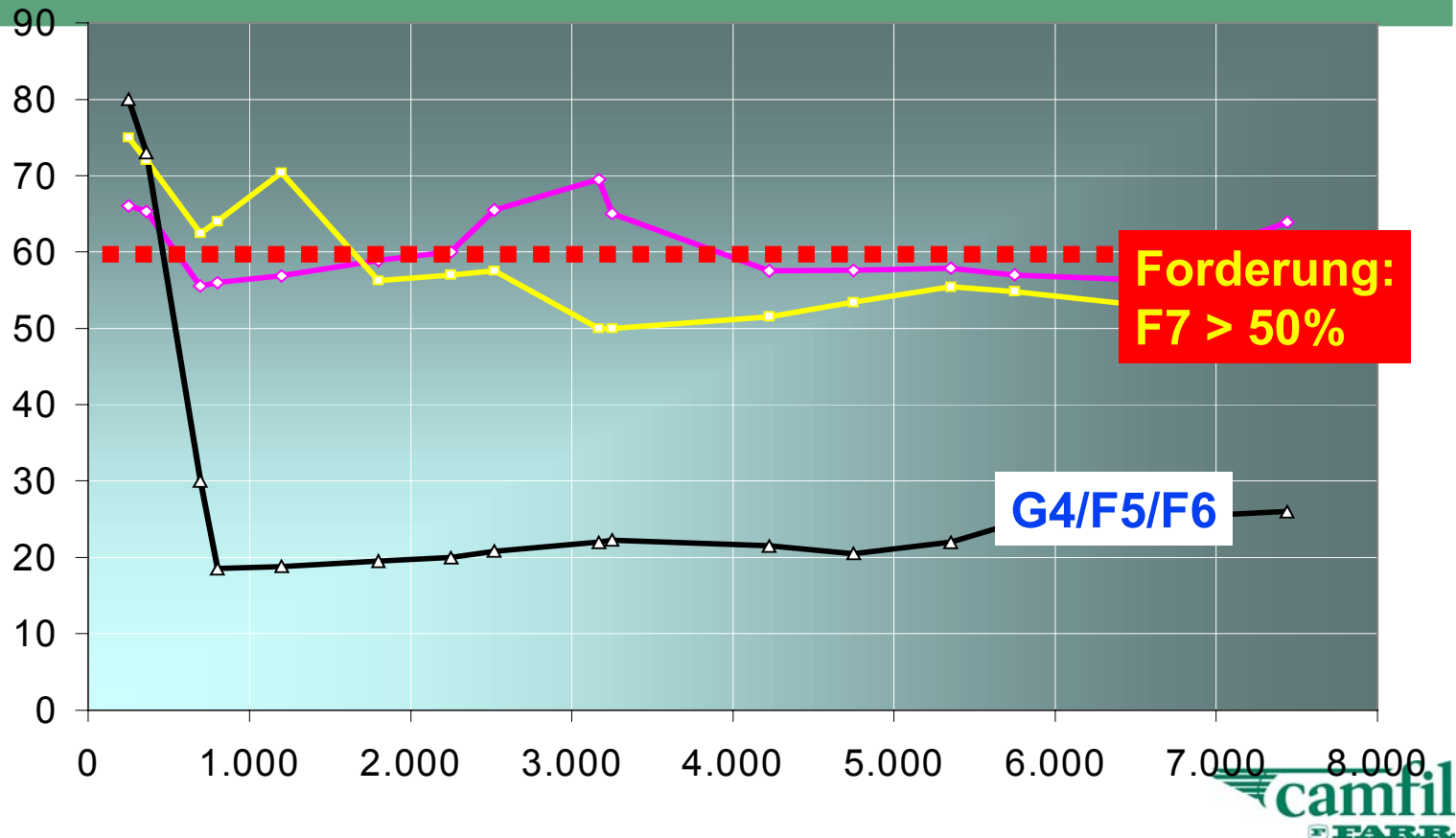
AIROPAC GREEN ist ein komplett veraschbares Filter. AIROPAC GREEN eignet sich ideal, wenn die Platzverhältnisse begrenzt sind oder der Filterwirkungsgrad erhöht werden muß.

Staubdurchgang



Entladungseffekt

Glasfaser und Synthetikfaser im Vergleich in % bei 0,4 μm



Prüfzeugnis SN EN 779

EN 779:2002 – Ergebnisse der Luftfilterprüfung				
Prüfstelle:		Bericht Nr.:		
Allgemeines				
Prüfungsnummer:		Prüfdatum: yyyy-mm-tt		Prüfer:
Prüfung beauftragt durch:			Datum der Prüfungsannahme: yyyy-mm-tt	
Prüfling geliefert durch:				
Prüfling				
Modell:		Hersteller:		Bauart:
Art des Filtermediums:		Freie Filterfläche: m ²		Filtermaße (Breite × Höhe × Tiefe): mm × mm × mm
Prüfdaten				
Prüfvolumenstrom: m ³ /s	Prüflufttemperatur: °C	Rel. Feuchtigkeit der Prüfluft: %	Prüfaerosol:	Aufgabestaub:
Ergebnisse				
Anfangsdruck- differenz: Pa	Anfangsabscheide- grad: %	Anfangswirkungsgrad (0,4 µm): %	Staubspeicherfähig- keit: g / g / g	Wirkungsgrad des Mediums unbehandelt/entladen (0,4 µm, Anhang A): % / %
Enddruckdifferenz: Pa / Pa / Pa	Mittlerer Abscheide- grad: %	Mittlerer Wirkungsgrad (0,4 µm): % / % / %	Filterklasse (Pa):	
Bemerkungen:				

Fazit:

Filtermedien auf Glasfasertechnologie können mit sehr feinen Fasern hergestellt werden und haben keinen Ladungseffekt.

Synthetische Fasern müssen mit einer elektrostatischen Ladung versehen werden, um (im Test, wenn neu) einen guten Wirkungsgrad zu erreichen.

Der elektrostatische Effekt ist nach kurzer Zeit (4-6 W) abgebaut (durch Russpartikel und Luftfeuchtigkeit)

Elektrostatische Effekte

Warnung in der Einleitung der EN 779, Seite 5:

„Bestimmte Arten von Filtern nutzen elektrostatische Effekte, um hohe Wirkungsgrade bei niedrigen Druckdifferenzen zu erreichen.

Bestimmte Expositionen, gegenüber Verbrennungspartikeln in normaler Umgebungsluft können solche Ladungen neutralisieren, welches eine **Beeinträchtigung der Filterleistung** zur Folge hat.“

Schlussfolgerung:

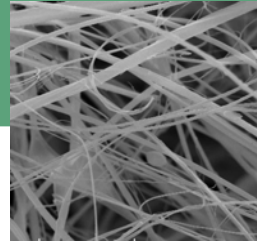
Die F- oder G-Klassierung ist un-brauchbar.
Der Wirkungsgrad „entladen“ bei 0,4 my muss vorgeschrieben werden:

<u>Klasse</u>		<u>Ist-Situation</u>	<u>Empfehlung</u>
F5	=	0-9%	10-20%
F6	=	7-22%	22-33%
F7	=	12-65%	60-68%
F8	=	??	78-83%

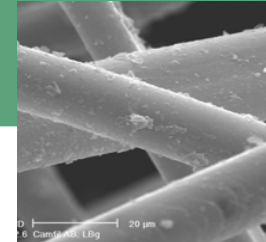
Hygienische und gesundheitliche Aspekte

Glasfasern gehören zu den meist erforschten Materialien in der Welt

(ca. 60 Jahre wissenschaftliche Forschung)



HI-FLO
Glasfaserfilter



Handelsübliche
Synthetikfilter

Gesundheitstest (Biolöslichkeit) der EU Richtlinie 97/69/EC, Note Q	bestanden	Nicht geprüft*
Einstufung: Deutsche Gefahrstoffverordnung „Künstliche Mineralfasern“, Sektion 7.1-1 des Anhangs V, Nr.7	Gefahrenklasse „0“ gesundheitlich unbedenklich	Nicht geprüft
WHO / IARC	gesundheitlich unbedenklich	Nicht geprüft

Schlussfolgerung:

Ein mögliches „Shedding“ / Faserflug ist kein Thema, gem. Norm EN 779, S. 49, B.2.2.

Der Wirkungsgrad ist inkl. abgelöste Partikel des Filtermediums.

Camfil-Glasfasern JM 902 sind nachgewiesenermassen biolöslich und deshalb gesundheitlich unbedenklich.

Prüfzeugnis

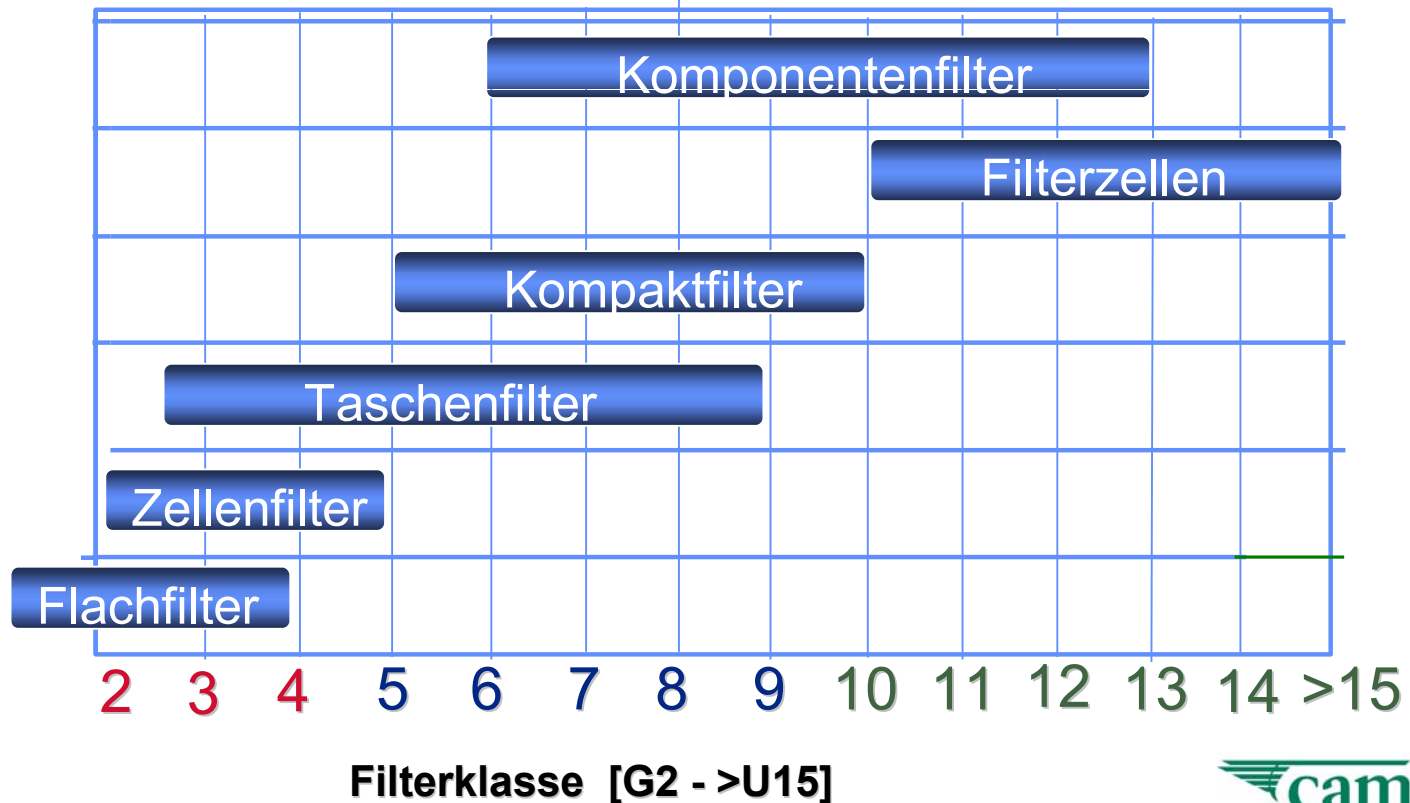
Zitat EN 779 Vorwort Österreich:

„ Ein Hinweis auf den tatsächlichen Wirkungsgrad des Mediums ist im Prüfzeugnis im Feld „Wirkungsgrad des Mediums“ unter „entladen“ gegeben.

Welche Filterbauarten werden heute gewählt ?

- **Flachfilter** Rollbandfilter, Filtermatten
- **Zellenfilter** Flach-, Plisse-, Zickzackfilter
- **Taschenfilter** Beutel-, Sack-, Haubenfilter
- **Kompaktfilter** Kassettenfilter
- **Filterzellen** HEPA-, ULPA-Filterzellen
- **Komponentenfilter** Auto-, Staubsauger-, Computerfilter

Filterbauart und Filterklassierung



Filterklasse [G2 ->U15]

Standzeit der Luftfilter

Abhängig von:

Einsatzgebiet

Verschmutzungsgrad der Luft

Volumenstrom / rel. Feuchte

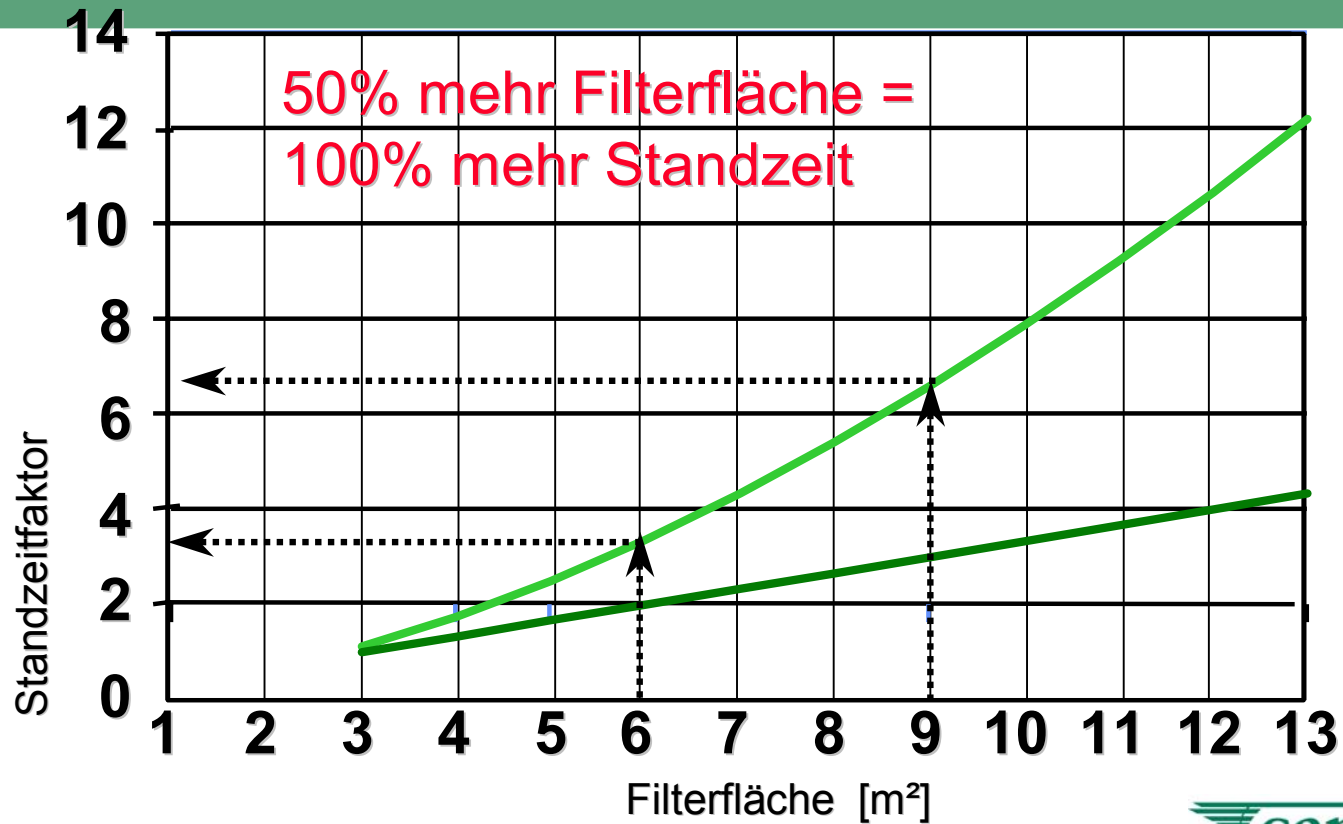
Betriebsstunden / Betriebsbedingungen

Filtergrösse / aktive Filterfläche

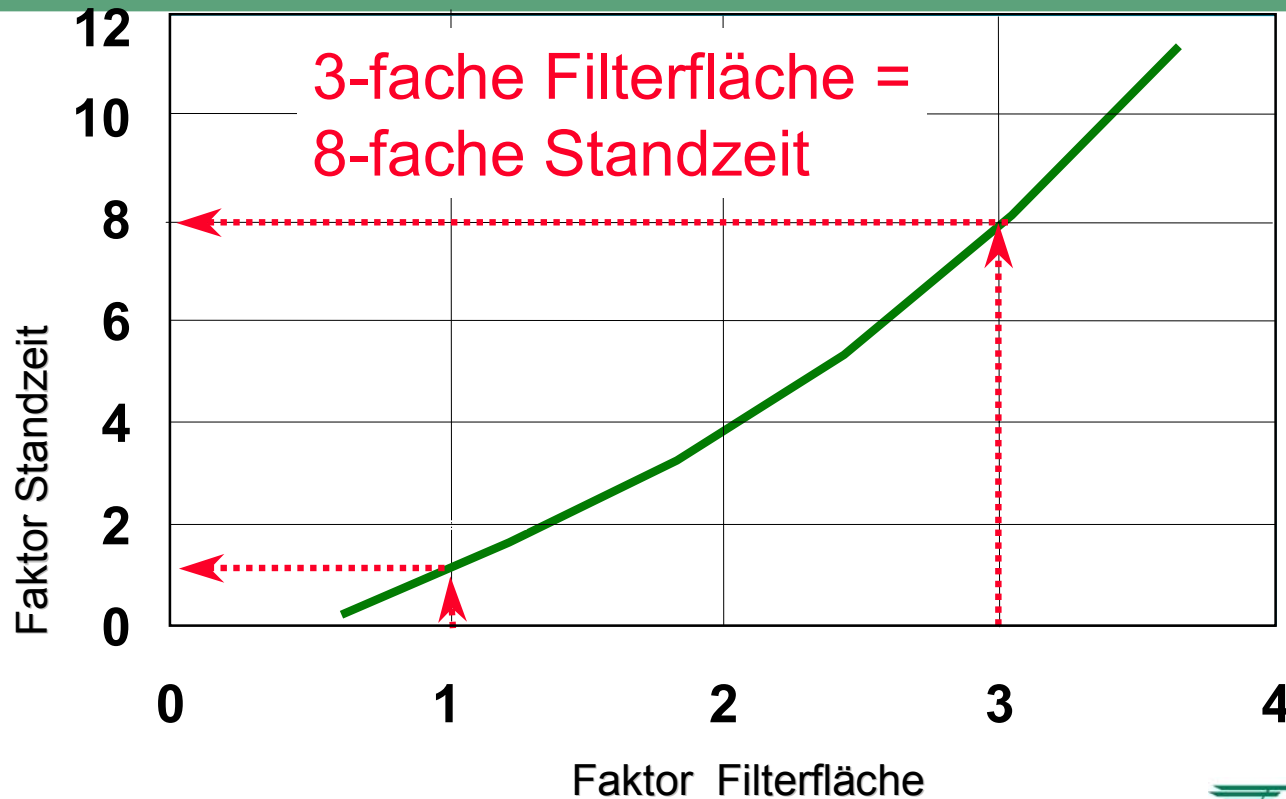
Druckverlust (Anfang / Ende)

Effektiver Wirkungsgrad entladen !

Standzeit Taschenfilter

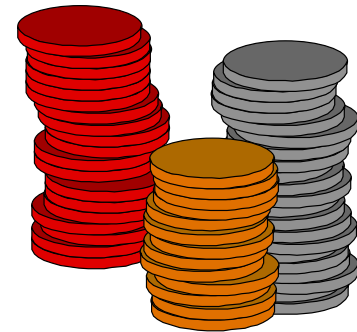


Standzeit Schwebstofffilter



Ungenügende Berücksichtigung der Konstruktionsmerkmale beeinflussen ...

- ❑ **Energieverbrauch** (... *Druckdifferenz*)
- ❑ **Standzeit** (... *Staubspeicherfähigkeit*)
- ❑ **Abscheide- und Wirkungsgrad**
- ❑ **Betriebskosten** (... *Bauart, Geometrie*)
- ❑ **Unterhaltskosten** (... *Handhabung*)
- ❑ **Entsorgungskosten** (... *Materialwahl*)



Empfehlung

- Sicherheitshinweis ÖNORM EN 779:
- Feinstaub (Partikelgrösse < 1 μm) stellt eine Bedrohung für die Gesundheit dar. Er kann nur durch den Einsatz von Feinstaubfiltern (Filterklasse F7 oder höher) wirksam entfernt werden.

Empfehlung

- Der Wirkungsgrad „entladen“ ist der tatsächliche Wirkungsgrad.
- Er sollte von einem neutralen Prüfinstitut bestätigt
mindestens 50% bei der Filterklasse F 7
sein.