

## Der Filterpreis ist wichtig

doch

das Verhältnis

**Filterleistung zu Betriebskosten**

ist entscheidend

## Zum Inhalt

- ◆ Grundlagen SWKI-RL 2003-5 RLT-Hygiene
- ◆ Einstufige und mehrstufige Filteranlagen
- ◆ Filterbestimmung, -auswahl
- ◆ Messung des Druckverlustes
- ◆ Betriebskosten (80% sind Energiekosten)
- ◆ SWKI Filter-Richtlinie 96-4

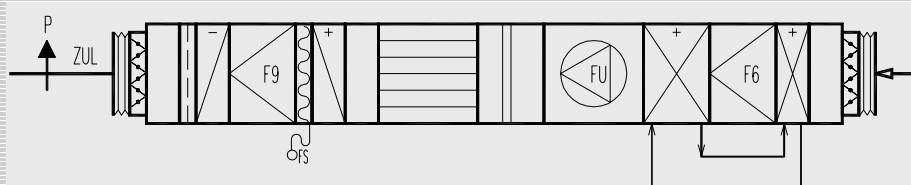
## Gesetzliche Grundlage

- ◆ Arbeitgeber haben nach dem Bundesgesetz über die Unfallversicherung von 1981 zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

## SWKI 2003-5 / VDI 6022 → Luftfilter

- ◆ Es muss sichergestellt sein, dass die Filter nicht selbst zur Quelle von Gesundheits- und Geruchsbelastenden Bestandteilen der Luft werden können.
- ◆ Zwei Filterstufen einsetzen
  - ▲ erste Filterstufe mind. F5 möglichst F7
  - ▲ zweite Filterstufe mind. F7 möglichst F9
  - ▲ bei nur einstufiger Filterung mind. F7

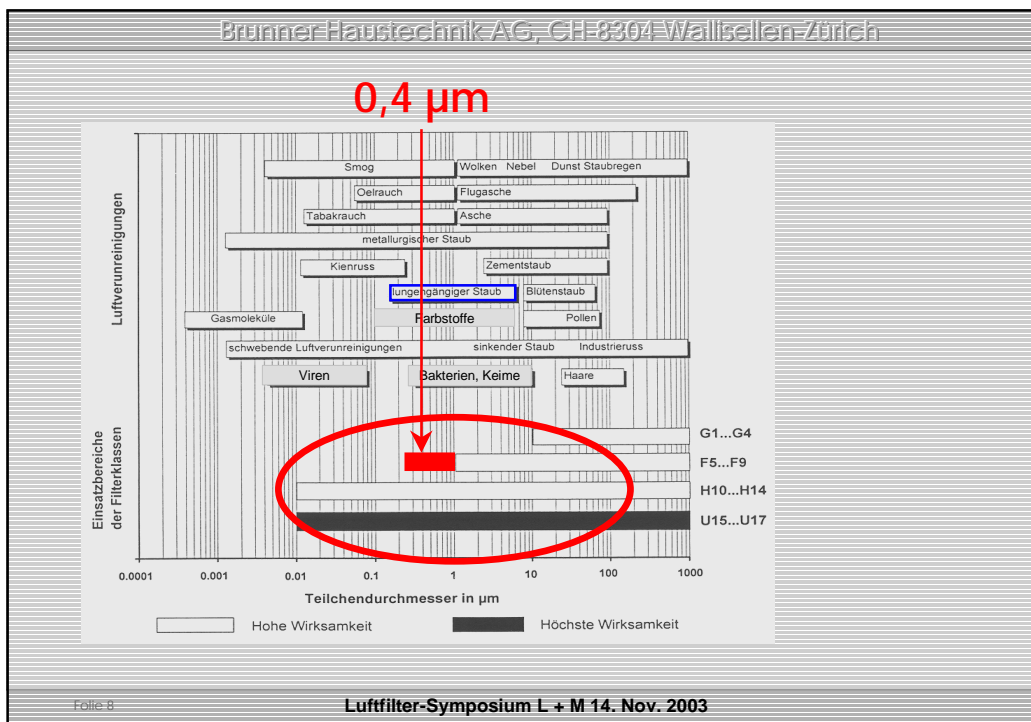
## Schema Luftaufbereitung



- ◆ Betriebssicherheit
- ◆ Einfrierschutz
- ◆ Betriebszeit
- ◆ Hygiene (VDI 6022)

## Grundlagen Filter-RL SWKI 96-4

- ◆ **SN EN 779** (:2002 - in Überarbeitung)  
Partikelfilter für die allg. Raumlufttechnik
- ◆ **SN EN 1822** (in Überarbeitung)  
Schwebstofffilter (HEPA und ULPA)
- ◆ **VDI 2083/3** (in Überarbeitung nach ISO 14644-3)  
Messtechnik in der Reinraumlufte
- ◆ **SN EN 1886** Ventilation for buildings



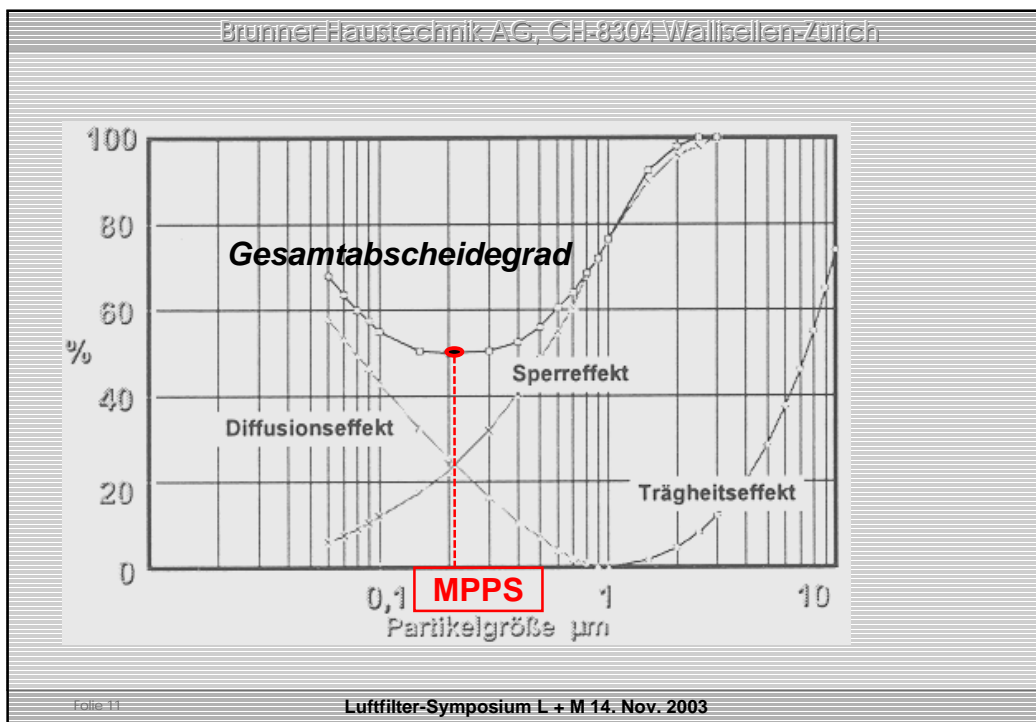
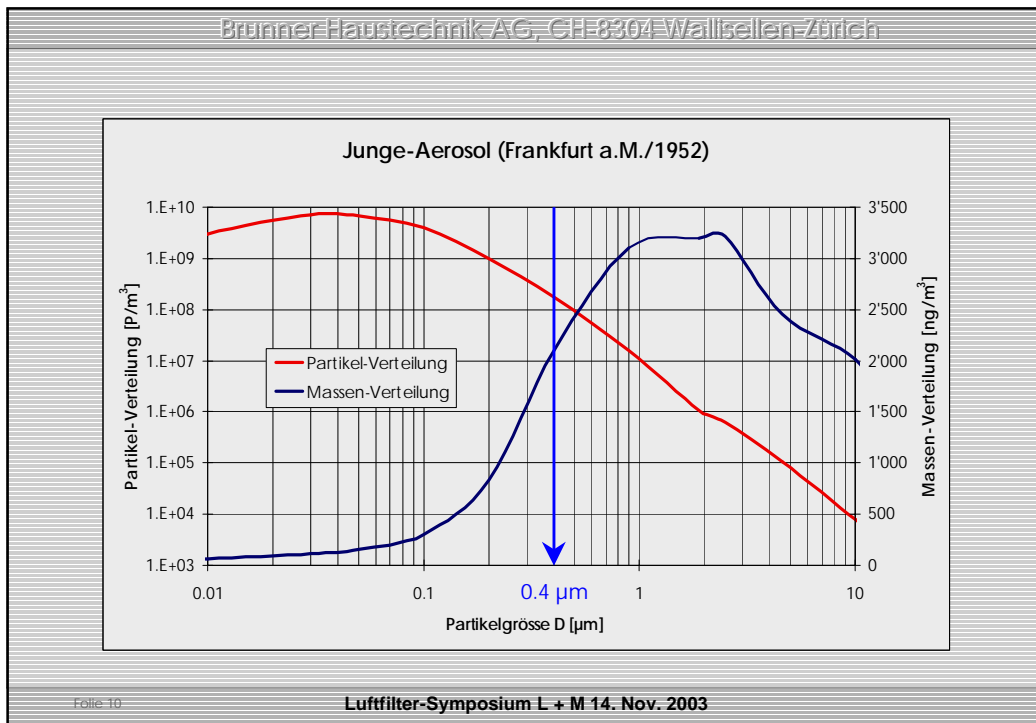
Brunner Haustechnik AG, CH-8304 Wallisellen-Zürich

# Filterauswahl

## Einflussfaktoren

- ▲ Aussenluftkontamination
- ▲ Raumnutzung
- ▲ erwartete Raumluft-Qualität
- ▲ Dichtheit der Raumhülle
- ▲ Betriebszeit
- ▲ andere Einflussfaktoren

Folie 9 Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003



## Einstufige Filteranlagen

für einfache RLT-Anlagen

- ◆ Lager
- ◆ Werkstätten
- ◆ Nasszellen
- ◆ .....

## Mehrstufige Filteranlagen

für komplexe RLT-Anlagen

- ◆ Aufenthaltsräume
- ◆ Produktionsräume
- ◆ Lager (hohe Ansprüche)
- ◆ einfache Reinnräume
- ◆ lange Betriebszeiten

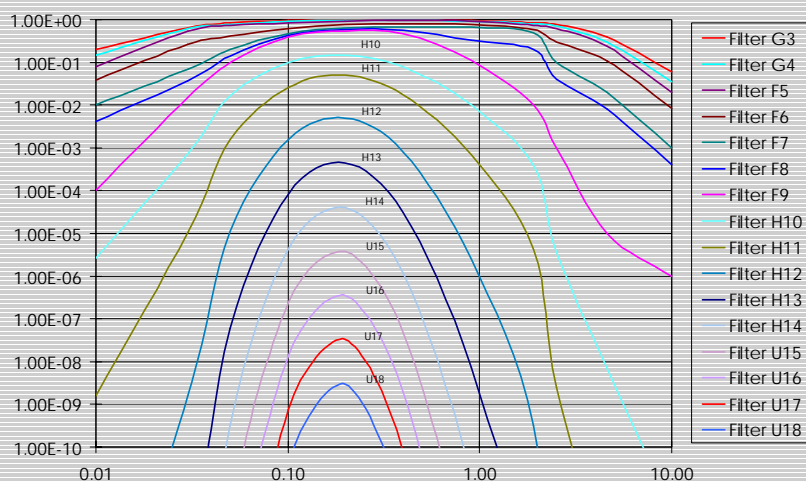
# Filterbestimmung

- ◆ Aussenluftbedingungen
- ◆ Aussenluftanteil
- ◆ Raumkonditionen
  - ▲ Raumklasse, Raumkontamination
  - ▲ Zuluftführung
  - ▲ Ab-/Umluftentnahme
  - ▲ Dichtheit der Raumhülle

Folie 14

Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

### Fractionelle Penetration von Feinstaub- und Schwebstoff-Filtern



Folie 15

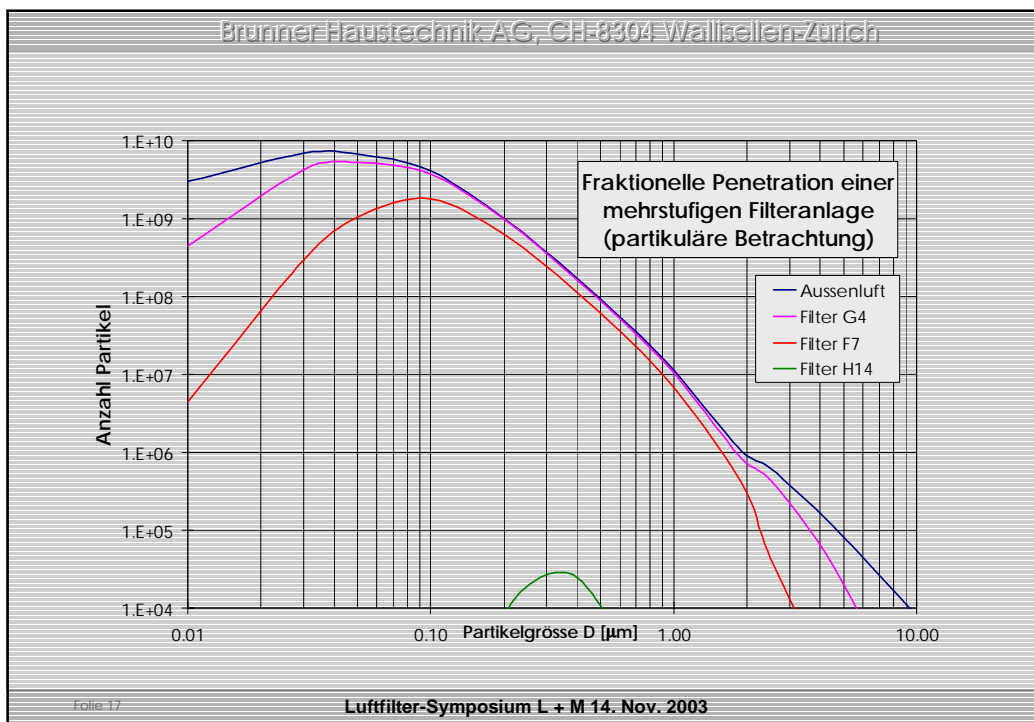
Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

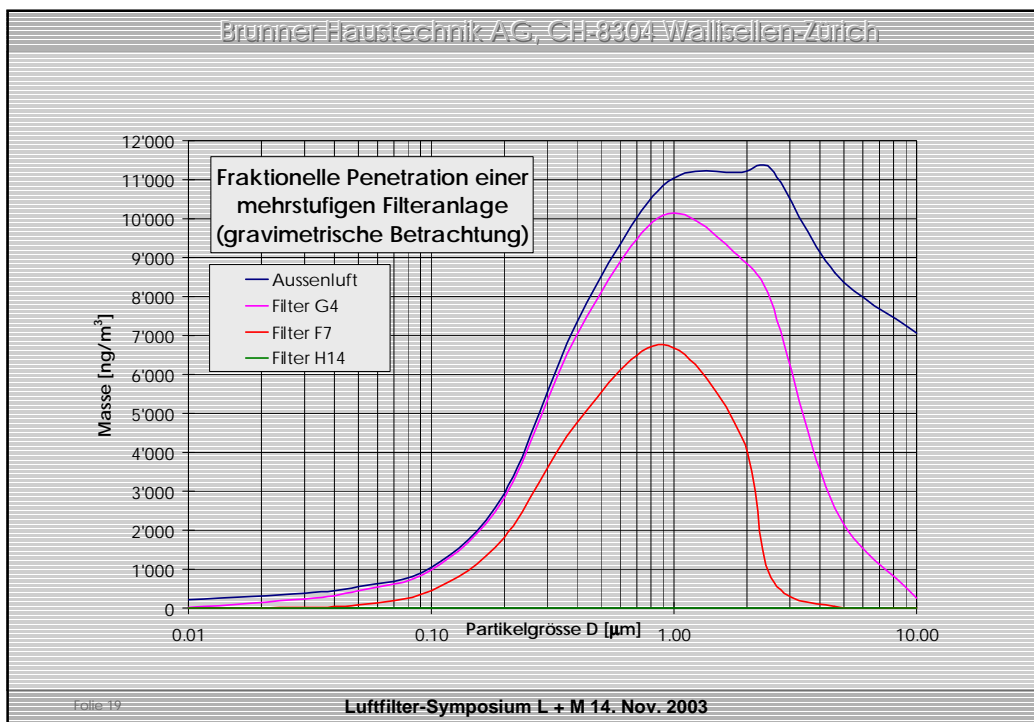
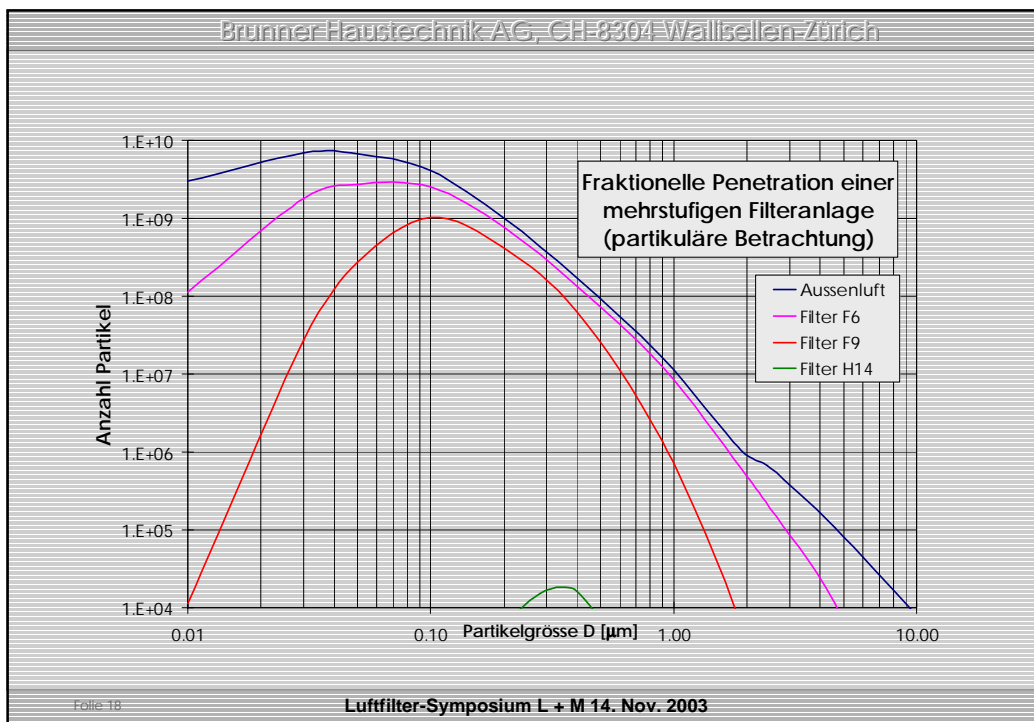
Brunner Haustechnik AG, CH-8304 Wallisellen-Zürich

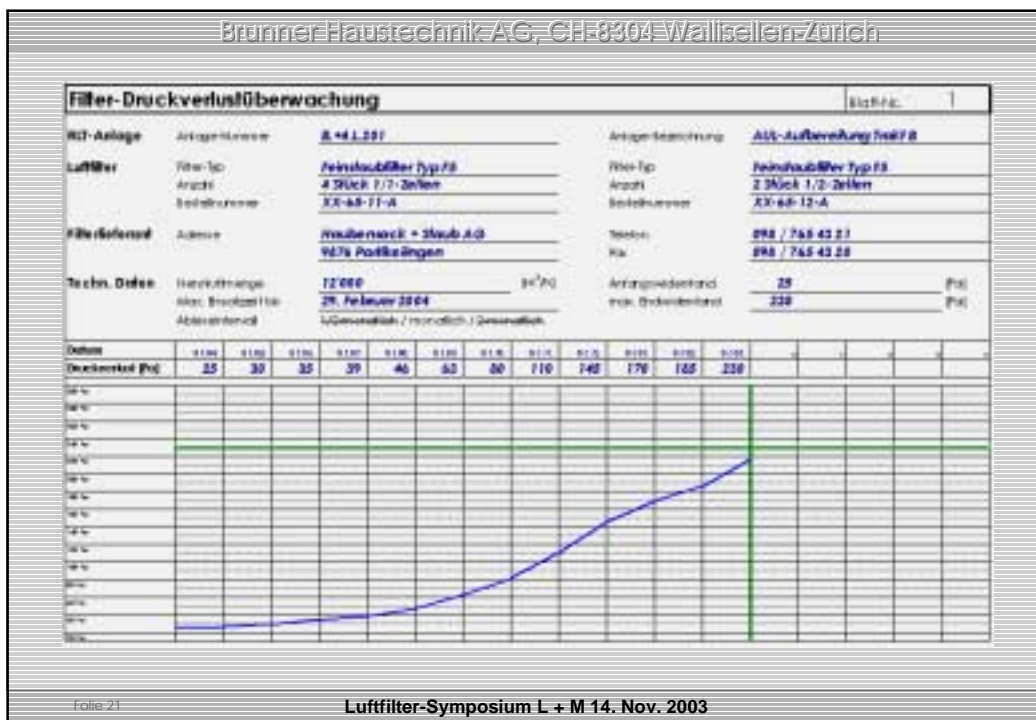
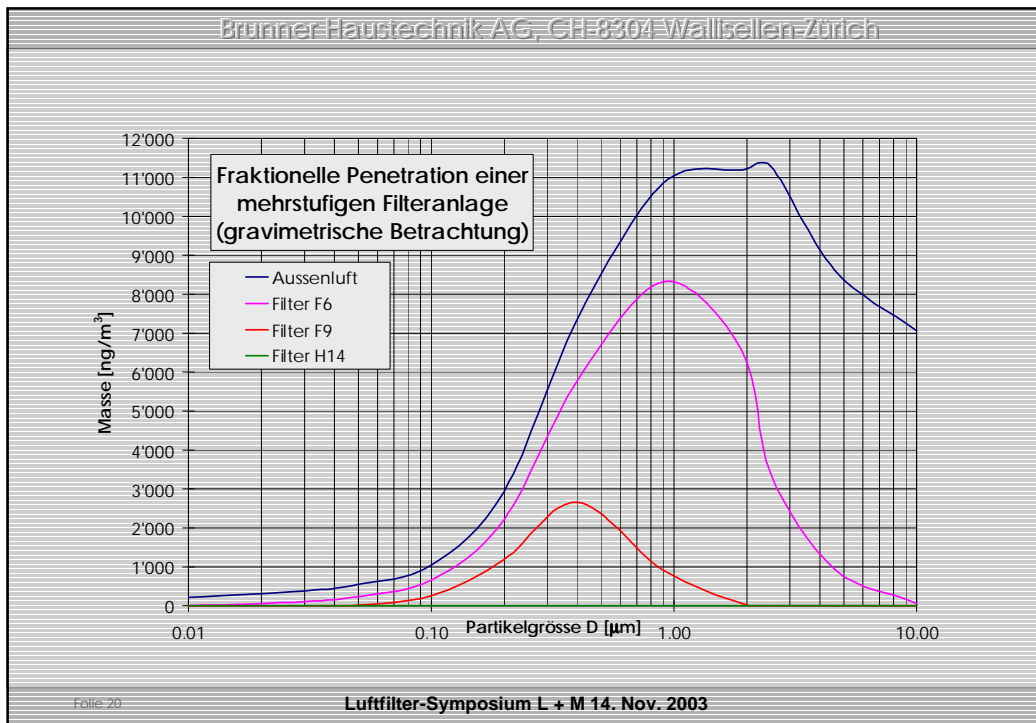
### Berechnung der Abscheideleistung von Filteranlagen

Filterklasse	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	10.0
<b>Luftleistung</b>	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Luftleistung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Verteilung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
<b>Filter F1</b>	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabsatz	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Verteilung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Abscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
<b>Filter F7</b>	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabsatz	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Verteilung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Abscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
<b>Filter H4</b>	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabsatz	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Partikelabscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Verteilung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
Große Abscheidung	10000000	70000000	200000000	400000000	1000000000	2000000000	3000000000	4000000000	5000000000
<b>Effizienzen</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effizienzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effizienzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effizienzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Folie 16 Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003







## Betriebskosten-Berechnung

### Annahmen

Volumenstrom	21240 m <sup>3</sup> /h
Strompreis	0.20 Fr./kWh
Gesamtwirkungsgrad	0.5
Anzahl Filter	6 Stk.
Arbeit und Entsorgung	Fr. 120.-/Wechsel
Betriebsstunden	6800 h/a

### Filterdefinitionen

Typ	mittlerer Druckverlust	Filter-Preis
Filter F6; L&M V6-2024	121 Pa	134 Fr./Stk.
Filter F7; L&M V9-2024	132 Pa	138 Fr./Stk.
Filter F9; L&M V11-2024	198 Pa	175 Fr./Stk.

Folie 22

Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

## Betriebskosten-Berechnung 2

Filter-Wahl	Kosten Erstfilter			Kosten Zweitfilter			Gesamt-Kosten
	E	K <sub>w</sub>	Total <sub>EF</sub>	E	K <sub>w</sub>	Total <sub>ZF</sub>	
F7 - F7	2'118.34	1'611.60	3'729.94	2'118.34	805.80	2'924.14	6'654.08
F7 - F9	2'118.34	1'611.60	3'729.94	3'177.50	994.50	4'172.00	7'901.94
F6 - F9	1'941.81	1'570.80	3'512.61	3'177.50	994.50	4'172.00	7'684.61

- ◆ E: Energiekosten
- ◆ K<sub>w</sub>: Wartungskosten
- ◆ Total<sub>EF</sub>: Energie- und Filterkosten (Erstfilter)
- ◆ Total<sub>ZF</sub>: Energie- und Filterkosten (Zweitfilter)

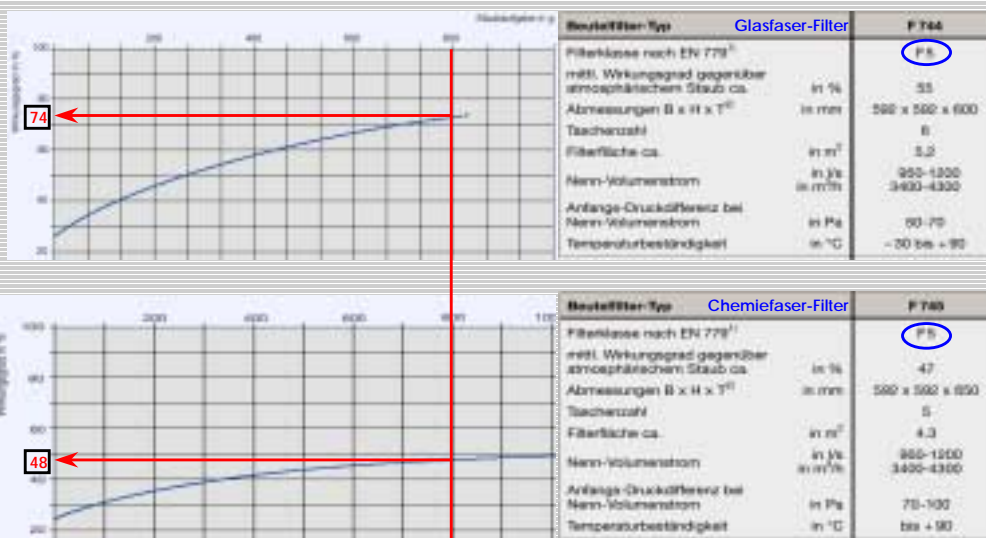
Folie 23

Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

# Betriebskosten Zusammenfassung

Filter-Wahl	Einkauf Filter			Reststaub in Zuluft	Betriebskosten			Anteil Einkauf
	Erstfilter	Zweitfilter	Total		Filter	Reinigung	Total	
F7 - F7	138.00	138.00	276.00	761 g/a	6'558.00	?	6'558.67	18,9 %
F7 - F9	138.00	175.00	313.00	266 g/a	7'728.00	?	7'728.00	17,5 %
F6 - F9	134.00	175.00	309.00	310 g/a	7'528.00	?	7'528.00	17,7 %
F5	118.00	0.00	118.00	2'315 g/a	3'193.00	?	3'193.00	22,2 %
F6	134.00	0.00	134.00	1'712 g/a	3'165.00	?	3'165.00	23,2 %
F7	138.00	0.00	138.00	1'309 g/a	3'666.00	?	3'666.00	22,6 %

- ◆ Grundlage: Pro Jahr 1 Satz Erstfilter, 1/2 Satz Zweitfilter (21'240 m<sup>3</sup>/h)



## Einkaufshilfe

Filter- klasse	Abscheidegrade in %						
	Partikelgröße (µm)						
	0,1	0,3	0,5	1	3	5	10
G 1	-	-	-	-	0 - 5	5 - 15	40 - 50
G 2	-	-	-	0 - 5	5 - 15	15 - 35	50 - 70
G 3	-	-	0 - 5	5 - 15	15 - 35	35 - 70	70 - 85
G 4	-	0 - 5	5 - 15	15 - 35	30 - 55	60 - 90	85 - 98
F 5	0 - 10	5 - 15	15 - 30	30 - 50	70 - 90	90 - 99	> 98
F 6	5 - 15	10 - 25	20 - 40	50 - 65	85 - 95	95 - 99	> 99
F 7	25 - 35	45 - 60	60 - 75	85 - 95	> 98	> 99	> 99
F 8	35 - 45	65 - 75	80 - 90	95 - 98	> 99	> 99	> 99
F 9	45 - 60	75 - 85	90 - 95	> 98	> 99	> 99	> 99

Größenordnung für Fraktionsabscheidegrade in Abhängigkeit der Filterklassen G 1 bis F 9 nach DIN EN 779:2002, Filter in unbestäubtem, sauberem Zustand (Messungen in entladenem Zustand verlangen)

Folie 26

Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

## Filter-Richtlinie SWKI 96-4

- ◆ Geltungsbereich / Begriffe, Definitionen
- ◆ Staubbelastung der Aussenluft
- ◆ **Planung, Ausführung, Betrieb (VDI 6022)**
- ◆ Prüfen von Luftfilteranlagen
- ◆ **Standzeiten (VDI 6022)**
- ◆ Oekologie und Entsorgung

Folie 27

Luftfilter-Symposium L + M 14. Nov. 2003

## Überarbeitung EN 779:2002

- ◆ Die Überarbeitung der EN 779:2002 wird 2004 aufgenommen mit folgenden Zielen:
  - ▲ das Entladungsmessverfahren verbessern (Annex A),
  - ▲ neues Messverfahren aufnehmen zur Bestimmung der Partikelabgabe von Filtern im Betrieb und bei Start/Stop-Vorgängen (Annex B)
  - ▲ das Verhalten des Prüfstaubs besser auf jenes des natürlichen Aerosols anpassen