

WHITEPAPER

CHANGE LESS, GAIN MORE

Wie die Wahl der richtigen Vorfilterstrategie zur Optimierung der Leistung Ihres Lüftungssystems und zur Verringerung der Umweltbelastung beitragen kann.



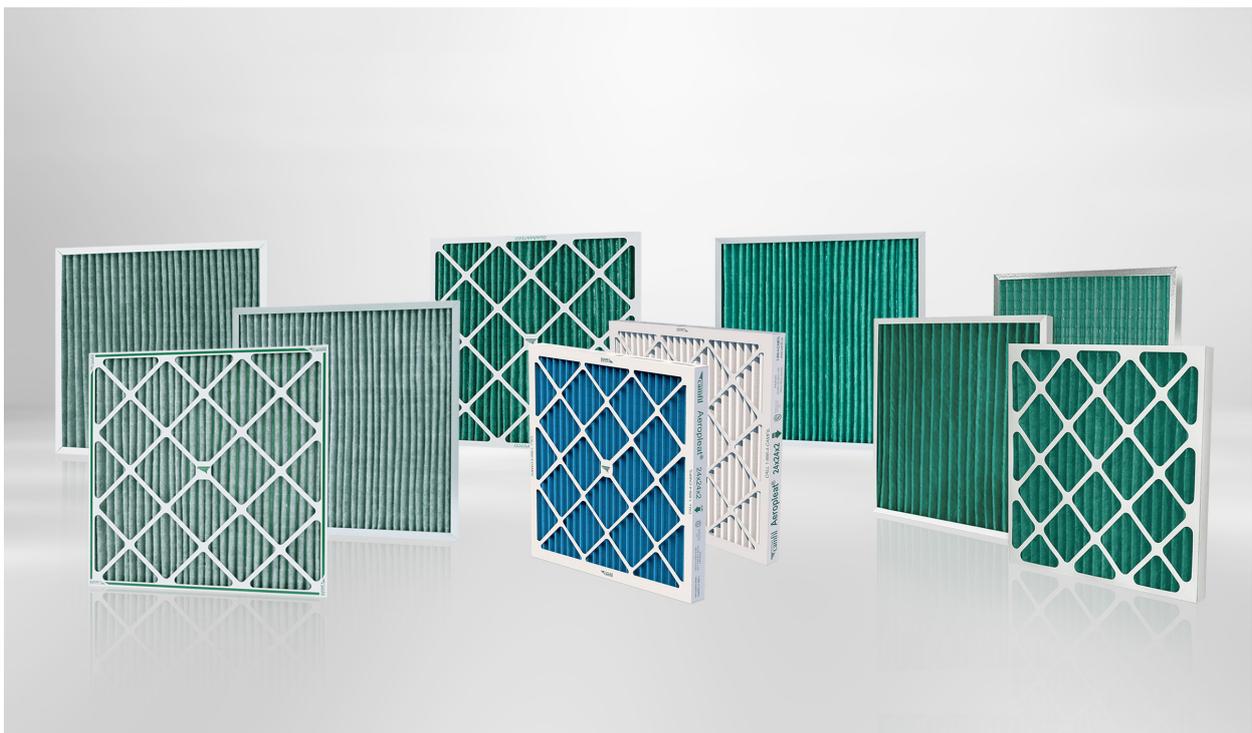
Von Paula Nowojka
Produktmanager Komfort

**camfil**
CLEAN AIR SOLUTIONS

EINFÜHRUNG

Vorfilter erfüllen eine wichtige Funktion in einer Lüftungsanlage. Erstens schützen sie die Filter der zweiten Filterstufe vor größeren Partikeln, die die Lebensdauer der Filter verkürzen können. Zweitens halten sie die Komponenten eines Lüftungssystems sauber, was direkt dazu beiträgt, optimale Arbeitsbedingungen für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK) zu schaffen. Der Einsatz von Vorfiltern wirkt sich jedoch auch auf die Betriebsparameter der Lüftungsanlage aus, wie z. B. Druckverlust, Energieverbrauch und Filtrationseffizienz. Der entscheidende Aspekt bei der Auswahl eines Vorfilters ist seine Standzeit im Verhältnis zum empfohlenen Austauschdruckverlust des Filters ^[1] - nach dem Prinzip **“Change Less, Gain More”**. Viele der auf dem Markt erhältlichen Vorfilter haben eine Standzeit von weniger als 3 Monaten. Eine lange Lebensdauer von Vorfiltern bringt jedoch greifbare finanzielle Vorteile, da sie zu Einsparungen führt, da Vorfilter seltener gekauft und ausgetauscht werden müssen. Darüber hinaus bedeutet eine lange Lebensdauer von Vorfiltern, dass weniger Rohstoffe verbraucht werden, weniger Abfall entsteht, weniger Strom für die Filterproduktion verbraucht wird und weniger Kilometer für den Transport zurückgelegt werden. Je nach den Besonderheiten der Liefer-, Wartungs- und Entsorgungskette für Ihre Filter ergeben sich weitere Vorteile, die zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung beitragen, wenn man weiter in Richtung Nachhaltigkeit geht.

Angebot an Panelfilter für die Vorfiltration



Die Verschmutzung der Außenluft ist der Hauptgrund für die Forderung nach einer höheren Filtrationseffizienz und wie der Vorfilter dazu beiträgt, die Standzeit der Hauptfilter zu verlängern.

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) leben weltweit mehr als 90 Prozent der Menschen in Gebieten mit verschmutzter Luft ^[2]. Hauptverursacher der globalen Luftverschmutzung sind die Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung und die Emissionen von Fahrzeugen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Luftverschmutzung ist ein stiller Killer und verursacht jährlich etwa 7 Millionen vorzeitige Todesfälle ^[3]. Das Einatmen verschmutzter Luft erhöht das Risiko von Atemwegserkrankungen, Herzerkrankungen, Schlaganfällen und Krebs. Schon geringe Konzentrationen von Luftschadstoffen beeinträchtigen das Wohlbefinden, und Menschen, die schlechter Innenraumluft ausgesetzt sind, leiden häufig unter Kopfschmerzen, Reizungen von Nase und Hals, Müdigkeit, verminderter Leistungsfähigkeit und sogar Schwindel.

Die Qualität der Außenluft entzieht sich oft der Kontrolle des Einzelnen. Glücklicherweise lässt sich die Qualität der Raumluft durch den Einsatz geeigneter Luftfilter leicht verbessern. Der erforderliche Filtrationsgrad ergibt sich aus der Kombination der Analyse der Außenluftqualität und den spezifischen Anforderungen an die Raumluft.

Neben dem Filtrationsgrad muss auch der Filtertyp ausgewählt werden. Die in Lüftungsanlagen am häufigsten verwendeten Luftfilter sind entweder Taschenfilter oder Kompaktfilter. Je nach Bauart des Lüftungsgerätes ist der Filtertyp oft durch Platzbeschränkungen vorgegeben. Kompaktfilter benötigen bei vergleichbarer Filterleistung, vergleichbarem Widerstand und vergleichbarem Energieverbrauch in der Regel weniger Platz als Taschenfilter. Die Lebensdauer dieser beiden Filtertypen kann je nach den Eigenschaften der in der Luft enthaltenen Partikel, insbesondere dem Verhältnis zwischen großen ($>PM_{2,5}$) und kleinen ($<PM_{2,5}$) Partikeln, unterschiedlich sein. Hochwertige Taschenfilter können aufgrund ihres voluminösen Mediums sowohl große als auch kleine Partikel zurückhalten, was eine längere Standzeit ermöglicht. Die feinen Fasern des Mediums in Kompaktfiltern werden häufig durch größere Partikel ($>PM_{2,5}$) verstopft, was die Standzeit des Filters verkürzt.



Aus diesem Grund ist es üblich, die Kompaktfilter durch eine zusätzliche Stufe von Vorfiltern zu schützen, die einen Teil der größten Partikel entfernen. Dann wird die vorbehandelte Luft weiter zu den Filtern der zweiten Stufe geleitet, die sich um die restlichen Partikel kümmern. Auf diese Weise hält der in der Regel recht teure Kompaktfilter länger in der Anlage und sorgt für die erforderliche Raumluftqualität, während die Vorfilter als Schutzschild für die Kompaktfilter gegen grobe Schadstoffe dienen.

AUSSENLUFT (ODA)			ZULUFT (SUP)				
			SUP 1*	SUP 2*	SUP 3**	SUP 4	SUP 5
			PM _{2,5} ≤ 1,25 PM ₁₀ ≤ 3,75	PM _{2,5} ≤ 2,5 PM ₁₀ ≤ 10	PM _{2,5} ≤ 3,75 PM ₁₀ ≤ 11,25	PM _{2,5} ≤ 5 PM ₁₀ ≤ 15	PM _{2,5} ≤ 7,5 PM ₁₀ ≤ 22,5
KATEGORIE	PM _{2,5}	PM ₁₀	ePM ₁	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀	ePM ₁₀
ODA 1	≤ 5	≤ 15	70%	50%	50%	50%	50%
ODA 2	≤ 7,5	≤ 22,5	80%	70%	70%	80%	50%
ODA 3	≤ 7,5	≤ 22,5	90%	80%	80%	90%	80%

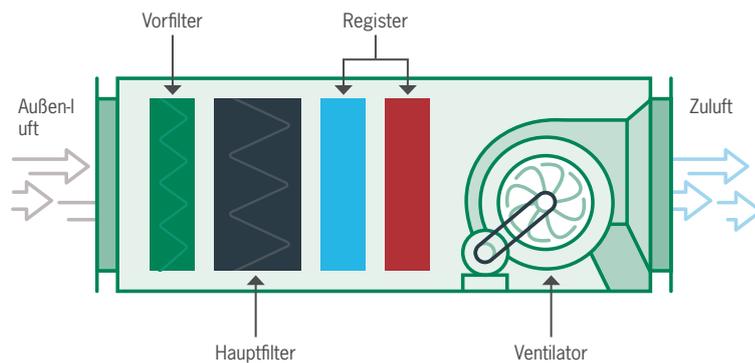
Tabelle 3: Empfohlene min. ePM₁ Filtrationseffizienz in Abhängigkeit der Außenluft und Zuluft gemäß EN 16798-3 (Jahresmittelwert PM₁ in µg/m³)

*Mindestfiltrationseffizienz ISO ePM₁ 50% bezieht sich auf die letzte Filterstufe

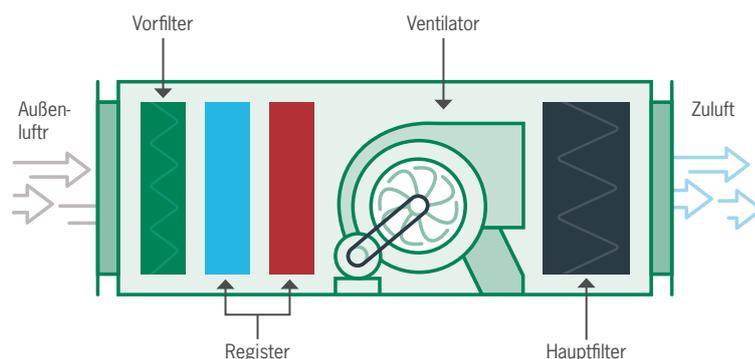
**Mindestfiltrationseffizienz ISO ePM_{2,5} 50% bezieht sich auf die letzte Filterstufe

Arten von Lüftungsanlagen und wie die richtige Vorfilterstrategie zu einer optimalen Leistung von HLK-Systemen beitragen kann.

Die gebräuchlichsten Lüftungssysteme bestehen im Allgemeinen aus den folgenden Teilen oder Komponenten: Ventilator, Kühl- und Heizregister und Luftfilter - entweder ein oder zwei Luftfilter. Die Anordnung dieser Teile kann unterschiedlich sein, und es gibt kein Standarddesign, das von allen Lüftungsherstellern verwendet wird. Hinsichtlich der Anordnung der Filterstufen gibt es jedoch zwei allgemeine Anordnungen:



Typ "A", bei dem alle Filterstufen in Luftrichtung vor Wärmetauscher und Ventilator liegen.



Type "B", bei dem der Vorfilter vor den Wärmetauschern und dem Ventilator und der Hauptfilter nach dem Ventilator angeordnet ist.

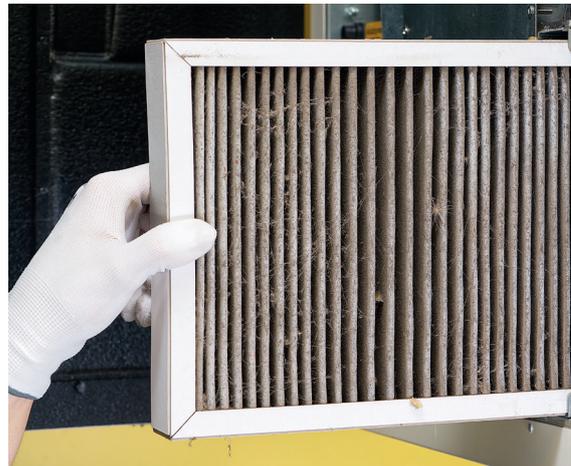
Obwohl die Verwendung von hochwertigen Filtern immer von Vorteil für den Kunden und die Lüftungsanlage ist, ist es bei Lüftungsanlagen vom Typ B besonders wichtig, auf die Leistung, die Lebensdauer und den rechtzeitigen Austausch der verwendeten Vorfilter zu achten, um einen effizienten Betrieb der übrigen Geräte des HLK-Geräts zu gewährleisten. **Vorfilter mit hoher Abscheideleistung stellen sicher, dass Wärmetauscher und Ventilatoren frei von Grobstaub sind. Darüber hinaus ermöglicht die Verwendung von Vorfiltern mit längerer Lebensdauer einen weniger häufigen Filterwechsel bei gleichzeitiger Gewährleistung der richtigen Filtereffizienz.**

Was ist bei der Wahl einer Vorfilterstrategie zu beachten?

Es gibt viele Gründe, warum der Einsatz eines Vorfilters in bestimmten Fällen wirtschaftliche, betriebliche oder ökologische Vorteile bringen kann. Wichtig ist, dass der Einbau von Vorfiltern in das Lüftungssystem immer im Zusammenhang mit der Ventilatorleistung beurteilt werden sollte. Bei der Verwendung von Vorfiltern sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

Regelmäßiger Austausch

Die meisten auf dem Markt erhältlichen Panelfilter sind nach einem ähnlichen Prinzip aufgebaut - plissierte Medien und ein Rahmen. Ein solcher Filteraufbau hat vor allem einen Vorteil: Er ist platzsparend. Allerdings ist die Lebensdauer des Filters dadurch begrenzt. Durch den geringen Platzbedarf der Vorfilter kann nur eine bestimmte Menge an Filtermedien in einen Filter eingebaut werden. Die Filterfläche steht in direktem Zusammenhang mit der Staubspeicherkapazität eines Filters, die wiederum die Filterstandzeit bestimmt. Wird ein Vorfilter nach Erreichen der empfohlenen Wechselintervalle eingesetzt, erhöht er durch seinen hohen Druckverlust die Betriebskosten erheblich. Ein hoher Druckverlust bedeutet hohe Energiekosten. Dies kann dazu führen, dass andere Teile der Lüftungsanlage nicht nur mit Partikeln kontaminiert werden, die durch die Lücken um die Vorfilter gelangt sind, sondern auch mit Fragmenten der zerstörten Vorfilter selbst. Der Verlust der bestimmungsgemäßen Funktion der Vorfilter führt zu einer Minderung der oben beschriebenen Vorteile, wie z.B. dem Schutz des Filters der zweiten Stufe oder der Funktionselemente des Lüftungsgeräts.

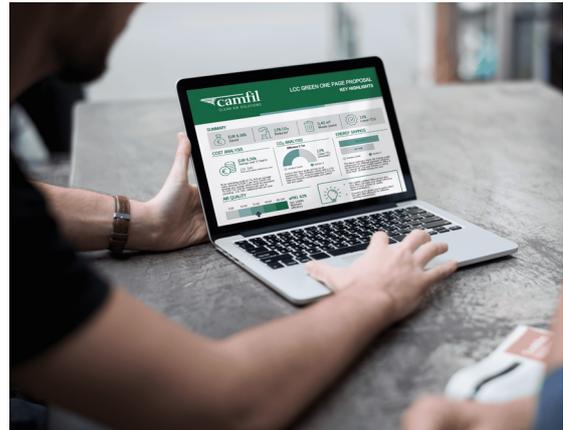


Der Schlüssel zur Verlängerung der Lebensdauer des Feinfilters und zur Gewährleistung eines optimalen Betriebs der HLK-Komponenten ist der regelmäßige Austausch der Vorfilter. Die Lebensdauer hängt jedoch von der Art und Qualität des Vorfilters und der Arbeitsumgebung ab.

Der optimale Zeitpunkt für den Wechsel des Vorfilters lässt sich am besten durch die Überwachung des Druckabfalls bestimmen. Eine Empfehlungen für den Filterwechsel ist in **EN 13053:2019** festgelegt^[1]:

- Für Vorfilter mit Coarse-Filtereffizienz wird ein Filterwechsel empfohlen, wenn:
Druckdifferenz = Anfangsdruckverlust +50 Pa oder Anfangsdruckverlust x3 (der kleinere Wert wird empfohlen)
- Bei Vorfiltern mit ISO ePM-Filtereffizienz erfolgt der empfohlene Austausch, wenn
Druckdifferenz = Anfangsdruckverlust +100 Pa oder Anfangsdruckverlust (der kleinere Wert wird empfohlen)

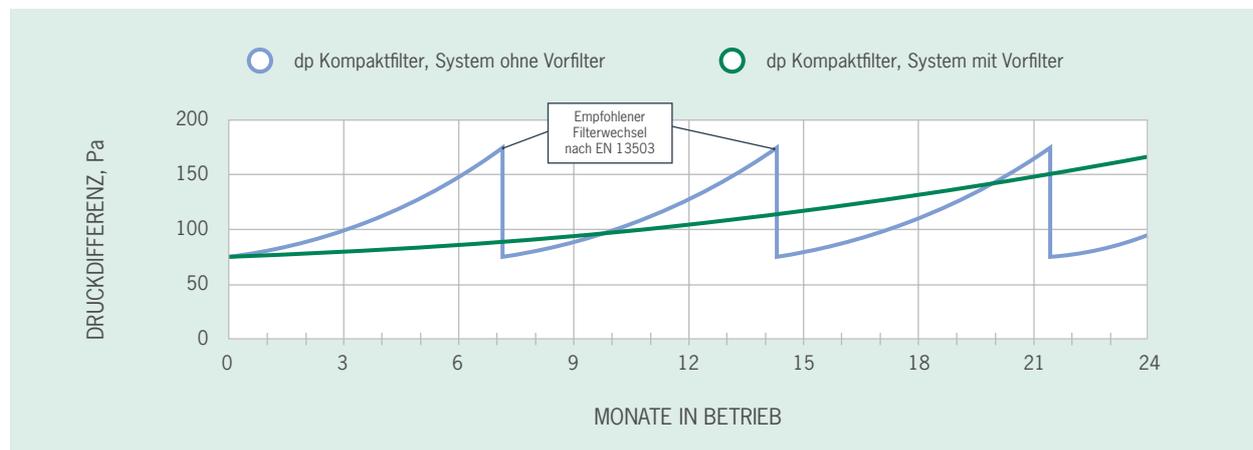
Die Überwachung der Druckdifferenz ist nicht immer möglich, je nach Zugang zu den Sensoren oder anderen Einschränkungen Ihrer Lüftungsanlage. Eine weitere zuverlässige Methode zur Optimierung der Vorfilterwechselintervalle ist die Abschätzung der zu erwartenden Lebensdauer des Vorfilters anhand von Analysedaten. Dies kann leicht mit Hilfe eines Filtrationsexperten im Rahmen einer maßgeschneiderten Lebenszyklusstudie durchgeführt werden. Eine solche Bewertung hilft bei der Bestimmung des ungefähren optimalen Zeitpunkts für den Austausch des Vorfilters auf der Grundlage Ihrer betrieblichen Anforderungen. Wenden Sie sich an einen Camfil-Vertreter, um mehr über die Lebenszykluskosten (LCC) zu erfahren.



Druckverlust

Wenn Sie Ihrem System einen zusätzlichen Filter hinzufügen, erhöht sich der anfängliche Gesamtdruckverlust, der der Summe der Anfangsdruckverluste der einzelnen Filterstufen entspricht. Im Laufe der Zeit, wenn sich mehr Staub in den Filtern ansammelt, steigt der Druckverlust beider Stufen. Der Unterschied zwischen einem System mit Vorfilter und einem System ohne Vorfilter zeigt sich in der Geschwindigkeit, mit der der Druckverlust am Hauptfilter zunimmt. Wird der Hauptfilter durch einen Vorfilter geschützt, kann er wesentlich länger in der Anlage verbleiben, bevor der empfohlene Enddruckverlust erreicht wird. Je verunreinigter die Außenluft ist, desto größer ist der Unterschied in der Standzeit zwischen Anlagen mit und ohne Vorfilter.

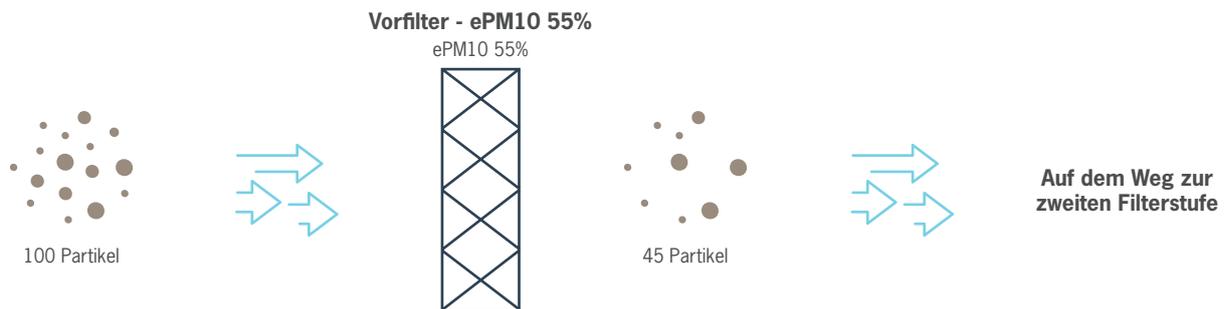
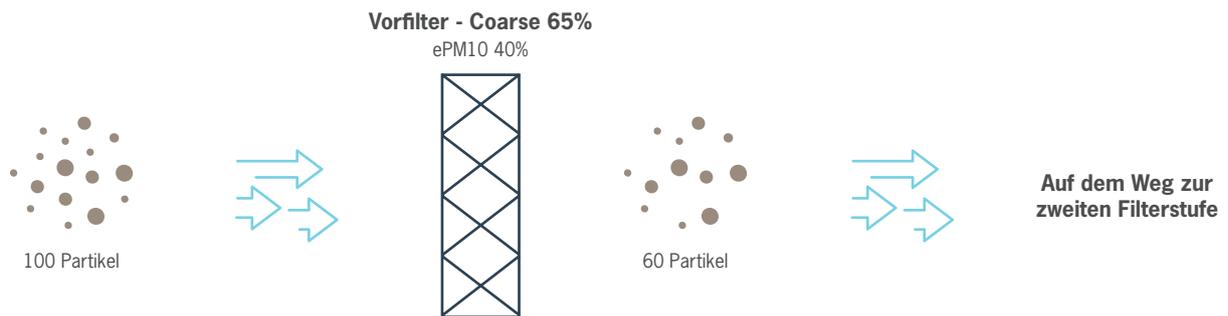
WECHSELINTERVALL FÜR KOMPAKTFILTER, MIT UND OHNE VORFILTRATION



Das Diagramm zeigt einen Vergleich der Wechselintervalle von Kompaktfilter mit und ohne Vorfilter. Es wird deutlich, dass ein Kompaktfilter mehr als dreimal so lange halten kann, wenn Vorfilter mit einem Abscheidegrad von ePM10 55% in der Lüftungsanlage eingesetzt werden. Der Druckverlustverlauf in den in der Grafik dargestellten Fällen wurde unter exakt gleichen Außen- und Innenluftbedingungen simuliert ^[4].

Filtereffizienz

Vorfilter verbessern die Gesamteffizienz des Filtersystems - je höher die Effizienz des Vorfilters, desto höher die Gesamteffizienz des Filtersystems. Es sei darauf hingewiesen, dass gemäß den Empfehlungen von Eurovent 4/23-2022 mindestens eine Vorfiltration mit ePM10 50% in Kombination mit Taschen- oder Kompaktfilter empfohlen wird ^[5]. Der resultierende Wirkungsgrad aller Filterstufen hängt von den einzelnen Filtrationsklassen der verwendeten Filter ab und kann von einem Camfil-Vertreter/Experten ermittelt werden.



Filtrationseffizienz für Coarse- und ePM10-Filter in Bezug auf PM10-Partikel.

Energieverbrauch

Eine Lüftungsanlage mit zwei Filterstufen, d. h. Vorfilter und Hauptfilter, verbraucht in der Regel mehr Energie als eine identische Anlage mit nur einer Stufe, dem Hauptfilter.

Der Energieverbrauch eines Filters hängt von drei Faktoren ab: dem Druckverlust, dem Volumenstrom und der Partikelkonzentration in der Luft vor dem Filter. Das bedeutet, dass bei Systemen mit Vorfiltration der Energieverbrauch des Hauptfilters geringer ist als bei dem gleichen Filter ohne Luftvorbehandlung. Dies liegt daran, dass die Luft vor dem Hauptfilter eine geringere Partikelkonzentration aufweist, wenn ein Vorfilter vorhanden ist. Aber auch wenn der Vorfilter den Energieverbrauch des Hauptfilters senkt, benötigt er selbst eine gewisse Menge an Energie. Daher ist der Gesamtenergieverbrauch eines solchen zweistufigen Systems in der Regel höher als bei einem System mit nur einer Filterstufe.

Die Gesamtbetriebskosten eines Luftfilters setzen sich wie folgt zusammen:



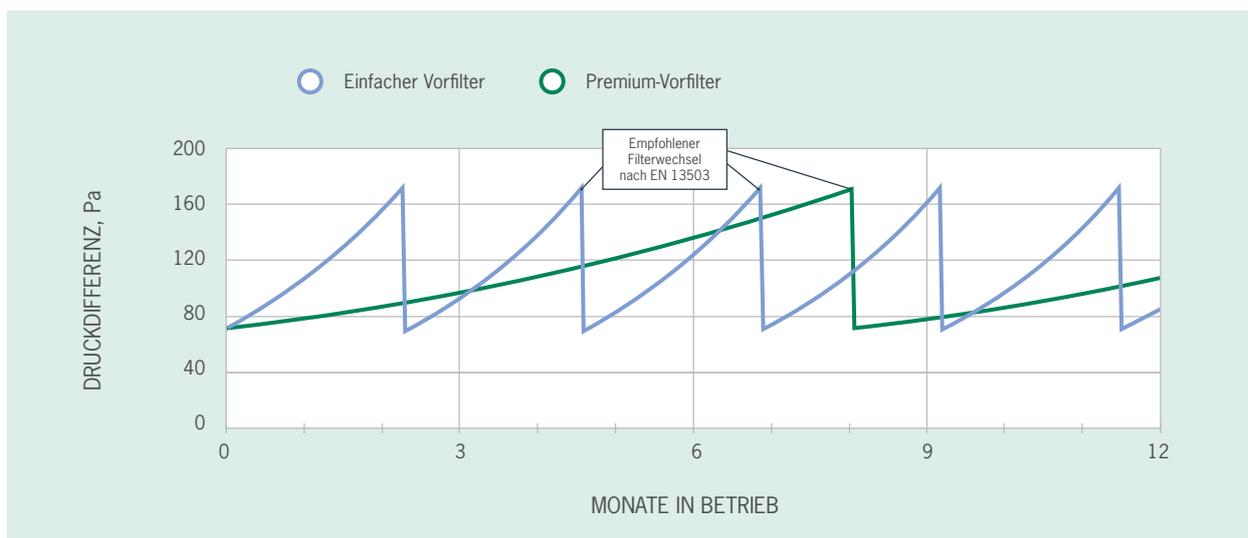
Die Lebensdauer von Vorfiltern und ihre wirtschaftliche Auswirkungen - "change less, gain more"

Ein regelmäßiger Austausch des Vorfilters minimiert die Kosten für Anschaffung und Wartung des Hauptfilters und schafft optimale Bedingungen für einen effizienten Betrieb der Lüftungsanlage. Darüber hinaus verringern saubere Lüftungsgeräte das Risiko eines vorzeitigen Ausfalls. Wird der Vorfilter jedoch mehrmals im Jahr ausgetauscht, werden die Vorteile der Vorfiltrationsstrategie gefährdet. Häufiger Vorfilterwechsel bedeutet mehr Wartungsstillstände und mögliche Ausfallzeiten Ihrer Anlage. Wenn die Wartung Ihrer HLK-Anlage von einer externen Firma durchgeführt wird, kann dies zusätzliche Kosten für Sie als Gebäudeeigentümer bedeuten. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass auch die Servicetechniker die Vorteile hochwertiger Vorfilter und deren geschätzte Lebensdauer kennen. Dieses Wissen trägt dazu bei, die beste Leistung der Lüftungsanlage zu erzielen und den optimalen Rhythmus für den Filterwechsel genau zu planen. Schließlich hat jeder Vorfilter, auch der minderwertige, einen gewissen Anschaffungspreis. Einfach ausgedrückt: Mehr Vorfilter bedeuten mehr Kosten.

Die Lebensdauer jedes Filters hängt stark von den örtlichen Bedingungen ab, so dass ein und derselbe Filter, selbst wenn er mit demselben Luftstrom betrieben wird, in verschiedenen Außenumgebungen eine unterschiedliche Lebensdauer haben kann.

Um zu zeigen, welchen Einfluss die Wahl des Vorfilters auf die Wechselhäufigkeit hat, hat Camfil eine Studie durchgeführt. Dabei wurden zwei Vorfilter verglichen - ein einfacher, preisgünstiger Vorfilter und ein hochwertiger Vorfilter. Die Betriebs- und Umgebungsbedingungen sind für beide Filter identisch.

Wechselintervall für verschiedene Vorfilter



Das Diagramm zeigt, dass ein einfacher Vorfilter nach einem Jahr Betrieb 5 Mal gewechselt werden muss. Vergleicht man dies mit einem Premium-Vorfilter unter genau denselben Bedingungen, kann der Endanwender 4 Filterwechsel einsparen, da er nur einmal innerhalb eines Jahres gewechselt werden muss.

Die Lebensdauer von Vorfiltern und ihre Auswirkungen auf die Umwelt – “weniger ist mehr”

Durch die Reduzierung des Filterverbrauchs - sowohl bei Vorfiltern als auch bei anderen Luftfilter - kann ein direkter Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden. Weniger Ressourcenverbrauch bedeutet weniger Abfall. Es gibt aber noch weitere, weniger offensichtliche Aspekte, die sich durch den Einsatz von hochwertigen Vorfiltern positiv auf das Klima auswirken.

Zunächst einmal müssen Luftfilter wie jedes andere Produkt hergestellt werden. Wenn jedoch die Nachfrage nach häufigen Filterlieferungen sinkt, verbraucht der Filterhersteller weniger Energie für den Herstellungsprozess. Dies bedeutet auch, dass weniger Rohstoffe verbraucht werden und somit auch weniger Rohstoffe zur Luftfilterproduktion transportiert werden müssen. Um den Lebenszyklus des Filters von der Rohstoffgewinnung bis zur Auslieferung abzuschließen, bedeutet weniger Bedarf auch weniger Transport zum End- oder Zwischenverbraucher.

Zweitens: Wenn Ihre Filter seltener ausgetauscht werden, muss Ihr Serviceanbieter nicht so oft zu Ihnen kommen. Dies führt zu einem geringeren Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs oder - bei Elektrofahrzeugen - zu einem geringeren Stromverbrauch.

Produkte, die häufig ausgetauscht werden, werden oft im Voraus gekauft und gelagert, um eine regelmäßige Versorgung ohne lange Wartezeiten zu gewährleisten. Wenn statt fünf Filterwechseln pro Jahr nur ein oder zwei erforderlich sind, verringert sich die benötigte Lagerkapazität und damit auch der Energieverbrauch für Heizung, Beleuchtung und Wartung.

Vorfilter tragen dazu bei, die Lüftungsanlage frei von übermäßigem Staub zu halten, und verbessern so die Betriebseffizienz Ihrer Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage. Wenn Sie die Wärmetauscher sauber halten, benötigen Sie weniger Energie, um die gewünschte Temperatur in Ihrem Gebäude zu halten. Abschließend noch ein Wort zur Abfallmenge. Die Verwendung von hochwertigen Vorfiltern mit längerer Lebensdauer reduziert natürlich die Abfallmenge. Das bedeutet auch, dass weniger Abfall verarbeitet, recycelt, verbrannt oder deponiert werden muss und somit weniger Energie für diese Prozesse aufgewendet werden muss.

Referenzen

[1] EN 13053:2019. Lüftung von Gebäuden - Raumluftechnische Geräte - Bemessung und Leistung für Geräte, Komponenten und Abschnitte.

[2] WHO-Datenbank für Luftqualität, Aktualisierung 2022. Statusbericht. (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240047693>)

[3] https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1

[4] Camfil. (2023) Camfil Filtration Solution System (CFSS), LCC Green EMEA Software. Eigene Studie.

[5] Eurovent AISBL / IVZW / INPA. (2022). Eurovent 4/23 - 2022. Auswahl der Luftfilterklassen gemäß EN ISO 16890. Vierte Ausgabe. Brüssel: Eurovent.

Camfil – weltweit führend bei Luftfiltern und Lösungen zur Luftreinhaltung

Seit mehr als einem halben Jahrhundert sorgt Camfil für saubere Luft in Innenräumen – für Menschen, Prozesse und die Umwelt. Als führender Hersteller, bieten wir Luftfilterprodukte und Lösungen an, die das Leben gesünder und Produktionsprozesse sicherer machen, den Energieverbrauch senken und die Umwelt schonen. Wir sind der festen Überzeugung, dass die besten Lösungen für unsere Kund:innen auch die besten Lösungen für unseren Planeten sind. Deshalb berücksichtigen wir in jeder Phase – von der Entwicklung bis zur Lieferung und über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg – die Auswirkungen, unseres Handelns auf Mensch und Umwelt. Mit neuen Ansätzen, innovativem Design, präziser Prozesssteuerung und einem starken Fokus auf unsere Anwender:innen wollen wir Ressourcen schonend nutzen und jeden Tag neue und bessere Wege finden – damit wir alle freier atmen können. Die Camfil-Gruppe mit Hauptsitz in Stockholm ist mit 30 Produktionsstätten, sechs Forschungs- und Entwicklungsstandorten, sowie regionalen Beratungs- und Vertriebsbüros in mehr als 35 Ländern vertreten und beschäftigt rund 5.600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Wir sind stolz darauf, Kund:innen in einer Vielzahl von Branchen und Gemeinden auf der ganzen Welt beliefern und unterstützen zu können.

www.camfil.com



camfilaustria



camfilaustria



camfilaustria