



Parker OIL-X Koaleszenzfilter

Ein Whitepaper von Mark White – Compressed Air Treatment
Product & Applications Specialist



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

www.parker.com/gsfe

Druckluftverunreinigung

Seit über 100 Jahren ist Druckluft als sichere und zuverlässige Energiequelle anerkannt, die in der gesamten Industrie genutzt wird. Druckluft wird als der 4. Energieträger bezeichnet und von ca. 90 % aller Fertigungsunternehmen für bestimmte Aspekte ihrer Abläufe verwendet. Anders als bei Gas, Wasser und Strom, die von Versorgungsunternehmen an den Verbrauchsort geliefert werden und strengen Toleranzen bzw. Spezifikationen unterliegen, wird Druckluft vor Ort beim Standortbetreiber erzeugt. Die Qualität der Druckluft und die Kosten für die Produktion dieses leistungsstarken Energieträgers unterliegen daher der Verantwortung des Anwenders.

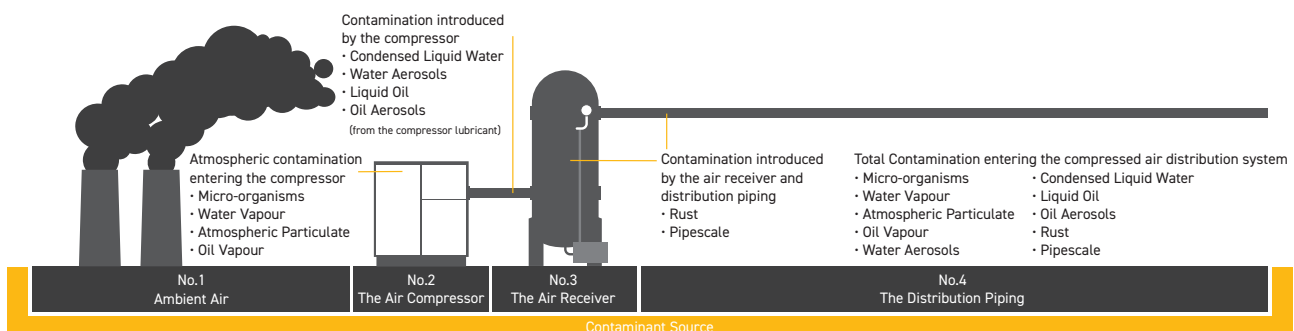
Probleme im Zusammenhang mit Druckluft.

Druckluftanlagen sind von Natur aus anfällig für Leistungs- und Zuverlässigkeitsprobleme. Nahezu alle Probleme im Zusammenhang mit Druckluftanlagen sowie die daraus entstehenden Qualitätsmängel in der Fertigung können direkt auf Verschmutzungen in der Druckluft zurückgeführt werden.

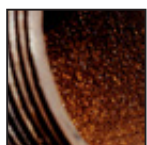
Ein Standard-Druckluftsystem enthält zahlreiche sichtbare und unsichtbare Verunreinigungen, die in Wirklichkeit aus vier verschiedenen Quellen stammen.

10 VERUNREINIGUNGEN

VIER QUELLEN



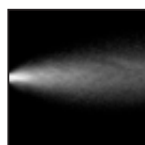
Wasser	Öl	Partikel	Organische Stoffe
Wasserdampf	Ölnebel	Atmosphärische Partikel	Mikroorganismen
Flüssiges Wasser	Flüssiges Öl	Kompressor-Verschleißpartikel	
Wasseraerosole	Ölaerosole	Rost/Abrieb	



Rost und Abrieb



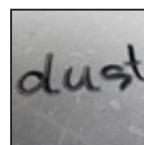
Mikroorganismen



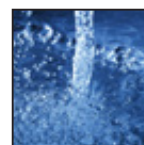
Wasseraerosol
Ölaerosol



Flüssiges Öl



Partikel



Flüssiges
Wasser



Wasserdampf



Ölnebel

Reduzierung von Verunreinigungen

Wenn ein Druckluftsystem sicher und kosteneffektiv betrieben werden soll, müssen Verunreinigungen entfernt oder auf ein akzeptables Maß reduziert werden. Die Bedeutung der Reduzierung von Verunreinigungen nimmt zu, wenn Druckluft als Teil des Fertigungsprozesses verwendet wird.

Koaleszenzfilter

Bei der Konzeption von Aufbereitungsanlagen sind Koaleszenzfilter für den kosteneffektiven Betrieb eines Druckluftsystems unabhängig vom installierten Kompressortyp unverzichtbar. Sie können als wichtigste Aufbereitungskomponente angesehen werden, da sie nicht nur 6 der 10 Hauptverunreinigungen in Druckluft behandeln, sondern auch den Drucklufttrockner und die Adsorptionsfilter schützen, die Teil des Aufbereitungssystems sind.

Aufbereitungs- technologien	Verunreinigungen									
	Atmosphärische Partikel	Rost	Abrieb	Mikroorganismen	Flüssiges Wasser	Wasser Aerosol	Wasser nebel	Flüssiges Öl	Öl Aerosol	Öl nebel
Wasserabscheider					•			•		
Koaleszenzfilter	•	•	•	•		•			•	
Adsorptionsfilter										•
Trockner							•			
Trockenpartikelfilter	•	•	•	•						
Sterilfilter				•						



Der erste Koaleszenzfilter

Die Ursprünge der modernen Druckluft- und Gasaufbereitung können bis zu domnick hunter zurückverfolgt werden. Das Unternehmen nutzte im Jahr 1963 als erstes aus Mikrofasern bestehende Filtermedien zu Reinigungszwecken und revolutionierte damit die Druckluftbranche. Diese bahnbrechende Technologie wurde erstmals in der 1972 eingeführten OIL-X Filterserie eingesetzt, die als Synonym für qualitativ hochwertige Druckluft gilt.

Der Name OIL-X hat auch noch im 21. Jahrhundert Bestand, aber die Technologie hat sich weiterentwickelt.



Original OIL-X



OIL-Xplus



OIL-X EVOLUTION



OIL-X

Wie funktionieren also Koaleszenzfilter?

Der Zweck dieses Whitepapers ist es, die Funktionsweise von Koaleszenzfiltern zu erklären, wie sie getestet werden, wieviel Energie Koaleszenzfilter verbrauchen und wie sich die Filtrationsleistung und der Energieverbrauch verschiedener auf dem Markt erhältlicher Koaleszenzfilter voneinander unterscheiden.

Koaleszenzfilter Grundlagen der Funktionsweise

Koaleszenzfilter nutzen für ihre Wirksamkeit die sogenannte mechanische Filtration.

Das Herzstück des Koaleszenzfilters ist das Filterelement. Koaleszenzfilterelemente haben drei Hauptbetriebsphasen:

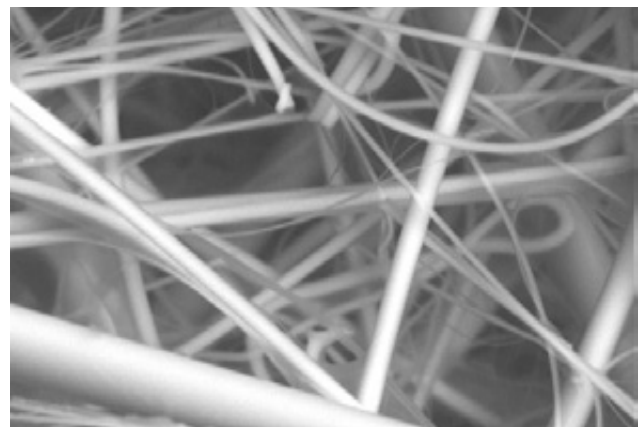
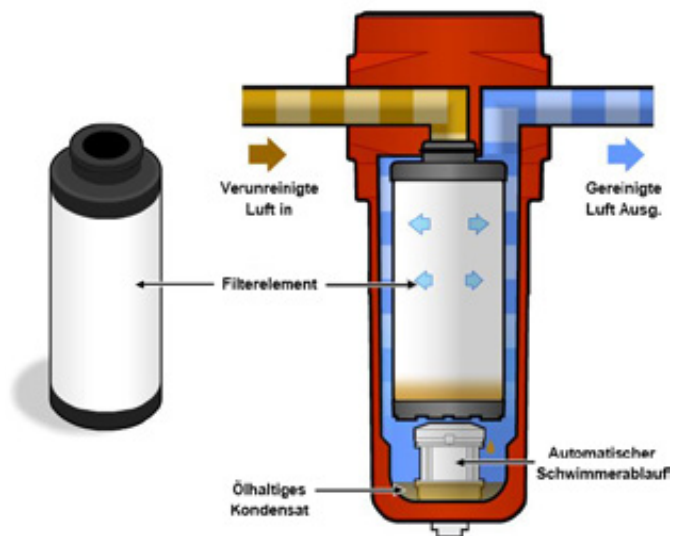
- Phase 1 – Aerosol- und Partikelabscheidung
- Phase 2 – Koaleszenz
- Phase 3 – Anti-Wiedereintritt

Die Elemente von Koaleszenzfiltern verwenden ein tiefes Bett aus faserigen Filtermedien. Das Filtermedium selbst wird üblicherweise in Blattform oder auf Rollen geliefert. Im Auslieferungszustand reicht die Tiefe des Filtrationsbetts nicht aus, um eine adäquate Filtration zu gewährleisten. Das Material wird daher in ein Filterelement umgewandelt und die verwendete Konstruktionsmethode liefert das tiefe Bett aus Filtermaterial.

Ein Rasterelektronenmikroskop (REM) zeigt, wie das Filtermaterial vergrößert aussieht.

Der Zwischenraum zwischen den Fasern werden als Porenvolumen bezeichnet. Ein großes Porenvolumen bietet folgende Vorteile:

- Höheres Schmutzrückhaltevermögen
- Geringerer Luftstromwiderstand (geringer Druckverlust)
- Geringere Betriebskosten für das System



Obwohl sie sich optisch häufig ähnlich sind, unterscheiden sich die verwendeten Filtrationsmedien und die Methode zum Einbau des Mediums in ein Filterelement von Hersteller zu Hersteller. Die Leistung eines

Filterelements lässt sich nicht einfach durch einen bloßen Blick darauf bestimmen, und zwei Elemente, die identisch aussehen, können sehr unterschiedliche Filtrationsleistungen, Energieverbräuche und Standzeiten aufweisen.



Umwickelte Konstruktion



Standardmäßig gefaltete Konstruktion



Tief gefaltete Konstruktion

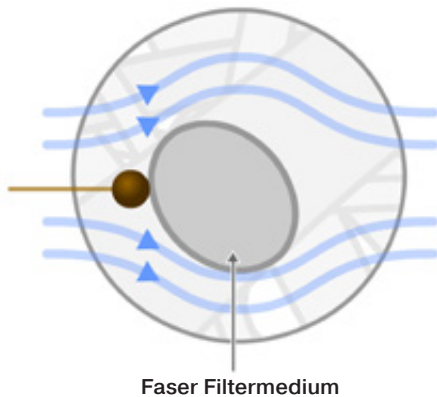
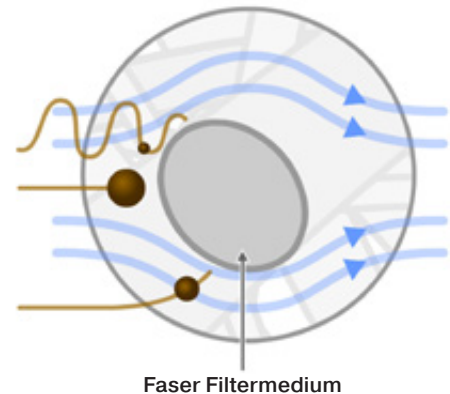
Betrieb des Koaleszenzfilters Phase 1 –

Aerosol- und Partikelabscheidung

Wenn Druckluft durch ein Filterelement strömt, werden flüssige Aerosole und Partikel auf den einzelnen Medienfasern mithilfe von drei Auffangmechanismen erfasst:

- **Direktes Abfangen**
- **Trägheitseffekt**
- **Diffusion**

Jeder Mechanismus erfasst Aerosole und Partikel unterschiedlicher Größe.



Erfassungsmechanismus – direktes Abfangen

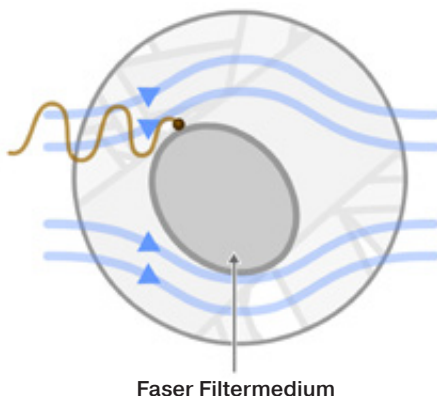
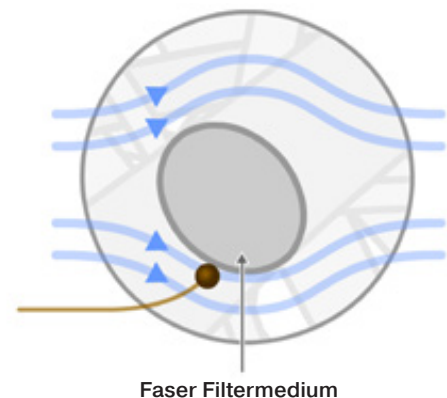
Partikelgröße > 1 Mikrometer

Direktes Abfangen erfolgt, wenn die in der Druckluft mitgeführten Aerosole oder Partikel nicht in der Lage sind, einen direkten Weg durch das tiefe Filtermedienbett zu finden. Sie berühren die Oberfläche des Filtermediums, wo sie gesammelt und zurückgehalten werden.

Erfassungsmechanismus – Trägheitseffekt

Partikelgrößen 0,3–1 Mikrometer

Aufgrund der Zufälligkeit des Glasfaserbetts muss die Druckluft einen gewundenen Weg einschlagen. Da der Luftstrom schnell die Richtung ändert, um die Stränge der Filtermaterialfasern zu vermeiden, sind Aerosole und Partikel mit ausreichender Masse aufgrund ihrer Trägheit nicht dazu in der Lage. Sie kollidieren ebenfalls mit dem Filtermaterialstrang und werden eingesammelt und zurückgehalten.



Erfassungsmechanismus – Diffusion (Brownsche Bewegung)

Partikelgröße < 0,3 Mikrometer

Sehr kleine Aerosole und Partikel haben eine sehr geringe Masse und verhalten sich wie Gasmoleküle. Sie bewegen sich innerhalb des Druckluftstroms in einem zufälligen Muster, das als „Brownsche Bewegung“ bezeichnet wird. Wie bei einem Gas kollidieren diese Aerosole und Partikel häufig mit sich selbst und den Nanofaser-Glasfasern und werden daher ebenfalls gesammelt und zurückgehalten.

Filtereffizienz und Partikelgröße mit der größten Penetration

Es ist wichtig zu verstehen, dass Tiefenfilter wie Koaleszenz- und Trockenpartikelfilter nicht absolut bewertet sind, d. h. sie erfassen nicht und halten nicht 100 % der in den Filter gelangenden Verunreinigungen zurück.

Stattdessen weisen die technischen Daten des Tiefenfilters in der Regel eine „Filtrationseffizienz“ neben der Fähigkeit des Filters zur Reduzierung von Partikeln und Ölaerosolen auf.

Filtrationsklasse	Filtertyp	Partikelabscheidung (einschl. Wasser und Ölaerosole)	Max. Restölgehalt bei 21 °C (70 °F)	Filtrationswirkungsgrad
AO	Koaleszenz	Bis 1 µm	0,5 mg/m ³ 0,5 ppm(w)	99,925 %
AA	Koaleszenz	Bis 0,01 µm	0,01 mg/m ³ 0,01 ppm(w)	99,9999 %

Der Wirkungsgrad eines Tiefenfilters (in der Regel als Prozentsatz angegeben) gibt an, wie viel Aerosole und Partikel, die in das Filterelement gelangen, vom Filtermaterial erfasst werden.

Warum erfasst und speichert ein Tiefenfilter die Verschmutzung nicht zu 100 %?

Da Druckluft Partikel unterschiedlicher Größe enthält, werden alle 3 Erfassungsmechanismen (direktes Abfangen, Trägheitseffekt und Diffusion) benötigt.

Jeder Erfassungsmechanismus hat einen Abscheidegrad, der direkt mit der zu entfernenden Partikelgröße zusammenhängt, und diese überschneiden sich. Während beispielsweise der Abscheidegrad des Trägheitseffekts abnimmt (wenn die Partikelgröße abnimmt), nimmt die Abscheidung von Partikeln durch Diffusion zu.

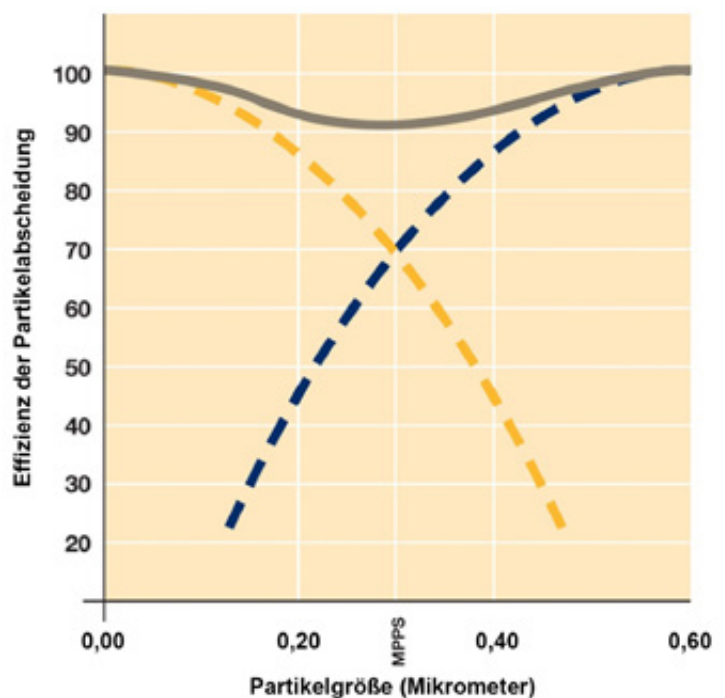
Werden die Erfassungsmechanismen kombiniert, kann die Partikelgröße bestimmt werden, die am wahrscheinlichsten in den Filter eindringt und als Most Penetrating Particle Size (MPPS) bezeichnet wird.

Für Partikelgrößen, die kleiner oder größer als MPPS sind, steigt der Partikelabscheidegrad in Richtung 100 %.

Beispiel: Wenn ein Filter einen Wirkungsgrad von 99,9999 % bei einem MPPS-Wert von 0,3 Mikrometer hat, gelangen 0,0001 % dessen, was zu dieser Größe in den Filter eindringt, auf der anderen Seite in das Druckluftsystem.

Die Partikelabscheideeffizienz und die Partikelgröße, bei der MPPS vorhanden

Beispiel für ein Diagramm zur Partikelabscheideleistung eines Filters



ist, hängt vom Filtermaterial, der Elementkonstruktion und der Geschwindigkeit des Gases ab und variiert je nach Filterhersteller.

Der Wirkungsgrad variiert je nach Filtermaterial und Filterhersteller.

Zur Prüfung der Filtereffizienz wird häufig die Testmethode ASTM D (2986-95) verwendet (DOP-Test).

ASTM D (2986-95) hat eine Genauigkeit von 4 Dezimalstellen.

Betrieb des Koaleszenzfilters Phase 2

Koaleszenz

Nach der Aufnahme werden die Aerosole auf den Fasern zu Zielen für die verbleibenden Aerosole in der Luft, die mit der Zeit wachsen. Wenn sie groß genug geworden sind, führt die Luft, die durch die gesammelten Aerosole strömt, dazu, dass sich die Flüssigkeit bewegt. Die mobilisierte Flüssigkeit sammelt zusätzliche Flüssigkeit, während sie sich entlang der Fasern bewegt.

Wenn das Flüssigkeitsvolumen zunimmt, ist es nicht mehr auf die Bewegung entlang der Fasern beschränkt und wird zu einem sich bewegenden Flüssigkeitsfilm. Dieser Flüssigkeitsfilm wandert durch das Medium, bis er die Außenfläche des Filterelements erreicht.



Betrieb des Koaleszenzfilters Phase 3

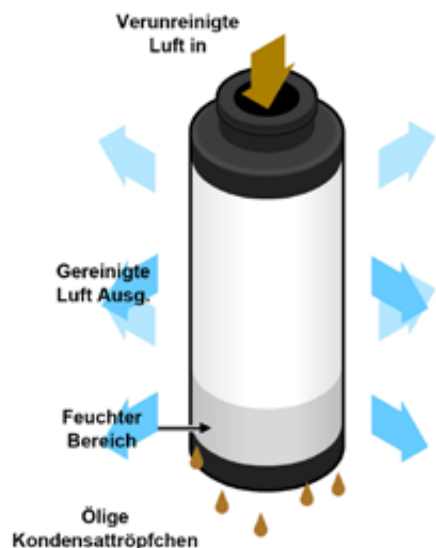
Anti-Wiedereintritt

Am Filterelement ist ein Anti-Wiedereintrittssystem angebracht, das über eine poröse Schaum- oder eine faserige Ablaufschicht bereitgestellt wird. Die Ablaufschicht verhindert, dass Flüssigkeiten masseweise zurück in den Luftstrom gelangen (wiedereintreten).

Aufgrund der Schwerkraft wandern Flüssigkeiten durch die Ablaufschicht in Richtung der Basis des Elements.

Sobald die Flüssigkeit die Basis des Filters erreicht, bildet sie einen „feuchten Bereich“. Dieser feuchte Bereich befindet sich in einem Bereich mit relativ geringer Turbulenz und geringer Luftströmung, um das Risiko eines erneuten Eintritts zu reduzieren.

Das abgelassene Öl kann dann mithilfe eines automatisch aktivierten Ablassventils aus der Druckluft abgelassen werden, um es auf sichere und verantwortungsvolle Weise zu entsorgen.

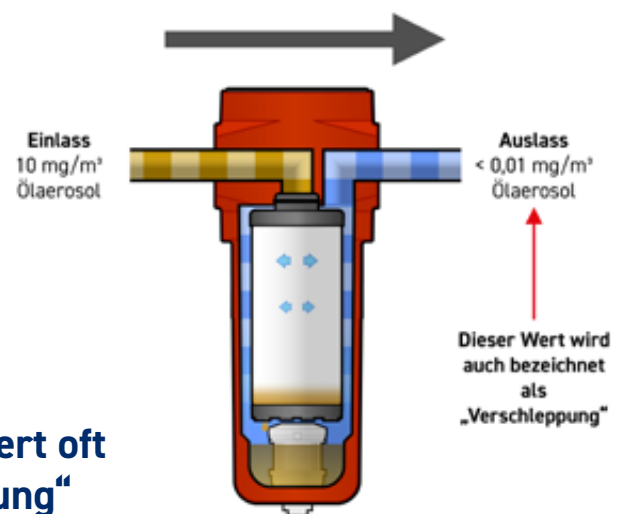


Verschleppung

Die technischen Daten von Koaleszenzfiltern enthalten in der Regel den Wert „Maximaler Restölgehalt“ bei einer Referenztemperatur.

Diese Zahl basiert auf einer Messung der Menge an Ölaerosol, die in den Filter eintritt, und einer Messung der Menge an Ölaerosol, die in der Druckluft nach dem Filter verbleibt. Es handelt sich um einen Messwert, der die Wirksamkeit aller 3 Erfassungsmechanismen zeigt.

In Bezug auf die Filtration wird dieser Wert oft als „Verschleppung“ oder „Ölverschleppung“ bezeichnet.

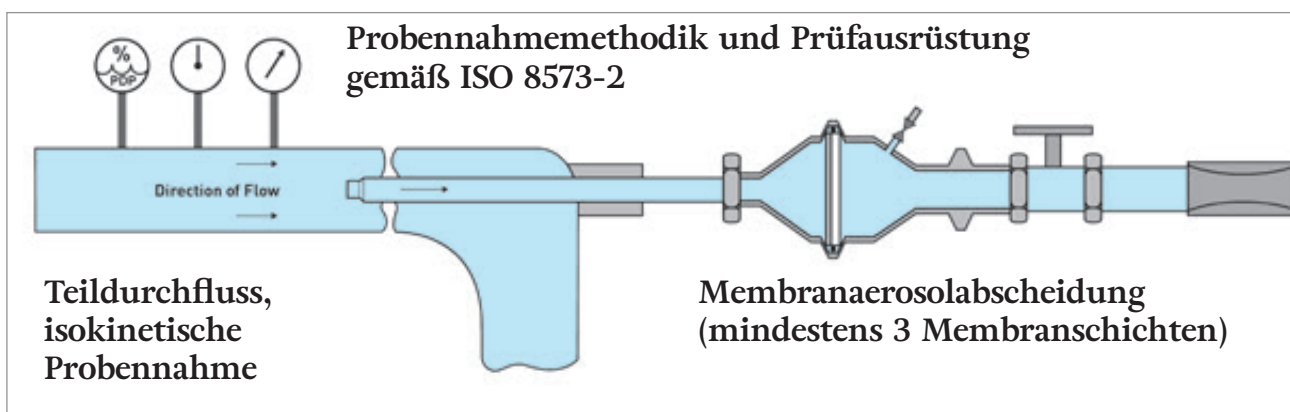


Wie die Leistung von Koaleszenzfiltern getestet wird

Bei der Entwicklung von Koaleszenzfiltern war eine Testmethode für Ölaerosol in Druckluft erforderlich, um ihre Leistung zu demonstrieren. Die frühe von Domnick Hunter entwickelte Prüfmethode wurde später zur PNEUROP*-Norm und schließlich als ISO-Norm in Form der ISO 8573-2 übernommen.

*PNEUROP, die europäische Vereinigung von Herstellern von Kompressoren, Druckluftwerkzeugen und Luftaufbereitungsanlagen.

Die ISO 8573-2 legt die Prüfmethodik und Prüfausrüstung fest, um in einem Druckluftsystem genau auf Aerosole zu testen. Wenn jedoch die ISO 8573-2 zum Testen der Filterleistung verwendet wird, gibt es ein Problem.



Um die Leistung eines Koaleszenzfilters zu testen, um zu sehen, wie er in einem Druckluftsystem funktioniert, müssen Ölaerosole erzeugt und am Einlass des Filters eingeleitet werden. Der Wert des verwendeten Ölaerosols wird als „Einlass-Prüfkonzentration“ bezeichnet.

In der Vergangenheit verwendete jeder Filterhersteller eine andere Einlasskonzentration, um seine Produkte zu testen und zu bewerten.

Für einen Benutzer, der einen Vergleich mit der Produktliteratur durchführt, scheinen Produktleistung und Energieverbrauch vergleichbar zu sein, während die tatsächliche Filtrationsleistung zwischen Filtern (und der Energieverbrauch) oft erheblich variieren können.

Einführung der Prüfnorm ISO 12500-1 für Koaleszenzfilter

Um die genaue Prüfung von Koaleszenzfiltern zu ermöglichen und eine standardisierte Methode zur Anzeige von Leistungsdaten bereitzustellen, wurde die ISO 12500-1 entwickelt.

Bei der Prüfung nach ISO 12500-1 wird jeder Filter mit einer spezifischen Einlasskonzentration von Ölaerosol auf standardisierten Prüfgeräten und unter standardisierten Betriebsbedingungen getestet.

Beim Vergleich von Filtern, die gemäß der Norm ISO 12500-1 getestet wurden, sollte der Anwender in der Lage sein, eine fundiertere Kaufentscheidung zu treffen, da die Filter zu denselben Referenzbedingungen und identischen Einlasskonzentrationen getestet wurden.



Prüfung eines Filters gemäß ISO 12500-1

Die ISO 12500-1 besagt, dass der Ölaerosolgehalt der Druckluft nach dem Filter mit der bewährten Probennahmemethodik und Prüfausrüstung gemäß ISO 8573-2 gemessen wird.

Darüber hinaus sieht die ISO 12500-1 einen Aerosolgenerator vor, der dem Filter vorgeschaltet ist, um eine Aerosolprüfung zu ermöglichen.

Das erzeugte Aerosol hat eine durchschnittliche Größe von 0,3 Mikrometer (ein typisches MPPS für Filtrationsmedien).

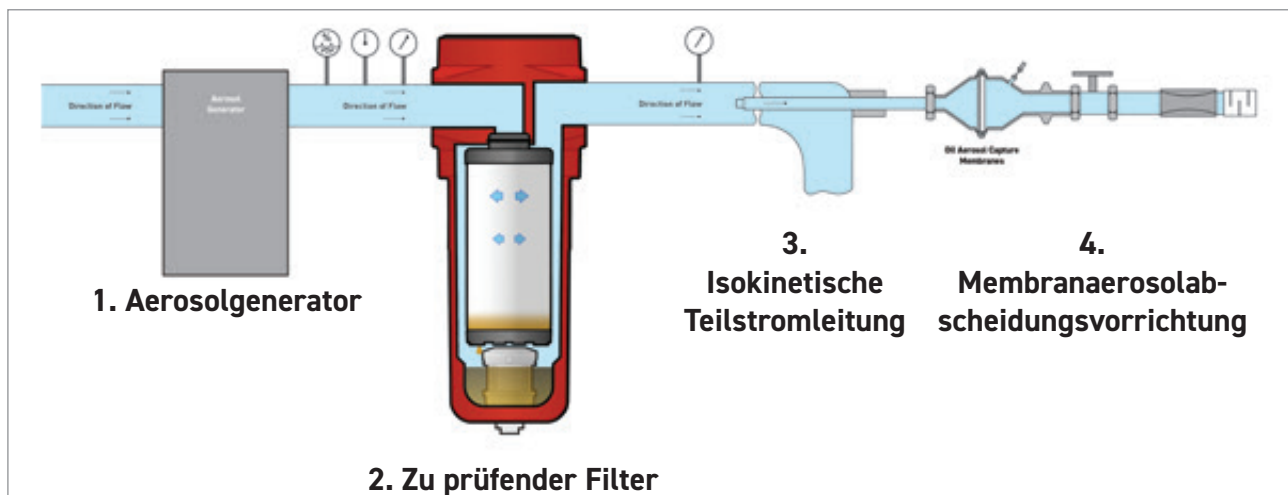
In der Norm sind zwei Einlasskonzentrationen für Ölaerosole angegeben, 40 mg/m³ und 10 mg/m³.

Die ausgewählte Prüfkonzentration wird vom Filterhersteller festgelegt und muss bei der Angabe der Produktleistungsdaten angegeben werden.

Um genaue Testergebnisse zu erhalten, muss gemäß ISO 12500-1 der Test dreimal mit demselben Filterelement wiederholt und die Ergebnisse gemittelt werden.

Mindestens 3 Beispiele für jedes Filtermodell müssen ebenfalls getestet werden. Daher entspricht die für einen einzelnen Filter angegebene Leistung dem Durchschnitt von 9 separaten Tests.

Das folgende Diagramm zeigt eine Probennahmeverrichtung gemäß ISO 12500-1.



Die Probennahmeverrichtung nach ISO 12500-1 besteht aus Folgendem:

1. Der Aerosolgenerator
2. Der zu prüfende Filter
3. Die nach ISO 8573-2 empfohlenen isokinetischen Teilstromleitungen
 - Dies wird verwendet, wenn der Luftstrom des Filters größer ist als der maximale Luftstrom des Probennahmegeräts (in diesem Fall des Membranabscheidesystems)
 - Die isokinetische Probennahme stellt sicher, dass die Luftgeschwindigkeit und Aerosolverteilung im Membranhalter mit der Geschwindigkeit und Aerosolverteilung in den Hauptleitungen übereinstimmen
4. Die gemäß ISO 8573-2 empfohlene Membranaerosolabscheidungs- und -abtrennungsvorrichtung
 - Dieses Gerät enthält mindestens 3 Membranen, die Ölaerosole aufnehmen
 - Der Ölgehalt wird nach der Probennahme mit einem Lösungsmittel-extraktionsverfahren gemessen
 - Das Lösungsmittel wird über die Membranen geleitet, um das Öl von der Membran zu entfernen
 - Das Lösungsmittel wird dann mittels FTIR (Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie) analysiert und eine Ölkonzentration bestimmt

Prüfverfahren nach ISO 12500-1

Drei Filter derselben Größe müssen geprüft werden und jeder Filter wird dreimal geprüft.

1. Wählen Sie eine geeignete Prüfkonzentration aus der Norm ISO 12500-1 aus
 - 40 mg/m³ oder 10 mg/m³
2. Berechnen Sie die Belastung für den Filter
 - Wenn z. B. ein Filter eine maximale Durchflussrate von 250 m³/h bei 7 barg hat und eine Prüfkonzentration von 40 mg/m³ ausgewählt wurde, wird der Filter mit insgesamt 250 m³/h x 40 mg/m³ belastet = 10.000 mg/h Ölaerosol
3. Lassen Sie den Filter bei 100 % des Nenn-durchflusses fließen und notieren Sie den anfänglichen Differenzdruck
4. Richten Sie den Aerosolgenerator ein
5. Führen Sie bei dem Filter / dem zu prüfenden Element eine Vorbehandlung mit Ölaerosol durch
 - Bevor die vollständige Prüfung beginnen kann, muss der Filter so konditioniert werden, dass die Leistung im gesättigten Zustand des Elements aufgezeichnet wird (dies simuliert die Leistung des Koaleszenzfilterelements im Normalbetrieb).
 - Die Konditionierung erfordert, dass das Filterelement mit der ausgewählten Prüfkonzentration (40 mg/m³ oder 10 mg/m³) belastet wird, bis das Gleichgewicht erreicht ist
- Die Vorkonditionierung dauert in der Regel 8 bis 16 Stunden, je nach ausgewählter Einlassbelastung und zu testender Filtrationsklasse
- Die Vorkonditionierung stellt sicher, dass die in der Norm ISO 12500-1 genannten Kriterien für die Testbereitschaft (Gleichgewicht) erfüllt sind
6. Belasten Sie den Filter bei 100 % des Nenn-durchflusses mit der ausgewählten Ölaerosol-Einlassmenge
 - Es müssen je 3 Proben mit jeweils separatem Membranprobenahmegerät entnommen werden
7. Notieren Sie den gesättigten (feuchten) Differenzdruck
8. Führen Sie die Lösungsmittlextraktion an den Membranen von jeder der 3 Proben einzeln durch
9. Analysieren Sie mit FTIR jede der 3 Lösungsmittelproben einzeln
10. Notieren Sie die Ölverschleppung (für jede der 3 Proben)
11. Wiederholen Sie die Schritte 3 bis 10 für zwei neue Filter
12. Berechnen Sie die durchschnittliche Ölverschleppung (aus den 9 Ergebnissen)
13. Berechnen Sie den durchschnittlichen gesättigten dP (aus den 9 Ergebnissen)

Filtrations- klasse	Filter-typ	Prüfkonzentration nach ISO 12500-1	Max. Restöl- gehalt bei 21 °C	Anfänglicher Differenzdruck (trocken)	Anfänglicher Differenzdruck (Sättigung)
AO	Koaleszenz	40 mg/m ³	0,5 mg/m ³	< 70 mbar	< 125 mbar
AA	Koaleszenz	10 mg/m ³	0,01 mg/m ³	< 70 mbar	< 125 mbar

ISO 12500-1 Ergebnisse

Das Ergebnis der ISO 12500-1-Prüfung ermöglicht es einem Hersteller, seine Ölverschleppungsleistung sowie seine anfänglichen trockenen und anfänglichen gesättigten (nassen) Differenzdrücke (dPs) darzustellen.

Energieverbrauch

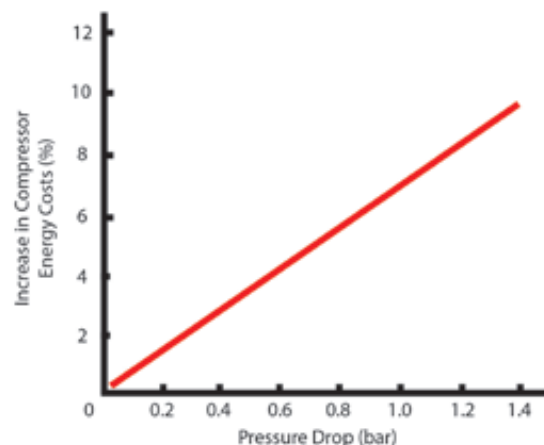
Der Energieverbrauch ist ein wichtiger Faktor für jede Fertigungsanlage und jede installierte Aufbereitungstechnologie verbraucht direkt oder indirekt Energie. Einige Aufbereitungstechnologien erfordern einen direkten Anschluss an eine Stromversorgung. Die elektrischen Anforderungen einschließlich des Stromverbrauchs sind in der Regel in der Literatur angegeben.

Alle Aufbereitungstechnologien wirken sich jedoch auch indirekt auf den Stromverbrauch aus, und zwar in Form von Druckverlust (auch bezeichnet als Druckabfall, Differentialdruck oder mit der Abkürzung dP).

Druckverlust

Jegliche Drosselung des Luftstroms reduziert den an der Verwendungsstelle verfügbaren Druck. Daher erzeugen Kompressoren häufig einen Druck, der über dem für die Anwendung erforderlichen Druck liegt, um Druckverluste im Druckluftsystem auszugleichen.

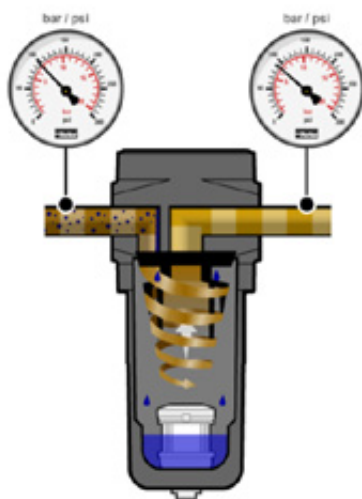
Die Erzeugung von Druckluft mit höherem Druck zur Überwindung von Druckverlusten ist mit Kosten verbunden, die sich aus dem Energieverbrauch des Kompressors ergeben. Es hat sich herausgestellt, dass pro 1 bar zusätzlichem Erzeugungsdruck, der zur Überwindung des Druckabfalls erforderlich ist, der spezifische Energieverbrauch des Kompressors um ca. 7 % steigt. **Daher tragen niedrige Druckverluste zur Reduzierung der Betriebskosten bei.**



Wie Filter Energie verbrauchen

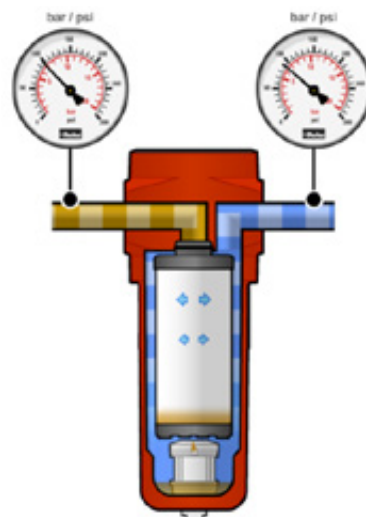
Bei einem Druckluft-Wasserabscheider wird der Druckverlust als fester Druckverlust eingestuft, während Druckverluste wie bei einem

Koaleszenzfilter oder Trockenpartikelfilter eine Kombination aus festem Druckverlust und inkrementellem Druckverlust sind.



Wasserabscheider
Nur feste Druckverluste

Feste Druckverluste sind von vornherein in den Abscheider/Filter eingeplant und stammen aus dem Wasserabscheidergehäuse/Filtergehäuse und aus den Konstruktionen der Wasserabscheidermodule bzw. Filterelement-Endkappen.



Koaleszenzfilter
Feste und inkrementelle Druckverluste

Inkrementelle Druckverluste hingegen gehen vom Filterelement aus, wenn es in Betrieb genommen wird (Sättigung des Filterelements bei Koaleszenzfiltern und Verstopfung von Partikeln bei Koaleszenz- und Trockenpartikelfiltern).

Der Unterschied zwischen nassem und trockenem dP

Die Druckverluste in der Literatur zu Druckluftreinigungsgeräten werden als dP oder Differenzdruck angegeben. Um Verwechslungen zu vermeiden, sollte in der Literatur zu Koales-

zenzfiltern sowohl ein trockener als auch ein feuchter (gesättigter) Differenzdruck angegeben werden.

Filtrations- klasse	Filtertyp	Anfänglicher Differenzdruck (trocken)	Anfänglicher Differenzdruck (Sättigung)
AO	Koaleszenz und Trockenpartikel	< 70 mbar (1 psi)	< 125 mbar (1,8 psi)
AA	Koaleszenz und Trockenpartikel	< 70 mbar (1 psi)	< 125 mbar (1,8 psi)



Für Koaleszenzfilter kann der trockene dP-Wert weitgehend ignoriert werden.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass Koaleszenzfilter in den ersten 24 Betriebsstunden mit Öl und Wasseraerosolen „benetzt“ werden.

Wenn in der Literatur eines Koaleszenzfilters der Differenzdruck nicht als feucht oder gesättigt angegeben ist, sollte der Hersteller um Klärung gebeten werden, da der nasse dP der tatsächliche Ausgangs-dP eines Koaleszenzfilters ist.

In der Literatur zu Trockenpartikelfiltern wird nur ein trockener Differenzdruck angegeben, da keine Öl- und Wasseraerosole vorhanden sind.

Wichtiger Hinweis: dP im Vergleich zum Durchfluss

In der Regel basieren die angegebenen Differenzdruckverluste für Koaleszenzfilter gemäß ISO 12500-1 auf einem Filter, der bei 100 % seiner Nennkapazität benetzt/durchströmt wurde.

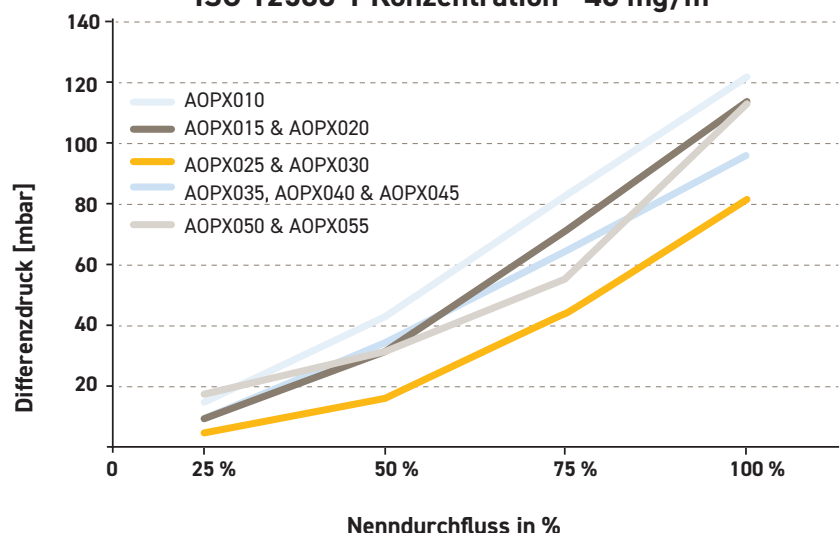
Im Allgemeinen werden Druckluftfilter jedoch nicht mit 100 % Kapazität durchströmt, da bei der Auslegung eines Filters ein Durchfluss mit einer Durchflussrate ausgewählt wird, die gleich oder größer ist als der Durchfluss des Druckluftsystems (bei minimalem Betriebsdruck).

Da der Filter in der Regel nicht mit 100 % Kapazität arbeitet, beginnt der dP des Filters daher an einem niedrigeren Punkt als der angegebene Wert.

Parker OIL-X-Filter sind die ersten industriellen Druckluftfilter, die einen Differenzdruck nicht nur bei 100 % des Nenndurchflusses, sondern auch bei 25 %, 50 % und 75 % des Nenndurchflusses und für jedes Filtermodell zeigen.

Dies bietet eine realistischere Ansicht des anfänglichen dP.

OIL-X Klasse AO Koaleszenzfilter
Anfänglicher Differenzdruck (gesättigt) (25 - 100 % Durchflussrate)
ISO 12500-1 Konzentration - 40 mg/m³



Der nasse dP ist nur der Anfang

Es ist auch wichtig zu verstehen, dass die in der Produktliteratur angegebenen dP-Daten einen Filter in einem „neuwertigen“ Zustand anzeigen.

Während des Betriebs der Koaleszenz- und Trockenpartikelfilter werden atmosphärische Partikel, Rost, Rohrablagerungen und Mikroorganismen abgeschieden und die Druckluft strömt durch das Filtermaterial, wodurch die Druckverluste mit zunehmender Nutzungsdauer des Filters zunehmen.

Daher sollten die in den Spezifikationen der Produktliteratur angegebenen Differenzdruckdaten niemals verwendet werden, um die Betriebskosten über einen Zeitraum von 12 Monaten zu schätzen.

Bei der Berechnung der Energieverbrauchs-kosten für Koaleszenz- und Trockenpartikelfilter sind die Verstopfungseigenschaften des Filters immer zu berücksichtigen, da dies ein Hinweis auf das Schmutzrückhaltevermögen des Filters ist.

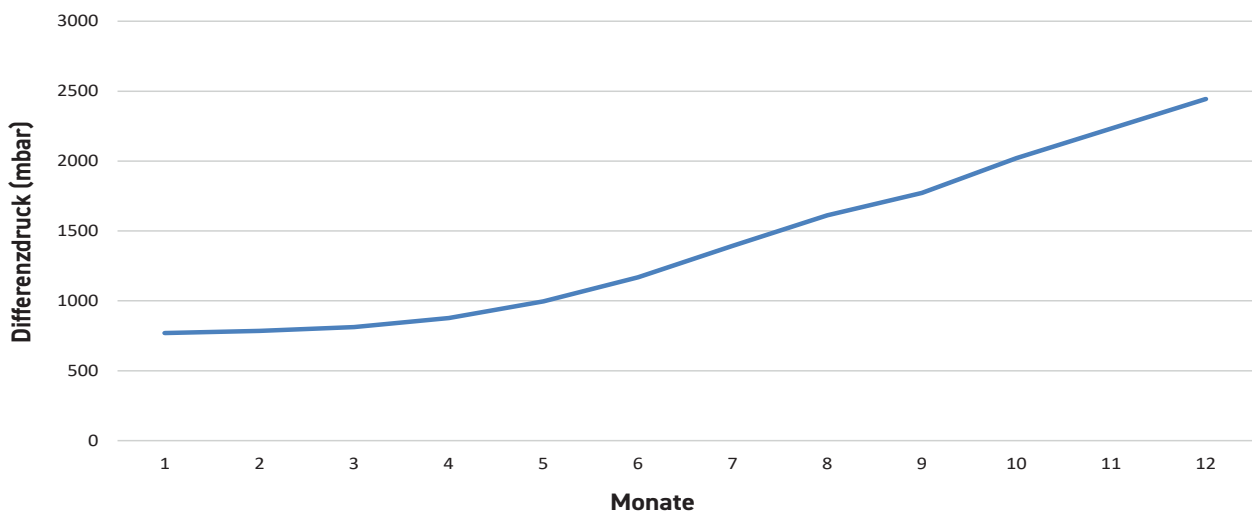


Neu
Filtermaterialien



Blockiert
Filtermaterialien

Druckluftfilter Schmutzbelastungsdiagramm



Die obige Grafik (mit kumulativem Differenzdruck über der Zeit) wurde mit Messdaten aus dem Schmutzbelastungstest eines marktüblichen Koaleszenzfilters erstellt.

Obwohl die Hersteller dieses Filters einen niedrigen dP-Wert angeben und enorme Energieeinsparungen versprechen, zeigen die Schmutzbelastungstests, dass der Filter ineffizient ist und schnell verstopft, was zu hohen Betriebskosten führt.

Die wahren Kosten des Filterbetriebs

Um die tatsächlichen Betriebskosten eines Filters zu berechnen, müssen Sie sowohl den anfänglichen Druckabfall über den Filter als auch die Verstopfungseigenschaften des Filterelements berücksichtigen (wie

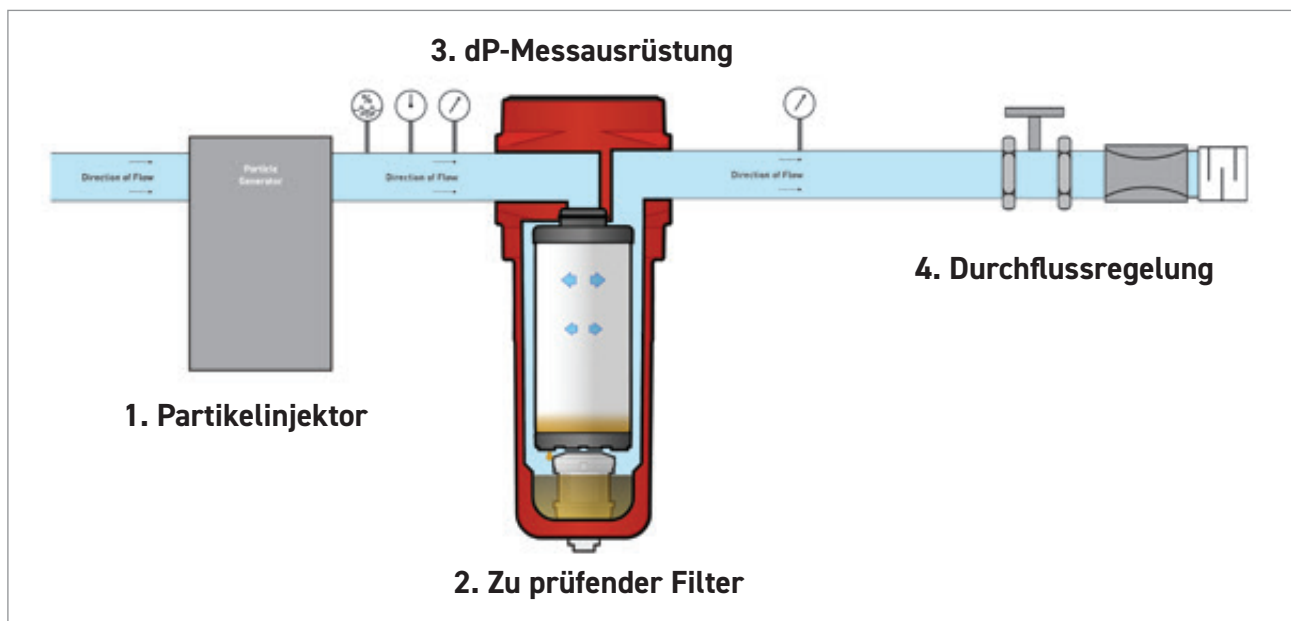
das Filterelement mit Feststoffpartikeln aus der Druckluft und dem Speicher- und Verteilungssystem blockiert). Nur wenn diese Faktoren berücksichtigt wurden, können die tatsächlichen Betriebskosten ermittelt werden.

Prüfung des Druckluftfilters auf Schmutzbelastung

Zum Bestimmen der Verstopfungseigenschaften eines Druckluftfilters wird ein spezieller Prüfstand eingesetzt. Dieser Prüfstand ermöglicht es, eine gemessene Menge an Testpartikeln (entsprechend der monatlichen Filterbelastung) in den Druckluftstrom vor einem Filter einzuspritzen und den Differenzdruck über den gesamten

Filter hinweg zu erfassen. Dies wird zwölf Mal durchgeführt, um die Filterblockierung über einen Zeitraum von 12 Monaten zu simulieren.

Das folgende Diagramm zeigt einen Prüfstand für Schmutzbelastung.



Der Prüfstand für Schmutzbelastung besteht aus Folgendem:

1. Der Partikelinjektor

- Dieses Gerät injiziert die ISO 12103-1-Probe, A4-Teststaub, in den Druckluftstrom
- Gewährleistet eine gleichmäßige Partikelverteilung im Luftstrom

2. Der zu prüfende Filter

3. Differenzdruckmessgeräte

- Wird zur Messung der Differenz zwischen Einlassdruck und Auslassdruck verwendet
- Die dP-Messung umfasst den festen Druckverlust der Schnittstelle zwischen Gehäuse und Element und die inkrementellen Druckverluste, wenn der Filter mit den Testpartikeln blockiert

4. Durchflussregelung

- Auf 100 % der Nenn-Durchflusskapazität der Testfilter eingestellt

Schmutzbelastungstestverfahren

1. Berechnen Sie die Prüfkonzentration, die einem Filtergebrauch von 12 Monaten entspricht, basierend auf einer Prüfkonzentration am Einlass von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ISO 12103-1, A4-Teststaub
 - Dies ist die Gesamtmenge an Partikeln, die der Filter in 12 Monaten Dauerbetrieb behandeln kann
 - Wenn ein Filter beispielsweise eine maximale Durchflussrate von $250 \text{ m}^3/\text{h}$ hat und mit einer Prüfkonzentration von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Testpartikel getestet wird, wird der Filter mit insgesamt $250 \text{ m}^3/\text{h} \times 10 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 8736 \text{ h} = 21,84 \text{ g}$ Testpartikel getestet
2. Berechnen Sie die Expositionskonzentration, die einem Filtergebrauch von einem Monat entspricht
 - Gesamtkonzentration über $\div 12 = 1,82 \text{ g}$
3. Stellen Sie den Partikelinjektor so ein, dass $1,82 \text{ g}$ Testpartikel abgegeben werden.
4. Führen Sie die Prüfung gemäß ISO 12500-1 durch
 - Dies gilt nur für Koaleszenzfilter
 - Die Prüfung auf Schmutzbelastung sollte direkt nach der ISO 12500-1-Prüfung durchgeführt werden, während das Element noch mit Öl gesättigt ist
5. Notieren Sie das Elementgewicht, bevor der Test beginnt
6. Lassen Sie den Filter bei 100 % des Nenn-durchflusses fließen
7. Notieren Sie den anfänglichen dP
 - Anfänglicher Trocken-dP für Trockenpartikelfilter
 - Anfänglicher Nass-dP für Koaleszenzfilter
8. Spritzen Sie Testpartikel in den Luftstrom ein
 - In diesem Beispiel $1,83 \text{ g}$ Testpartikel.
9. Zeichnen Sie den Differenzdruck auf
10. Wiederholen Sie die Schritte 8 und 9, bis die monatliche Expositionskonzentration 12 Mal in den Luftstrom injiziert wurde
 - Zur Simulation von 12 Betriebsmonaten
 - Gibt einen kumulativen dP-Wert an
11. Zeichnen Sie das Elementgewicht nach Abschluss des Tests auf
 - Um zu bestätigen, dass die korrekte Beanspruchung durchgeführt wurde
12. Stellen Sie die Daten grafisch dar, um die Verstopfungseigenschaften des Filters beim Test zu zeigen

Umwandlung von Verstopfungseigenschaften in nutzbare Daten

Sobald die Verstopfungseigenschaften eines Filters bekannt sind, können die Differenzdruckdaten in Energieverbrauchs-, Finanz- und Umweltdaten umgewandelt werden, z. B. Energieverbrauch in kW, Betriebskosten und kg/CO_2 , die bei der Stromerzeugung freigesetzt werden.

Zusätzlich zu den Anschaffungskosten des Filters und des Elements können die Informationen auch verwendet werden, um die Gesamtbetriebskosten eines Produkts zu berechnen.

Hersteller	1 Jahr Kosten		5 Jahre Kosten		10 Jahre Kosten	
	Pfund	Euro	Pfund	Euro	Pfund	Euro
Parker	142 £	166 €	710 £	827 €	1421 £	1656 €
Alt-Hersteller	1088 £	1267 €	5440 £	6340 €	10.881 £	12.680 €
Einsparungen mit Parker	945 £	1101 €	4729 £	5511 €	9459 £	11.023 €

Beispiel für einen Vergleich der laufenden Kosten mit Schmutzbelastungsprüfdaten

Vergleich von Druckluftfiltern

Um die Kosteneffizienz seiner OIL-X-Filterreihe zu demonstrieren, hat die GSFE-Division von Parker ein Programm vergleichender Filtertests durchgeführt.

Mithilfe von Modellen mit 1-Zoll-Anschluss wurden Filter von mehreren Druckluftfilterherstellern ausgewählt, deren Produktleistungsansprüche denen der OIL-X-Filterserie ähneln.

Die für den Test ausgewählten Klassen entsprachen den Parker OIL-X Universal-Koaleszenzfiltern der Klasse AO und den Hochleistungs-Koaleszenzfiltern der Klasse AA.

Die Filter wurden zunächst gemäß ISO 12500-1 getestet, um festzustellen, ob ihre Ölverschleppungswerte innerhalb der in der Produktliteratur angegebenen Spezifikation lagen.

Die getesteten Filter wurden dann dem zuvor beschriebenen Verschmutzungsbelastungstest unterzogen. Die Ölverschleppungsdaten sind in den Ergebnisdiagrammen enthalten.

Da die maximale Durchflussrate jedes 1-Zoll-Filters von Hersteller zu Hersteller variiert, variiert auch die Partikelkonzentration.

OIL-X Filter wurden bei maximalem Nenn-durchfluss und derselben Durchfluss- und Prüfkonzentration des Filters getestet, mit dem sie verglichen werden. Dies dient zum Vergleich der beiden Filter.

Wichtige Hinweise:

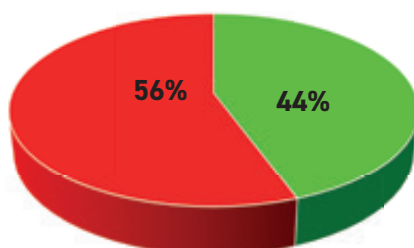
- Es wurden Filter mit einer Anschlussgröße von 1 Zoll getestet
- Die Durchflussrate jedes 1-Zoll-Filters variiert je nach Hersteller
- Die Ansaugkonzentration wird pro Kubikmeter Luft angegeben
- Verwendete Einlassbelastung = 10 µg Teststaub nach ISO-Norm pro Kubikmeter Druckluft
- Die Gesamtbelastungskonzentration (gms) = Einlassbelastung/m³ x Durchfluss (m³/h)
- Monatliche Belastung = Gesamtbelastungskonzentration (gms) ÷ 12
- Jeder Filter wurde 12 Mal mit dem monatlichen Belastungswert belastet
- dP wurde nach jedem monatlichen Belastungstest erfasst
- Je höher die Durchflussrate, desto mehr Ölaerosol und Partikel werden dem Filter zugeführt

Vergleichstests (Ergebnisse nach ISO 12500-1)

Von 18 getesteten Filtermodellen von Mitbewerbern:

Erreichten nur 44 % der Universal-Klassen die in der Literatur angegebenen Ölverschleppungswerte

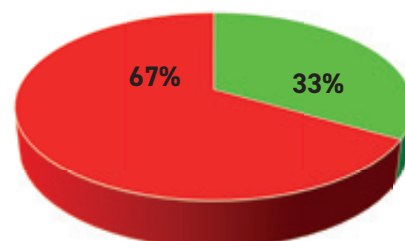
General Purpose Grades
Meeting Claimed Oil Carryover
Specification When Tested in Accordance
with ISO12500-1



■ Pass ■ Fail

Und nur 33 % der Hochleistungsklassen erreichten die in der Literatur angegebenen Ölverschleppungswerte

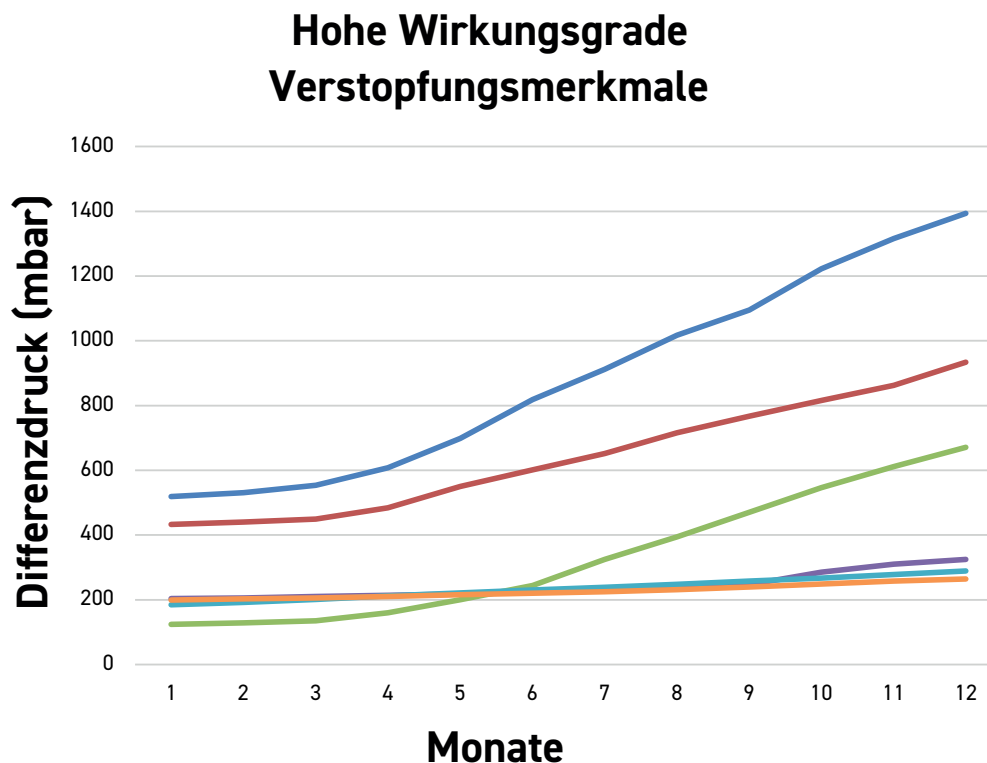
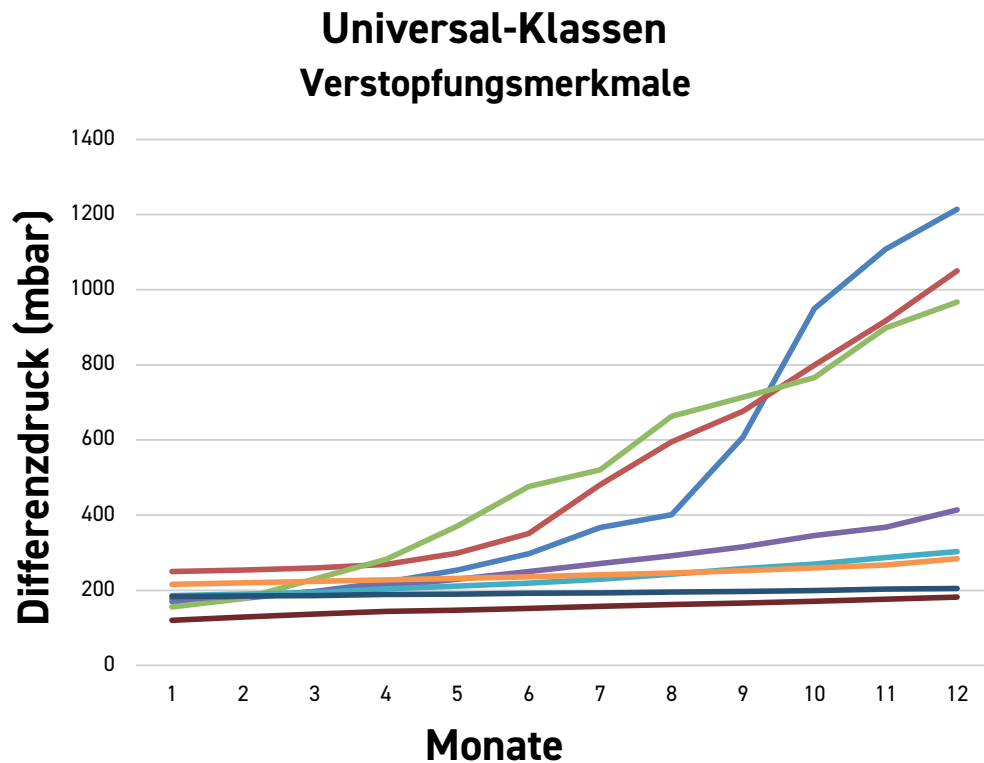
High Efficiency Grades
Meeting Claimed Oil Carryover
Specification When Tested in Accordance
with ISO12500-1



■ Pass ■ Fail

Vergleichstests (Schmutzbelastung)

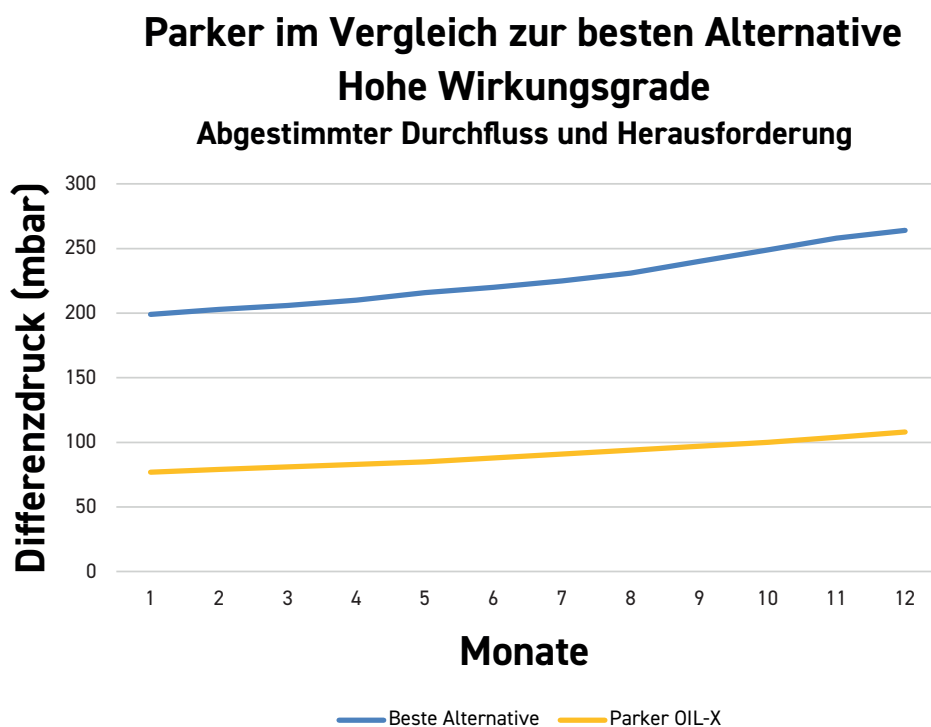
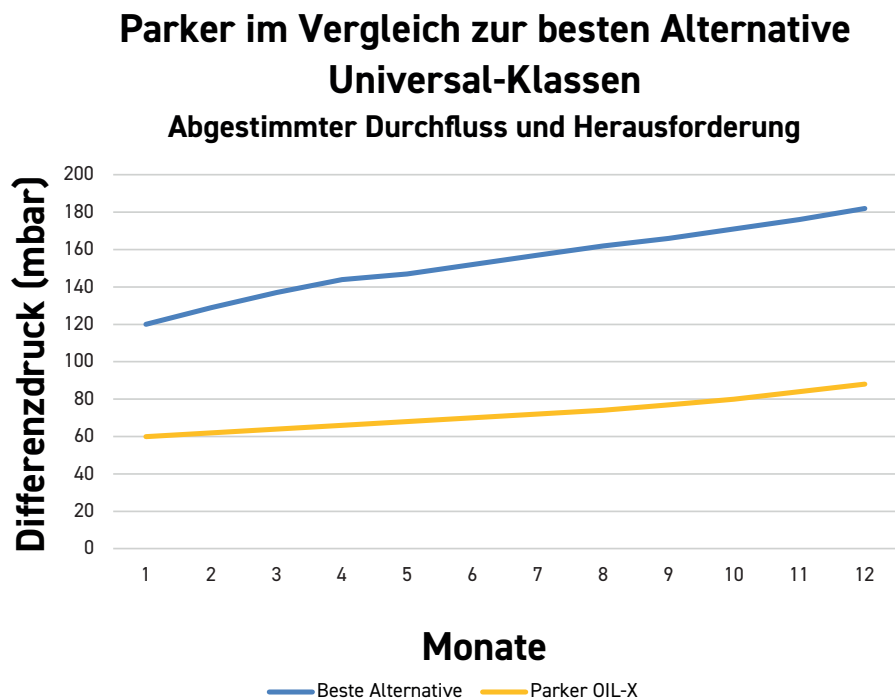
Die folgenden Diagramme zeigen die Verstopfungseigenschaften der getesteten Filter, die die in der Literatur angegebenen Ölverschleppungswerte erreichen.



Parker OIL-X im Vergleich zum besten getesteten alternativen Koaleszenzfilter

Der Vergleich der OIL-X Universal- und Hochleistungsklassen von Parker mit den leistungstärksten Alternativen zeigt, wie OIL-X für eine extrem hohe Schmutzaufnahmekapazität und

einen Differenzdruck entwickelt wurde, der niedrig beginnt und während seiner 12-monatigen Lebensdauer niedrig bleibt.



Hinweis: Die besten dargestellten Universal- und Hochleistungsfilter stammen von 2 verschiedenen Herstellern

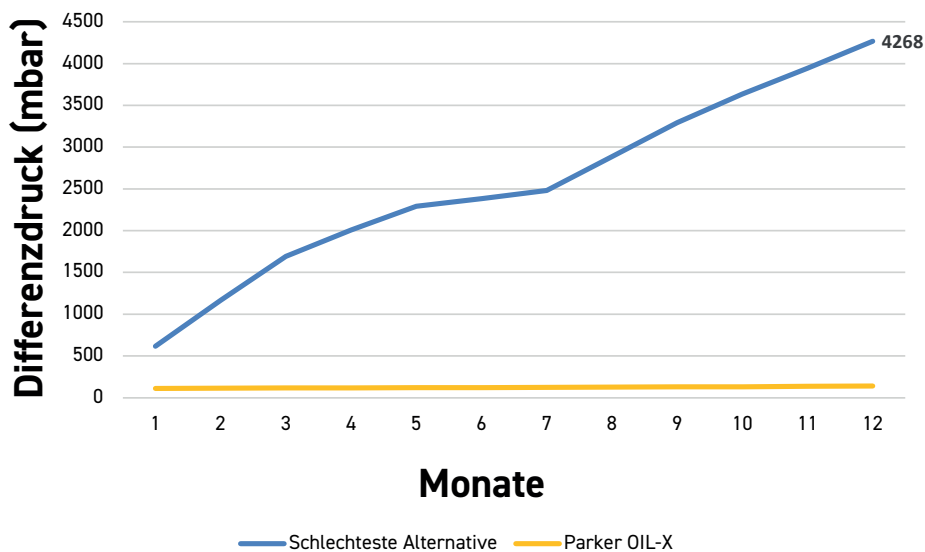
Parker OIL-X im Vergleich zum schlechtesten getesteten alternativen Koaleszenzfilter

Der Vergleich von Parker OIL-X Universal- und Hochleistungsklassen mit den leistungsschwächsten Alternativen zeigt, wie Filter, die in der Literatur ähnlich aussehen und eine

ähnliche Leistung beanspruchen, extrem unterschiedliche Filtrationsleistungen, Verstopfungseigenschaften und Betriebskosten haben können.

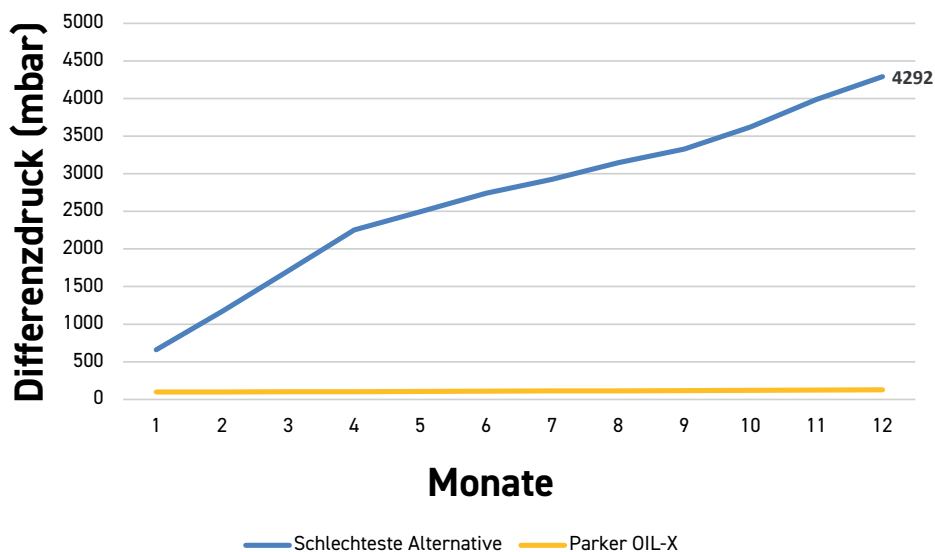
Parker im Vergleich zur schlechtesten Alternative Universal-Klassen

Abgestimmter Durchfluss und Herausforderung



Parker im Vergleich zur schlechtesten Alternative Hohe Wirkungsgrade

Abgestimmter Durchfluss und Herausforderung



Hinweis: Die schlechtesten dargestellten Universal- und Hochleistungsfilter stammen von demselben Hersteller

Zwei Filter sind besser als einer

Um Druckverluste zu reduzieren und gleichzeitig die hohe Reinheit der Druckluft sicherzustellen, die in vielen industriellen Anwendungen erforderlich ist, wird in der Regel eine Kombination von Filterklassen verwendet.

Koaleszenzfilter sollten immer paarweise installiert werden, es wird jedoch nicht immer verstanden, warum.

Es gibt ein weit verbreitetes Missverständnis, wenn zwei Filter in einer Anlage zum Einsatz, dass ein Filter ein Ölabscheidefilter und der andere ein Partikelfilter ist.

Leider ist dies nicht richtig, da beide Filter in Wirklichkeit Koaleszenzfilter mit unterschiedlichen Filtrationsklassen sind.

Das Paar Koaleszenzfilter, bestehend aus einem Universalfilter und einem Hochleistungsfilter.

Beide Filter arbeiten auf die gleiche Weise und behandeln die gleichen sechs Verunreinigungen, die üblicherweise in einem Druckluftsystem vorkommen (Ölaerosole/Wasseraerosole/atmosphärische Partikel/Rost/Ablagerungen/Mikroorganismen).

Der Zweck des ersten Koaleszenzfilters, der Universalklasse, ist es, die Luft vorzubehandeln und den zweiten Filter, den Hochleistungsfilter, vor starker Verunreinigung zu schützen.

Universal-Koaleszenzfilter

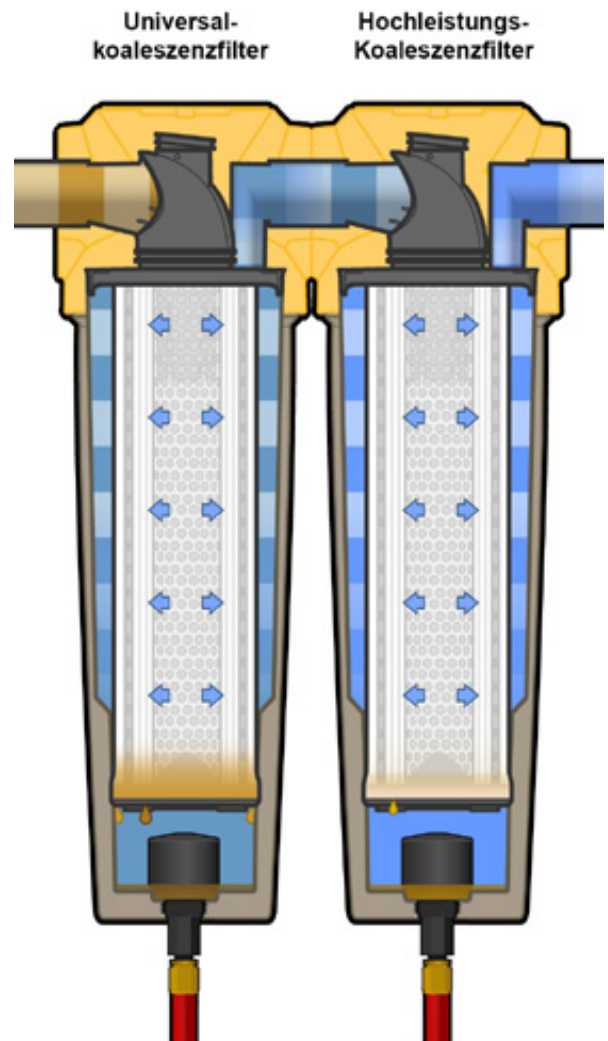
Ein Universal-Koaleszenzfilter bietet in der Regel eine Partikelreduzierung bis zu $1\text{ }\mu\text{m}$ und eine Reduzierung des Ölaerosols um $0,5\text{ mg/m}^3$ mit einem Wirkungsgrad von 99,9 %.

Hochleistungs-Koaleszenzfilter

Bei Verwendung eines Universal-Koaleszenzfilters bietet ein Hochleistungs-Koaleszenzfilter in der Regel eine Partikelreduzierung bis zu $0,01\text{ }\mu\text{m}$ und eine Reduzierung des Ölaerosols auf ca. $0,01\text{ mg/m}^3$ mit einem Wirkungsgrad von 99,9999 %.

Das Weglassen eines einzelnen Filters kann zu Problemen führen.

Wenn ein Universalfilter allein verwendet wird, ist das Erreichen der ISO 8573-1 Klasse 1 für Partikel und Klasse 1 oder Klasse 2 für den Gesamtölgehalt nicht möglich (Koaleszenzfilter schützen Adsorptionsfilter vor Aerosolverunreinigung).



Wenn ein Hochleistungsfilter allein verwendet wird, muss dieser einzelne Filter alle größeren Partikel und Aerosole behandeln, die normalerweise durch den Universalfilter reduziert würden, zusätzlich zu den kleineren Aerosolen und Partikeln, für die er ausgelegt, was zu Folgendem führt:

- Verschleppung von Verunreinigungen
- Schnelle Verstopfung
- Hohe Druckverluste
- Häufige Elementwechsel

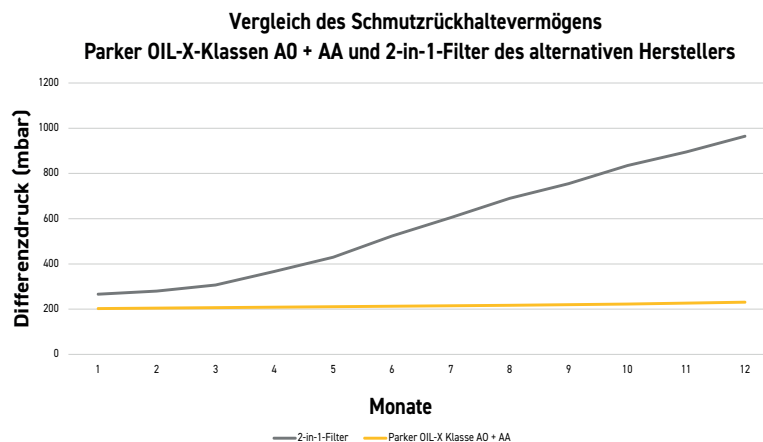
Es hat sich bewährt, Koaleszenzfilter immer paarweise zu installieren

Zwei Koaleszenzfilter im Vergleich zu einem 2-in-1-Filter

In dem Bestreben, die mit Druckluftfiltern verbundenen Druckverluste zu verringern, bieten eine Reihe von Herstellern jetzt 2-in-1-Filter an, die angeblich die mit dem Filtergehäuse verbundenen Druckverluste (und damit den Energieverbrauch) verringern und gleichzeitig den gleichen Reinigungsgrad bieten (d. h. Partikelrückhaltung und Ölverschleppung bis zu 0,01 Mikron / 0,01 mg/m³ oder weniger). Theoretisch gesehen ist dieser Denkansatz sinnvoll.

Um die Vorteile der neuen OIL-X-Filterreihe zu demonstrieren, wurde daher ein Vergleichstest durchgeführt zwischen einem Paar OIL-X-Koaleszenzfilter (Klasse AO + AA) und einem einzelnen 2-in-1-Filter gemäß der Norm ISO 12500-1 & Schmutzlast-Testmethoden.

Die Ergebnisse der ersten ISO12500-1-Tests zeigten, dass die Kombination OIL-X AO + AA zwar die in der Literatur angegebene Leistung für Ölverschleppung und anfänglichen Nassdiffe-



ferenzdruck erreicht, die 2-in-1-Filterölverschleppungsleistung jedoch um 87 % höher war als in der Literatur angegeben, der anfängliche gesättigter Differenzdruck lag sogar um 5 % höher.

Während der angegebene Leistungs-dP der beiden Filter in der Literatur ähnlich aussehen mag, zeigen die Belastungstests etwas anderes, wie in der Grafik zu sehen ist.

Die Tests bestätigten, dass ein Paar Parker OIL-X-Filter ein viel höheres Schmutzrückhaltevermögen hat als der 2-in-1-Filter und daher deutlich niedrigere Betriebskosten verursacht.

Energieeinsparungen

Die Daten des Schmutzbelastungstests können direkt in den Energieverbrauch des Kompressors umgerechnet werden. Die Tabelle zeigt die verfügbaren Energieeinsparungen durch den Einbau eines Parker OIL-X-Filters gegenüber einem 2-in-1-Filter.

Finanzielle Auswirkungen

Mithilfe der Informationen in der Tabelle kann ein Benutzer die jährlichen Betriebskosten sowie die Gesamtbetriebskosten seiner Filter berechnen.

Für die in diesem Test verwendeten Filter war der Anschaffungspreis für die beiden Parker

Basierend auf einem 37-kW-Kompressor	Gesamter Energieverbrauch in einem Jahr Dauerbetrieb
2-in-1-Filter	12.371 kW
Parker OIL-X (Klasse AO + AA)	4.704 kW
Sparen mit Parker OIL-X	7.670 kW
Sparen mit Parker OIL-X (%)	62 %

OIL-X-Filter nur 26 % höher als der 2-in-1-Filter, während ein Paar Parker OIL-X-Filterelemente 42 % niedriger war als für ein einzelnes Filterelement der 2-in-1-Filter. Da der 2-in-1-Filter eine geringere Betriebslebensdauer als OIL-X hat, sind möglicherweise zwei Elementwechsel pro Jahr erforderlich. In diesem Fall sind die OIL-X-Filterelemente um 183 % kostengünstiger als ein Paar von 2-in-1-Elemente.

Was als kostengünstige Alternative erscheint, kann sich als kostspielige Investition erweisen

Parker OIL-X

Nr. 1 in Filtration

Bei Parker entwickeln wir unsere Filtrationsreihen kontinuierlich weiter, um sicherzustellen, dass jeder von uns gelieferte Druckluftfilter das richtige Gleichgewicht zwischen Filtrationsleistung und Energieverbrauch bietet. Das Ergebnis ist ein zuverlässiges Druckluftsystem mit niedrigen Gesamtbetriebskosten.



Luftqualität

- Die Leistung der Koaleszenzfilter geprüft gemäß den Normen ISO 12500-1:2004, ISO 8573-2:2018 & ISO 8573-4:2019
- Die Filtrationsleistung ist von dem unabhängigen Unternehmen Lloyds Register verifiziert.
- Einzige Filterbaureihe mit einer einjährigen Garantie für Luftqualität



Parker OIL-X – Filtrationsleistung unter allen Durchflussbedingungen

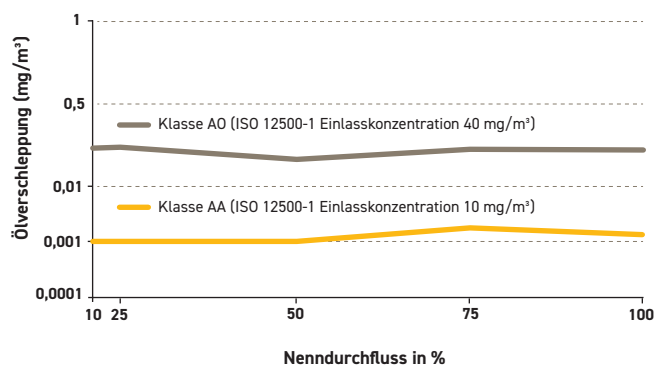
Die Norm ISO 12500-1 wurde für die Prüfung eines Koaleszenzfilters bei den ungünstigsten Parametern von 100 % des maximalen Nenndurchflusses entwickelt. Sie enthält jedoch keine Anforderung, einen Filter bei Teilstrom zu testen. Da die Auslegung eines Koaleszenzfilters von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich ist, kann die Leistung bei Teilstrom variieren. Ein Filter kann zwar bei 100 % des Nenndurchflusses eine gute Leistung erbringen, bei niedrigeren Durchflussraten jedoch nicht.

Aufgrund der einzigartigen OIL-X Filterelementkonstruktion bietet die OIL-X Filterreihe für jede Anschlussgröße einige der höchsten heute verfügbaren Durchflussraten. Filter werden jedoch selten bei 100 % des Nenndurchflusses betrieben. Viele Filter werden oft entsprechend der Rohrgröße der Anlage ausgewählt. Zusätzlich werden in vielen Druckluftsystemen Kompressoren mit variabler Drehzahl installiert, die den Luftstrom anpas-

sen, um den Energieverbrauch besser an den Luftbedarf anzupassen.

Die OIL-X Filtrationsreihe wurde entwickelt, um die Filtrationsleistung bei variablen Einlassströmungsraten aufrechtzuerhalten, wie sie bei Kompressoren mit variabler Drehzahl auftreten. Wie in der Grafik zu sehen, bleibt die OIL-X Filtrationseffizienz bei Teilstromverhältnissen von 10 % bis 100 % der Filternennkapazität konstant.

OIL-X Klasse A0 und AA Ölverschleppung im Vergleich zum Durchfluss



Energieeffizienz

- Erste industrielle Filterreihe, die Daten zu Differenzdruck (dP) für einzelne Modelle liefert
- Erste industrielle Filterreihe, die dP-Daten bei variablen Durchflussbedingungen (25 % / 50 % / 75 % / 100 % des Nenndurchflusses) liefert.
- Erste industrielle Filterreihe, die dP-Kurven für jedes Filtermodell liefert.

Wir bei Parker verstehen, dass Filter nicht immer mit 100 % des Nenndurchflusses betrieben werden. Daher ist Parker OIL-X die erste industrielle Filterreihe, die die anfänglichen Differenzdruckdaten bei Trockenbedingungen und Sättigung für jeden einzelnen Filter (nicht nur die Filterreihe) und bei 25 %, 50 %, 75 % und 100 % des maximalen Durchflusses der Filter anzeigt.

Geringe Lebenszykluskosten

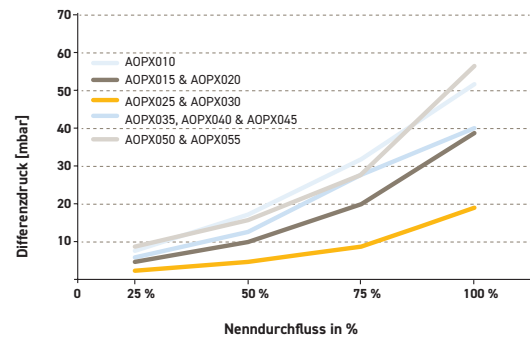
Die Ermittlung des anfänglichen Differenzdrucks bei Trockenbedingungen und Sättigung eines Filters ist nur der Anfang, wenn man den Energieverbrauch des Filters betrachtet. Diese Angaben sind wichtig, beziehen sich jedoch nur auf einen sauberen, sofort einsatzbereiten Filter und sind ein Indikator für den Energieverbrauch eines Filters zu Beginn seiner Lebensdauer.

Heutzutage bieten viele verschiedene Marken Druckluftfilter an. Auch wenn sie optisch ähnlich sind und die Leistung auf dem Papier identisch erscheinen mag, unterscheiden sie sich bei der Inbetriebnahme häufig erheblich voneinander.

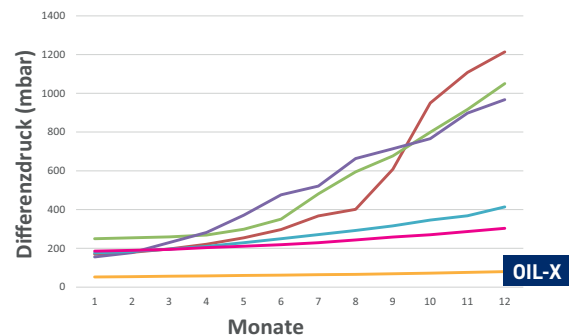
Druckluftfilter werden oft zusammen mit einem Kompressor gekauft, nämlich als Teil eines Pauschalangebots. Daher werden sie auf Grundlage der Anschaffungskosten ausgewählt und die bereitgestellte Luftqualität oder die Gesamtbetriebskosten werden kaum oder gar nicht berücksichtigt.

Modell	Anfänglicher Differenzdruck (Sättigung)			
	100 % Durchfluss	75 % Durchfluss	50 % Durchfluss	25 % Durchfluss
	mbar	mbar	mbar	mbar
AOPX010A	61	40	20*	9
AOPX015B	60	38	23	12
AOPX015C	27	15	10	5

OIL-X Klasse AO Trockenpartikelfilter
Anfänglicher Differenzdruck (trocken) (25 - 100 % Durchflussrate)



General Purpose Grades
Verstopfungseigenschaften



**Parker OIL-X – Differenzdruck
Startet niedrig und bleibt niedrig**

Ein Filter mit einem niedrigen Anschaffungspreis ist nicht immer die kostengünstigste Lösung.

Umweltfreundlich



Die Fertigungsindustrie wird heute in vielen Ländern im Rahmen der Bemühungen um eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen einer kritischen Prüfung unterzogen.

Die Verwendung von Strom wirkt sich direkt auf die Erzeugung und den Ausstoß von CO₂ aus.

Durch die Reduzierung des Energieverbrauchs trägt eine effiziente Filtration dazu bei, den CO₂-Ausstoß einer Produktionsanlage zu reduzieren und die Umwelt zu schützen.

Parker weltweit

Europa, Naher Osten, Afrika

AE – Vereinigte Arabische Emirate, Dubai
Tel: +971 4 8127100

AT – Österreich, St. Florian
Tel: +43 (0)7224 66201

AZ – Aserbaidshan, Baku
Tel: +994 50 2233 458

BE/NL/LU – Benelux, Hendrik Ido Ambacht
Tel: +31 (0)541 585 000

BY – Weißrussland, Minsk
Tel: +48 (0)22 573 24 00

CH – Schweiz, Etoy,
Tel: +41 (0)21 821 87 00

CZ – Tschechische Republik, Prag
Tel: +420 284 083 111

DE – Deutschland, Kaarst
Tel: +49 (0)2131 4016 0

DK – Dänemark, Ballerup
Tel: +45 43 56 04 00

ES – Spanien, Madrid
Tel: +34 902 330 001

FI – Finnland, Vantaa
Tel: +358 (0)20 753 2500

FR – Frankreich, Contamine s/Arve
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25

GR – Griechenland, Piraeus
Tel: +30 210 933 6450

HU – Ungarn, Budaörs
Tel: +36 23 885 470

IE – Irland, Dublin
Tel: +353 (0)1 466 6370

IL – Israel
Tel: +39 02 45 19 21

IT – Italien, Corsico (MI)
Tel: +39 02 45 19 21

KZ – Kasachstan, Almaty
Tel: +7 7273 561 000

NO – Norwegen, Asker
Tel: +47 66 75 34 00

PL – Polen, Warschau
Tel: +48 (0)22 573 24 00

PT – Portugal
Tel: +351 22 999 7360

RO – Rumänien, Bukarest
Tel: +40 21 252 1382

RU – Russland, Moskau
Tel: +7 495 645-2156

SE – Schweden, Borås
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00

SL – Slowenien, Novo Mesto
Tel: +386 7 337 6650

TR – Türkei, Istanbul
Tel: +90 216 4997081

UK – Großbritannien, Warwick
Tel: +44 (0)1926 317 878

ZA – Republik Südafrika, Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700

Nordamerika

CA – Kanada, Milton, Ontario
Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland
Tel: +1 216 896 3000

Asien-Pazifik

AU – Australien, Castle Hill
Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – China, Schanghai
Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong
Tel: +852 2428 8008

IN – Indien, Mumbai
Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Japan, Tokyo
Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – Korea, Seoul
Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam
Tel: +60 3 7849 0800

NZ – Neuseeland, Mt Wellington
Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapur
Tel: +65 6887 6300

TH – Thailand, Bangkok
Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei
Tel: +886 2 2298 8987

Südamerika

AR – Argentinien, Buenos Aires
Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brasilien, Sao Jose dos Campos
Tel: +55 080 0727 5374

CL – Chile, Santiago
Tel: +56 22 303 9640

MX – Mexico, Toluca
Tel: +52 72 2275 4200

Europäisches Produktinformationszentrum
Kostenlose Rufnummer: 00 800 27 27 5374
(von AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE, SK, UK, ZA)

