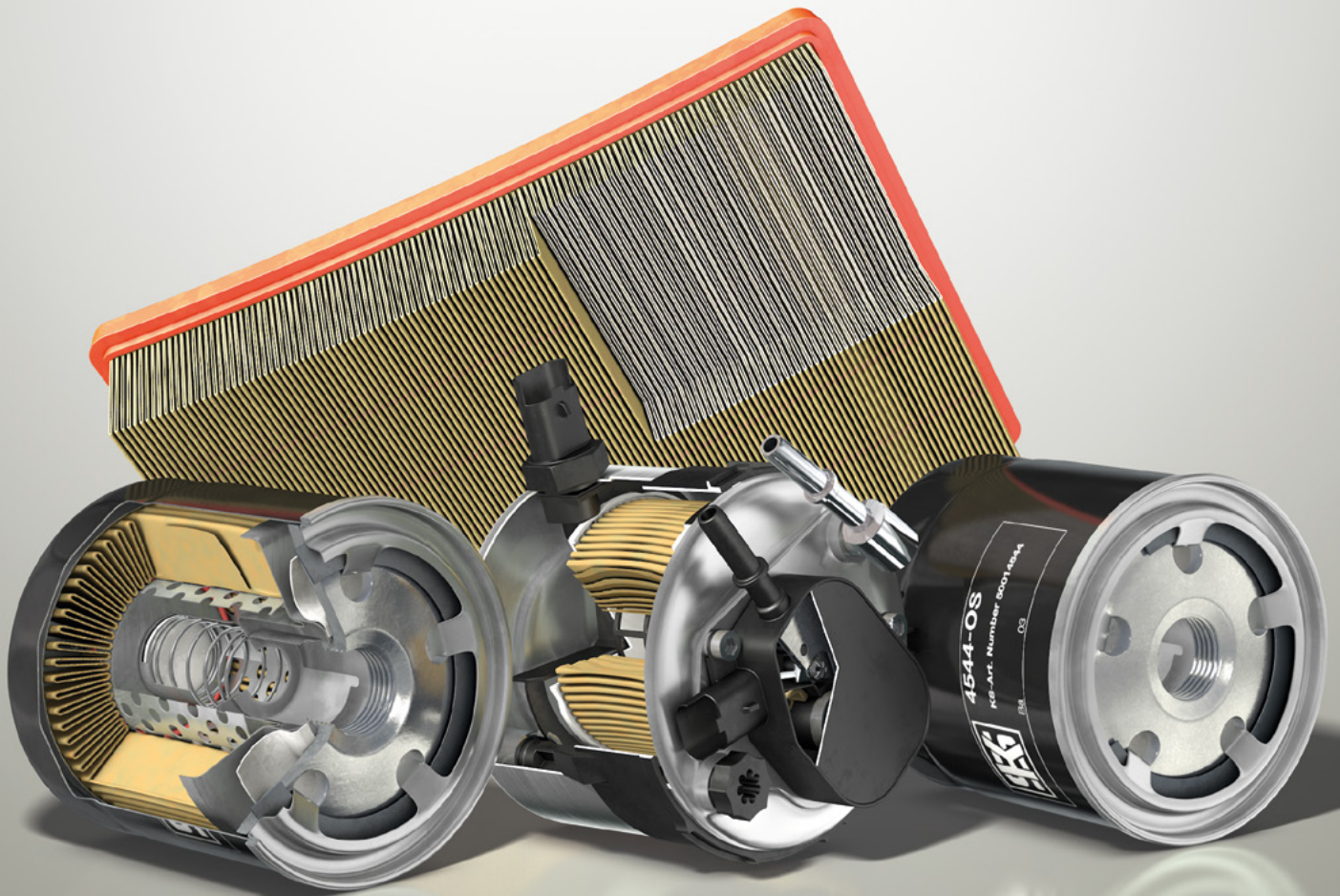




KOLBENSCHMIDT



# WISSENSWERK

TECHNISCHE FILTERBROSCHÜRE

PASSION FOR TECHNOLOGY.



RHEINMETALL

## **Motorservice Gruppe**

### **Qualität und Service aus einer Hand**

Die Motorservice Gruppe ist die Vertriebsorganisation für die weltweiten Aftermarket-Aktivitäten von Rheinmetall Automotive. Sie ist ein führender Anbieter von Motor-komponenten für den freien Ersatzteilmarkt. Mit den Premiummarken Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components sowie der Marke BF bietet Motorservice seinen Kunden aus einer Hand ein breites und tiefes Sortiment in Spitzenqualität. Als Problemlöser für Handel und Werkstatt verfügt sie zudem über ein umfangreiches Leistungspaket. Kunden von Motorservice profitieren so vom geballten technischen Know-how eines großen internationalen Automobilzulieferers.

## **Rheinmetall Automotive**

### **Renommierter Zulieferer der internationalen Automobilindustrie**

Rheinmetall Automotive ist die Mobilitätssparte des Technologiekonzerns Rheinmetall Group. Mit seinen Premiummarken Kolbenschmidt, Pierburg und Motorservice nimmt Rheinmetall Automotive in den Bereichen Luftversorgung, Schadstoffreduzierung und Pumpen sowie bei der Entwicklung, Fertigung und Ersatzteillieferung von Kolben, Motorblöcken und Gleitlagern weltweit Spitzenpositionen auf den jeweiligen Märkten ein. Niedrige Schadstoffemission, günstiger Kraftstoffverbrauch, Zuverlässigkeit, Qualität und Sicherheit sind die maßgeblichen Antriebsfaktoren für die Innovationen von Rheinmetall Automotive.



**KOLBENSCHMIDT**



**PIERBURG**



3. Auflage 01.2010 (062017)  
Artikel-Nr. 50 003 596-01

**Redaktion:**  
Motorservice, Technical Market Support

**Layout und Produktion:**  
Motorservice, Marketing  
DIE NECKARPRINZEN GmbH, Heilbronn

Nachdruck, Vervielfältigung und Übersetzung, auch auszugsweise, nur mit unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung und mit Quellenangabe gestattet.

Änderungen und Bildabweichungen vorbehalten.  
Haftung ausgeschlossen.

**Herausgeber:**  
© MS Motorservice International GmbH

### **Haftung**

Alle Angaben in dieser Broschüre wurden sorgfältig recherchiert und zusammengestellt. Trotzdem können Irrtümer auftreten, Angaben falsch übersetzt werden, Informationen fehlen oder sich die bereitgestellten Informationen inzwischen verändert haben. Für Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität oder Qualität der bereitgestellten Informationen können wir daher weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung übernehmen. Jegliche Haftung unsererseits für Schäden, insbesondere für direkte oder indirekte sowie materielle oder immaterielle, die aus dem Gebrauch oder Fehlgebrauch von Informationen oder unvollständigen bzw. fehlerhaften Informationen in dieser Broschüre entstehen, ist ausgeschlossen, soweit diese nicht auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit unsererseits beruhen.

Entsprechend haften wir nicht für Schäden, die dadurch entstehen, dass der Motoreninstandsetzer bzw. der Mechaniker nicht über das notwendige technische Fachwissen, die erforderlichen Reparaturkenntnisse oder Erfahrungen verfügen.

Inwieweit die hier beschriebenen technischen Verfahren und Reparaturhinweise auf kommende Motorgenerationen anwendbar sind, lässt sich nicht vorhersagen und muss im Einzelfall vom Motoreninstandsetzer bzw. von der Werkstatt geprüft werden.

Inhalt	Seite
1   Einleitung	4
2   Filtration	9
3   Schmutzbelastung und Differenzdruck	11
4   Das Filtermedium	13
5   Luftfilter	15
6   Innenraumfilter	20
7   Lufttrockner	28
8   Kraftstofffilter	29
9   Harnstofffilter	36
10   Kühlmittelfilter	36
11   Ölfilter	37
12   Getriebeölfilter	45
13   Schlusswort	45
Glossar	46



## 1.1 Allgemeines

Sie führen ein Schattendasein, sind aber wichtiger als jegliche Komfortausstattung: Filter. Filter reinigen die Stoffe, die ein Motor benötigt, um richtig arbeiten zu können. Vergessene Wechselintervalle oder eine mangelnde Filterqualität sind nicht selten Ursache für enorme Folgekosten. Die Filtration in modernen Fahrzeugen ist durch immer höher werdende Anforderungen an heutige Motoren sehr umfassend geworden. Hohe Ansprüche der Kunden sowie eine gezielte Umweltpolitik sind Faktoren, die ebenfalls großen Einfluss auf die Entwicklung der Filtertechnologie haben.

Dem Motorfilter ist die Aufgabe zugeordnet, Verunreinigungen und Fremdkörper, die über die Betriebsmittel Luft, Öl und Kraftstoff ins Motorinnere gelangen können, fernzuhalten.

In der Motorentechnik werden für die verschiedenen Betriebsmittel unterschiedliche Filterarten verwendet. Sie unterscheiden sich in Funktion, Aufbau und Wartungsintervallen.

Die Filtriermöglichkeiten sind vielfältig: Schmutzpartikel können mittels

- engmaschiger Kunststoff- oder
- Metallsiebe,
- feinporigem Papier, Filz und Vlies
- oder auch durch Fliehkräfte herausgefiltert werden.

## 1.2 Kolbenschmidt Filtertypisierung

Das Kolbenschmidt Filterprogramm umfasst Luft-, Öl- und Kraftstofffilter sowohl für Pkw- als auch für Nkw-Anwendungen. Je nach Einsatzbereich werden folgende Typen unterschieden:

Bezeichnung	Filtertyp
AC (air cabin)	Innenraumfilter, Standard
ACC (air cabin with activated carbon)	Innenraumfilter mit Aktivkohle
AD (air dryer)	Lufttrockner
AP (air panel)	Luftfilter, Panel
AR (air round)	Luftfilter, rund
CS (coolant spin on)	Kühlmittelfilter
FC (fuel cartridge)	Kraftstofffiltereinsatz
FP (fuel pipe (inline))	Kraftstoff-LeitungsfILTER
FS (fuel spin-on)	Kraftstoff-Anschraubfilter
FX (fuel metalfree)	Kraftstofffiltereinsatz, metallfrei
OC (oil cartridge)	Öl Filtereinsatz
OH (oil hydraulic)	Öl Hydraulikfilter
OS (oil spin-on)	Öl Anschraubfilter
OT (oil transmission)	Automatik-Getriebeölfilter
OX (oil metalfree)	Öl Filtereinsatz, metallfrei
OZ (oil centrifuge)	Öl Zentrifugalfilter

*Filtertypisierung*

## 1.3 Erläuterungen zu den Kolbenschmidt Artikelnummern

Bei den Filtern arbeitet Kolbenschmidt mit zwei Nummernkreisen: Neben der standardisierten achtstelligen Kolbenschmidt Nummer existiert auch eine entsprechende Kurznummer. Die Kurznummer besteht aus drei oder vier Ziffern und zwei oder drei Buchstaben: Die Ziffern identifizieren den Filter, die Buchstaben erläutern den Filtertyp (siehe 2.). Die achtstellige Kolbenschmidt Nummer erscheint auf allen Papieren, wie z. B. auf Lieferscheinen und Rechnungen. Die ersten fünf Stellen lauten immer „50 013“ oder „50 014“; die letzten drei bzw. vier Ziffern identifizieren den Filter und entsprechen somit den Ziffern der Kurznummer.

### Beispiele:

- Öl Filtereinsatz  
095-OC = 50 013 095
- Innenraumfilter mit Aktivkohle  
4027-ACC = 50 014 027



Luftfilter

## 1.4 Der Verschleiß im Verbrennungsmotor

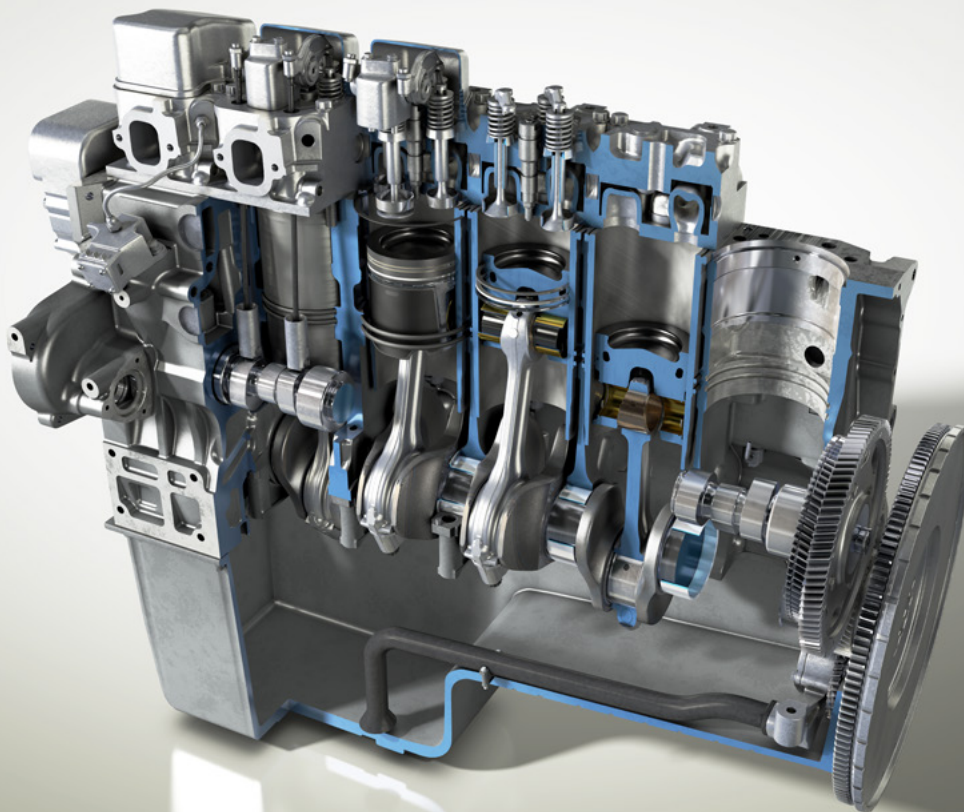
Überall dort, wo sich bewegte Teile berühren oder ineinandergreifen, tritt Reibung auf, die es zu vermeiden gilt.

Als geeignetes Schmiermittel wird hierfür ein mineralisches oder synthetisches Öl verwendet, das einen gleitenden Film zwischen den sich bewegenden Maschinenteilen aufbaut. Diese hauchdünne Trennschicht wirkt als Puffer, um eine direkte Berührung zu verhindern und ein Gleiten zu ermöglichen. Diese Schmierung ist nur dann einwandfrei möglich, wenn das Öl sauber bleibt. Selbst Verunreini-

gungen in mikroskopischer Größe dürfen nicht mittransportiert werden, da sie als Schmirgelmasse den abrasiven Verschleiß an den Motorenteilen enorm beschleunigen.

Kritische Stellen innerhalb des Motors sind Zylinderlaufbahnen, Kolben, Pleuellager, Ventile, Dichtungen, Pleuellager und Pleuellager. Fremdkörper können auf direktem Weg, in Form von Sand oder Sandpartikeln, über den Kraftstoff oder die Ansaugluft in den Motor gelangen. Auch auf indirektem Weg können Fremd-

körper im System verschleißfördernd wirken und für Betriebsstörungen sorgen – als feiner metallischer Abrieb, aus Rückständen einer unvollständigen Verbrennung oder durch kleine Fasern, Kunststoff- oder Gummipartikel.



*Motorenschnitt*

## 1.5 Der Verschleiß an Motorenteilen durch Fremdkörper im System

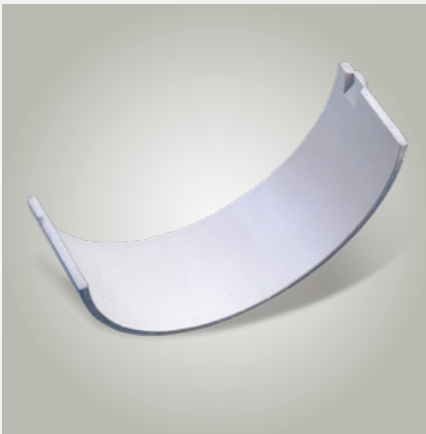


Neuteil

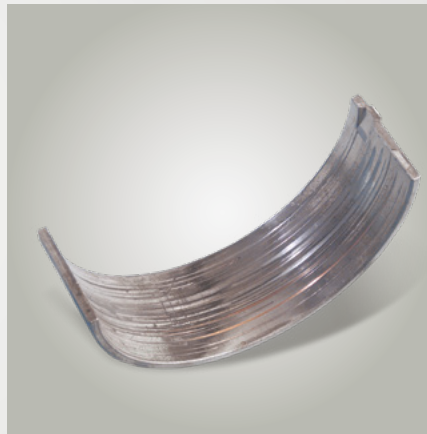


schadhaftes Teil

Enormer Verschleiß an den Laufstegen des Ölabstreifringes.  
Folge: erhöhter Ölverbrauch



Neuteil



schadhaftes Teil

Starke Riefenbildung am Hauptlager, die durch eine Schmirgelmasse aus Öl und Schmutzpartikel entstanden ist.  
Folge: Motorschaden



Neuteil



schadhaftes Teil

Kolben mit deutlichen Verschleißspuren:  
Starker Abrieb an der Kolbenschaftbeschichtung. Durch die fehlende Leichtlaufschicht kann es zum Kolbensmieren, im schlimmsten Fall zum Kolbenfresser kommen.

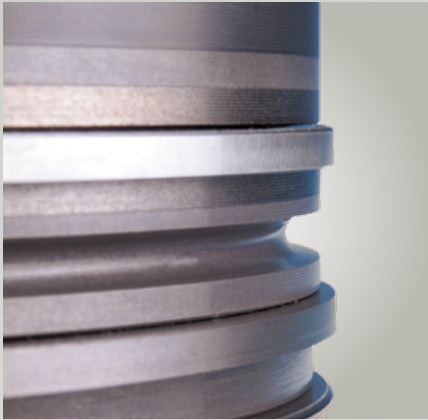


Abb. 1

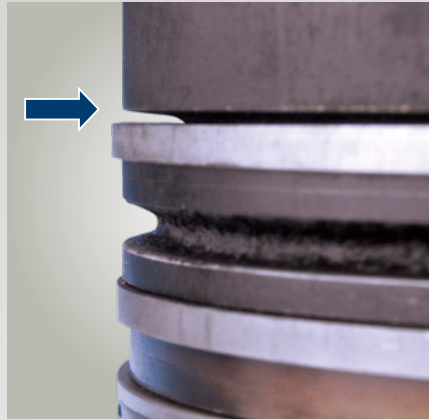


Abb. 2

Deutlicher Verschleiß im Bereich der 1. Ringnut (Abb. 2): Durch das erhöhte Spiel (Abb. 2) kommt es zu geringerer Kompression und somit auch zu Leistungseinbußen.



Abb. 3



Abb. 4

Neue Zylinderlaufbuchse (Abb. 3) mit gut sichtbarem Kreuzschliff: Diese, durch ein Honwerkzeug gefertigte Oberfläche, verbessert die Haftfähigkeit des Öls an der Zylinderinnenwand.

Zylinderlaufbuchse mit Riefenbildung an der Innenwand (Abb. 4): Das Honbild ist nicht mehr zu erkennen. Folge: erhöhter Ölverbrauch

## 2.1 Grundlagen

Wird von Filtration in modernen Fahrzeugen gesprochen, so sind hier in erster Linie die Tiefenfilter gemeint. Diese speziellen Filterelemente kommen zum Einsatz, wenn Partikel aus Flüssigkeiten (Öl und Kraftstoff) oder Gasen (Luft) möglichst zu 100% abzuscheiden sind. Die Partikelab-

scheidung erfolgt in der Tiefenstruktur des Mediums, an der Oberfläche der einzelnen Fasern.

Diese Verunreinigungen können Stäube, metallischer Abrieb oder auch Rußpartikel aus einer unvollständigen Verbrennung

sein. Aber nicht nur die festen Partikel, sondern auch die Wasserabscheidung in den Kraftstoffleitungen und die in flüssiger Form auftretenden Öltröpfchen, die durch das Blow-by-Gas der Kurbelgehäuseentlüftung entstehen, müssen dem System mittels Filter entzogen werden.

## 2.2 Filtrationseffekte

Die Abscheidung der Schmutzpartikel wird durch unterschiedliche Mechanismen hervorgerufen. Diese Effekte sind in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt: Sie hängen sehr stark von der Größe des abzuscheidenden Partikels sowie von den Eigenschaften des entsprechenden Fluids oder Gases ab. Physikalische Wirkungen, wie z. B. Zentrifugal- oder elektrostatische

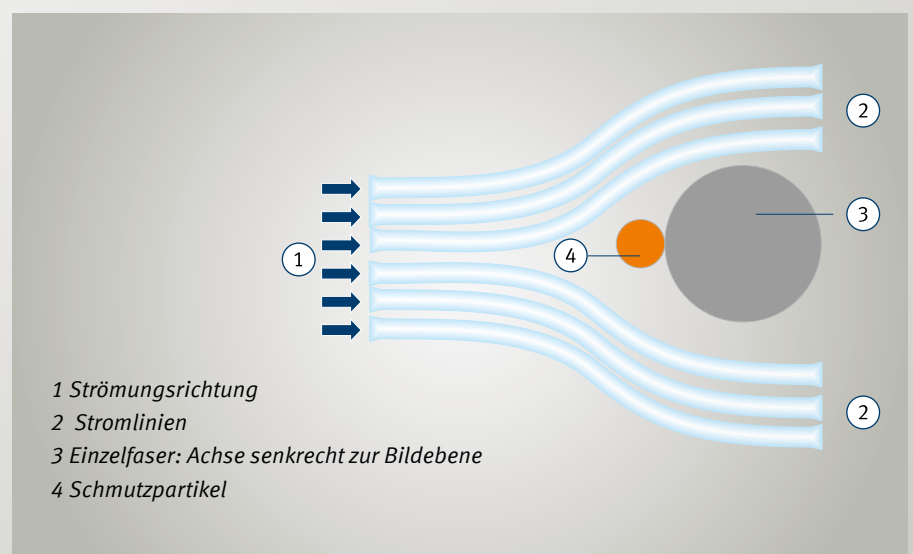
Kräfte, haben ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf den Abscheidvorgang.

In den nachfolgenden Abbildungen ist das Filtermedium als einzelne Faser senkrecht zur Bildebene dargestellt. Luft, Öl und Kraftstoff umströmen die Faser laminar und sind durch einfache Bahnkurven (Stromlinien) wiedergegeben. Der Sperr-

effekt ist bei der Filtration von Öl und Kraftstoff der wesentliche Abscheidemechanismus. Im Bereich der Luftfiltration sind neben dem Sperr-effekt hauptsächlich der Trägheits- und Diffusionseffekt hervorzuheben.

## 2.3 Trägheitseffekt

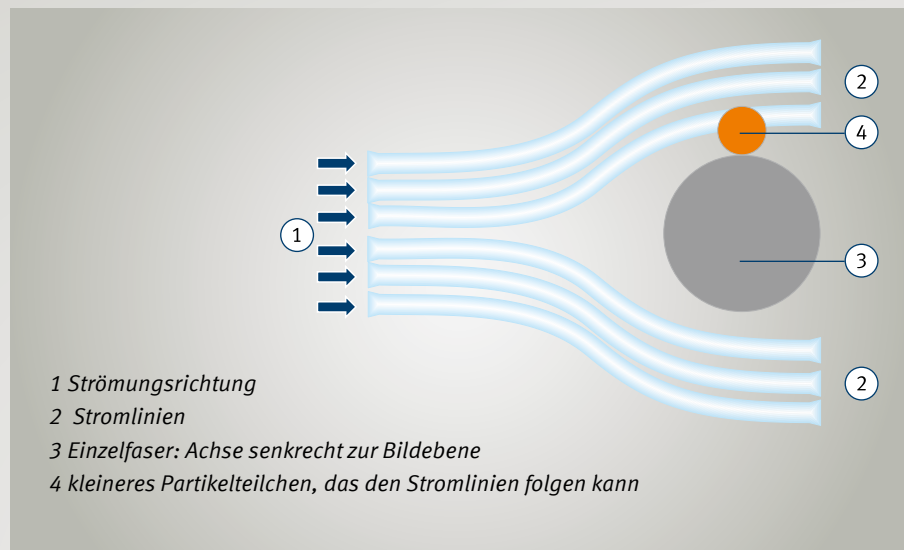
Der Trägheitseffekt beruht darauf, dass Schmutzpartikel mit größerer Masse, die sich der Faser nähern, ihre Stromlinienbahn infolge der Trägheit verlassen und geradewegs auf die Faser treffen.



Trägheitseffekt

### 2.4 Sperreffekt

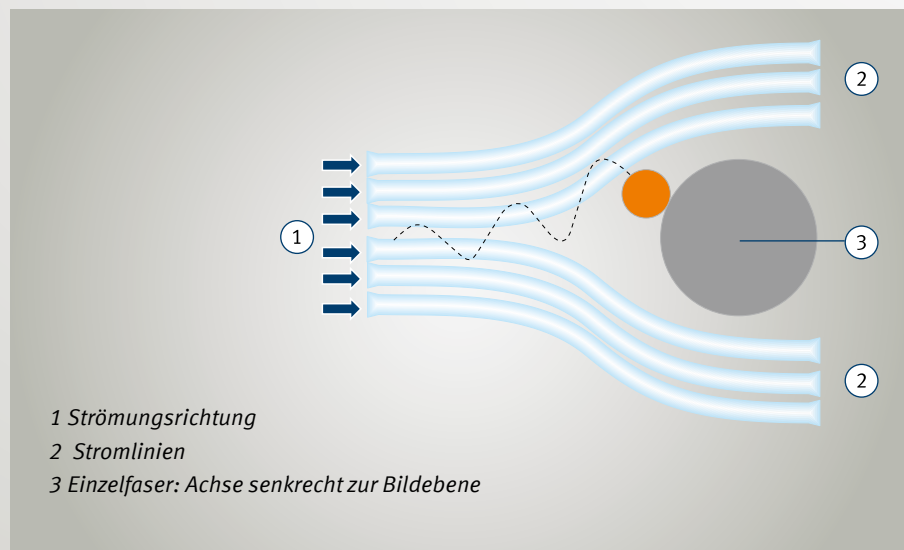
Beim Sperreffekt können die Teilchen aufgrund ihrer Größe der Stromlinienbahn folgen. Kommen sie jedoch zu nahe an der Faser vorbei und berühren diese, bleiben sie dort haften (Van-der-Waals-Kräfte).



Sperreffekt

### 2.5 Diffusionseffekt

Beim Diffusionseffekt werden sehr kleine Schmutzpartikel mit einem Durchmesser unter 0,5 µm filtriert: Diese bewegen sich in unregelmäßigen Bahnen (Brownsche Bewegung) und treffen eher zufällig auf eine Faser und bleiben an ihr haften.



Diffusionseffekt

### 3.1 Grundlagen

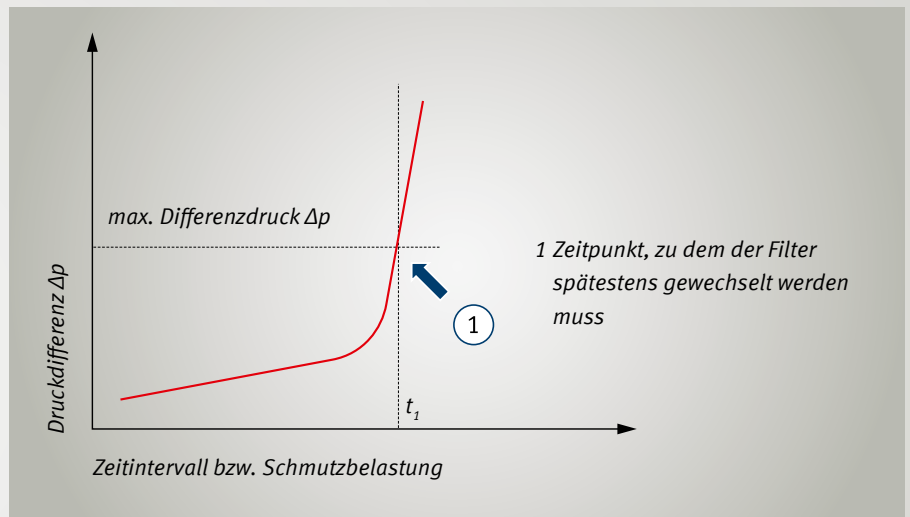
Beim Einsatz eines neuen Filters lagern sich die Schmutzpartikel zunächst an der Faseroberfläche ab. Mit zunehmender

Verschmutzung erhöht sich jedoch diese Belegschaft und das Porenvolumen des Filters nimmt immer mehr ab. Mit sinken-

dem Porenvolumen steigt jedoch bei gleichbleibendem Durchfluss die Druckdifferenz an.

### 3.2 Zeitlicher Verlauf der Druckdifferenz

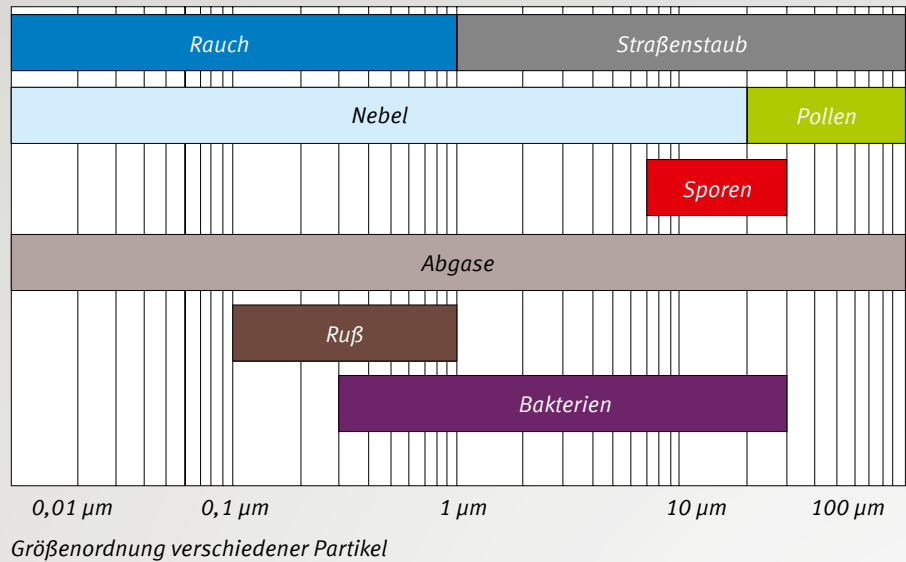
Der Verlauf der Druckdifferenz  $\Delta p$  in Abhängigkeit der Betriebszeit bzw. der Schmutzbelastung ist im Schaubild dargestellt: Der eher langsame Anstieg der Druckdifferenz ist bei den Tiefenfiltern ein typisches Erscheinungsbild. Erst wenn das Porenvolumen des Filters nahezu erschöpft ist, steigt der Differenzdruck rapide an. Dann sollte auch der Filter ausgewechselt werden. Der Zeitpunkt  $t_1$  wird im Lastenheft des Automobilherstellers festgelegt.



Druckdifferenz

### 3.3 Größenordnung verschiedener Partikel

Filter müssen in der Regel mikroskopisch kleine Partikel auffangen. Die folgende Abbildung veranschaulicht die unterschiedlichen Größen typischer Schmutzpartikel, die ein Filter aufnehmen muss.

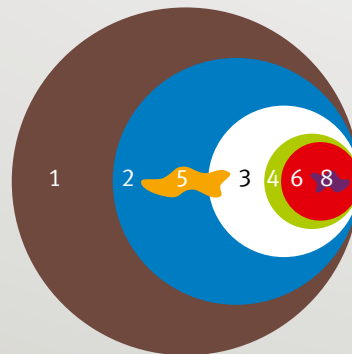


### 3.4 Größenverhältnisse

Um die Größenordnung, in der wir uns bei der Filtration bewegen, noch besser zu verdeutlichen, sind Schmutzpartikel und Pollen unter anderem im Verhältnis zum Querschnitt eines menschlichen Haares dargestellt.

1 menschliches Haar	(~70 µm)
2 minimale menschliche Sehfähigkeit	(~40 µm)
3 weißes Blutkörperchen	(~25 µm)
4 Pollen	(~10 µm)
5 Schmutzpartikel	
6 rotes Blutkörperchen	(~7 µm)
7 Bakterie	(~2 µm)

Größen Schmutzpartikel



Größenverhältnis Schmutzpartikel

## 4.1 Grundlagen

Da das Papier in der Kraftfahrzeugtechnik den größten Anteil aller Filtermedien darstellt, wird im nachfolgenden Kapitel näher darauf eingegangen. Auf die detaillierte Beschreibung der Filtrationstechniken

durch engmaschige Siebe, Filz oder Vliesstoffe ist in dieser Broschüre verzichtet worden. Je nach Anwendung unterscheidet sich das technisch hochwertige Filtermedium in der Zusammensetzung der Faser-

und Porenstruktur sowie in der Feinheit. Die drei bedeutendsten Filtermedien sind Baumwoll-, Zellulose- und Kunststofffasern.

## 4.2 Anforderungen

- hohe Pulsationsstabilität bei jeglicher dynamischer Belastung
- Unempfindlichkeit gegenüber Wasser (z. B. bei starkem Regen oder Gischtfahrten), Motoröl, Kurbelgehäusegase und Kraftstoffdämpfe
- hohe thermische Stabilität, denn im Fahrbetrieb sind Temperaturen bis 80°C am Filterelement möglich

Um diesen mechanischen, klimatischen und thermischen Belastungen entgegenzuwirken, werden die Filterpapiere imprägniert: Hierbei wird das Papier in modernen Kunstharzen getränkt und anschließend einer Wärmebehandlung unterzogen. Dabei ist es wichtig, dass Porenvolumen, Porengröße und Faserstruktur des Ausgangsmaterials nicht verändert werden.

## 4.3 Das Prägen

Um eine möglichst große Filterfläche in einer Patrone unterzubringen, wird während der Wärmebehandlung das Papier geprägt. Bei diesem Fertigungsverfahren wird dem Papier aufgrund seines thermoplastischen Verhaltens zwischen 20 und 100°C eine bestimmte Faltenform aufgezogen, die auch nach dem Aushärten erhalten bleibt.

Diese Faltengeometrie ermöglicht es z. B. bei einer Nkw-Filterpatrone, eine wirksame Filterfläche in der Größenordnung von ca. 10 m<sup>2</sup> zu erreichen. Damit die Falten

unter den Einflüssen des Motors nicht aneinanderkleben, werden teilweise kleine Erhöhungen als Abstandshalter eingepreßt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, jede einzelne Falte durchgehend gewellt auszuführen und so das Zusammenklaffen der Papierfalten zu verhindern.



*Faltengeometrie*

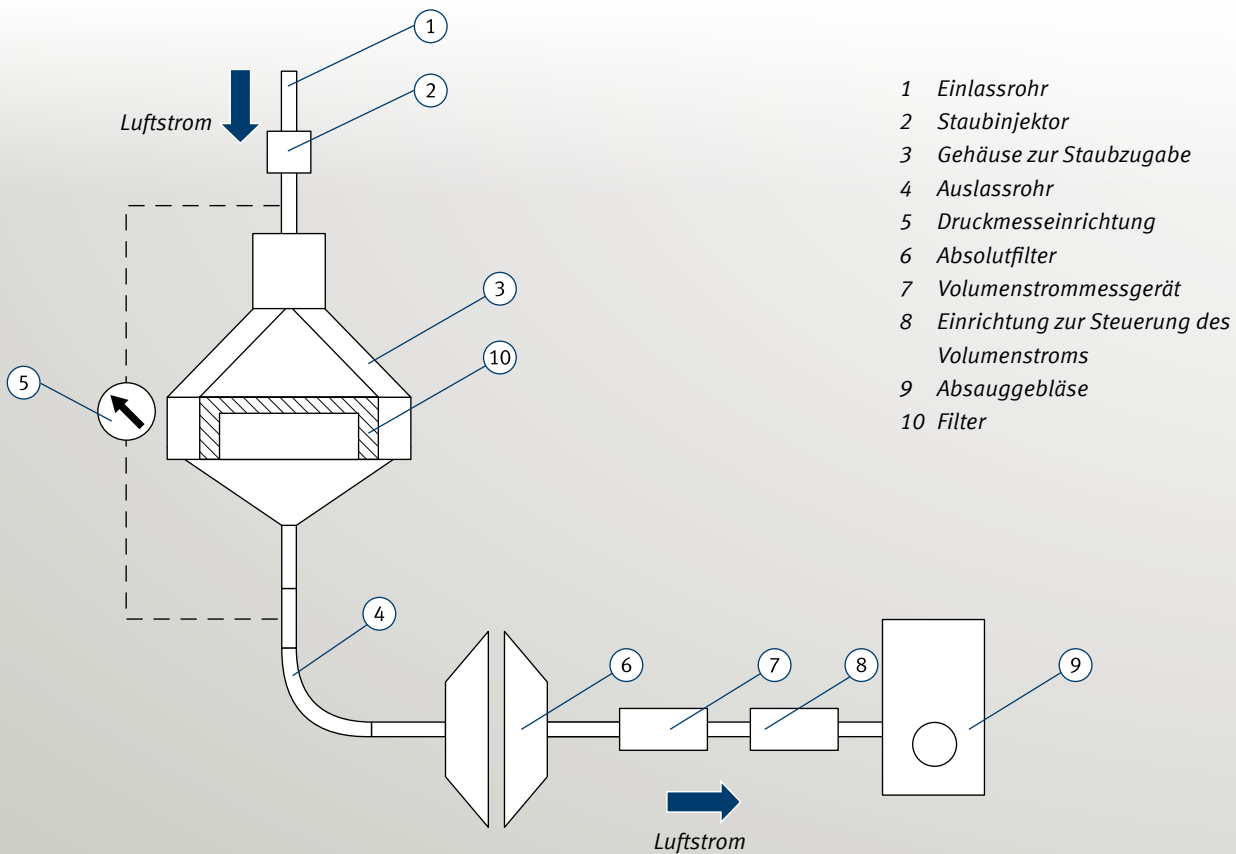
### 4.4 Qualitätstest bei Filterpapieren

Das Filterpapier unterliegt strengen Qualitätskontrollen. Eines der wichtigsten Prüfverfahren stellt der sogenannte Luftblasentest (Bubble-Test) dar. Vereinfacht gesagt, geht es in diesem Test darum, das zu prüfende Papier mit einer genau definierten Flüssigkeit zu tränken und es anschließend verschiedenen Prüfdrücken auszusetzen.

Die erste Luftblase lässt sich so rechnerisch der größten vorhandenen Pore zuordnen. Die geschlossene Überdeckung des Prüflings mit Luftblasen ergibt Auskunft über die durchschnittliche Verteilung der Porengrößen. Denn: „Große Poren erfor-

dern niedrige Belastungsdrücke, kleine Poren hingegen hohe Belastungsdrücke“. Des Weiteren wird bei dieser Methode auch der Differenzdruck ermittelt. Der Test ist verhältnismäßig einfach durchzuführen und dennoch sehr genau. Man darf dabei aber nicht vergessen, dass er nur Vergleichswerte zu anderen Papieren liefert. Als Ergänzung werden in der Praxis noch Abscheideversuche mit Testpartikeln durchgeführt (direkte Methode nach DIN ISO 5011). Die nachstehende Abbildung zeigt den Prüfaufbau zur Ermittlung des Abscheidegrades und der Staubkapazität von Filterelementen.

Aus den dabei ermittelten Ergebnissen kann das richtige Filterpapier für jede Anwendung exakt definiert werden.



Prüfaufbau zur Ermittlung des Abscheidegrades

## 5.1 Grundlagen

Wenn von Luftfiltern (Ansaugfiltern) im heutigen Motorenbau die Rede ist, so handelt es sich in den meisten Fällen um sogenannte Trockenfilter. Dies ist der Oberbegriff für verschiedene auswechselbare Papierfilter. Trockenfilter unterscheiden sich in ihrer Funktion grundsätzlich

von Nass- oder Ölbadfiltern, bei denen die Flüssigkeiten die entscheidende Aufgabe des Abscheidens von Staubpartikeln aus der Ansaugluft übernehmen. Durchgesetzt hat sich der Papierfilter für die Luftansaugung hauptsächlich deshalb, weil er höhere und vor allem gleichbleibende

Abscheidegrade in allen Lastbereichen garantieren kann. Weitere Vorteile bestehen in der einfachen Wartung und in der Unabhängigkeit der Einbaulage. Auch aus ökologischer Sicht punktet der Papierfilter.

## 5.2 Aufgabe/Funktion

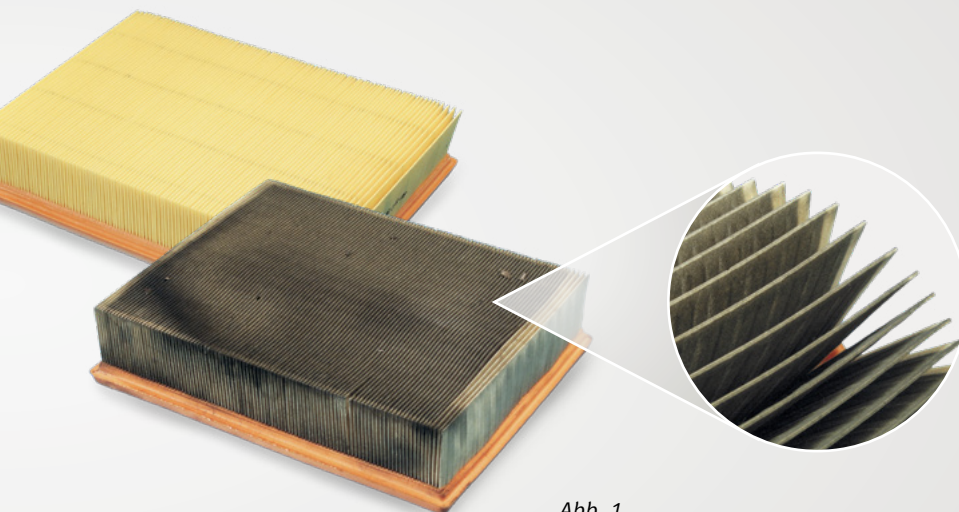


Abb. 1

Die Schmutzschicht, die sich nach einer Laufleistung von ca. 15.000 km am Filter angesetzt hat, ist deutlich zu erkennen (Abb. 1). Kleinste Schmutzpartikel setzen sich in der Tiefenstruktur des Filterpapiers fest. Folge: fetteres Kraftstoff-Luftgemisch, erhöhte Schadstoffemission, geringere Motorleistung

Luftfilter reinigen die Ansaugluft und dämpfen die Ansauggeräusche des Motors. Eine weitere Funktion – hauptsächlich im Pkw-Bereich – besteht darin, die Ansaugluft vorzuwärmen und die Temperatur zu regeln. Diese Regulierung ist für das Betriebsverhalten des Motors und die Abgaszusammensetzung sehr wichtig.

Um die Leistungsfähigkeit und somit auch die Wichtigkeit des Filterelements deutlich zu machen, hier ein kurzes Zahlenbeispiel: Je nach Landschaft, Witterungsbedingung,

Boden- und Straßenbeschaffenheit sowie Verwendung des Kraftfahrzeuges kann die Staubmenge je  $m^3$  Luft zwischen 1 und 10 mg betragen. Auf unbefestigten Straßen oder im Baustelleneinsatz kann sie sogar auf bis zu 40 mg ansteigen.

Geht man davon aus, dass für die vollständige Verbrennung von einem Liter Kraftstoff die gleichzeitige Zufuhr von ungefähr 14 kg Luft nötig ist (Ottomotor), kann man die Menge an Staubpartikeln erahnen, die hierbei herausgefiltert werden muss.

Diese Menge kann zusammen mit dem vorhandenen Schmieröl eine Schleifmasse bilden, die unweigerlich einen erheblichen Verschleiß von Kolben, Kolbenringen und Zylinderlaufbahnen nach sich zieht.

### 5.3 Folgeschäden

Luftfilter, die nicht rechtzeitig erneuert werden, haben wegen des zunehmenden Durchströmwiderstandes ein fetteres Kraftstoff-Luftgemisch und somit eine erhöhte Schadstoffemission sowie eine geringere Motorleistung zur Folge.

Feinstäube, die das Filterpapier passieren, tragen im Motor zur Verschlemmung bei

und können sich auch auf dem Luftmassensensor ablagern. Dieses Teil befindet sich auf der Reinfluftseite des Ansaugfilters und ist für die Dosierung der Kraftstoffmenge verantwortlich (zunehmender Kraftstoffverbrauch).

Gelangen Schmutzpartikel in den Brennraum, sinkt die Lebensdauer des Verbren-

nungsmotors, da durch den erhöhten Schmirgeleffekt die Gleitlager, Kolben, Kolbenringe und Zylinderlaufbahnen verschleifen.

### 5.4 Bauart des Pkw-Luftfilters

Pkw-Luftfilter haben sich in zwei verschiedenen Bauformen durchgesetzt: als Panelfilter und als Rundfilter (runde und ovale Elemente). Welche Art der Filterform für den speziellen Fall geeignet erscheint, hängt in erster Linie davon ab, wie gut sich die filtertechnischen Grundregeln umsetzen lassen.

Die Lage der Filter im Fahrzeug wird hinsichtlich der geringstmöglichen Staub- oder Wasserzufuhr festgelegt. Die Filterelemente haben einen hohen, von der

Belastung unabhängigen Abscheidegrad. Sie werden in einfacher Weise in dem vom Fahrzeughersteller festgelegten Wartungsintervall gewechselt.

Die Motorenpalette der verschiedenen Fahrzeughersteller ist sehr breit und jedes Fahrzeug erfordert den Filter, der genau auf die Erfordernisse des Motors und des Einbauraums abgestimmt ist. Von Kolbenschmidt gibt es Luftfilter für nahezu alle Fahrzeuge in der jeweils passenden Bauform.

Filtergehäuse und Filterelemente sind genau aufeinander abgestimmt und dem Motortyp mit seinem Ansaugsystem optimal angepasst.

Eine spezielle Bauform ist der Panelfilter mit Schutzvlies (Abb. 4). Der Filter besitzt zusätzlich zum Filterpapier ein Schutzvlies für die Grobfiltrierung. Diese Ausführung wird hauptsächlich in staubreichen Gebieten eingesetzt.

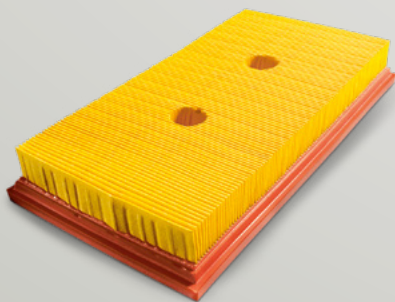


Abb. 1:  
Luftfilter, Panel (AP)



Abb. 2:  
Luftfilter, rund (AR)



Abb. 3:  
Luftfilter, rund für LKW (AR)

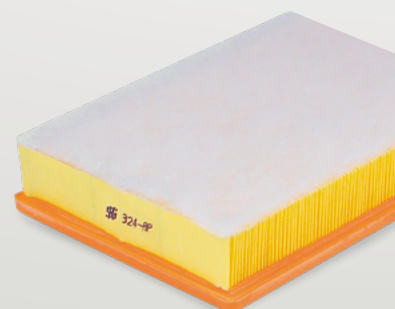


Abb. 4:  
Luftfilter, Panel mit Schutzvlies

### 5.4.1 Bauart des Nkw-Luftfilters

Aufgrund größerer Durchflussmengen und weniger kritischer Randabdichtungen am Filtergehäuse, dominieren die zylindrischen Rundfilter mit Stahl- oder Kunststoffgeflecht bei Nutzfahrzeugen.

Im Nkw-Bereich unterscheidet man ein- und mehrstufige Luftfilter. Im Unterschied zum Einstufenfilter wird beim mehrstufigen noch zusätzlich ein Vorabscheider häufig auf Wirkung eines Zyklons vorgeschaltet.

Der Zyklon-Vorabscheider nutzt den Effekt der Fliehkraft: Durch eine speziell konstruierte Rotorscheibe mit sogenannten Leitblechen wird der Luftstrom in Rotation versetzt. Die Schmutzpartikel werden aufgrund der Fliehkräfte an die Gehäusewand geschleudert, wo sie dann je nach Filterausführung ins Freie oder in einen Sammelbehälter gelangen.

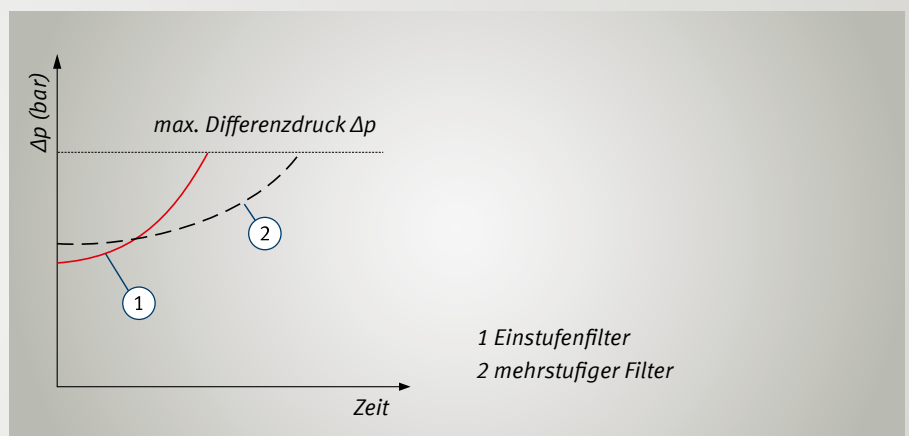
Durch diesen Vorabscheider kann die Standzeit verlängert werden.

Beide Filtertypen sind meist in einem Gehäuse zusammengefasst. Der mehrstufige Filter findet vor allem bei bau- und landwirtschaftlichen Maschinen Anwendung.

Speziell im Baumaschinensektor werden Filter zum Teil mit einem zusätzlichen Sekundärelement (Sicherheitselement) ausgestattet. Dieses dient zum Schutz des Motors bei Wartungsarbeiten am Hauptelement oder im Fall einer Beschädigung des Motors. Das Sekundärelement darf grundsätzlich nicht ohne den Hauptfilter eingesetzt werden und sollte bei jedem dritten Hauptelementaustausch mit ausgewechselt werden.

Bei Nutzfahrzeugen ist oft zu erkennen, dass sich die Luftansaugstelle über bzw. seitlich der Fahrerkabine befindet. Dadurch wird erreicht, dass die aufgenommene Staubmenge möglichst gering ist, was Wartungsintervalle entsprechend verlängert.

In modernen Lastkraftwagen werden Filtergehäuse häufig größer ausgelegt, als es für die Filtration notwendig wäre. Durch diese Maßnahme können Ansaugergeräusche deutlich reduziert werden. Man spricht hier von sogenannten gedämpften Filtern, die Filtration und Geräuschdämmung vereinen.



Unterschiedliche Standzeiten



Mehrstufiger Nkw Luftfilter

### 5.5 Montagehinweise zum Filterwechsel

Folgende Punkte sind beim Wechsel des Luftfilters zu beachten:

- Wechseln Sie den Luftfilter niemals bei laufendem Motor.
- Stellen Sie sicher, dass beim Ausbau des alten Filters keine Schmutzpartikel in die Luftkanäle gelangen.
- Versuchen Sie nicht, den alten Filter mit Druckluft zu reinigen.
- Wählen Sie den richtigen Filter, da sonst aufgrund unterschiedlicher Dichtungs- und Durchlasseigenschaften schwerwiegende Störungen am Motor auftreten können.
- Bauen Sie den neuen Filter nach Angaben des Herstellers vorschriftsmäßig ein.

- Säubern Sie vor dem Einbau des neuen Filters Deckel und Gehäuse mit einem sauberen und weichen Tuch. Verwenden Sie keine Bürste oder sonstige Mittel, durch die Schmutzteilchen aufgewirbelt werden können.
- Untersuchen Sie alle Dichtungen auf Beschädigungen. Selbst kleine Risse und Verformungen können erhebliche Verunreinigungen nach sich ziehen. Wechseln Sie im Zweifelsfall die Dichtungen.
- Platzieren Sie das Filterelement mittig.
- Achten Sie beim Befestigen des Deckels darauf, dass zwischen Deckel und Gehäuse kein Spalt bleibt, da sonst

ungefilterte Luft in die Brennräume gelangen kann.



**Hinweis:**

Wird häufig auf sehr staubigen Straßen gefahren, muss der Luftfiltereinsatz öfter gewechselt werden als für normale Verhältnisse vorgeschrieben.



Luftfilter

## 5.6 Handhabungsfehler

Der Filter darf auf keinen Fall mit Pressluft ausgeblasen werden (Abb. 1 und 2). Die mikroskopisch kleinen Schmutzpartikel werden dadurch noch weiter in die Tiefenstruktur des Filterpapiers gepresst und der Durchfluss wird noch geringer. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass das Filterpapier durch den hohen Luftdruck einreißt.



Abb. 1



Abb. 2

Es ist zudem darauf zu achten, dass bei der Handhabung des Filters das Papierpaket und die Dichtungsfläche nicht zerstört werden (Abb. 3 und 4).

Aus diesem Grund sollte der Filter auch nicht ausgeklopft werden. Durch eine unzureichende Abdichtung oder Risse im Filterpapier gelangen Fremdkörper in das Motoreninnere und verursachen schwerwiegende Folgen.



Abb. 3



Abb. 4

Verzogene oder verformte Filter dürfen auf keinen Fall eingebaut werden (Abb. 5 und 6).



Abb. 5

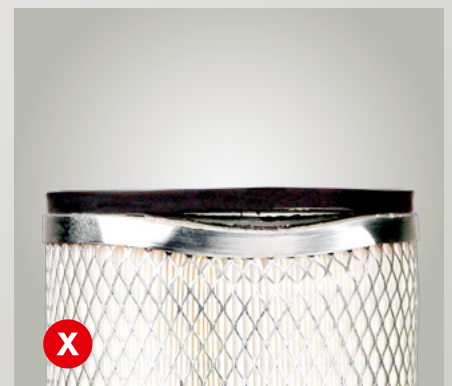


Abb. 6

## 6.1 Grundlagen

Speziell in der Frühlingszeit ist mit den ersten Blüten die Konzentration an umherfliegenden Pollen extrem hoch. Für Allergiker ist dies ein großes Problem, da sie mit Schnupfen, Husten, Atemnot und anderen unangenehmen Symptomen zu kämpfen haben. Jüngste Studien zeigen für Allergiker ein deutlich (bis zu 30%) erhöhtes Unfallrisiko auf.

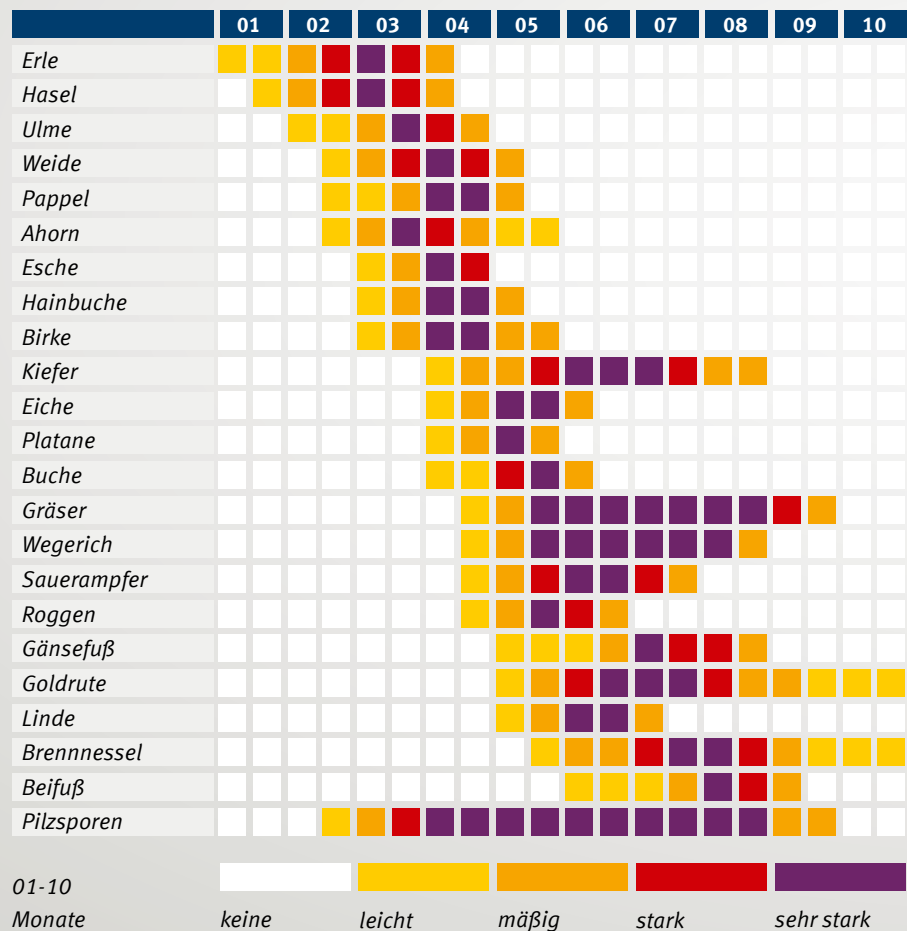
Aber nicht nur Pollen, sondern vor allem auch der Cocktail aus Rußpartikeln, Sporen, Bakterien und giftigen Gasen (wie z. B. Benzol, Blei, Ozon, etc.) stellen für die Autoinsassen eine Gefahr dar. Untersuchungen belegen, dass ohne wirksamen Filter die Konzentration an Schweb- und Schadstoffen im Wageninnenraum bis zu sechsmal höher sein kann als im Freien.

Der Innenraumfilter von Kolbenschmidt schützt die Insassen vor festen und gasförmigen Schadstoffen, die normalerweise über das Gebläse ins Fahrzeuginnere gelangen: Staub, Ruß und andere Fremdpartikel atmet er regelrecht ein und absorbiert so bis zu 99,5%. Die stete Zufuhr von frischer, sauberer Luft sorgt bei Fahrer und Insassen für ein angenehmes und entspanntes Fahren.

**Kolbenschmidt Innenraumfilter einzubauen bedeutet komfortables und sicheres Autofahren:**

**Autofahren:**

- ohne tränende Augen
- ohne Husten und
- ohne Niesreiz.



## 6.2 Frischluftversorgung im Fahrzeug

Sowohl die Aufmerksamkeit als auch die Leistungsfähigkeit von Menschen ist sehr stark von der Beschaffenheit und Temperatur der sie umgebenden Luft abhängig. Daher ist es erforderlich, den Fahr-  
gastraum ständig mit gefilterter Frischluft zu versorgen. Je nach Außentemperatur kann diese beheizt oder gekühlt sein.

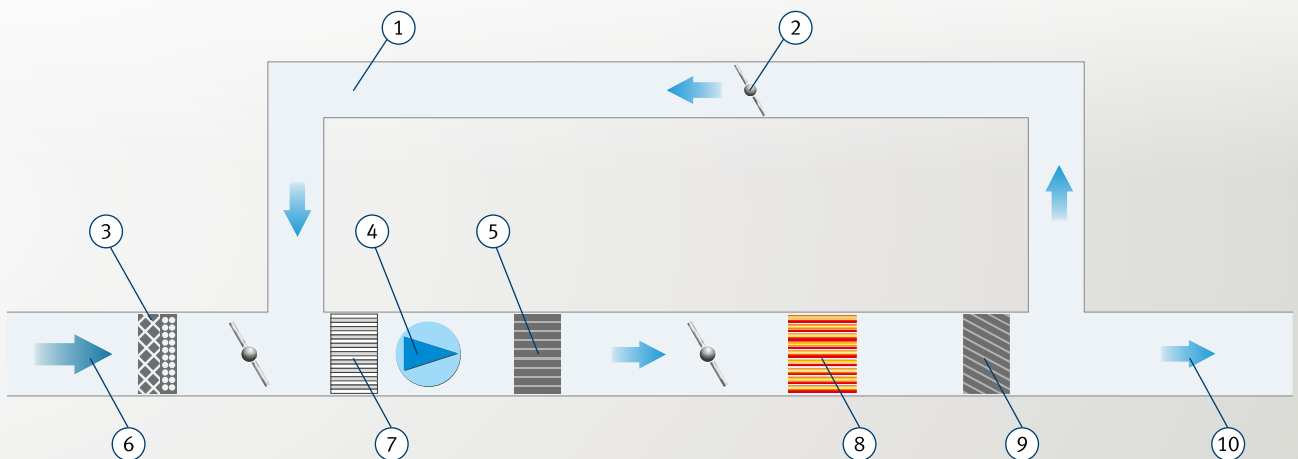
Eine wichtige Position im Belüftungskreislauf stellt der Innenraumfilter dar. Dieser

ist im Luftansaugkanal des Gebläses verbaut und filtert Fremdpartikel wie Staub, Pollen, Ruß, etc. aus der Luft. Er wird seit einigen Jahren serienmäßig eingebaut und sorgt für saubere Frischluft im Fahrzeuginneren.

Innenraumfilter gibt es je nach Fahrzeug in sehr unterschiedlichen Formen und Ausführungen: Die Palette reicht von rechteckig über trapezförmig bis hin zum run-

den Innenraumfilter; mit und ohne Plastikgehäuse oder Schaumstoffabdichtung.

Um die Anordnung im Luftansaugkanal zu verdeutlichen, ist hier der Aufbau einer Klimaanlage mit Innenraumfilter schematisch dargestellt. Der Aufbau einer normalen Heizungsanlage ist ähnlich, allerdings ohne Verdampfer.



Aufbau einer Klimaanlage

- |   |                   |                                     |
|---|-------------------|-------------------------------------|
| 1 Umluftbetrieb   | 4 Gebläse         | 8 Heizung / Wärmetauscher           |
| 2 Klappe  | 5 Verdampfer      | 9 Mischraum                         |
| 3 Lüftungsgitter mit angebautem Wassertropfenabscheider | 6 Außenluft       | 10 Frischluft zum Fahrzeuginnenraum |
|   | 7 Innenraumfilter |                                     |

### Frishluftbetrieb

Die Außenluft wird über das Gebläse angesaugt. Das Lüftungsgitter hält Blätter, Insekten und andere größere Partikel zurück. Der nachfolgend eingebaute Innenraumfilter filtert Staub, Pollen, Ruß und andere Fremdpartikel, bevor die gereinigte Luft auf den Verdampfer trifft. Hier wird sie abgekühlt, wobei das in ihr enthaltene

Wasser kondensiert und durch Ablaufschläuche ins Freie abgeführt wird. Die trockene und kühle Luft erwärmt sich anschließend am Wärmetauscher auf die vom Fahrer gewählte Innenraumtemperatur. Von dort gelangt sie über verschiedene Klappen und Düsen an die gewünschten Stellen im Fahrzeuginneren.

### Umluftbetrieb

In dieser Betriebsart wird die Luft ausschließlich aus dem Fahrzeuginnenraum angesaugt. Über Innenraumfilter und Verdampfer gelangt die gereinigte Luft dann wieder in den Innenraum zurück. Diese Betriebsart wird vorwiegend im Stau oder bei Tunnelfahrten gewählt.

## 6 | Innenraumfilter

### 6.3 Typen

Die Filter von Kolbenschmidt werden in zwei Typen von Innenraumfiltern unterschieden: Der Standardfilter (AC) und der Aktivkohlefilter (ACC), auch Kombinationsfilter genannt.

Bezeichnung	Filtertyp
AC (air cabin)	Innenraumfilter, Standard
ACC (air cabin with activated carbon)	Innenraumfilter mit Aktivkohle

### 6.4 Standardfilter (AC)

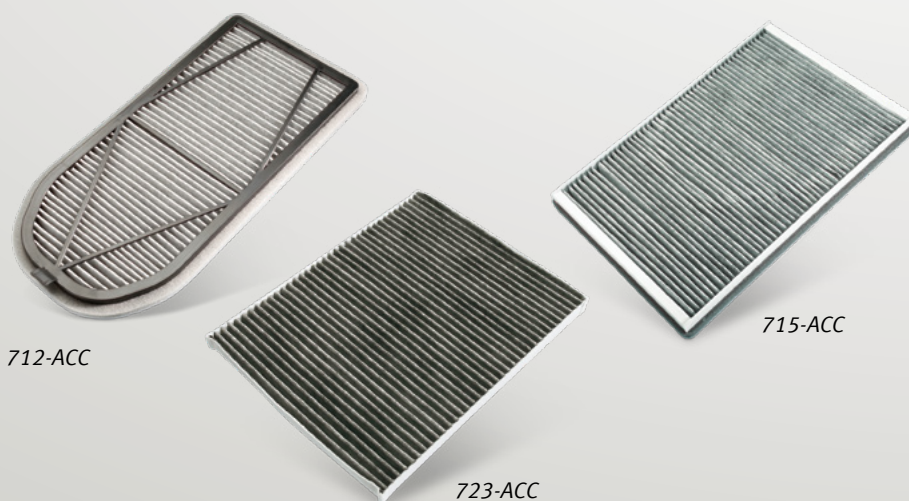
Der Standardfilter absorbiert hauptsächlich Festpartikel wie Pollen, Sporen, Ruß, Staubkörner und Reifenabrieb, etc. aus der Außenluft. Dies geschieht mittels eines speziell entwickelten Filtermediums.



### 6.5 Aktivkohlefilter/Kombinationsfilter (ACC)

Der Aktivkohlefilter filtert zusätzlich zu den Festpartikeln auch schädliche Gase wie Stickoxide, Schwefeldioxid, Ozon sowie Kohlenwasserstoffe und hält diese zu 95 % vom Innenraum fern: Kleinste Partikel werden von der eingebetteten Aktivkohleschicht herausgefiltert und aufgenommen.

Ebenso werden unangenehme Gerüche gebunden, so dass Geruchsbelastungen, zum Beispiel bei Tunnelfahrten oder Staus, auf ein Minimum reduziert werden.



Die Aktivkohlefilter bestehen aus verschiedenen Medien, die in Schichten angeordnet sind: einem Trägermedium, welches dem Filter mehr Stabilität verleiht, einem Filtermedium und einer Aktivkohleschicht (Abb. 1).

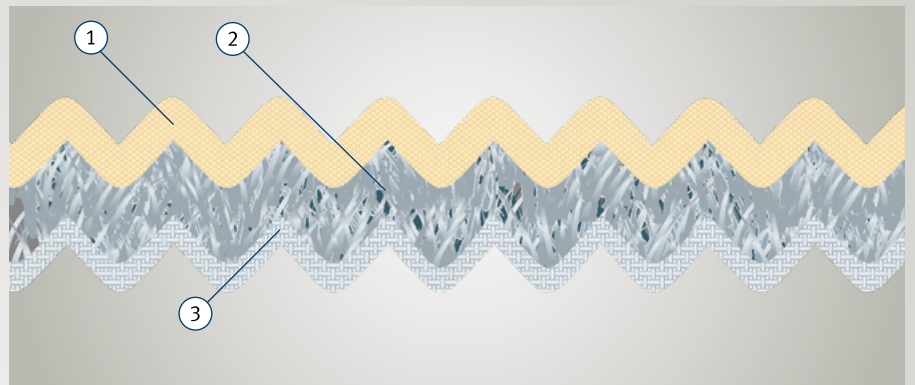


Abb. 1: Schnittdarstellung eines Kombinationsfilters

- 1 Filtermedium
- 2 Aktivkohleschicht
- 3 Trägermedium

Das Prinzip der Filtration eines Aktivkohlefilters ist in nebenstehender Abbildung 2 schematisch dargestellt: Beim Durchströmen der Luft hält das Filtermedium die Feststoffe zurück, in der Aktivkohleschicht werden die Gerüche und Gase gebunden.

Häufig gibt es alternativ zum Standardfilter auch einen Kombinationsfilter. So können Fahrzeuge, die bisher mit einem herkömmlichen Standardfilter ausgestattet sind, problemlos mit einem baugleichen Aktivkohlefilter nachgerüstet werden. Aufgrund seiner umfangreicheren Filterwirkung werden heutzutage immer mehr Neuwagen bereits serienmäßig mit einem Aktivkohlefilter ausgerüstet.

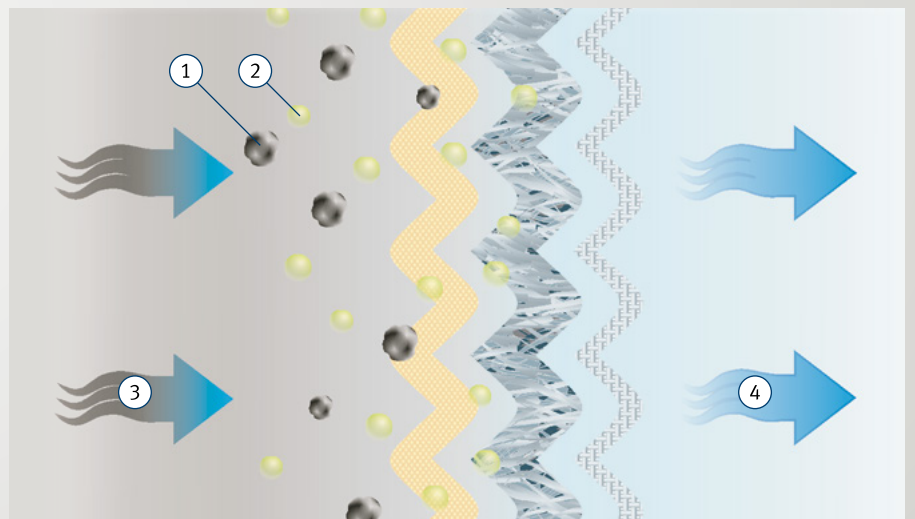


Abb. 2: Filtrationsprinzip eines Aktivkohlefilters (Kombinationsfilter)

- 1 Schmutzpartikel
- 2 Gasmoleküle
- 3 schmutzige Außenluft
- 4 saubere Innenluft

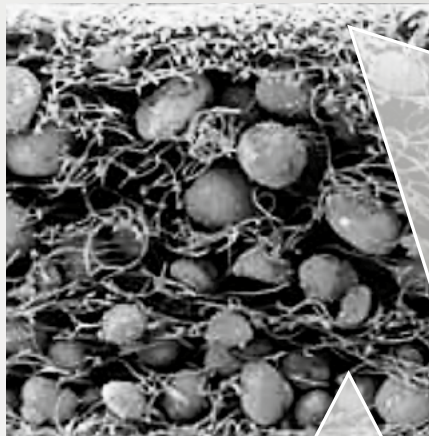
### 6.6 Filtermedium/Aktivkohle

Aktivkohle ist ein reines Naturprodukt, das aus Kohle, Torf, Holz oder Kokosnussschale hergestellt wird. Die Porenstruktur, die diesen mechanischen Filter charakterisiert, wird in einem Aktivierungsprozess entwickelt: Bei der Verkohlung der Rohstoffe entstehen sehr kleine Poren, die mit teerigen Stoffen verstopft sind. Unter Dampfeinwirkung (500 - 800 °C) werden diese verflüchtigt, die Poren freigelegt und so entsprechend vergrößert.

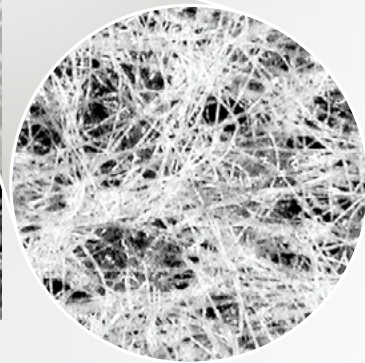
Diese poröse Oberfläche bietet eine erheblich größere Filterfläche als vergleichbare Materialien (~ 1000 m<sup>2</sup> pro Gramm Aktivkohle). Für die Kolbenschmidt Innenraumfilter wird ausschließlich Aktivkohle aus Kokosnussschale verwendet, da diese besonders abriebfest ist.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Querschnitt durch einen Aktivkohlefilter unter dem Mikroskop sowie das Aktivkohlekorn und dessen Oberflächenform im Detailausschnitt.

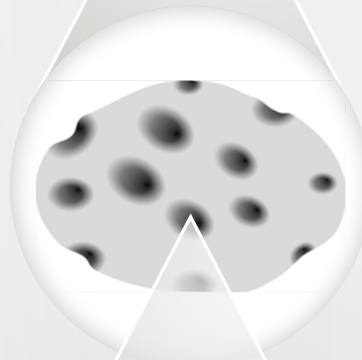
#### Lage und Oberfläche eines Aktivkohlekorns



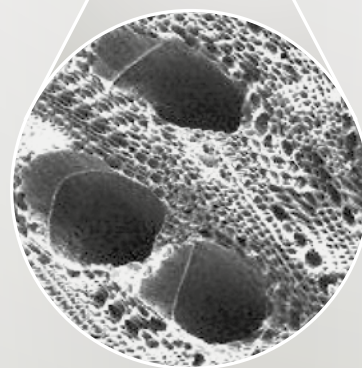
*Querschnitt durch einen Aktivkohlefilter: Lage der Körner*



*Ausschnitt: Mikrofaserschicht*



*Aktivkohlekorn*

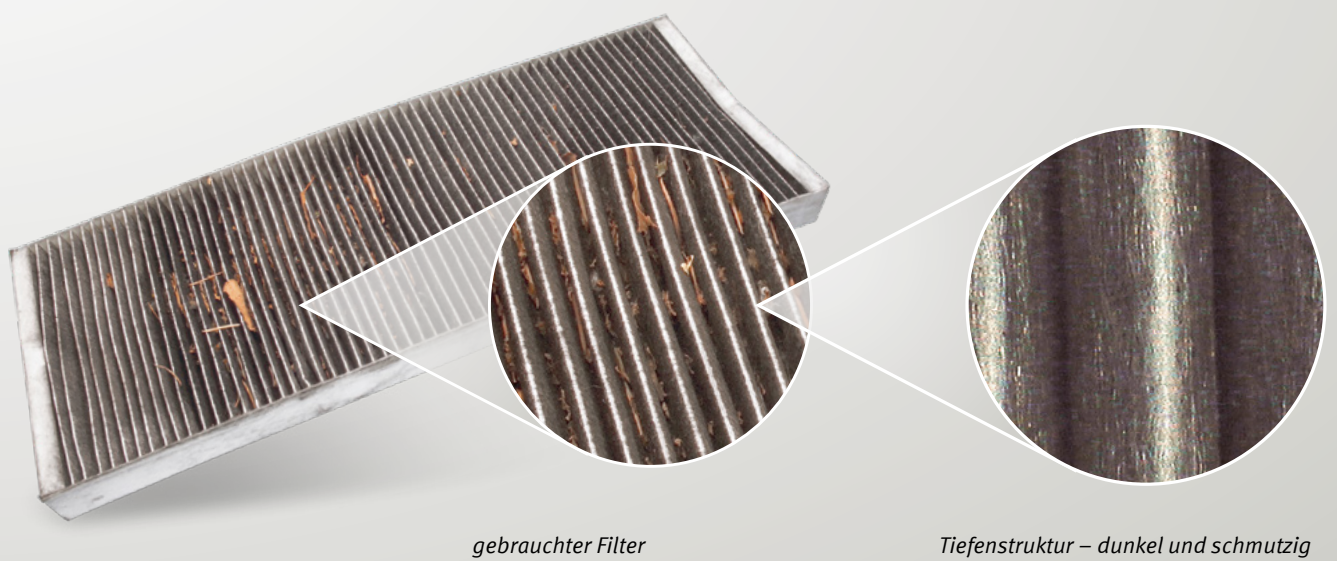
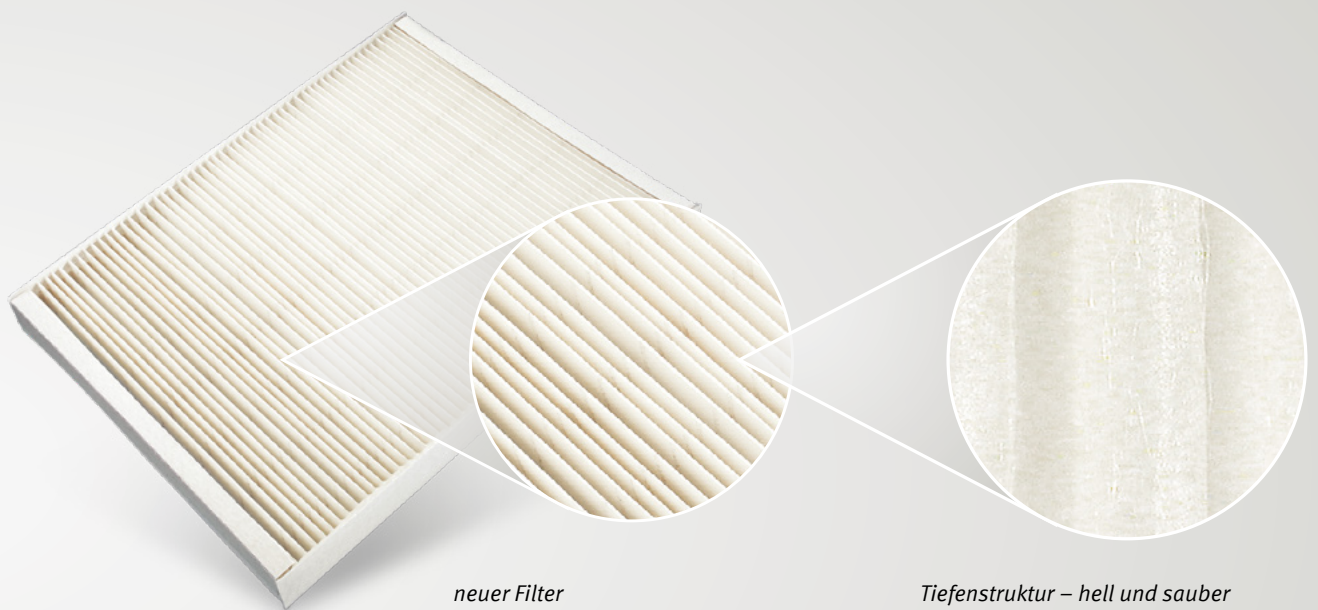


*Oberfläche eines Aktivkohlekorns*

## 6.7 Wechselintervall und Folgeschäden

Da der Innenraumfilter eine begrenzte Lebensdauer hat, ist es wichtig, ihn regelmäßig zu erneuern. Nach einer gewissen Zeit ist er zugesetzt, d. h. er kann keine

weiteren Partikel mehr aufnehmen, und verliert somit seine Funktionalität. Die Fahrzeughersteller nennen ein Jahr bzw. 15.000 km Laufleistung als Richtwert.



## 6 | Innenraumfilter

Ist die maximale Schmutzaufnahmekapazität erreicht, wird eine normale Frischluftzufuhr verhindert, da der Luftstrom sehr stark abnimmt: Trotz höherer Gebläseeinstellung beschlagen die Scheiben und es bilden sich Schlieren.

Ist der Luftstrom geringer, wird auch das Gebläse in Mitleidenschaft gezogen, da es gegen den erhöhten Widerstand des zugesetzten Filters ankämpfen muss. Ein mit Staub und Schmutzpartikeln gesättigter Filter verbreitet zudem einen unangenehm muffigen Geruch im Fahrzeuginneren und ist idealer Aufenthaltsort und Nährboden für Mikroorganismen wie Bakterien und Schimmelpilze.

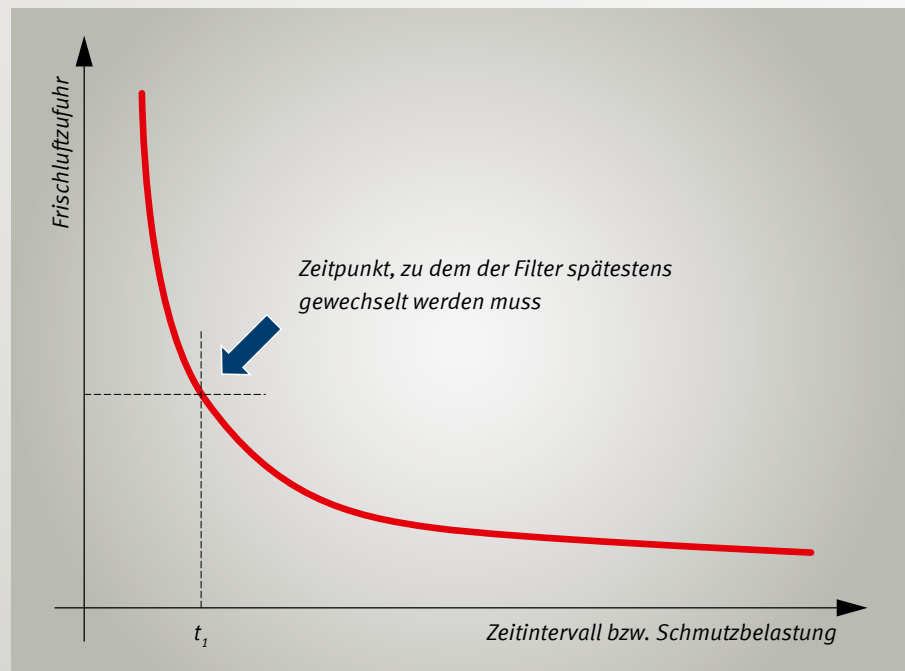
Ist der Filter darüber hinaus beschädigt, verschmutzt der Verdampfer stärker, so dass die Kühlleistung der Klimaanlage geringer ist und zu einem vorzeitigen Ausfall führen kann. Erhöhte Reparaturkosten sind die Folge.

Ferner gelangen Bakterien und Schimmelpilze ungehindert über das Gebläse ins Wageninnere und bergen gesundheitliche Gefahren für die Insassen. Des Weiteren werden auch die Sitze und Innenverkleidung unverhältnismäßig stark verunreinigt.

Ein Pollenfilter ist nur dann sinnvoll, wenn die Fenster und das Dach des Autos geschlossen bleiben.

**Zusammenfassend empfehlen wir, den Innenraumfilter spätestens bei folgenden Anzeichen zu wechseln:**

- beschlagene Scheiben trotz starker Gebläsestellung (Schlierenbildung)
- geringe Leistung der Klimaanlage oder des Gebläses
- muffiger Geruch
- Müdigkeit der Insassen
- Verunreinigung von Cockpit und Innenverkleidung



Verlauf der Frischluftzufuhr

## 6.8 Montagehinweise zum Filterwechsel und Handhabungsfehler

Filter sind meist gut zugänglich im Motorraum, im Bereich des Wasserkastens, installiert (siehe Abb. 1). Bei modernen Fahrzeugen sind sie mitunter auch im Bereich des Cockpits platziert.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Innenraumfilter nur von einem qualifizierten Fachmann ausgetauscht werden dürfen.



### Hinweis:

Die Pkw-Innenraumfilter dürfen nicht mit Pressluft gereinigt oder ausgeklopft werden. Bei dieser Vorgehensweise werden die mikroskopisch kleinen Schmutzpartikel noch weiter in die Tiefenstruktur des Filterpapiers gepresst. Dies hat einen noch geringeren Durchfluss zur Folge. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass das Filtermedium einreißt und die Aktivkohleschicht zerstört wird.



Abb. 1: Austausch Innenraumfilter

## 7 | Lufttrockner

### 7.1 Grundlagen

Eine besondere Art der Filtrierung stellt der Lufttrockner dar. Er findet seine Anwendung vor allem in der

Druckluftversorgungsanlage mittlerer und schwerer Nutzfahrzeuge. Da in modernen Fahrzeugen die Druckluft für viele Steuer-

und Regelprozesse als Energieträger verwendet wird, gehört der Lufttrockner zu den Sicherheitsteilen am Fahrzeug.

### 7.2 Funktion

Die zum Bremsen benötigte Druckluft wird mit dem vom Motor angetriebenen Kompressor erzeugt. Die Druckluft strömt anschließend vom Verdichter zum Einkammer-Lufttrockner mit Druckregler. Hier wird die Druckluft durch ein speziell entwickeltes Granulat getrocknet und der Druck im Bremssystem durch einen integrierten Druckregler auf einen eingestellten Wert begrenzt.

Anschließend gelangt die Druckluft in einen Druckluftbehälter, der zur Überwachung der Lufttrocknung mit einem Kondenswassersensor und einem Sicherheitsventil versehen ist.



Einbauposition des Lufttrockners

### 7.3 Folgeschäden

Gelangen Wasser und Öl in die Vorratsbehälter und damit ins Bremssystem, hat dies gefährliche und kostspielige Folgen: Die Feuchtigkeit beschädigt die Ventile und führt zu Korrosionsschäden in den Leitungen und Behältern. Bei Minustemperaturen kann zudem das ganze System einfrieren. Das Öl beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit der Ventile und verschlechtert so das Ansprechverhalten der Bremse. Dadurch werden die Bremsbeläge stärker beansprucht und verschleiben schneller. Um solchen möglichen Schäden und Kosten

vorzubeugen, empfiehlt sich der Einsatz eines Lufttrockners von Kolbenschmidt. Die Lebensdauer der einzelnen Komponenten erhöht sich und die Fahrzeuge haben geringere Ausfallzeiten.

**Wechseln Sie daher auch den Lufttrockner regelmäßig!**



## 8.1 Grundlagen

Kraftstofffilter sind ein äußerst wichtiges Teil der modernen hochentwickelten Kraftstoffversorgungsanlagen. Da diese sehr

vielfältig sind, werden zuerst die unterschiedlichen Kraftstoffsysteme erläutert.

## 8.2 Aufbau verschiedener Kraftstoffsysteme

### Ottomotoren

Bei Ottomotoren unterscheidet man zwischen indirekter und direkter Einspritzung.

#### Indirekte Einspritzung (Saugrohr):

Durch elektromagnetische Einspritzventile wird der Kraftstoff in das Saugrohr oder direkt in den Zylinder eingespritzt. Dabei wird heute mit Einspritzdrücken von 3-4 bar gearbeitet, der Kraftstoffdruck wird über ein Druckregelventil konstant gehalten. Der Nenndurchfluss des Kraftstofffilters ist deutlich größer ausgelegt als der tatsächlich benötigte Kraftstoffverbrauch.

#### Direkte Einspritzung:

Bei der Direkteinspritzung sind wesentlich höhere Einspritzdrücke notwendig, wobei sich die Versorgungsleitung in einen Nieder- und Hochdruckkreislauf gliedert. Der Niederdruckkreislauf mit eingebauter elektrischer Kraftstoffpumpe dient bei diesen Motoren nur dazu, den Hochdruckkreislauf zu speisen. In der Regel liegt dieser Vordruck bei ca. 3,5 bar.

Durch eine entsprechende Hochdruckpumpe wird der Kraftstoff mit einem Druck von bis zu 120 bar in einen Druckspeicher gefördert, an den die Einspritzventile direkt angeschlossen sind.

Durch den hohen Druck und die Vielzahl der zusätzlichen Komponenten wie Druckspeicher, Sensor oder Steuerventile besitzen diese Filter im Vergleich zu denen der Saugrohreinjection eine wesentlich höhere Filterfeinheit.



### Dieselmotoren

Das Verbrennungsverfahren eines Dieselmotors unterscheidet sich wesentlich von dem des Ottomotors. Der Dieselmotor arbeitet immer mit innerer Gemischbildung und einer Selbstzündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches. Mit innerer Gemischbildung wird der Vorgang bezeichnet, bei dem nach der Einspritzung der flüssige Kraftstoff in ein zündfähiges Gemisch umgewandelt wird.

#### Pumpe-Düse:

Beim Pumpe-Düse-System besitzt jeder Motorzylinder im Zylinderkopf ein Pumpe-Düse-Element (PDE). Dieses Element vereint in seinem Gehäuse

- das Hochdruck-Kolbenpumpelement,
- das Magnetventil zur Steuerung des Einspritzverlaufs sowie
- die Einspritzdüse mit dem Einspritzventil.

Das System ermöglicht Einspritzdrücke von bis zu 2000 bar.

Um einen besseren und vor allem effizienteren Verbrennungsvorgang zu erzielen, wird bei fast allen modernen Dieselmotoren der Kraftstoff direkt in den Zylinder eingespritzt.

Hierbei stellen Pumpe-Düse sowie Common-Rail-Technologie die verbreitetsten Einspritzsysteme dar.

#### Common-Rail:

Bei der Common-Rail-Technik handelt es sich um eine elektrisch regelbare Hochdruck-Einspritzanlage mit einem gemeinsamen Verteilerrohr, dem sogenannten Common-Rail. Von diesem aus wird der Kraftstoff über magnetventilgesteuerte Injektoren den Verbrennungsräumen zugeführt. Durch eine Radialkolbenhochdruckpumpe können Drücke von bis zu 1600 bar erreicht werden.

Durch Verwendung dieser modernen Systeme ist es notwendig geworden, die Filterfeinheiten der Kraftstofffilter deutlich zu erhöhen (Abb. 1).

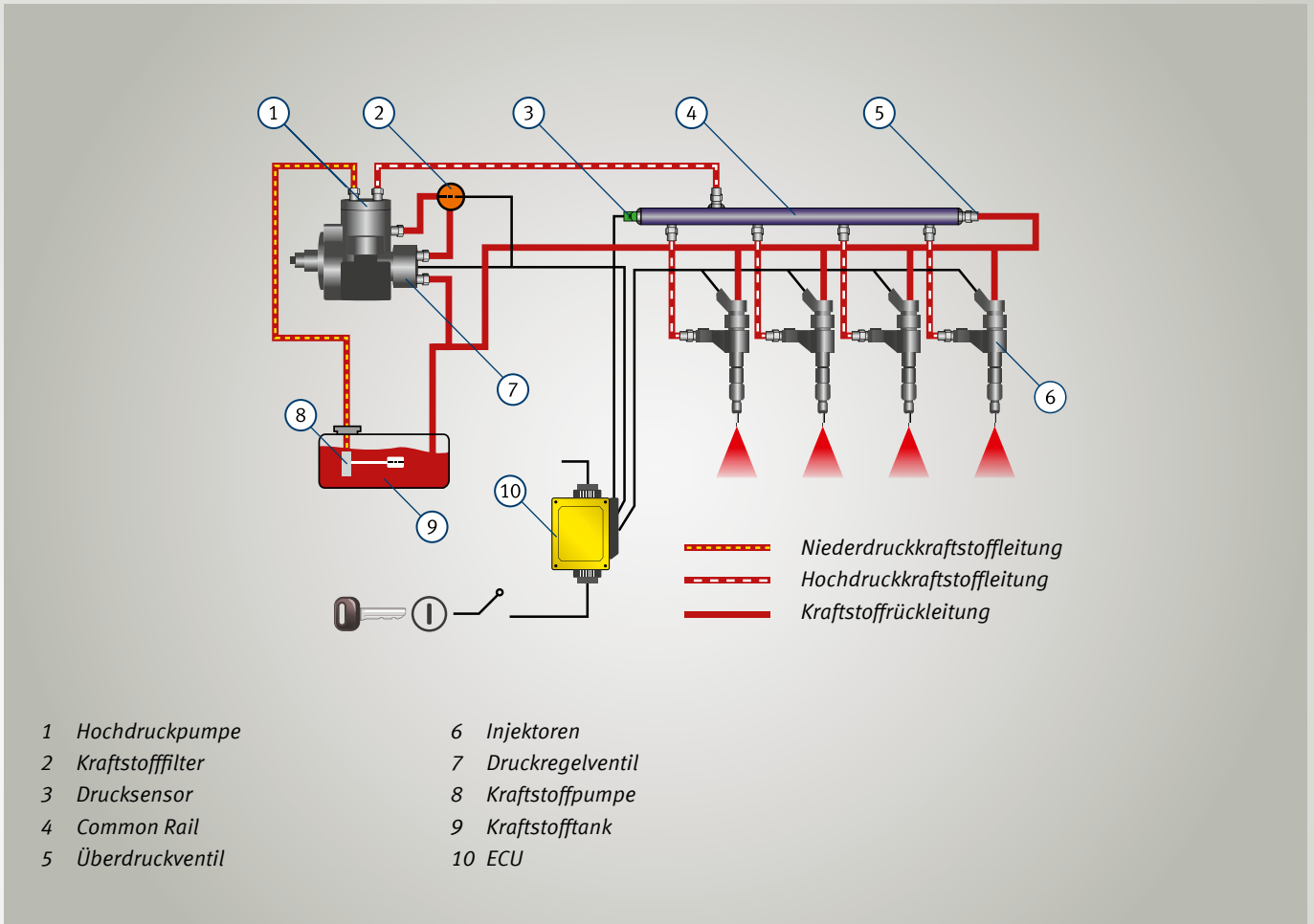
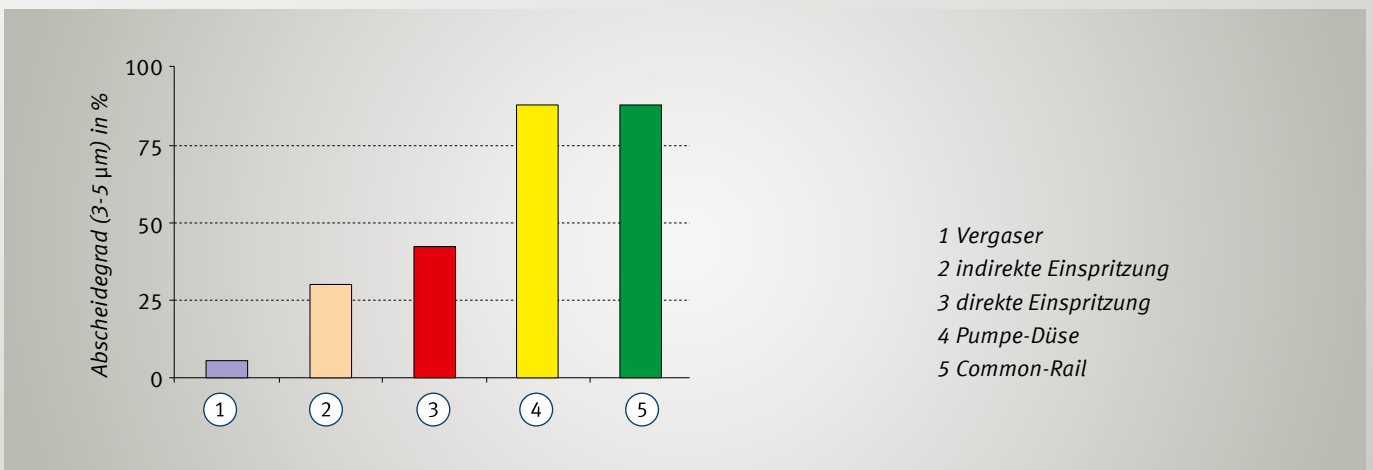


Abb. 1: Common Rail



Empfohlene Mindestfiltereinheit bei Otto- und Dieselmotoren

### 8.3 Aufgabe/Funktion

Der Kraftstofffilter muss, um die Leistung des Motors zu garantieren, die Kraftstoffanlage sorgfältig vor Verunreinigungen wie Schmutz, Rost, Staub und Wasserkontamination schützen. Speziell im Bereich moderner Dieseleinspritzmotoren ist der Schutz der hochwertigen Einspritzsysteme

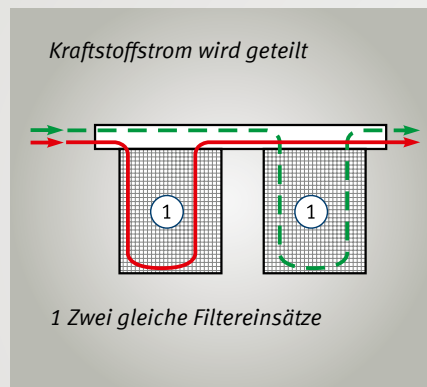
extrem wichtig. Partikel in der Größenordnung von 5-20  $\mu\text{m}$  können bereits zu erheblichen Störungen oder auch zum Ausfall des Motors führen.

Der Kraftstofffilter unterscheidet sich vom Ölfilter durch ein feineres Filterpapier, da

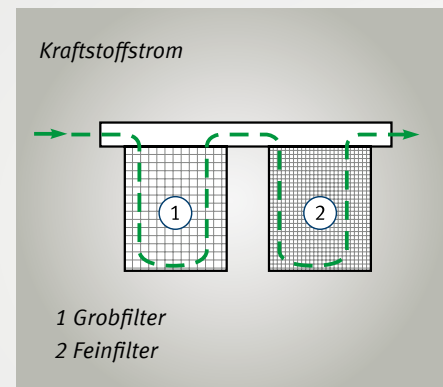
die Bauteile der Kraftstoffversorgung geringere Laufspiele aufweisen. Damit selbst kleinste Schmutzpartikel nicht in den Leitungskreislauf gelangen können, dürfen Kraftstofffilter kein Umgehungsventil besitzen.

### 8.4 Anordnung der Filter

Aufgrund unterschiedlicher Anordnungen unterscheidet man bei Kraftstofffiltern in Einfach-, Stufen- und Parallelfilter. Beim Stufenfilter ist dem Feinfilter ein Grobfilter (Siebfilter aus Metall oder Kunststoff) vorgeschaltet. Der Parallelfilter besteht aus zwei gleichen Filtereinsätzen. Sein Vorteil gegenüber dem Einzelfilter ist das Erreichen eines größeren Mengendurchsatzes.



Parallelfilter



Stufenfilter

### 8.5 Folgeschäden

Kraftstofffilter müssen regelmäßig gewechselt werden. Setzt sich der Filter zu, ist die Kraftstoffversorgung des Motors mangelhaft und hat Leistungseinbußen zur Folge. Es treten Schwierigkeiten beim Starten auf, der Motor stottert und läuft unruhig; bei Beschleunigungsvorgängen

steht nicht genügend Kraftstoff zur Verfügung. Wird nicht der für die entsprechende Applikation vorgesehene Filter verwendet bzw. weist der eingebaute Filter qualitative Mängel auf und ist technisch nicht einwandfrei, kann verstärkt Schmutz durch das Filterelement treten. Dies hat bei

Ottomotoren Störungen des Vergasers oder des Einspritzsystems zur Folge und führt zu deren Verschleiß. Beim Dieselmotor werden die extrem schmutzempfindlichen Einspritzelemente beschädigt und fallen aus.

## 8.6 Bauart

Zur Produktgruppe der Kolbenschmidt Kraftstofffilter zählen Anschraubfilter, Filtereinsätze und LeitungsfILTER.



FS Kraftstoff-Anschraubfilter



FP Kraftstoff-LeitungsfILTER



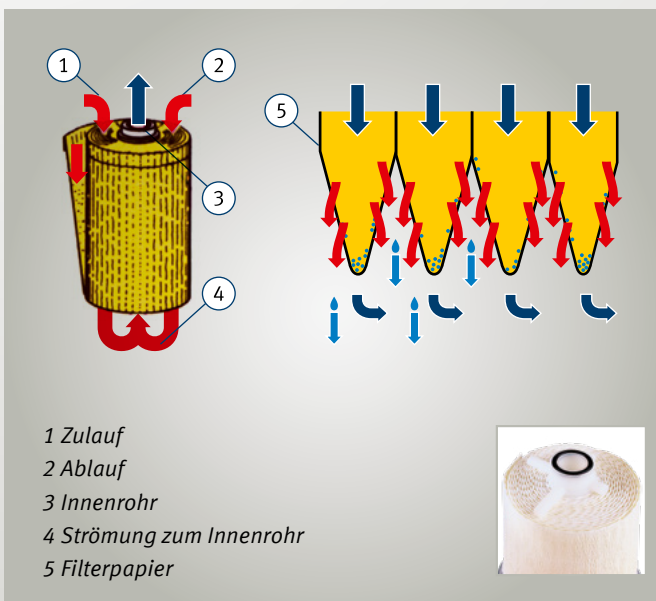
FC/FX Kraftstoff-Filtereinsatz

Hinsichtlich der Anordnung im Gehäuse unterscheidet man bei den Papiereinsätzen nach Wickelfilter (Axialfilter) und Sternfilter (Radialfilter). Bei den Axialfiltern ist das Papier um ein Rohr gewickelt. Dabei werden die Papierbahnen so angeordnet, dass sich offene V-förmige Taschen bilden, in denen sich die Schmutzpartikel

sammeln. Der Kraftstoff des Zulaufs durchfließt den Filter axial von oben nach unten, und der gereinigte Kraftstoff fließt durch das Zentralrohr ab.

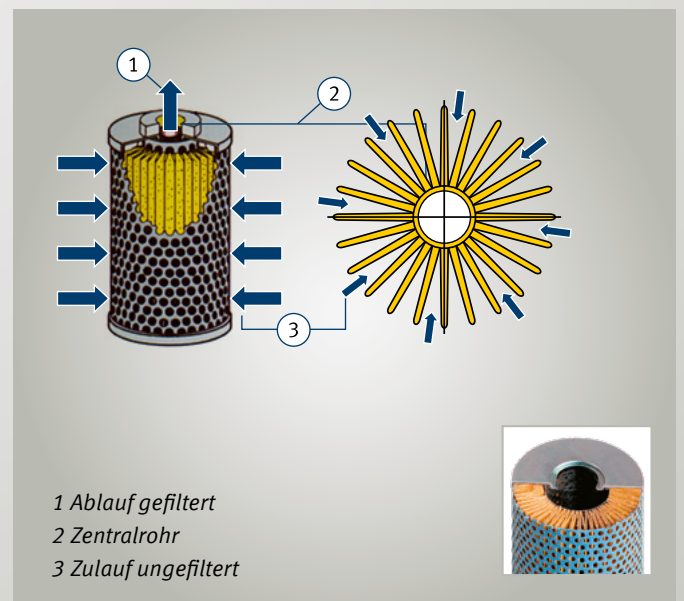
Bei den Radialfiltern ist das Papier sternförmig um ein Rohr aus Lochblech angeordnet. Der Kraftstoff durchfließt den Filter

radial von außen nach innen, wobei die Schmutzteilchen an der Papieroberfläche hängenbleiben. Der gefilterte Kraftstoff gelangt durch die Öffnungen des Innenrohres zum Ablauf.



- 1 Zulauf
- 2 Ablauf
- 3 Innenrohr
- 4 Strömung zum Innenrohr
- 5 Filterpapier

Axialfilter



- 1 Ablauf gefiltert
- 2 Zentralrohr
- 3 Zulauf ungefiltert

Radialfilter

### 8.6.1 Kraftstoff-Filtereinsatz

Sie sind einzeln auswechselbar und befinden sich in einem eigenen Gehäuse, das am Motor angebaut ist. Beim Filterwechsel wird der Gehäusedeckel abgeschraubt und nur das Filterelement ausgetauscht. Die modernen Filtereinsätze werden heute aus thermisch recycelbaren Werkstoffen hergestellt.

Als Filterelement werden Einsätze aus Papier und Filz verwendet.

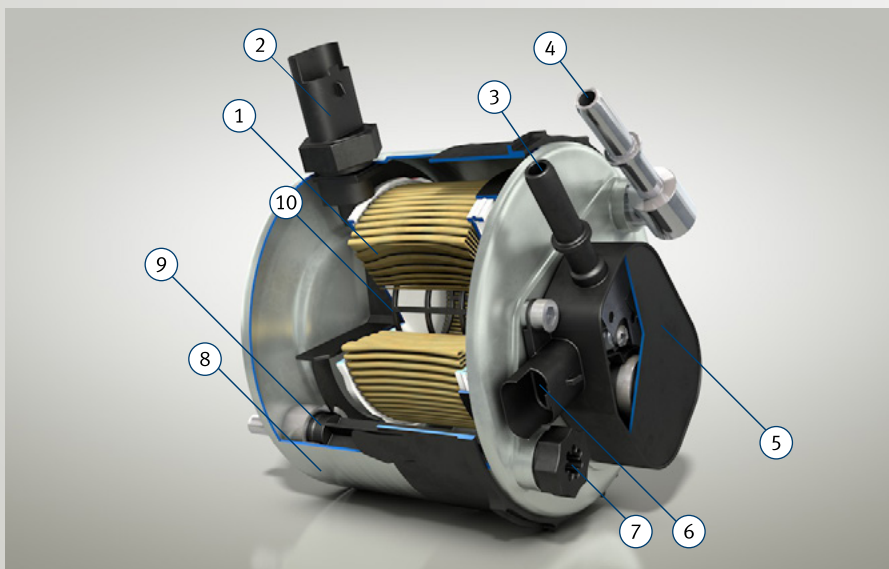


Filtereinsatz aus Papier



Filtereinsatz aus Filz

### 8.6.2 Kraftstoff-LeitungsfILTER (inline)



Aufbau Kraftstofffilter

- 1 Filtermedium
- 2 Wasserlevelsensoren
- 3 Kraftstoffeintritt
- 4 Kraftstoffaustritt
- 5 Heizmodul
- 6 Wasserablassschraube
- 7 elektrischer Anschluss
- 8 druckstabiles Filtergehäuse
- 9 Wasserablaufkanal
- 10 Stützkäfig

LeitungsfILTER werden als Sieb- oder Papierfilter ausgeführt und in die Kraftstoffleitung eingebaut. Je nach Anwendung ist das Filtergehäuse aus Aluminium, Stahlblech oder Kunststoff hergestellt.

Siebfilter werden z. B. als Vorfilter im Kraftstoffbehälter oder in der Kraftstoffpumpe eingesetzt. Sie bestehen aus einem engmaschigen Draht- oder Polyamidgeflecht mit einer Maschenweite zwischen 40 und 60  $\mu\text{m}$ .

Bei der Feinfiltration werden Papierfilter zwischen 6 und 10  $\mu\text{m}$  verwendet. Die Befestigung an der Kraftstoffleitung erfolgt meist durch einfaches Aufstecken.

**Funktion der Wasserabscheidung:**

Durch seine hohe Oberflächenspannung wird das im Tank entstehende Kondenswasser (Luftfeuchtigkeit) zunächst auf der Schmutzseite zurückgehalten. Nach Anstieg des Differenzdruckes dringt es durch die Poren auf die Reinseite und bildet dort größere Tropfen. Diese gelangen aufgrund ihres höheren spezifischen Gewichts in

den Wasserspeicherraum. Durch Öffnen der Wasserablassschraube kann der Speicher entleert werden. Bei einigen Fahrzeugen lässt sich der Wasserstand über einen Sensor erkennen.

### 8.6.3 Kraftstoff-Anschraubfilter

Die Filter bestehen aus Gehäuse und Filterelement und werden bei der Wartung als Ganzes ausgetauscht. Die Montage wird gewöhnlich im Motorraum oder unter dem Fahrzeug zwischen Kraftstofftank und Motor durchgeführt.

Im Pkw-Bereich sind neben den Wechselfiltern in Standardbauweise auch Filter mit Wasserablassschrauben und integriertem

Druckregelventil gängig. Im Nfz-Bereich gibt es außerdem Sonderformen mit integrierten Zusatzfunktionen, wie z. B.:

- Ventile oder Sensoren zur Steuerung von Druck und Temperatur,
- elektrische Heizungen,
- Wärmetauscher oder
- Wassersensoren mit Wassersammelraum.



*Kraftstoff-Anschraubfilter*

### 8.7 Montagehinweise zum Filterwechsel

Bei Arbeiten an der Kraftstoffanlage ist grundsätzlich äußerste Vorsicht geboten. Die Kraftstoffanlage steht oft noch lange nach dem Abstellen des Motors unter Druck!

- Halten Sie die herstellereitig empfohlenen Wechselintervalle ein.
- Beachten Sie unbedingt die Montageanweisungen des Fahrzeugherstellers.

- Verwenden Sie zum Wechsel die geeigneten Werkzeuge.
- Achten Sie beim Einbau von Kraftstoff-Leitungsfiltern unbedingt auf die Durchflussrichtung. Diese ist mittels Pfeil gekennzeichnet und muss vom Tank weg in Richtung Motor zeigen.

**Hinweis:**

Bei jedem Wechsel der Kraftstoffpumpe sollte unbedingt auch der Filter gewechselt werden. Denn das Wechseln des relativ günstigen Filters beugt einer großen und teuren Reparatur vor!

## 9 | Harnstofffilter

Harnstofffilter haben die Aufgabe, in modernen Abgasnachbehandlungssystemen die Systemkomponenten vor Verschleiß zu schützen.

Speziell im Nfz-Bereich kommen vermehrt SCR-Katalysatoren zum Einsatz (Selective Catalytic Reduction), die den Anteil an Stickoxiden um bis zu 90% reduzieren können. Das SCR-Verfahren nutzt hierfür eine umweltschonende 32,5-prozentige Harnstoff-Wasser-Lösung, die in einem separaten Tank im Fahrzeug mitgeführt wird (Handelsname „AdBlue“). Diese Harnstofflösung wird mittels Pumpe oder Injektor dosiert in den Abgasstrom eingespritzt und sorgt im Katalysator für eine chemi-

sche Reaktion. Der Harnstoff wandelt sich in Ammoniak um, worauf die im Abgas enthaltenen Stickoxide in Stickstoff und Wasser umgesetzt werden. Um eine erhöhte Lebensdauer der Dosiereinheit zu ge-

währleisten, werden Harnstofffilter zur Filtration der Harnstoff-Lösung eingesetzt. Feinheit und Standzeit dieser Filterart entsprechen denen eines Dieselmotorkraftstofffilters.



Harnstofffilter

## 10 | Kühlmittelfilter

Kühlmittelfilter schützen den Motor, indem sie Verunreinigungen filtern und die im Filter enthaltenen Zusätze dosiert an das Kühlsystem abgeben. Diese Zusätze, auch als Inhibitoren bekannt, werden aber mit der Zeit verbraucht. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, die regelmäßigen Wartungsintervalle nach Vorgabe des Fahrzeugherstellers einzuhalten.



Kühlmittelfilter

## 11.1 Aufgabe/Funktion

Filtersysteme im Motorölkreislauf sind sehr wichtige Bauteile in modernen Fahrzeugen. Sie tragen erheblich dazu bei, die angestrebte Lebensdauer der Motoren zu erreichen.

Während der Luftfilter die Aufgabe hat, das Eindringen verschleißverursachender Schmutzpartikel zu mindern, soll der Ölfilter die Partikel herausfiltern, die bereits in den Motor gelangt sind. Diese Verunreinigungen können Metallabrieb,

Staubpartikel aus der Verbrennungsluft, Ruß oder Korrosionsprodukte sein.

Ölfilter haben keinen Einfluß auf chemische oder physikalische Veränderungen des Öls im Motorbetrieb, da sie nicht in der Lage sind, flüssige oder gelöste Teile zu entfernen. Sie tragen aber dazu bei, dass die Gleitflächen des Motors nicht vorzeitig verschleifen. Innerhalb der Wartungsintervalle erhält der Filter die Funktionsfähigkeit des Motoröls, da er dessen

Viskosität und Pumpfähigkeit positiv beeinflusst.

In modernen Fahrzeugen rücken immer mehr hydraulische Systeme in den Vordergrund, weshalb auch hier die Ölfilter Einzug gehalten haben. Speziell im Bereich der Lenkhydraulik wird ihre Funktion immer häufiger genutzt.



OS Ölanschraubfilter



OC/OH Ölfiltereinsatz

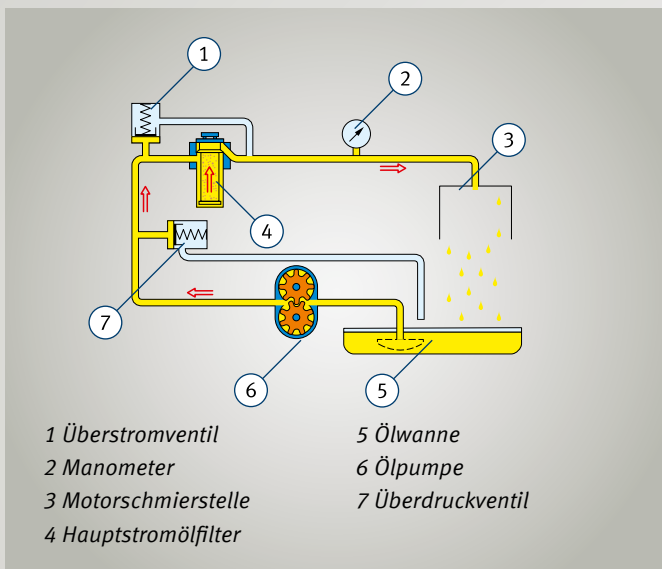


OX Ölfiltereinsatz, metallfrei

## 11.2 Anordnung

Aufgrund ihrer Anordnung im Ölkreislauf unterscheidet man Haupt- und Nebenstromölfilter sowie ein Kombinationssystem aus beiden.

### 11.2.1 Ölfilter im Hauptstrom

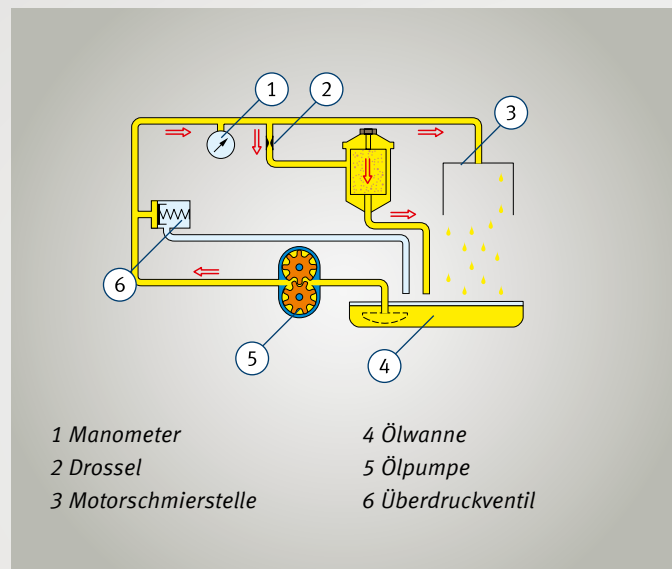


Über den Hauptölkanaal werden die Gleitlager, über die Kurbelwelle die Pleuellager und Kolben mit Öl versorgt. Des Weiteren wird Öl zum Zylinderkopf geführt, um die Nockenwelle und die Ventilbetätigungselemente zu schmieren.

Bei einem aufgeladenen Motor wird das Öl zum Teil auch zur Schmierung des Turboladers verwendet.

Hauptstromölfilter werden vorzugsweise eingebaut, denn hier wird der gesamte Ölstrom durch das Filterelement geleitet. Dadurch ist gewährleistet, dass die Verunreinigungen bereits beim ersten Filterdurchgang ausgefiltert werden können. Diese Anordnung hat allerdings den Nachteil, dass der Filter die gesamte Durchflussmenge verkraften muss. Hauptstromölfilter müssen ein Bypass-Ventil haben und sollen im Ölkreislauf grundsätzlich hinter dem Druckregulierventil angeordnet werden.

### 11.2.2 Ölfilter im Nebenstrom



Der Nebenstromfilter ist in einem parallel zum Hauptstrom verlaufenden Zweig (Nebenstrom) angeordnet. Diese Leitung wird zwischen den Schmierstellen und der Förderpumpe eingebaut. Aufgrund einer vorgeschalteten Drossel strömt nur ein Teil der Ölfördermenge (5–10%) über diesen Filter. Es gelangt somit nur teilweise gereinigtes Öl zu den Schmierstellen. Wegen der geringen Durchflussmenge und Fließgeschwindigkeit kann der Nebenstromfilter die Schmutzpartikel nicht schnellstmöglich herausfiltern. Er ist deshalb als Feinfilter mit hohem Abscheidungsgrad zu sehen.

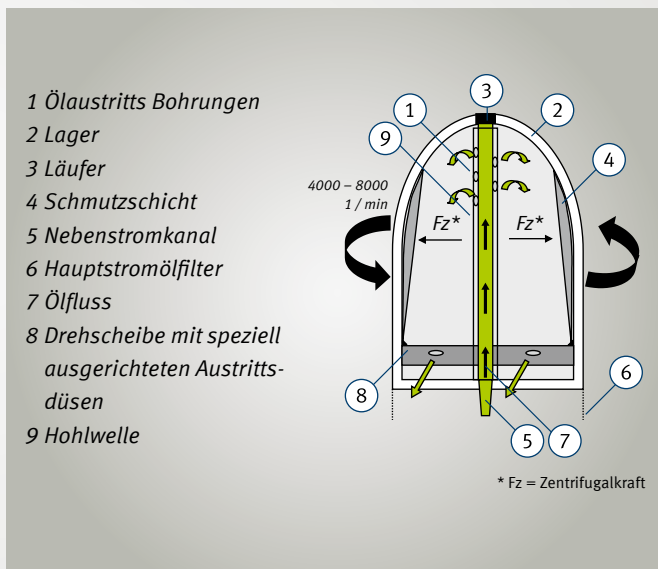
### 11.2.3 Ölfilter im Kombinationssystem

Werden Nebenstromfilter in Kombination mit Hauptstromfiltern eingesetzt, wird eine besonders wirkungsvolle Filtrierung erreicht: Feinste Partikel, die der Hauptstromfilter durchlässt, werden vom Nebenstromfilter herausgefiltert. Der Nebenstromfilter steht für eine sehr intensive Reinigung mit einem hohen Abscheidegrad. Als Nebenstromfilter kommt bei Nkw und Baumaschinen vor allem die Freistrahlf zentrifuge (Ölschleuderfilter) zum Einsatz. Das vom

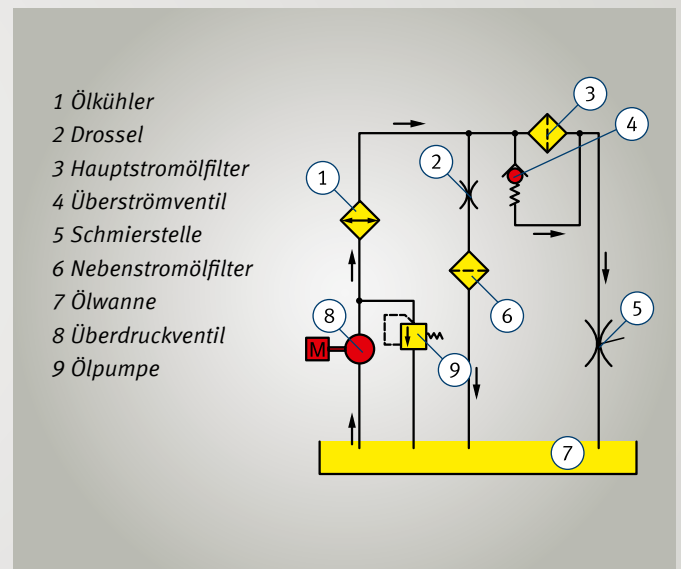
Hauptstromkanal in einen Nebenstromkanal umgeleitete Öl fließt durch die Hohlwelle des Läufers über entsprechend angeordnete Bohrungen in den Innenraum des Filters. Durch speziell ausgerichtete Austrittsdüsen am Boden tritt das Öl wieder aus der Zentrifuge aus.

Bei diesem Vorgang werden Rückstoßkräfte frei, die den Läufer in Drehung versetzen. Hierbei können, je nach Druck und Tempe-

ratur, Drehzahlen im Bereich von 4000 bis 8000 1/min erreicht werden. Durch diese bei der Drehung entstehenden Zentrifugalkräfte, werden die Schmutzpartikel, die sich im Öl befinden, an die Läuferinnenwand geschleudert. Dort bleiben sie haften, bis die Zentrifuge beim nächsten vorgeschriebenen Wartungsintervall gewechselt wird.



Freistrahlf zentrifuge



Ölfilter im Kombinationssystem



Ölfilter

### 11.3 Folgeschäden

---

Schmirgelnde Schmutzpartikel, die durch ungenügende Filterung ins Motorinnere gekommen sind, können Riefen auf Kolben und Kolbenringen sowie bauchigen Zylinder Verschleiß hervorrufen. Vor allem die scharfen, ölabstreichenden Kanten der Kolbenringe sind hierbei in erster Linie betroffen (siehe Kapitel 1.5, Verschleiß an Motorenteilen). Aufgrund unzureichender Abdichtung des Verbrennungsraumes steigt der Druck im Kurbelgehäuse durch

Verbrennungsgase, die am Kolben vorbeiströmen, an. Dieser Überdruck führt zu Ölverlust an den Dichtstellen und Öllecken an den Einlassventilführungen.

Desweiteren kann es zu einer Verringerung der Kompression und somit der Motorleistung kommen. Auch die Pleuel- und Pleuellager können durch die schmirgelnd wirkenden Schmutzpartikel erheblich in Mitleidenschaft gezogen

werden. Ein durch den Abrieb erhöhtes Lagerspiel verringert dessen Tragevermögen und kann zu einem Lagerschaden führen.

## 11.4 Anschraubfilter

Der Anschraubfilter besteht aus einem Filtertopf (aus Stahlblech), einem Filterelement und einem meist aufgebördelten oder auch geschweißten Filterdeckel. Bei einem Filterwechsel wird das komplette Filterelement ausgetauscht. Viele Wechselfilter besitzen zusätzlich ein sogenanntes Bypass-Ventil (Umgehungs- bzw. Überströmventil) sowie eine Rücklaufsperrre. Dieser Filtertyp wird sowohl im Pkw- als auch im Nkw-Bereich eingesetzt.

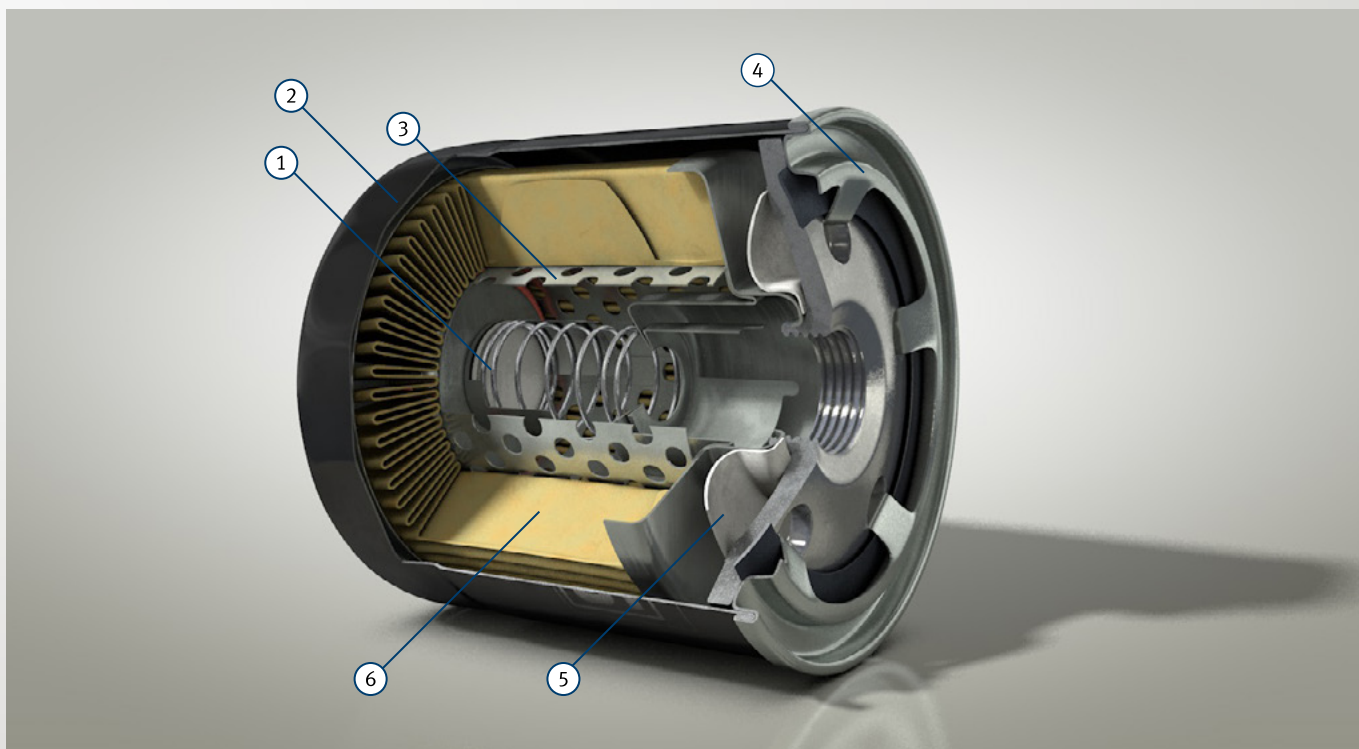
### Bypass-Ventil

Das Bypass-Ventil wird auch Überström- oder Umgehungsventil genannt. Es hat die Aufgabe, bei erhöhtem Öldruck den direkten Durchgang zum Ölkreislauf zu öffnen. Hierbei wird zwar ungefiltertes Öl dem Kreislauf zugeführt, dies ist jedoch besser, als die Schmierölversorgung ganz zu unterbrechen. Das Umgehungsventil kann vor dem Hauptstromventil angeordnet oder – wie bei vielen Kolbensmidt Filtern – im Filterelement direkt eingebaut sein. In der Praxis liegt der Einstellwert des Öffnungsdruckes je nach Anwendung bei ca. 1-2 bar.

Eine Überschreitung des eingestellten Wertes kann während der Kaltlaufphase des Motors auftreten (zähflüssiges Öl) oder wenn der Filter sehr verschmutzt ist und an seine Standzeit gelangt ist.

### Rücklaufsperrre

Ein weiteres konstruktives Merkmal der Wechselfilter stellt die Rücklaufsperrre dar. Je nach Einbaulage des Ölfilters kann sie in der Zu- bzw. Ablaufleitung integriert sein. Sie verhindert, dass der Ölfilter während des Motorstillstandes leerläuft.



Aufbau Ölanschraubfilters

- 1 Bypass-Ventil
- 2 Filtertopf
- 3 Stützrohr

- 4 Filterdeckel
- 5 Rücklaufsperrre
- 6 Filtermedium

### 11.5 Gehäusefilter

Im Unterschied zum Anschraubfilter ist hier das Filtergehäuse am Motor angeschraubt oder fester Bestandteil des Kurbelgehäuses. Bei dieser Bauart wird nur der Filtereinsatz ausgetauscht. In modernen Fahrzeugen werden diese Filter aus metallfreien Komponenten gefertigt. Durch die Möglichkeit der umweltschonenden Entsorgung gewinnt diese Art der Filtrierung immer mehr an Bedeutung.

Die Vorteile der metallfreien Filter auf einen Blick:

- Beim Service wird nur noch der Filtereinsatz ausgetauscht. Filtergehäuse und Ventile verbleiben dauerhaft am Motorblock.
- Sauberer Filtereinsatzwechsel ohne Hautkontakt zum Altöl.
- Abgestimmt auf verlängerte Wartungsintervalle.
- Ressourcenschonung durch Verwendung von Recyclingmaterial. Der Filtereinsatz besteht nur noch aus dem Filtermedium und Thermoplast-Endscheiben.
- Energetische Verwertung des Filtereinsatzes. Bei der Verbrennung wird die in den Filtereinsätzen gespeicherte Energie zurückgewonnen.
- Drastische Reduzierung der Service- und Entsorgungskosten. Die metall- und klebstofffreien Filtereinsätze müssen nicht aufwendig zerlegt werden. Der Filtereinsatz kann komplett thermisch verwertet werden.



Gehäusefilter

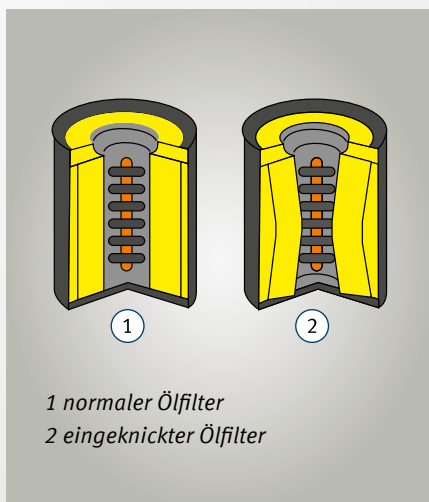
## 11.6 Ausfall des Ölfilters durch Überdruck

Bei einem eingeknickten oder auch aufgeblähten Filter vermutet man zunächst qualitative Mängel am Filter. Dies ist aber nur äußerst selten der Fall. Der deformierte Filter ist vielmehr Symptom für Probleme im Ölkreislauf.

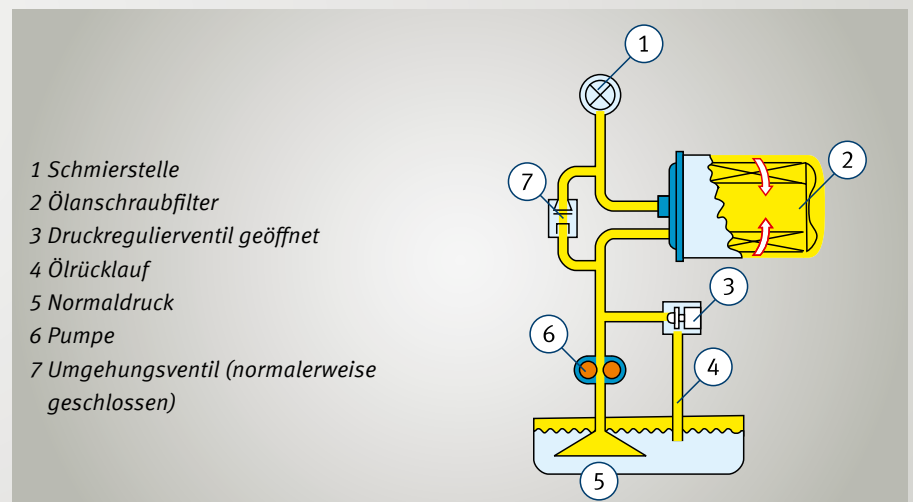
Die Fehlerquelle ist häufig das Druckregelventil, das meist in der Ölpumpe integriert ist. Die Ölpumpe liefert den benötigten Öldruck im Schmier-system, um den Schmierfilm zwischen den Motorenteilen zu bilden. Das Druckregelventil hat die Aufgabe, den Druck im Schmier-system auf einem bestimmten Wert zu halten. Nach

dem Öffnen des Ventils bleibt der Druck im Schmier-system nahezu konstant. Klemmt das Druckregelventil oder spricht beim Anlassen des Motors nur langsam an, kommt es zu einem unzulässigen Überdruck im System.

Öffnet das Ventil überhaupt nicht, nimmt der Druck weiter zu und deformiert das schwächste Glied im System – den Filter: Die Dichtung platzt ab und der Falz bricht, wenn der Filter sehr fest montiert ist. Da hierbei in der Regel auch das Motorenöl ausläuft, muss der Motor zur Vermeidung größerer Schäden sofort abgestellt werden.



Deformierter Ölfilter



Funktionsschema eines Schmier-systems

### 11.7 Montagehinweise zum Filterwechsel

---

Kein Ölwechsel ohne Filterwechsel: Wechseln Sie bei jedem Ölwechsel unbedingt auch den Ölfilter.

- Lassen Sie das Motorenöl bei betriebswarmem Motor ab, damit die Ölwanne vollständig entleert und möglichst viele Fremdkörper mit dem Öl herausgeschwemmt werden.
- Verwenden Sie als Lösehilfen spezielle Schlüssel.
- Entfernen Sie alle Dichtungsreste vollständig von der Anlagefläche am Motor und reinigen Sie diese gründlich.

- Bei Filtereinsätzen sollten Sie das Filtergehäuse gründlich reinigen.
- Verwenden Sie immer die neuen Dichtungen, die im Lieferumfang enthalten sind. Wird die alte Dichtung wiederverwendet, ist eine einwandfreie Abdichtung nicht mehr gewährleistet.
- Bestreichen Sie die Dichtungen mit Motoröl. Verwenden Sie hierzu kein Schmierfett. Bestandteile im Fett können die O-Ringe des Filters angreifen.
- Verkanten sie nicht den Filter beim Aufsetzen auf das Gewinde.

- Prüfen Sie vor dem Festziehen alle Dichtungen auf korrekten Sitz.
- Schrauben Sie den Filter nur handfest an, verwenden Sie keine Hilfsmittel.
- Prüfen Sie den Ölstand.
- Starten Sie den Motor und prüfen Sie den Kreislauf im Leerlauf auf Leckagen.



Der Getriebeölfilter für Automatikgetriebe hat die Aufgabe, das Getriebe vor Fremdkörpern zu schützen.

Speziell Öle für Automatikgetriebe haben gegenüber den Ölen für Schaltgetriebe zusätzliche Anforderungen zu erfüllen. Neben dem Schmieren von Zahnflächen, Planetenrädern und Lagerlaufflächen wird das Öl für das Betätigen von Bremsbändern und Kupplungen benutzt. Auch die Drehmomentübertragung von Pumpe zu Turbinenrad ist Aufgabe des Getriebeöls.

Durch eine optimale Filtration verschleißfördernder Stoffe wie z. B. metallischer Abrieb, wird durch den Getriebeölfilter die Lebensdauer des Getriebes verlängert und die Leistung verbessert.



Getriebeölfilter

## 13 Schlusswort

Filter von Kolbenschmidt werden unter Einsatz modernster, ständig kontrollierter Fertigungsprozesse hergestellt. Nur so kann gewährleistet werden, dass sie den hohen Anforderungen der heutigen Präzisionsmotoren gerecht werden. Speziell im Filterbereich ist die Qualität nicht auf den ersten Blick zu erkennen. Man sieht es dem Filter nicht ohne weiteres an, ob er die gewünschten Leistungsanforderungen erfüllen kann. Alle Kolbenschmidt Filter entsprechen mindestens den OE-Anforderungen. Dies gewährt einen optimalen Motorschutz und lange Lebensdauer.

Das Papier der Kolbenschmidt Filter ist speziell imprägniert und wird druckbeständig verklebt bzw. geklammert. Die anwen-

dungsspezifische Faltengeometrie sorgt für regelmäßige Abstände zwischen den Falten und somit für eine optimale Nutzung der Filtrierfläche. Durch ständige Kontrollen im Fertigungsprozess müssen Kolbenschmidt Filter jederzeit ihre Qualität unter Beweis stellen. Sie sind funktionssicher und effizient. Eine präzise Verarbeitung sorgt für die richtige Passgenauigkeit: Die Montage ist einfach und problemlos, da die zum Einbau benötigten Dichtungen und O-Ringe gleich mitgeliefert werden.

Mit Kolbenschmidt Filtern beugen Sie unter anderem dem vorzeitigen Motorverschleiß durch Schmirgeleffekt vor, sie verhindern zu hohen Kraftstoffverbrauch und schwache Motorleistung sowie schlechte Abgaswerte.



### Hinweis:

Wechseln Sie daher die Filter regelmäßig.

Wir liefern für europäische Fahrzeugapplikationen ein breites Sortiment an erstklassigen Kolbenschmidt Filtern, auf die Sie sich verlassen können.

**Deshalb Ölfilter, Luftfilter und Kraftstofffilter von Kolbenschmidt.**

**Abscheidegrad**

Partikelanteil in %, den der Filter abscheiden kann. Es wird unterschieden nach:

- Gesamtabscheidegrad: Hier werden die gesamten Schmutzpartikel erfasst, ohne Unterteilung in die jeweilige Korngröße.
- Fraktionsabscheidegrad: Bei dieser Maßeinheit ist eine Angabe der Korngrößenverteilung erforderlich.

**Absolutfilter**

Bauteil beim Prüfverfahren nach DIN ISO 5011: Abströmig angeordneter Filter, der zum Ausfiltern des durch den Prüfling hindurchgetretenen Staubanteils eingebaut wird.

**Additiv**

Chemischer Zusatz zur Erzielung bestimmter Eigenschaften oder zur Verbesserung der Leistungsmerkmale.

**bar**

metrische Maßeinheit für den Druck:  
1 bar = 10<sup>2</sup> kPa.

**Berstdruck**

Druckdifferenz, bei der ein Filter oder Filterbauteil durch Innendruckbeanspruchung zerstört wird.

**Blow-by-Gas**

Leckgasmenge, die aufgrund von Undichtigkeiten zwischen Kolben, Kolbenringen und Zylinderwand ins Kurbelgehäuse gelangt.

**Brownsche Molekularbewegung**

Die vom englischen Botaniker R. Brown entdeckte Zitterbewegung, die mikroskopisch kleine Teilchen (z. B. Stäube) in Gasen und Flüssigkeiten ausführen; dies beruht auf den unregelmäßigen Stößen der Moleküle des umgebenden Mediums.

**Bypass-Ventil**

Auch Umgehungs- oder Überströmventil genannt. Sitzt meist im Filter und schützt diesen bei Überdruck.

**Differenzdruck  $\Delta p$** 

Druckunterschied zwischen Filtereingang und -ausgang.

**Filterfeinheit**

Durchmesser der Partikel, die die Poren des Filtermediums gerade noch passieren können.

**Filterstandzeit**

Einsatzdauer eines Filters oder Elements bis zur Wartung oder bis zum Austausch.

 **$\mu\text{m}$  (Mikron/Mikrometer)**

Metrische Maßeinheit: 1  $\mu\text{m}$  = 0,001 mm.

**Rücklaufsperr**

Ventil, das nach dem Abstellen des Motors ein Zurückfließen des Öls durch die Einlassöffnung des Filters verhindert.

**Schmutzaufnahmekapazität**

Schmutzmenge, die ein Filtermedium aufnehmen kann, bis ein vorgegebener Differenzdruck erreicht wird.

**Van-der-Waals-Kräfte**

Anziehungskräfte, die zwischen neutralen Molekülen wirken, besonders bei starker gegenseitiger Annäherung.

**Viskosität**

Zähigkeit von Flüssigkeit, die durch innere Reibung von Molekülen entsteht und temperaturabhängig ist.

**Zentrifugalkraft**

Kraft, die bei einer Rotationsbewegung einen bewegten Körper vom Zentrum nach außen zieht.



## KNOW-HOW TRANSFER FACHWISSEN VOM EXPERTEN

### WELTWEITE SCHULUNGEN

Jährlich profitieren rund 4.500 Mechaniker und Techniker von unseren Schulungen und Seminaren, die wir weltweit vor Ort oder auch in unseren Schulungszentren in Neuenstadt, Dormagen und Tamm (Deutschland) durchführen.

### TECHNISCHE INFORMATIONEN

Mit unseren Produkt Informationen, Service Informationen, technischen Broschüren und Postern sind Sie immer auf dem neuesten Stand der Technik.

### TECHNISCHE VIDEOS

In unseren Videos finden Sie praxisbezogene Einbauhinweise und Systemklärungen rund um unsere Produkte.

 **YouTube**

### PRODUKTE IM FOKUS ONLINE

Erfahren Sie durch interaktive Elemente, Animationen und Videoclips Wissenswertes über unsere Produkte im und um den Motor.

### ONLINESHOP

Bestellen rund um die Uhr. Schnelles Prüfen der Verfügbarkeit. Umfangreiche Produktsuche über Motor, Fahrzeug, Abmessungen usw.

### NEWS

Melden Sie sich jetzt online zu unserem kostenlosen Newsletter an und Sie erhalten regelmäßige Informationen über Produktneuaufnahmen, technische Publikationen und vieles mehr.

### INDIVIDUELLE INFORMATIONEN

Von uns erhalten Sie umfangreiche Informationen und Services zu unserem breiten Leistungsspektrum: wie z. B. personalisierte Verkaufsförderungsmaterialien, Verkaufsunterstützungen, technischen Support und vieles mehr.

 **RHEINMETALL** **MOTORSERVICE**

### TECHNIPEDIA

In unserer Technipedia teilen wir unser Know-how mit Ihnen. Hier finden Sie Fachwissen direkt vom Experten.

### MOTORSERVICE APP

Hier erhalten Sie schnell und einfach die aktuellsten Informationen und Services rund um unsere Produkte.

### SOCIAL MEDIA

Immer aktuell



