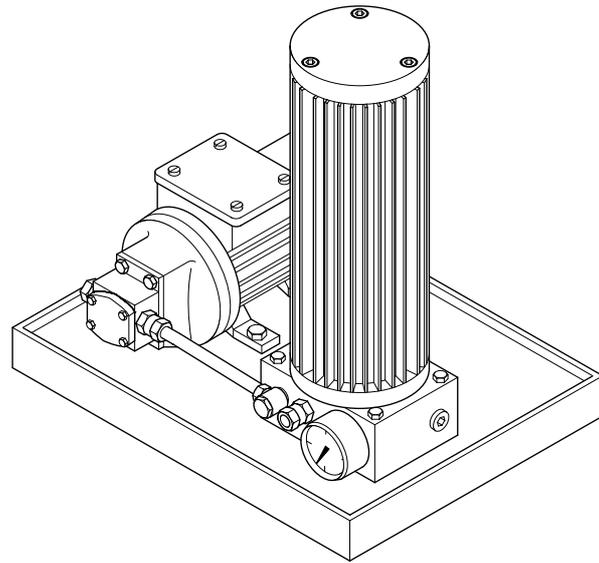


Änderungsvermerk

Ausgabe 02-2017
Seite 15 hinzugefügt

Ausgabe 08-2013
Textanpassungen



Filterfibel

Es geht nicht
darum neue
Techniken zu
erfinden um
das Öl noch
feiner zu filtern

Wir müssen die bekannten
Mittel und Möglichkeiten
besser kennenlernen,
richtig einsetzen
und optimal nutzen

Als PDF-Datei unter www.michael-widler.de
Technische Änderungen vorbehalten
© bei Michael Widler

Ausgabe 02-2017

Vorwort Das Gerede ist vorbei und der Realismus kehrt ein. Mit dem Gerede ist das Argumentieren an Hand von BETA-Werten und Filterfeinheiten gemeint. Mit dem nun immer stärker einkehrenden Realismus in der Instandhaltung steht die Frage nach " sauberem Öl " immer mehr im Mittelpunkt.

Nun wird jeder sagen, ganz klar sauberes Öl ist natürlich auch unser Ziel, was soll das Ganze. Und die meisten Anlagenbetreiber glauben dabei auch noch, dass ihr Öl sauber ist. Die Folge von schmutzigem Öl ist jedoch bekannt.

Überlegen Sie aber nun, wer die Ölrinheit wirklich untersucht, dann kommen Sie leicht zu den gleichen Überlegungen. Bedenken Sie nun wie viele Filterhersteller BETA-Werte und Filterfeinheiten verkaufen, und über Ölrinheitssklassen erst gar nicht reden, ist das Durcheinander perfekt.

Die Verantwortung des Ölherstellers darf in diesem Zusammenhang aber auf gar keinen Fall vergessen werden. Hier sind Fälle bekannt, die ins unseriöse gehen, nur um einen bestimmten Umsatz zu erreichen. Oder es werden 4 Wochen alte Öle die lediglich grob verschmutzt sind als Altöl abgestempelt und entsorgt.

Um so erfreulicher ist es aber auch, daß einige Ölhersteller ihren Kunden gezielt zu den maximal möglichen Ölstandszeiten verhelfen. Man wird sehen wer am Ende als seriöser Partner der Industrie noch mitreden darf.

Seite	01	Inhalt
	02	Filterfeinheit + Filterfläche
	03	Reinheitsklassen nach ISO 4406 (neue Fassung)
	04	Reinheitsklassen nach NAS 1638
	05	Was wollen wir schützen ?
	06	Kostenvergleich
	07	Praxistest
	08	Vergleich der Systeme
	09	Aufbau der Filterelemente
	10	Das Prinzip der Radial-Tiefenfiltration
	11	Die Wirkung der Radial-Tiefenfiltration
	12	Der Multi-Pass-Test
	13	Ölmanagement
	14	Öluntersuchungen
	15	Richtwerte für die Ölqualität

Welche Filterfeinheit soll eingesetzt werden

Der Einsatz von bestimmten Filterfeinheiten, wird immer noch neben den Notwendigkeiten aus dem System heraus, unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit gesehen. Sachlich gesehen ist das richtig. Jedoch werden immer noch einige Punkte übersehen die nicht zur Wirtschaftlichkeit hinzugerechnet werden. Gemeint sind in erster Linie:

- Kosten für die Entsorgung der Filterelemente
- Kosten für die Entsorgung des gebrauchten Öls
- Kosten für neues Öl

So gut wie möglich, oder so gut wie nötig

Die Argumente, die eine Filtration "so gut wie möglich", also feiner als $3\ \mu\text{m}$, als unwirtschaftlich erscheinen lassen sind seit langem technisch überholt. Angesichts der heutigen Möglichkeiten wirken sie geradezu lächerlich.

Betrachtet man heute die zu schützenden Komponenten mit ihren Spaltweiten, wird sehr schnell klar, dass die Filterfeinheit besser $1... 2\ \mu\text{m}$ betragen sollte, als die bisher propagierten $3... 25\ \mu\text{m}$.

Der Grund für die falsche Anwendung von Filterkonzepten und Filterfeinheiten liegt in der Tatsache, dass sich kein Mensch Gedanken darüber macht, wieviel Schmutz in einem System entsteht, und wieviel eingebracht wird.

Der gefährliche Feinschmutz bleibt in Schwebe

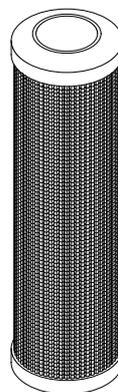
Oder anders ausgedrückt, wieviel Feinschmutz passiert den Filter, bleibt einfach in Schwebe, und wird als Schleifmittel immer weiter rund durch die Anlage transportiert.

Diese Technik, mit der wir trotz einem guten Filter ($\beta_{10} \Rightarrow 75$) zwischen 5 und $15\ \mu\text{m}$ 95000 Partikel (NAS Klasse 10) in $100\ \text{ml}$ Öl finden ist überholt und entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

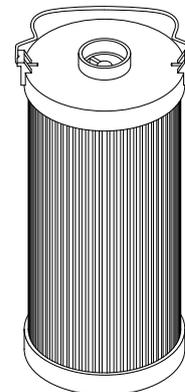
In der Folge dieses Irrtums werden dann noch teurere und größere Filter mit 6 oder $3\ \mu\text{m}$ eingesetzt in der Hoffnung die Anlage dann im Nebenstrom endlich irgendwann sauber zu bekommen. Die Nebenstromfiltration ist natürlich eine jahrelang bekannte und sehr gute Pille, die aber leider bisher nicht konsequent entwickelt und systematisch angewendet wurde.

Bei der Auswahl der Filterfeinheit hat man jahrelang so getan, als wenn der Tiefenfilter einfach nie erfunden worden ist. In Wirklichkeit aber kann ein Tiefenfilter mit $6\ \text{l/min}$. Durchsatz und einem Elementaufwand von ca. $600,-\ \text{€}$ im Jahr eine 8000 Liter Anlage dauerhaft auf NAS Klasse 4 halten.

Dies wurde nachgewiesen an einer Anlage der Bundeswehr in Trier. Hier wurde die NAS Klasse 7 gefunden, obwohl diese 8000 Liter-Anlage mit 8 Hochdruckfiltern und 8 Rücklauffiltern in bester Qualität ausgerüstet ist.



Hochdruck-Filterelement bis $210\ \text{bar}$ Δp mit kleiner Filterfläche



Rücklauf-Filterelement bis $20\ \text{bar}$ Δp mit großer Filterfläche

Zur Filterfeinheit gehört die Filterfläche und die Schmutzaufnahmekapazität

Bei der Auswahl eines Rücklauffilters wird die Fläche groß gewählt, damit kein ungewollter Staudruck auftritt. Kein Mensch spricht dabei über eine große Fläche zum Zweck der besseren Abscheiderate.

Beim Hochdruckfilter wird diese Überlegung noch über den Einbauraum, und ganz wesentlich von den Kosten für einen möglichst großen Filter in eine Richtung gebracht, in der es dann wirklich nicht mehr um das Resultat der Filtration geht.

Der Beweis dafür ist nach wie vor, dass Filter beim Preisvergleich immer noch an irgendwelchen Kenngrößen oder Durchflußwerten, und nicht an der Filterfläche oder wenigstens am Δp untereinander verglichen werden.

Mit anderen Worten " **Wer einen Filter vernünftig mit genügend großer Filterfläche anbietet, bekommt keinen Auftrag, und die Anlage erhält so eine unzureichende Filtration**". Und dieser Teufelskreis wird immer schlimmer. Einkäufer fragen nach dem Preis, ohne die Technik zu vergleichen, und Ing. Büros sagen uns: "wir haben uns auf die Seite der Anwender geschlagen da die Probleme für die Instandhalter immer größer werden".

Geschichte der ISO 4406 Das zweite sehr verbreitete Verfahren zur Partikelanzahlzählung erfolgt nach ISO 4406. Hierbei muss nach der alten ISO 4406 von 1987, und der neuen von 1999 unterschieden werden.

In der alten Fassung wurden die Partikel im Öl lediglich in 2 Klassen nach Größen eingeteilt. Dabei wählte man $> 5 \mu\text{m}$ und $> 15 \mu\text{m}$ je 100 ml Öl.

In einem Entwurf über die Neufassung der ISO 4406 von 1991 sollten dann jeweils 3 Klassen für die Auswertung der Ölproben herangezogen werden. Diese sollten dann $> 2 \mu\text{m}$, $> 5 \mu\text{m}$ und $> 15 \mu\text{m}$ lauten.

Dies hätte einen echten Fortschritt bedeuten können, so wie die Bemühung in der zuvor beschriebenen Verteilung der NAS Klassen, eben zukünftig Partikel ab $2 \mu\text{m}$ zu messen.

Von diesem Entwurf ist nun die Klassifizierung in 3 Kanälen nach den Partikelgrößen $> 4 \mu\text{m}$, $> 6 \mu\text{m}$ und $> 14 \mu\text{m}$ übrig geblieben.

Dies ist auch eine Folge der nach ISO 12103-1 neu festgelegten Teststäube um Meßgeräte zu kalibrieren. Die Kalibrierung nach dem alten Messstaub "ACFTD" ist nicht mehr zulässig, da die Produktion dieses Teststaubes eingestellt wurde.

Durch den neuen Teststaub "ISO MTD" nach ISO 12103-A3 ist die Messung ab $2 \mu\text{m}$ vorerst nicht mehr möglich.

Reinheitsklassen

ISO Klasse	Anzahl Partikel pro 100 ml	
	mehr als	bis einschl.
> 28	250.000.000	
28	130.000.000	250.000.000
27	64.000.000	130.000.000
26	32.000.000	64.000.000
25	16.000.000	32.000.000
24	8.000.000	16.000.000
23	4.000.000	8.000.000
22	2.000.000	4.000.000
21	1.000.000	2.000.000
20	500.000	1.000.000
19	350.000	500.000
18	130.000	350.000
17	64.000	130.000
16	32.000	64.000
15	16.000	32.000
14	8.000	16.000
13	4.000	8.000
12	2.000	4.000
11	1.000	2.000
10	500	1.000
9	250	500
8	130	250
7	64	130
6	32	64
5	16	32
4	8	16
3	4	8
2	2	4
1	1	2
0	0	1

Ob dieses Verfahren mit der Neufassung von 1999 nun wirklich verbessert wurde sei dahin gestellt. Eins muss aber erlaubt sein, die erneute Frage nach der Praxistauglichkeit und nach der damit verbundenen Handhabung für den nicht "laborgeübten" Anwender zu stellen.

Bedenkt man noch, dass die Messverfahren durch die neuen Reinheitsklassen keine Verbesserung erfahren, (Abkehr von der Messung ab $2 \mu\text{m}$) und die Beta-Werte stets mit neuen Höhenflügen Schlagzeilen machen, ist der Bezug zwischen der angestrebten Qualität der Filterelemente und der möglichen Messung über das, was die Filterelemente tatsächlich schaffen, schwieriger geworden.

Praxisbezogene Angaben müssen her. Der Anwender muss damit klar kommen. Messergebnisse müssen bei allen Leuten, die sich mit dem Thema beschäftigen nach den gleichen Messverfahren dargestellt werden.

Man darf aber auch die Tatsache nicht vergessen, dass in vielen Betrieben und Instandhaltungsabteilungen die Messung der Ölrinheit noch gar keine Rolle spielt. Hier liegt nach unserer Erfahrung das größte Potential im Tiefschlaf.

Beispiel ISO-Klasse 17 / 14 / 11 bedeutet je 100 ml :

- 1. Zahl $> 4 \mu\text{m}$ = 64.000... 130.000 Patrikel
- 2. Zahl $> 6 \mu\text{m}$ = 8.000... 16.000 Partikel
- 3. Zahl $> 14 \mu\text{m}$ = 1.000... 2.000 Partikel

Empholene Mindestreinheitsklassen

Anlagentyp	Klassen nach ISO 4406
Servohydraulische Anlagen, Servoventile	mindestens 17 / 14 / 11
Proportional- und Hochdruckhydraulik über 160 bar	mindestens 19 / 16 / 13
Nieder- und Mitteldruckhydraulik unter 160 bar	mindestens 21 / 18 / 13
Flügelzellen- und Kolbenpumpen + Motore	mindestens 18 / 16 / 13
Getriebepumpen + Motore	mindestens 20 / 17 / 14
Biohydraulik	mindestens 19 / 17 / 13

Ist die NAS Klasse 1638 noch zeitgemäß

Der Ursprung dieser Klassifizierung ist das Wissen darüber, dass bestimmte Mengen Schmutzpartikel einen bestimmten Verschleiß bei verschiedenen Betriebszuständen (Druckstufen) erzeugen.

An der " Oklahoma State University " in den USA wurde hierfür ein Verschleißmessverfahren entwickelt. Diese Messmethode ist bekannt unter dem Namen " OMEGA - TEST ". Als Grundlage bei diesen Tests dient die untenstehende Tabelle mit Reinheitsklassen NAS 1638.

Es wurde untersucht, welchen Einfluss die Schmutzmengen auf den Verschleiß haben. Dabei wurde sehr deutlich, dass der Verschleiß bei gleicher Partikelanzahl mit steigendem Betriebsdruck deutlich ansteigt. Es muß also bei steigendem Betriebsdruck für eine höhere Reinheitsklasse gesorgt werden.

Wir benutzen die NAS - Klassen, um eine anerkannte Beurteilung für die Reinheit eines Öls und für die Funktion eines Filter - Systems zu haben.

Reinheitsklassen NAS 1638 / 1964

NAS Klasse	Anzahl Teilchen je 100 ml Öl				
	5 - 15	15 - 25	25 - 50	50 - 100	» 100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1.000	178	32	6	1
3	2.000	356	63	11	2
4	4.000	712	126	22	4
5	8.000	1.425	253	45	8
6	16.000	2.850	508	90	16
7	32.000	5.700	1.012	180	32
8	64.000	11.400	2.025	360	64
9	128.000	22.800	4.050	720	128
10	256.000	45.600	8.100	1.140	256
11	512.000	91.200	16.200	2.880	512
12	1.024.000	182.000	32.400	5.760	1.024

Die Reinheitsklasse ist die Vorgabe und die Richtgröße für die Auswahl eines Filter - Systems.

Betrachtet man diese Beurteilungs-Klassen und die Filtration in der alten bekannten Form unter den heutigen Gesichtspunkten beschreibt man den falschen Weg.

Die zur Zeit angewendeten Erkenntnisse und Theorien sind zum Teil 20 Jahre alt, aber inzwischen weitergedacht worden.

Aus den USA gibt es schon lange den neuen Vorschlag AS 4059/1988

als Weiterentwicklung der bekannten NAS-Klasse 1638. In diesen neuen Klassen wird schon ab 2 µm gemessen.

Der Vorschlag AS 4056/1988 bestimmt eine neue Ölqualität. In der Praxis sehen wir, dass trotz einer sehr aufwendigen, teuren und umweltfeindlichen Schutzfiltration mittels sterngefalteter Filterelemente in den besten Qualitäten mit 3 µm Glasfaser die Reinheitsklasse 5 nur selten erreicht wird. Hat man sie erreicht, dann war das ein sehr aufwendiger und teurer Weg. Dieser reicht gerade um einen Teil der Defekte, die durch Schmutz hervorgerufen werden, zu verhindern.

An das Öl selbst hat dabei noch keiner gedacht. Also die feinen Partikel durch einen geeigneten Arbeitsfilter abscheiden, den Wassergehalt reduzieren, die Oxidation verhindern und damit die Defekte durch Schmutz und Verschleiß auf ein Minimum reduzieren.

Wenn also mit anderen Worten ein 3 µm Schutzfilter die Arbeit nicht schafft, muß untersucht werden, was unterhalb 3 µm eigentlich los ist. Hierzu brauchen wir neue Beurteilungs- und Messverfahren.

An der unteren Tabelle ist die zukünftige Erwartung an die Qualität eines Ölreinigers ablesbar.

Reinheitsklassen SAE AS 4059

nach NAS 1638	> 1 µm	> 5 µm	> 15 µm	> 25 µm	> 50 µm	> 100 µm
nach AS 4059	> 4 µm	> 6 µm	> 14 µm	> 25 µm	> 38 µm	> 70 µm
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1.560	609	109	20	4	1
2	3.120	1.220	217	39	7	1
3	6.520	2.430	432	76	13	2
4	12.500	4.860	864	152	26	4
5	25.000	9.730	1.730	306	53	8
6	50.000	19.500	3.460	612	106	16
7	100.000	38.900	6.920	1.220	212	32
8	200.000	77.900	13.900	2.450	424	64
9	400.000	156.000	27.700	4.900	848	128
10	800.000	311.000	55.400	9.800	1.700	256
11	1.600.000	623.000	111.000	19.600	3.390	512
12	3.200.000	1.250.000	222.000	39.200	6.780	1.024

Auf den ersten Blick scheint die Antwort klar zu sein. Zumindest hat jeder eine Antwort griffbereit. Auf den zweiten Blick wird dann aber bewusst, dass die gegebenen Antworten nur die Argumente der Filterindustrie wiedergeben.

Komponenten werden mit teuren Filtersystemen geschützt. Weiter denken ist da nicht nötig, denn alle wissen ja wie es gemacht wird. Die berühmten Tabellen, bei welchem Beta-Wert sich welche Reinheitsklasse einstellt sind ja hinreichend bekannt. Aber so bekannt wie sie sind, so wenig sind sie in der Praxis anwendbar.

Wer sagt uns schon, daß er sauberes Öl haben will. Alle glauben sie müßten Filterfeinheiten oder Beta-Werte kaufen und einbauen. Vergleichbar ist das immer noch mit den Rabatten beim Einkauf einer Ware. Jeder will Rabatte. Der Nettopreis steht oft erst an zweiter Stelle.

So langsam wird klar was man wirklich will

Aber ein deutlicher Unterschied ist doch langsam spürbar. Während immer noch sehr oft mit reinen Filterdaten aus den Katalogen der Hersteller gearbeitet wird, stellt der Benutzer und Anwender einer Maschine immer mehr die Frage: Wie sauber wird mein Öl? Und viel wichtiger noch: wie sauber bleibt es?

Hier hat der Beta-Wert dann keine Bedeutung mehr. Letzten Endes ist es dem Betreiber einer Anlage völlig egal ob mit einem schlechten 10 µm-Filter oder mit einem gutem 25 µm-Filter gearbeitet wird.

In Wirklichkeit will der Betreiber überhaupt keinen Filter. Dieses Ding verursacht ihm schließlich nur Kosten. Was er will ist nur sauberes Öl, und das aus vielen sehr wichtigen Gründen.

- Anlagenteile und Dichtungen sollen geschützt werden.
- Die Ölstandzeiten sollen verlängert werden.
- Kosten im Ölmanagement sollen gesenkt werden
- Die Entsorgung von Öl und Filterelementen wird immer teurer
- Die Umwelt muß dringend entlastet werden
- Neuen Gesetzen zur Entsorgung muß zugearbeitet werden
- Vorbeugen ist preiswerter als Schäden zu beseitigen.

Hart aber wahr

In diesem Zusammenhang muss leider eines sehr deutlich gesagt werden. Die Diskussion ist in den letzten 20 Jahren ganz geschickt auf Beta-Werte und imaginäre Bezeichnungen von Filtermaterialien gelenkt worden. Und alles hat markt-schreierisch seine Beta-Werte angeboten.

Bei der Frage, wie bekomme ich aber mein Öl sauber setzt immer noch bei sehr vielen Beratern das große Stottern ein. Oder anders ausgedrückt, kein Mensch gibt eine verbindliche Aussage darüber ab, welche Ergebnisse die von ihm vorgeschlagenen Filterkonzepte in der Praxis messbar bringen.

Der Unsinn und das Unbegreifliche wird dann komplett, wenn man feststellt, dass in sehr vielen Instandhaltungsabteilungen die größten Probleme, hervorgerufen durch schmutziges Öl, als normal hingenommen werden. Und das nur, weil es schon immer so war, oder weil man es nicht anders kennt.

Womit belasten wir die Umwelt

Beim Betrieb einer Hydraulikanlage fallen drei Hauptstoffgruppen an, die mit viel Aufwand und hohen Kosten entsorgt werden müssen.

- Druckflüssigkeiten
- Filterelemente
- Ölhaltige Betriebsmittel

Druckflüssigkeiten werden zum Teil verbrannt, und teilweise weiterverwertet. Filterelemente werden aber zusammen mit den ölhaltigen Betriebsmitteln zu 100 % verbrannt.

Nach Aussagen der Betreiber von Müllverbrennungsanlagen werden aber dort in der Regel nicht einmal die Temperaturen erreicht, die das Element durch weg-schmelzen der Kleber auseinanderfallen lassen.

Das ganze Element kommt also dann als Schrott von der Müllverbrennung zum Schrotthändler und gelangt über diesen Weg in einen Schmelzofen innerhalb der Stahlerzeugung.

Bei unseren Nachforschungen sind wir auf Fälle gestoßen, wo ein Schrotthändler sogar von seiner konzerneigenen Mutter Filterelemente im wahrsten Sinne des Wortes untergeschoben bekommt.

Das Verbrennen oder Einschmelzen von sterngefalteten Filterelementen ist sehr gefährlich. Es werden Kunststoffe verbrannt, die oft nicht einmal bekannt sind.

Entsorgungskonzepte gibt es nicht, sie sind zu teuer

Anfragen bei großen namhaften Entsorgungsunternehmen haben ergeben, daß es für solche Filterelemente kein Konzept gibt. Mögliche Verfahren sind untersucht worden, und nach der zur Zeit gültigen Gesetzeslage zu teuer und nicht durchführbar.

Jeder fragt was bringt das Ganze und was spare ich

Und das ist mit allen Dingen so. Also auch mit einem Öltreiniger den man zusätzlich anbauen soll. Die Frage lautet also genau, "Was spare ich in welcher Zeit ein", und "wie schnell macht sich diese Investition bezahlt?".

Nach unseren Erfahrungen, und vielen Gesprächen mit unseren Kunden, haben wir ein Beispiel aufgeführt.

Ein Beispiel

Ventilprüfstand mit 1400 Liter Inhalt

Ölpreis 1,4 € je Liter, Entsorgung für das Altöl 0,65 € je Liter

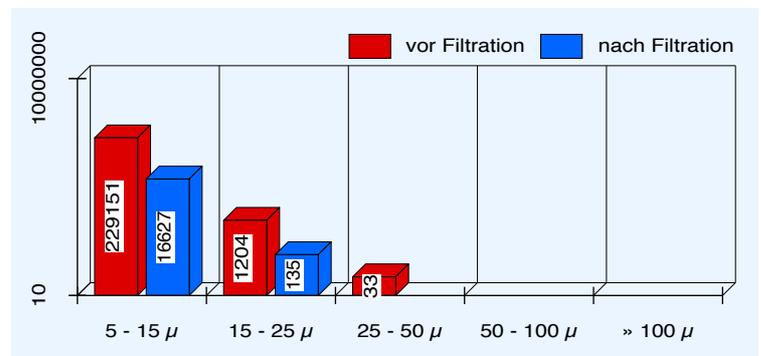
An einer Anlage mit 1400 Liter Inhalt entstehen also bei einem Ölwechsel Kosten in Höhe von 2870,- € für neues Öl und für die Entsorgung des alten Öls.

Das Öl konnte nach einer Reinigung über microFIL Nebenstromfilter weiter verwendet werden. Somit ist der Einsatz eines microFIL-Öltreinigers HM-1-1,5-N mit ca. 1350,- € um 1490,- € preiswerter gewesen als das neue Öl.

Die Kosten für den Arbeitsaufwand beim Ölwechsel, und die Kosten für den Einbau der Filteranlage sind in etwa die gleichen.

Die Kosten für eingesparte Filterelemente und deren Entsorgung, schadhafte Teile in Folge von verschmutztem Öl und Maschinenstillstandszeiten sind dabei noch nicht berücksichtigt worden.

Partikelverteilung nach NAS 1638 je 100 ml Öl



Schmutzreduzierung

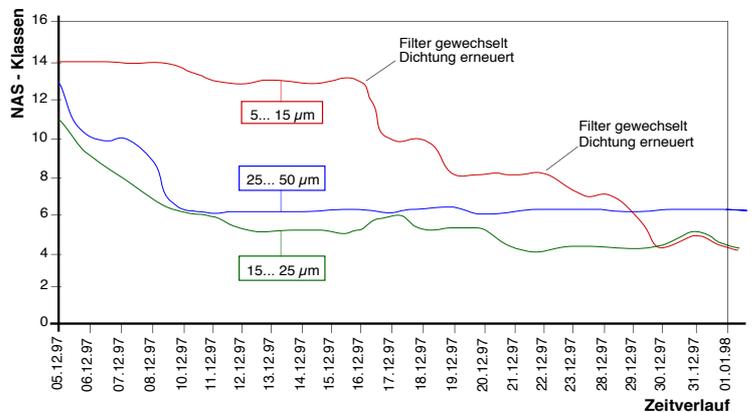
Vergleich vor und nach dem Einsatz einer Radial Tiefenfiltration Fabrikat microFIL bei einem Ventilprüfaggregat mit 1400 Liter Tankinhalt.

Im Bereich 5... 15 µm um 92,8 %
15... 25 µm um 88,8 %
25... 50 µm um 100,0 %

- Es wurde gearbeitet mit einer Anlage HM-1-1.5-N-V-38050
- Durchsatz 1,5 l/min.
- Dauer der Reinigung 1 Woche.
- Kosten für Filterelemente in dieser Woche 140,- €
- Kosten für Filterelemente danach ca. 140,- € im Jahr.

Testfilter	microFIL Ölreiner Filterelement	Typ HM-2-3.0-N-V-38050 2 Stück EW-26-H
Messgerät	Firma Typ Seriennummer Sensornummer letztes Kalibrierdatum	Hydac Fluid Control; FCU 2010 544 B000 26 00225 07.10.1997
Messbereiche	ISO NAS	11/10... 21/16 5... 15 µm 15... 25 µm 25... 50 µm
Testanlage	Anlagenart Tankgröße Ölsorte	Hydrauliksystem, Schrottpresse 2000 Liter Inhalt HLP 46
Anlagenbetreiber	Name Ort Sachbearbeiter	EUROPIPE GmbH 45473 Mülheim Herr Lachner

Testergebnis



Hinweis An der Kurve 5... 15 µm wird darauf hingewiesen, dass die Dichtung gewechselt wurde. Es handelte sich dabei zunächst um eine BUNA-N Dichtung, die für das vorhandene Medium nicht geeignet war.

Nach erneuern der Dichtung ist auch die Reduzierung der Feinschmutzanteile deutlich sichtbar. Beim zweiten Filterwechsel wurde dann die richtige Dichtung in VITON-Qualität eingesetzt.

Nun wurde auch im Bereich 5... 15 µm ein dauerhaft niedriger Schmutzanteil im Bereich der NAS-Klasse 4 erreicht.

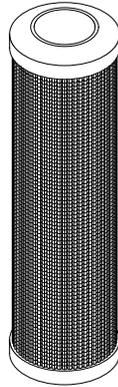
Vergleich Reinheitsklassen

NAS klasse	ISO 4406	Partikel pro ml > 10 µm	SAE	MIL STD 1246 A
OO	8/5	0,6		
0	9/6	1,2		
1	10/7	2,3		
2	11/8	5,0		
3	12/9	9,0	0	
4	13/10	14,0	1	
5	14/11	35,0	2	
6	15/12	70,0	3	
7	16/13	140,0	4	
8	17/14	280,0	5	300
9	18/15	580,0	6	
10	19/16	1200,0		
11	20/17	2300,0		

Hier die Gegenüberstellung der verschiedenen Bewertungsklassen. Die beiden wichtigsten sind die NAS-Klassen und die ISO 4406 (alte Fassung). Wir bevorzugen die NAS-Klassen, da diese ein breiteres Spektrum anzeigen als die Bewertung nach ISO 4406. (neue ISO-Klassen nach Seite 03)

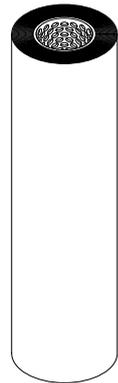
Vergleich Filtersysteme Beim Vergleich des Tiefenfilters mit einem sterngefalteten Oberflächenfilter, zeigen sich deutlich die Unterschiede, die zu einer ganz anderen Wirkungsweise und Kostensituation in der Filtrationstechnik führen.

Sterngefaltetes Filterelement Filterfeinheit 3 μm (Beta x \Rightarrow 75)



- sterngefaltetes Element ca. 90 mm \varnothing x 280 mm lang
- hiervon werden viele verschiedene Typen benötigt
- Schmutzaufnahmekapazität ca. 10 Gramm
- keine Wasserabscheidung
- erreichbare NAS - Reinheitsklasse = 5 - 8
- Preis für 3 μm Druckfilterelement ca. 180,-... 450,- €
- Feinschmutz von 5... 15 μm wird nicht ausreichend abgeschieden. Partikel werden durchgedrückt
- diese Elemente bestehen aus Verbundwerkstoffen
- die Entsorgung ist teuer, und zudem technisch wie umweltpolitisch nicht gelöst

microFIL Tiefenfilter



- Tiefenfilter microFIL 90 mm \varnothing x 280 mm lang
- ein Elementtyp für einen ganzen Maschinenpark
- Schmutzaufnahmekapazität ca. 250 Gramm
- Wasserabscheidung ja, Wasseraufnahme ca. 100 ml
- erreichbare NAS - Reinheitsklasse = 3 - 4
- Preis ca. 75,- €
- Feinschmutz 5... 15 μm wird um ca. 90 % reduziert wenn vorher schon 3 μm - Filter im Einsatz waren
- dieses Element besteht aus reiner Zellulose, das Innenrohr aus Stahl.
- microFIL-Elemente können mit den ölhaltigen Betriebsmitteln verbrannt werden

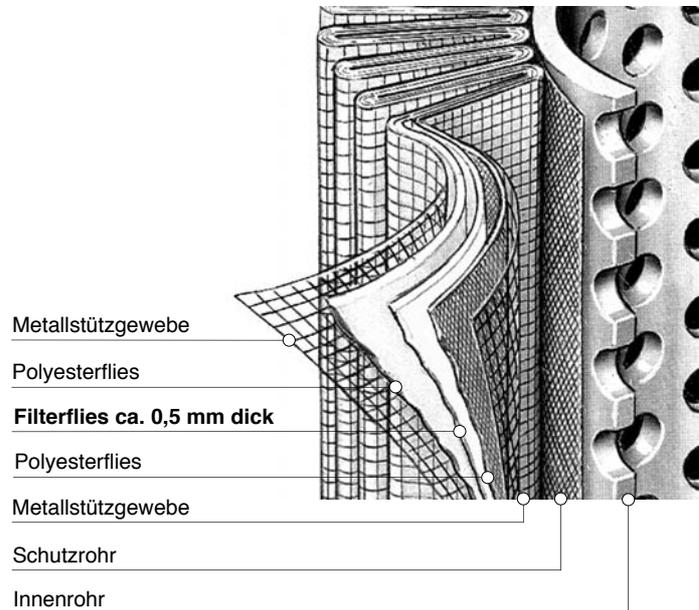
Die hier aufgeführten Unterschiede verdeutlichen die Kostensituation in einer besonders einfachen Form.

In vielen Bereichen wird die Entsorgung von Filterelementen nicht ernst genommen. In der Praxis landen eben die sterngefalteten, nicht entsorgbaren Elemente in den Behältern für ölhaltige Abfälle.

Nach eigenen aufwendigen Untersuchungen kostet die Entsorgung von sterngefalteten Elementen im Mittel 2,-... 6,- €. Hierbei sind aber die reinen Kosten für das Zerkleinern gemeint. Die Kosten für die Logistik konnten hierbei nicht ermittelt werden, weil es keine Pilotprojekte gibt.

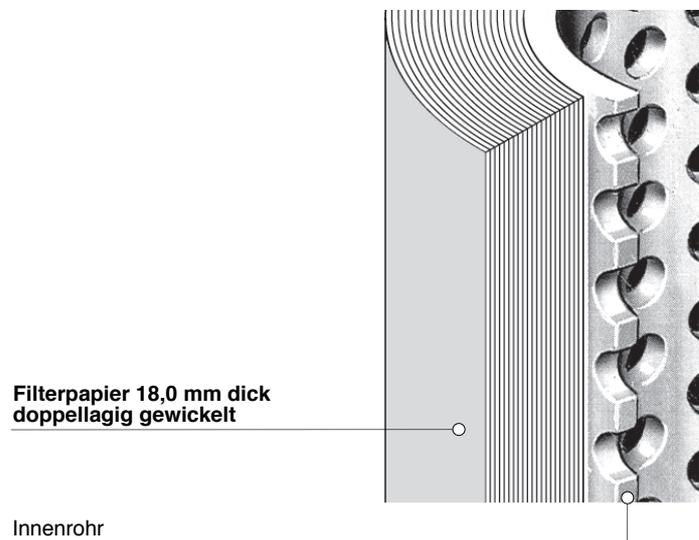
Vergleicht man den Aufbau der sterngefalteten Elemente mit der Wickeltechnik der microFIL-Elemente wird die verbesserte Wirkungsweise klar. Darüber hinaus wird sichtbar, wie hoch der Aufwand in der Fertigung ist.

Aufbau eines Filterelementes in sterngefalteter Ausführung



- Hohe Fertigungskosten.
- Besteht aus 6 verschiedenen Materialien mit 3 verschiedenen Kunststoffen und einem 2-Komponentenkleber.
- Das Entsorgungsproblem ist nicht gelöst.

Aufbau eines *microFIL* Ölreinigers EW-26-H



- Sehr kostengünstige Fertigung.
- Besteht aus 2 verschiedenen Materialien ohne Kunststoffe

Die Funktion der Mikrofiltration ist so einfach wie wirkungsvoll

MicroFil-Ölreiniger erreichen ihren hohen Filtrationsgrad durch das Radial-Filterelement. Dieses System arbeitet als Tiefenfilter mit radialer Durchströmung des Filterelementes. Hierbei wird eine sinnvoll nutzbare Filtertiefe von 18 mm angewendet. Die Oberfläche des Filtereinsatzes ist dadurch wiederum entsprechend groß, und ermöglicht eine sehr hohe Schmutzaufnahmekapazität.

Die Filterfeinheit dieses Systems liegt rechnerisch bei 0,5... 1,0 μm . Damit werden die meisten unerwünschten Fremdkörper und Schmutzpartikel abgeschieden. Öluntersuchungen zeigen nun aber immer wieder, dass gerade der Anteil an Feinschmutz zwischen 2,0 und 10,0 μm mit sterngefalteten Filterpatronen im Haupt- oder Nebenstrom nicht oder nicht ausreichend abgefiltert werden kann.

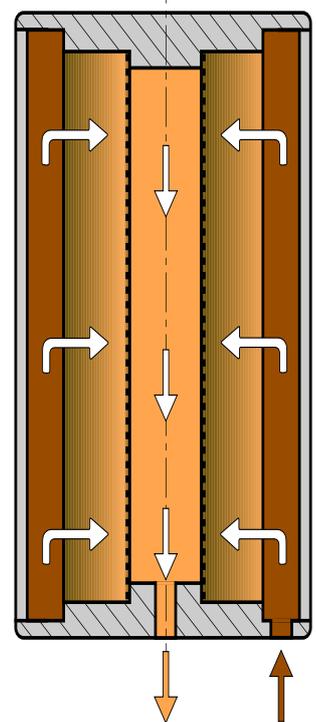
Die Auswirkungen eines zu großen Anteils von Feinschmutz führen mit physikalischer und chemischer Auswirkung auf das Öl zur schnellen Alterung, und damit zum vorzeitigen Ölwechsel.

Der hohe Filtrationsgrad, verbunden mit der kleinen Durchflussrate von 1,1... 3 l/min. im Nebenstrom, macht es möglich, bei gebrauchtem wie bei frischem Öl, den Verschmutzungsgrad um 3... 4 Reinheitsklassen zu verbessern.

MicroFil Ölreiniger nehmen darüber hinaus Wasser auf, und verhindern somit auch die Ölzerstörung durch chemische Veränderungen. Hiermit ist die Bildung von Säuren und die damit verbundene Öloxidation gemeint.

Mit dem microFIL Ölreiniger - System ist es möglich, Öl mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand so rein zu halten oder nachträglich so weit zu verbessern, dass die Ölstandzeiten um den Faktor 3... 10 verlängert werden. Amortisationszeiträume von 2... 3 Monaten sind die Regel.

MicroFil - Filterelemente sind komplett aus Zellulose ohne Kleber im Wickelverfahren hergestellt. Diese Elemente gehören bei der Entsorgung nicht zum Schredder - Leichtmüll. Sie können leicht entsorgt werden.



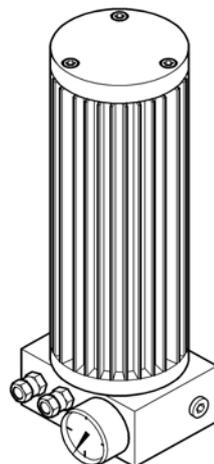
Der Nutzen des microFIL - Systems

Der natürliche Verschleiß an Bauteilen wie Pumpen, Ventilen und Lagern in der Hydraulik und Schmiertechnik wird deutlich gesenkt.

Die Ölstandzeiten werden um den Faktor 3... 10 verlängert.

Die Ausfallzeiten von Maschinen und der damit verbundene Produktionsausfall wird deutlich reduziert.

Die Standzeiten von vorhandenen teuren Schutzfilterelementen werden deutlich verlängert. Bei der Einplanung des microFIL - Ölreinigers in eine neue Anlage, kann das bekannte Schutzfilter - System mit sterngefalteten Elementen kostenreduziert angewendet werden.



Alle Kosten, deren Ursachen im verschmutzten Öl begründet sind, werden gesenkt. Es sind die

- Kosten für Wartungs- und Reparaturarbeiten
- Kosten für teure sterngefaltete Hochdruckelemente
- Kosten für neues Öl
- Kosten für das Abscheiden von Wasser aus Öl

sowie die immer höher werdenden Kosten für die nötige Entsorgung der gebrauchten Filterelemente und des alten Öls.

Mit diesem System ist es darüber hinaus leicht möglich, mit vertretbarem Aufwand Öl- und Altöl-Aufbereitungsanlagen zu bauen, die dem Bedarf und der Wirtschaftlichkeit jeder Betriebsgröße angepasst sind.

HV-Anlage Typ HV-1-1.5-N
mit Stromregler 1,5 l/min. Durchsatz

Die Hauptursache sind die festen Partikel im Öl

Der metallische Abrieb (in ppm), Ruß (in Gewichts %), Kunststoffe (in Gewichts %) und Partikel von mineralischer Herkunft (in Gewichts %) sind für die meisten Schäden in den hydraulischen Steuerungen und Schmierölversorgungsanlagen verantwortlich.

Durch hohen Systemdruck und hohe Fließgeschwindigkeiten werden die Schmutzpartikel zu mikrofeinen Teilchen zerrieben. Diese sehr kleinen Schmutzpartikel können von herkömmlichen sterngefalteten Filterelementen nicht ausreichend abgeschieden werden. Bei der Untersuchung von Abnutzungserscheinungen findet man Spuren, die an ein Abschleifen erinnern. Eine sehr störende physikalische Erscheinung ist der Viskositätsanstieg.

Wenn man sich nun einmal vor Augen hält, dass dieser gefährliche Schmutz teilweise schon in frischem neuen Öl vorhanden ist, kommt man sehr schnell zu neuen Überlegungen. Man überdenkt alles, was man bisher über eine sinnvolle Filtration gehört hat. Ab sofort trennt man zwischen der Schutz - Filtration, und der Arbeits - Filtration.

Was bewirken Wasser und Feuchtigkeit in technischen Ölen

Veränderliche Temperaturen verursachen Feuchtigkeit durch die Kondensatbildung. Dieses freie Wasser löst sich in feine Partikel auf und vermischt sich mit dem Öl bei laufender Pumpe zu einer Emulsion.

Wasser führt in Verbindung mit metallischem Abrieb und Sauerstoff zur Bildung von Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure (pH - Wert). Diese Komponenten wirken als Katalysator und bilden neue chemische Substanzen in Form von Säuregruppen.

Diese Säuregruppen sind verantwortlich für die chemische Zerstörung des Öls. Dabei werden Zusatzstoffe zerstört, verändert und abgebaut. Die Viskosität und die Schmierfähigkeit gehen verloren, und ein zu früher Ölwechsel ist in der Regel die Folge.

Wodurch verändert sich die Schmierwirkung eines Öls

Unzureichende Kühlung und eine starke Belastung führen zu einer schnellen, abnormalen Oxydation. Ein dunkelbrauner, rußhaltiger, gummiartiger Stoff bedeckt dann die Oberflächen im System. Die Reibung erhöht sich, und die Kühlfähigkeit (cp-Wert) des Öls verändert sich.

Der TAN - Wert (Neutralisationszahl, mgKOH / g) steigt auf unzulässige Werte. Kommt nun die schon angesprochene chemische Beanspruchung hinzu, wird die Schmierwirkung des Öls verändert.

Was wird durch das microFIL System günstig beeinflusst

- Feststoffe werden um 90 % abgeschieden
- Der Wasseranteil wird reduziert
- TAN- und cp - Werte verändern sich nur sehr langsam
- Die Viskositätsklasse bleibt erhalten
- Die Additive im Öl bleiben erhalten
- Der Oxidationsprozess wird erheblich verringert
- Bauteile werden geschützt
- Die Ölwechselzwischenräume verlängern sich
- Öl- und Wartungskosten werden gesenkt
- Maschinenstillstandszeiten werden reduziert
- Die Umwelt wird geschont

Welche Bedeutung hat dieses System für die Zukunft

Es wäre sehr überheblich, wenn wir diese Frage hier endgültig und für die Zukunft beantworten wollten. Die Auswirkungen sind aber in den Betrieben, in denen der microFIL - Öltreiniger angewendet wird so groß, dass in sehr vielen Fällen schon eine weitreichende Umwälzung stattgefunden hat. Hiervon sind Gedanken und technische Lösungen gleichermaßen betroffen. Man hat festgestellt " Es gibt noch einen anderen Weg ".

Bedenkt man einmal, wie einfach und preiswert das microFIL - Öltreiniger - System angewendet werden kann, stellt man teure herkömmliche Lösungen mit sterngefalteten Filterelementen immer mehr in Frage.

Der Aufwand dabei ist so hoch, daß in der Diskussion über Filtration immer noch der Spruch " Man soll so gut wie nötig, und nicht so gut wie möglich filtern ", Gültigkeit hat. Diese bekannte Aussage klingt natürlich sehr seriös, ist aber von der Zukunft schon lange überholt worden.

Mit microFIL - Öltreinigern ist eine optimale Filtration nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll einsetzbar geworden.

Man muss gar nicht so lange nachdenken, um das Zusammenspiel von Reinheitsklassen in der Praxis, und Beta-Werten im Mess-Labor auf einen Nenner zu bringen. Letzten Endes steht nur das saubere Öl im Vordergrund.

Und noch einmal. Dem Hersteller und dem Betreiber einer Anlage ist es egal, ob sein Öl mit einem guten 25 µm - Filter, oder mit einem schlechten 3 µm - Filter gereinigt wird, wenn er die nötige Reinheitsklasse erreicht.

Welche Daten liefert dieser Test

Der Multi - Pass - Test zeigt unter vorgegebenen Bedingungen, welche Abscheiderate (in %) ein Filterelement leisten kann. In einem Prüfstand wird dabei die Schmutzkonzentration vor und nach dem Testfilter gemessen.

$$\text{Beta } x = \frac{\text{Anzahl der Partikel größer als } x \mu \text{ vor dem Filter}}{\text{Anzahl der Partikel größer als } x \mu \text{ nach dem Filter}}$$

Dieser Test gibt vor allem Auskunft über die Qualität des eigentlichen Filtermaterials. Weiter zeigt er, ob bei der Herstellung eines Filterelementes Fehler gemacht, oder winzige Löcher eingebracht werden. In Stichproben, aber auch in 100 %- Tests wird die Filterqualität vielfach auch nach der Fertigung durch den Bubble-Point-Test (nach ISO 2942) überprüft.

Beide Verfahren sind sehr aufwendig und können vom Anwender nicht kontrolliert und auch nicht nachvollzogen werden.

Hat dieses Messverfahren eine praktische Bedeutung für den Anwender eines Filter - Systems

Schon seit vielen Jahren werden Stimmen nach neuen Verfahren oder Methoden immer lauter. Praktiker und Anwender können mit Beta-Werten und Abscheideraten nichts anfangen. Sie brauchen sauberes Öl.

Ein Beispiel. Wird ein Glasfaser-Filterelement mit einer Feinheit von 3,0 μm hergestellt und anschließend nach Beta- sowie Bubble-Point-Test für gut befunden, ist das Element natürlich in Ordnung. Aber was passiert in der Praxis. Der Multi - Pass - Test ist ein reiner Labortest in dem die Testflüssigkeit langsam verschmutzt wird, bis das End- Δp am Element 15-16 bar beträgt. Dieser Test dauert dann 30 Minuten. Druckspitzen und Langzeitverhalten können dabei nicht getestet werden.

In der Praxis wird dieses Element nun aber hohen Drücken, und vor allem sehr vielen Druckspitzen und Lastwechseln ausgesetzt. In einer Betonpumpe wechselt zum Beispiel die Durchflussmenge in einem Hochdruck-Hauptstromfilter 36 mal je Minute von 0 auf 300 l/min. Der Systemdruck liegt hierbei im Bereich 210-250 bar.

Beta Wert	Filter rate	Beta Wert	Filter rate	Beta Wert	Filter rate
1,0	- 0,0	3,8	- 73,7	9,2	- 89,1
1,1	- 9,1	3,9	- 74,4	9,4	- 89,4
1,2	- 16,7	4,0	- 75,0	9,6	- 89,6
1,3	- 23,1	4,2	- 76,2	9,8	- 89,8
1,4	- 28,6	4,4	- 77,3	10,0	- 90,0
1,5	- 33,3	4,6	- 78,3	11,0	- 90,9
1,6	- 37,5	4,8	- 79,2	12,0	- 91,6
1,7	- 41,1	5,0	- 80,0	13,0	- 92,3
1,8	- 44,4	5,2	- 80,8	14,0	- 92,9
1,9	- 47,3	5,4	- 81,5	15,0	- 93,3
2,0	- 50,0	5,6	- 82,1	16,0	- 93,8
2,1	- 52,4	5,8	- 82,8	17,0	- 94,1
2,2	- 54,5	6,0	- 83,3	18,0	- 94,4
2,3	- 56,5	6,2	- 83,8	19,0	- 94,5
2,4	- 58,3	6,4	- 84,4	20,0	- 95,0
2,5	- 60,0	6,6	- 84,8	30,0	- 96,7
2,6	- 61,5	6,8	- 85,3	40,0	- 97,5
2,7	- 62,9	7,0	- 85,7	50,0	- 98,0
2,8	- 64,3	7,2	- 86,1	60,0	- 98,3
2,9	- 65,5	7,4	- 86,5	70,0	- 98,6
3,0	- 66,6	7,6	- 86,8	80,0	- 98,7
3,1	- 67,7	7,8	- 87,2	90,0	- 98,9
3,2	- 68,8	8,0	- 87,5	100,8	- 99,0
3,3	- 69,7	8,2	- 87,8	200,0	- 99,5
3,4	- 70,6	8,4	- 88,1	500,0	- 99,8
3,5	- 71,4	8,6	- 88,4	1000,0	- 99,9
3,6	- 72,2	8,8	- 88,6	2000,0	- 100,0
3,7	- 72,9	9,0	- 88,9	-	-

Beta - Werte und Abscheideraten in %

Messungen haben gezeigt, dass die Abscheiderate bei solchen Belastungen nur kurze Zeit erhalten bleibt. Damit sind bekannte Systeme im Hauptstrom als Schutzfilter schon sehr fraglich. Eine nötige Arbeitsfiltration mit Abscheidung der feinsten Partikel ist damit aber praktisch nicht zu erreichen.

Bypassventil kontra Abscheiderate ... immer noch ein Thema



Schaut man sich weiter intensiv in der Praxis um, stellt man fest, dass mehr als 50 % aller Tankenbau-Rücklaufilter aus Kostengründen ohne Verschmutzungsanzeige eingebaut werden.

Jeder Konstrukteur kennt den Aufbau dieser Filter. Er weis, dass Rücklaufilter ein Bypassventil besitzen. Sprechen Sie mit einem Händler für Filtertechnik, so erhalten Sie die Bestätigung dafür, das sehr wenig Ersatzelemente für Rücklaufilter verlangt werden. Die Frage nach dem Warum ist leicht zu beantworten.

Die Bypass-Ventile öffnen, und keiner merkt es !

Wer will bei diesen Praktiken noch über Beta-Werte reden, oder diese verkaufen. Die Zusammenhänge die zum sauberen Öl führen sind jedenfalls viel einfacher als man glaubt.

- Bestandsaufnahme** Die Bestandsaufnahme beim Kunden ist der erste und wichtigste Schritt. Dieser Schritt entscheidet später im wesentlichen darüber, wie wirtschaftlich die getroffenen Maßnahmen sind. Folgendes muss untersucht werden...
- Zustand der Maschinen
 - Art und Wirksamkeit der vorhandenen Ölreinigung
 - Verschmutzungsgrad im Öl und in der Luft
 - Wassergehalt im Öl
 - Wie wird das Öl gelagert und eingefüllt
 - Wie werden die Filterelemente entsorgt
- Beratung** Danach werden von außen erkennbare Mängel und Schwachstellen aufgezeigt. Hiermit sind Dinge gemeint, die ohne genaue Kenntnis über die Maschinen oder Einsicht von Plänen für jeden erkennbar sind. Achten Sie auf...
- Filterelemente mit Metallgewebe
 - Druck- und Nebenstromfilter mit Bypassventil
 - Rücklaufilter ohne Verschmutzungsanzeige
 - Minderwertige Luftfilter
- Der Vorschlag** Das sind Hinweise, um die Schwachstellen aus der Beratung zu beseitigen. Es werden Vorschläge gemacht, um die Möglichkeiten einzuschließen, die mit der vorhandenen Ölreinigung nicht möglich sind.
- Maßnahmen um das vorhandene System zu verbessern
 - Auswahl des für den Kunden zugeschnittenen Systems
 - Vorschläge über erforderliche Geräte oder Maßnahmen
- Begleitung** Nach dem Einbau eines microFIL-Ölreinigers kommt der wichtigste Teil. Wir begleiten mit Ihnen eine oder mehrere Anlagen in der Beurteilung über das erreichte Ergebnis. Wir untersuchen mit Ihnen...
- Ölreinheit vorher / nachher
 - Wassergehalt vorher / nachher
 - Was ist bei vergleichbaren Anlagen zu erreichen
 - Welche Erfahrung kann man für die Zukunft sammeln
 - Was ist mit welchen Maßnahmen zu erreichen
- Überprüfung der Wirtschaftlichkeit** Mit der besseren Ölreinheit steigt die Wirtschaftlichkeit im Betrieb einer Anlage. Hiermit sind die Maschinenkomponenten und das Öl selbst gleichermaßen gemeint. Die bessere Wirtschaftlichkeit ist unser Ziel. Überprüfen Sie...
- Ölalterungswerte
 - Ölstandzeiten
 - Standzeiten von sterngefalteten Filterelementen
 - Sind ihre Altöle noch zu verwenden
 - Wann muß überhaupt Öl gewechselt werden
 - Kosten für Reparatur und Austausch von Maschinenteilen
 - Kosten für Entsorgung Ihres Altöls und der Filterelemente
 - Den Erfolg einer Maßnahme im voraus bestimmen
 - Wie umweltschonend ist das alte und das neue System

Um einen neutralen Standpunkt vertreten zu können, bieten wir für unsere Kunden keine Öluntersuchungen an. Bitte wenden Sie sich an eine der aufgeführten Firmen oder an einen TÜV mit Öllabor in Ihrer Nähe.

OELCHECK GmbH

Kerschelweg 28
D - 83098 Brannenburg
Telefon 08034-9047-0
Telefax 08034-9047-47
www.oelcheck.de

Filtrex Services

Industrieweg 21
NL - 2254 AE Voorschoten
Telefon 0031-(0)71-5288688
Telefax 0031-(0)71-5289949

Hinweis

Die wichtigste Untersuchung ist die Partikelzählung nach NAS und / oder ISO mit Angabe der Reinheitsklassen.

Bei Bedarf können oder sollten je nach Problemstellung dann folgende weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

- **Emmissions-Spektroskopie mit Bestimmung von 18 Metallen**
- **Viskosität bei 40 °C und 100 °C, SAE, Viskositätsindex**
- **FT-IR Spektroskopie (Ruß, Glykol, Oxidation und Wasser)**
Wenn in Ölen Ester enthalten sind, kann die Oxidationszahl nicht bestimmt werden
- **TAN - Neutralisationszahl für Industrieöle**
- **FE-haltiger Metallabrieb**
- **Feste Fremdstoffe**
- **Wasserbestimmung nach Karl Fischer**

Hilfsmittel für die Probenentnahme

Die aufgeführten Firmen bieten geeignete Probenflaschen sowie weiteres Zubehör an. Diese sind erforderlich, um eine Probe fachgerecht ziehen zu können.

Die Handhabung der Probenflaschen wird bei den angeführten Firmen mit dem Kauf der Öluntersuchung auf verschiedene Art geregelt.

Kosten

Die Kosten für eine Öluntersuchung liegen je nach Aufwand und Art zwischen 50,- und 150,- €. Die einfache aber wichtige Partikelanalyse liegt bei 50,- €.

Erfahrungen mit der Ölreinheit sammeln

Die wenigsten Betriebe sind in der Lage diese Öluntersuchung selbst durchzuführen. Die Methode an Hand der Beurteilung einer Filter - Membrane unter dem Mikroskop ist ungenau und erfordert eine Menge Erfahrung bei der Auswertung solcher Untersuchungen. In aller Regel wird also ein neutrales Meßlabor damit beauftragt, um diese Auswertung über moderne, geeichte elektronische Partikelzähler durchzuführen.

Eine gute Beurteilung erhalten Sie mit drei getrennten Ölproben.

- **Die erste Ölprobe soll das Frischöl beurteilen.**
- **Die zweite soll das Öl nach einigen Tagen werten**
- **Die dritte soll das Öl vor dem geplanten Ölwechsel zeigen**

Die dritte Probe kann auch als komplette chemische Analyse mit einem Kostenaufwand von ca. 200,- € durchgeführt werden.

- **Sie sehen, ob das Öl gewechselt werden muss**
- **Sie erkennen, ob das vorhandene Filterkonzept ausreicht**
- **Nach einem 3-stufigen Versuch " Ölprobe + Tiefenfilter + Ölprobe " erfahren Sie, welche Kosten Sie in Zukunft einsparen**
- **Am Ende gelangen Sie zu neuen Erfahrungungen im Umgang mit dem Öl und zu neuem Wissen darüber, wie Ihre Hydraulik oder Ölversorgungsanlage in der Zukunft ausgerüstet sein muss.**

Aus dieser Druckschrift gehen alle Anforderungen an ein technisches Öl für die Verwendung in Hydraulik- und Schmierölversorgungsanlagen hervor. Weiter kennt sicher jeder Konstrukteur im Hinblick auf die Besonderheiten in seinem System die Parameter, welche im Hinblick auf die Ölqualität darüber hinaus erreicht werden müssen oder sollen.

Hier sind die durchschnittlichen Werte, die der Erfahrung nach ausreichend sind, um das System so wie das Öl hinreichend vor frühzeitigem Verschleiß oder Zerstörung zu schützen.

Richtwerte für Hydrauliköl

Prüfmethode	Einheit	Prüfnorm	Hydrauliköl	
			Frischöl	Gebrauchtöl
AN / NZ - Säurezahl	mgKOH/g	EN12634 DIN 51558	0,25 - 1,0	FÖ + 0,2
Dichte	kg/m ³	DIN EN 12185	0,75 - 0,85	FÖ ± 1 %
Farbzahl	---	ISO 2049	1 - 3	FÖ + 2
Feste Fremdstoffe	Gew %	DIN EN 12662	0	< 0,1
Flammpunkt (CC)	°C	DIN EN 2592	190 - 220	> 200
Oxidation	A/cm	DIN 51453	0	1 - 5
Wassergehalt	%	ASTM E2412	< 0,1	< 0,1
Wassergehalt (KF)	ppm	DIN 51777-2	< 200	< 450
IR Index (Infra-Rot)	---	OPM ¹	100	97
RULER	%	ASTM D7590	100	> 60
Luftabscheidevermögen OPA	min	DIN 51381	2 - 4	> 6
optische Partikelanalyse	RKL	ASTM D7596 ISO 4406 SAE AS 4059	21 / 19 / 16	18 / 15 / 12
Partikelzählung	RKL	ISO 4406 SAE AS 4059	21 / 19 / 16	18 / 15 / 12
Partikelzählung mikrosk.	RKL	ISO 4406	-- / 19 / 16	-- / 15 / 12
Pourpoint	°C	DIN ISO 3016	-30	FÖ ± 3
PQ - Index	---	OPM ¹	< 25	< 25
Viskosität	mm ² /s	DIN ISO 2909	ISO VG 22 - 68	

Richtwerte für Getriebeöl

Prüfmethode	Einheit	Prüfnorm	Getriebeöl	
			Frischöl	Gebrauchtöl
AN / NZ - Säurezahl	mgKOH/g	EN12634 DIN 51558	0,5 - 1,4 (3,5)	FÖ ± 0,5
Dichte	kg/m ³	DIN EN 12185	0,8 - 0,95	FÖ ± 1 %
Farbzahl	---	ISO 2049	1 - 6	FÖ + 2
Feste Fremdstoffe	Gew %	DIN EN 12662	0	< 0,5
Flammpunkt (CC)	°C	DIN EN 2592	180 - 250	> 220
Oxidation	A/cm	DIN 51453	0	1 - 5
Wassergehalt	%	ASTM E2412	< 0,1	< 0,1
Wassergehalt (KF)	ppm	DIN 51777-2	< 200	< 750
IR Index (Infra-Rot)	---	OPM ¹	100	97
RULER	%	ASTM D7590	100	> 60
Luftabscheidevermögen OPA	min	DIN 51381	---	---
optische Partikelanalyse	RKL	ASTM D7596 ISO 4406 SAE AS 4059	21 / 19 / 16	20 / 18 / 15
Partikelzählung	RKL	ISO 4406 SAE AS 4059	21 / 19 / 16	20 / 18 / 15
Partikelzählung mikrosk.	RKL	ISO 4406	-- / 19 / 16	-- / 18 / 15
Pourpoint	°C	DIN ISO 3016	-20	FÖ ± 3
PQ - Index	---	OPM ¹	< 25	< 60
Viskosität	mm ² /s	DIN ISO 2909	ISO VG 220 - 680	

¹ = OELCHECK Prüfmethode / FÖ = Frischöl

Die oben aufgeführten Werte beruhen auf der Erfahrung und den Daten von mehr als 3 Millionen Gebrauchtölproben in der **OELCHECK** Datenbank.

(www.oelcheck.de)