



DONALDSON DELIVERS

Lösungen für saubere Kraftstoffe und Schmiermittel

Handbuch Dieselkraftstoff





Einleitung - Kraftstoffe

Diese Broschüre wurde erstellt, um das große Wissen, das Donaldson im Laufe der Jahre weltweit sowohl in der Praxis als auch in den Laboratorien gesammelt hat, zu veröffentlichen.

Wir investieren 2 bis 3 % unseres Jahresumsatzes in Forschung und Entwicklung. Deshalb konnte Donaldson die Technologie der Filtermedien, Filterpakete oder Filterlösungen bis zum aktuellen Stand weiterentwickeln.

Donaldson ist bestrebt, diesen Prozess fortzusetzen und in das Wissen über Kraftstoffe und Öle zu investieren. Das wird der Schlüssel zu Lösungen für die Probleme sein, vor denen Sie heute und auch morgen stehen werden.

Eine große Auswirkung auf die Kraftstoffverarbeitung und dessen Reinheit hat nicht nur der Kraftstoff als solcher, sondern auch die Art und Weise seiner Anwendung in neuen Motorenplattformen mit fortschrittlichen Common-Rail-Einspritzsystemen.

Je besser wir die Systeme und die Veränderungen darin verstehen, desto zuverlässiger werden unsere Lösungen und damit unsere Motoren.

Diese Broschüre soll Sie in die Welt der Kraftstoffe einführen: Eine Welt, die, wie die menschliche Gesellschaft, einer ständigen Veränderung unterliegt.

Eine Welt, in der für die, die nicht täglich mit Wissenschaft zu tun haben, ein großer Teil mysteriös wirken kann.

Auf den nächsten 28 Seiten werden wir einen Teil des Mysteriums lüften und Ihnen einen kurzen Blick in die nahe Zukunft vermitteln.

Niko Verhaegen
Development Manager Clean Fuel & Lubricant Solutions

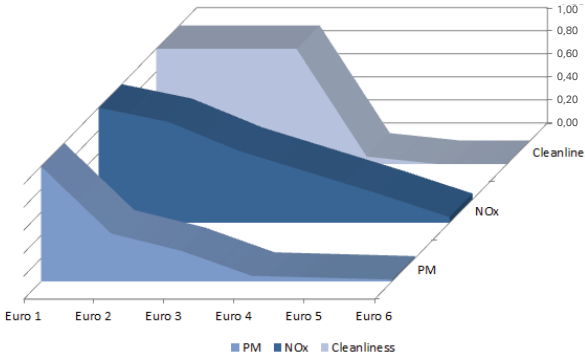
Inhalt

| | |
|---|----|
| Rechtsvorschriften für Kraftstoffe | 3 |
| Feinstaub (PM) und NOx | 4 |
| CO2 | 4 |
| EN590 | 5 |
| ISO4406/99 | 6 |
| Weltweite Kraftstoff-Charta | 6 |
| Dieselarten | 7 |
| Herkömmlicher Dieselmotorkraftstoff | 7 |
| Biodiesel | 8 |
| Kraftstoffkette | 9 |
| Fraktionierte Destillation | 9 |
| Herstellungsverfahren für Biodiesel | 9 |
| Verunreinigung | 10 |
| Wie rein Kraftstoff sein muss – „Durchsichtig und hell“ | 12 |
| ISO4406/99 – Reinheitsklassen | 14 |
| Multipass-Filter-Test | 17 |
| Singlepass im Vergleich zu Multipass | 19 |
| Common-Rail-Dieseleinspritzsystem | 20 |
| Clean Solutions-Angebot | 21 |
| Fallstudien | 24 |
| Häufig gestellte Fragen | 26 |

Rechtsvorschriften für Kraftstoffe

Motoren treiben unsere Welt an – der Motor in Ihrem Auto/LKW, der Sie zu Ihrem nächsten Abenteuer bringt, oder die Maschine eines Schiffs, Flugzeugs oder Zugs, die Sie zu Freunden, Kollegen oder Ihrer Familie bringt. Motoren haben unseren großen blauen Planeten mit jedem technologischen Sprung kleiner gemacht. Dieser Technologiepfad wird durch die Gesetzgebung stark reglementiert.

Die Vorschriften zu Emissionen, ob auf der Straße (Euro) oder abseits der Straße (Tier), zwingen Motorenhersteller zur Senkung der Emissionen und zur Produktion besserer und saubererer Motoren.



Im Hinblick auf das obige Diagramm ist es wichtig, daran zu denken, dass – auch wenn dies nicht exakt festgelegt wurde – die Reinheit des Kraftstoffes im Zentrum der Aufmerksamkeit stand.

Die weltweite Kraftstoff-Charta (die von den größten Motorenherstellern unterzeichnet wurde) gab den Auftakt. Die ISO-Norm 4406/99 und die Reinheitsklasse nach ISO 18/16/13, die in der Charta vorkommen, bilden aber erst den Anfang.

Während sich die Industrie auf der einen Seite sehr auf sauberere Produkte (Motoren) konzentriert, indem sie reinere Produkte einsetzt (Fluid und Luft), haben die Öl- und Gasunternehmen zu Beginn der Emissionsnormen den separaten Standard EN590 entwickelt.

Leider sprechen beide Welten – auch wenn sie durch das Produkt eng miteinander verbunden sind – aktuell nicht dieselbe Sprache.

Feinstaub (PM) und NOx

Die Emissionsstandards für den Straßen- und den Geländeeinsatz regeln im Allgemeinen die Emissionen von Stickoxiden (NOx), Schwefeloxiden, Feinstaub (PM) oder Ruß, Kohlenmonoxid (CO) oder von flüchtigen Kohlenwasserstoffen (siehe Kohlendioxidäquivalent).

CO2

Die von der Europäischen Gemeinschaft beschlossene EU-Richtlinie 2009/30/EC korrigiert den Schwefelgehalt und definiert neue Anforderungen zur Reduzierung der Treibhausgase von für den Straßentransport gelieferter Energie. Infolge dieser neuen Richtlinie muss Benzin entsprechend umweltfreundlicher Spezifikationen mit reduzierten Anteilen an aromatischen Kohlenwasserstoffen, Sauerstoff und Schwefel gehandelt werden.

Die Verringerung des Werts für den Anteil an aromatischen Kohlenwasserstoffen und Schwefel gilt auch für auf dem Markt gehandelten Diesel. Die Mitgliedsstaaten der europäischen Union verlangen von den Kraftstofflieferanten bis Dezember 2020 eine Reduzierung der CO2-Emissionen um 10 % für jede aus fossilen Brennstoffen gewonnene Energieeinheit.

EN590

Vor dieser Richtlinie hat die europäische Kraftstoffnorm EN 590:2009 die neuesten Qualitätsanforderungen an Kraftstoffe festgelegt. Produkte von Herstellern von Einspritzanlagen erfüllen nicht die Laufzeitleistungen und anvisierten Emissionen, wenn der verwendete Kraftstoff nicht die Parameter von EN590:2009 einhält.

Die wichtigsten Reinheitsmerkmale der Norm EN590 sind:

- bis zu 24 mg/kg Gesamtverunreinigung – Ziel $3 < x < 10$
- unter 200 ppm Wasser – Ziel $59 < x < 150$

Diese allgemeinen Parameter werden in Zukunft sicher weiter spezifiziert, aktuell handelt es sich jedoch um die einzigen Normen für die Reinheit, die genutzt werden können.

| Parameter | Test Method | Units | Limit | Guarantee | Shell Typicals |
|---|--------------|-------------------|-----------|----------------|----------------|
| Cetane Number | EN ISO 5165 | CN | Min | 51 | 51 to 53 |
| | EN 15195 | | | | |
| Cetane Index | EN ISO 4364 | Calc. | min. | 46 | 51 to 53 |
| Density | EN ISO 3745 | kg/m ³ | Min max | 820 / 845 | 836 |
| | EN ISO 12185 | | | | |
| Polycyclic aromatics | EN 12913 | %wt | Max | 8.0 | 5 |
| Sulphur | EN ISO 20084 | mg/kg | Max | 10 | 9 |
| Flash Point | EN ISO 2719 | deg C | Min | >55 | 60 |
| Carbon Residue | EN ISO 10379 | % mass | max. | 0.3 | <0.1 |
| Ash | EN ISO 6345 | % mass | max. | 0.01 | <0.001 |
| Water | EN ISO 12097 | mg/kg | max. | 200 | < 100 |
| Peroxide Matter | EN 12662 | mg/kg | max. | 24 | 2 |
| Copper Corrosion | EN ISO 2160 | Class | max. | 1 | 1 |
| Oxidation Stability | EN ISO 12265 | gm ³ | max. | 25 | <5 |
| | EN 15751 | h | min | 20 | >20 |
| Lubricity | EN 2850 | Microem | max. | 400 | 300 |
| | 12156-1 | | | | |
| Viscosity | EN ISO 3104 | cSt | min / max | 2.0 / 4.5 | 3.4 |
| Distillation | EN ISO 3415 | | | | |
| % Recovered 250°C | | %vol | Max | 65 | 17 |
| % Recovered 350°C | | %vol | Min | 85 | 94 |
| 95% Recovered at | | deg C | Max | 360 | 355 |
| Fire Component (FAME's) | EN 14078 | %vol | Max | 7.0 | <0.0 |
| Cold Filter Plugging Point (CFPP) | EN 116 | deg C | Winter | -15 | Winter -20 |
| | | | Summer | -5 | Summer -6 |
| <i>Specs which are additional to the BS EN590 specifications are listed below</i> | | | | | |
| Appearance | | Visual | | Clear & Bright | Clear & Bright |
| Cold Point | EN 23015 | deg C | Max | Winter -5 | Winter -7 |
| | | | | Summer -3 | Summer -4 |

Application

High quality fuel for use in modern diesel road vehicles (buses, truck fleets, cars etc)

| Quality Data | Parameter (BS Methods) | Units | Min | IS Limit | Max | Esso Typical |
|--|------------------------|--------------------|------|----------|---------|--------------|
| Cetane Number | | | 51.0 | - | - | 54.4 |
| Density @15°C | | kg/m ³ | 820 | 840 | 833 | |
| Polycyclic aromatic hydrocarbons | | % mass | - | 11 | 4.9 | |
| Sulphur Content | | mg/kg | - | 10 | 9 | |
| Flash Point | | °C | >55 | - | 65 | |
| Carbon Residue (on 10% distillation residue) | | % (wt/wt) | - | 0.3 | 0.0 | |
| Ash Content | | % (wt/wt) | - | 0.01 | 0.006 | |
| Water Content | | mg/kg | - | 200 | 99 | |
| Total Contamination | | mg/kg | - | 24 | 3 | |
| Copper Strip Corrosion | | rating | - | Class 1 | Class 1 | |
| Oxidation Stability | | gm/lt | - | 25 | 8 | |
| Lubricity: corrected motor wear (Batter Limit 1.4 @ 80% S) | | µm | - | 490 | 324 | |
| Viscosity @40°C | | mm ² /s | 2.0 | 4.5 | 2 | |
| PAH Content | | % | - | 7.0 | 4.8 | |
| Cloud Point | | °C | - | - | -12 (0) | |
| Winter | | °C | - | - | -13 (0) | |
| CFPP | | °C | - | -5 | -15 (0) | |
| Summer | | °C | - | -5 | -21 (0) | |
| Winter | | °C | - | -15 | -21 (0) | |
| Distillation | | % vol | - | >65 | 33 | |
| % (vol) recovered @ 202°C | | % vol | 85 | - | 88 | |
| % (vol) recovered @ 345°C | | % vol | - | 345 | 2 | |
| 90% (wt) recovered | | | - | - | 318 | |

| Seasonality Dates | Es Terminal | Es Service Station |
|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Start | | |
| Summer Grade | 1 October to 15 March inclusive | 16 March to 15 November inclusive |
| Winter Grade | 1 October to 15 March inclusive | 16 November to 15 March inclusive |

| Additional Technical Information | Esso Diesel | Industry Min | By Refs | To obtain this |
|----------------------------------|-------------|--------------|---------|----------------|
| Specific Energy | Gross | MJ/kg | 40.66 | 40.66 |
| | Net | MJ/kg | 41.25 | 41.25 |
| Mass Specific Heat Capacity | | kJ/kg°C | 2.00 | 2.00 |
| Volume Correction Factor | Per °C | | 0.0005 | 0.0005 |
| | | | | Divide this |
| | | | | By Refs |
| | | | | To obtain this |
| | | | | Active |
| | | | | 105.506 |
| | | | | Thermoflow |

ISO 4406/99

Auch die International Organization Standardization (ISO) hat Reinheitsparameter entwickelt, die zur Norm ISO 4406/99 zusammengefasst wurden. Diese Norm definiert die Anzahl der pro Milliliter Flüssigkeit enthaltenen Partikel detaillierter.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt zur Reinheit von Brennstoffen.

Weltweite Kraftstoff-Charta



1998 haben Motorenhersteller die weltweite Kraftstoff-Charta entwickelt, um die internationalen Standards für Kraftstoffe festzulegen. In der Einleitung zur Ausgabe von 2006 wird ausgeführt: Auf einigen Märkten wurden bereits fortschrittliche, extrem saubere Motor- und Fahrzeugtechnologien eingeführt und deren Anzahl wird steigen.

Für diese Technologien ist die bestmögliche Qualität erforderlich, um deren Emissions- und Leistungspotenzial zu erzielen. Die Charta benennt eine Anforderung an Dieselkraftstoff zur Erfüllung einer Reinheitsanforderung aus ISO 18/16/13. Andererseits beginnen Kraftstoffhersteller an Kraftstoff zu arbeiten, der weitaus reiner ist, um die Anforderungen moderner Common-Rail-Einspritzsysteme zu erfüllen.

Herkömmlicher Dieselkraftstoff

Er wird durch fraktionierte Destillation von schwerem Mineralöl gewonnen und ist in der Regel einfacher zu raffinieren als Benzin. Er enthält Kohlenwasserstoffe, deren Siedepunkt zwischen 180 und 360 °C liegt.

Aus Erdöl gewonnener Diesel besteht zu rund 75 % aus gesättigten Kohlenwasserstoffen und zu 25 % aus aromatischen Kohlenwasserstoffen. Die chemische Formel für diesen Kraftstofftyp lautet üblicherweise $C_{12}H_{23}$ und reicht von $C_{10}H_{20}$ bis $C_{15}H_{28}$.

Aufgrund der jüngsten Änderungen der Normen für die Kraftstoffreinheit ist zusätzliches Raffinieren erforderlich, um den Schwefel zu entfernen. Dies führte zur Produktion von ULSD-Kraftstoff (Ultra Low Sulfur Diesel).

Wenn der Schwefelanteil hoch ist, schadet dies der Umwelt, weil Schwefel die Kontrolle von Partikelemissionen über katalytische Diesel-Partikelfilter verhindert. Dies ist jedoch nicht die einzige Auswirkung. Es sind auch innovative Technologien, wie Stickoxid-(NOx-)Absorber nicht in der Lage, Emissionen zu reduzieren.

Ein weiterer Effekt der Absenkung des Schwefelgehalts von Diesel besteht in der Reduzierung der Schmierfähigkeit des Kraftstoffs, was eine erhöhte Verwendung von Additiven im Kraftstoff zur Verbesserung der Schmierfähigkeit nach sich zieht.

Biodiesel



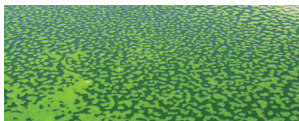
Biodiesel ist der Name für einen rückstandsfrei verbrennenden, alternativen Kraftstoff, der kein Mineralöl enthält.

Er wird als Monoalkylester aus langkettigen Fettsäuren in Pflanzenölen oder tierischen Fetten für die Verwendung in Dieselmotoren definiert. Biodiesel bezeichnet den reinen Kraftstoff vor der Mischung mit Dieselkraftstoff. Am stärksten auf dem Markt vertreten ist Fettsäuremethylester (FAME).

Biodieselmischungen werden als „BXX“ mit „XX“ bezeichnet, was den in der Mischung enthaltenen Prozentsatz Biodiesel angibt (d. h.: B20 steht für 20 % Biodiesel, 80 % Mineralöldiesel).

Erste Generation der Biodieselmethylester

- Pflanzenöl – Diesel (Pflanzenmethylester, PME)
- Pflanzenöl (z. B. Rapssamen, Kokosnuss, Sojabohnen, Frittierfett)
- Tierisches Fett (Öl von Geflügel oder anderen Tieren)



Zweite und zukünftige Generationen

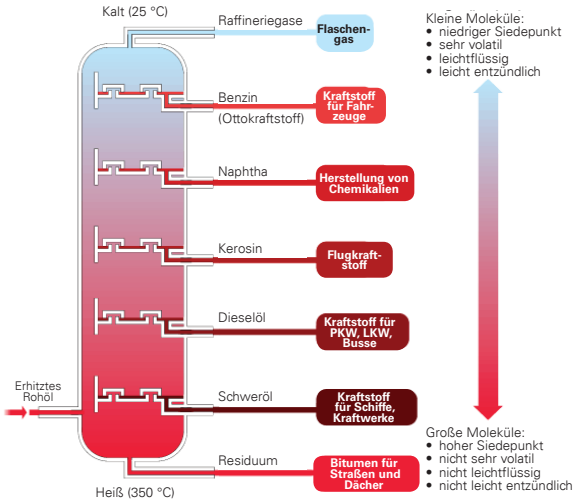
- Algen und andere organische Rohmaterialien

Effekte der Filtration von Biodiesel

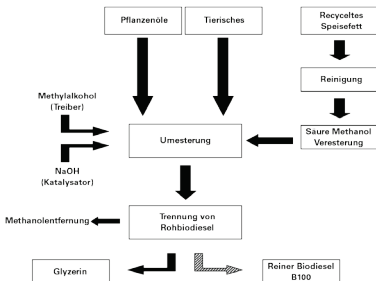
- Reinigungseffekt – bessere Haltbarkeit
- Wasserdissolvens
- Mikroorganismen in Wasser

Fraktionierte Destillation

Quelle: BBC – Bitesize



Herstellungsverfahren für Biodiesel



Quelle:
Understanding Biodiesel Fuel
Quality and Performance
Von: J.M. Weiksner Sr. P.E.,
Stephen L. Crump Ph.D. und
Thomas L. White Ph.D.

Verunreinigung

Arten von Kontaminationsstoffen

- Schwebstoffe: Siliziumdioxid, Fasern, Staub, Rost, Metall, Ausflockung, Gel
- Wasser (frei oder gelöst)
- Luft (frei oder gelöst)

Herkunft der Verunreinigung

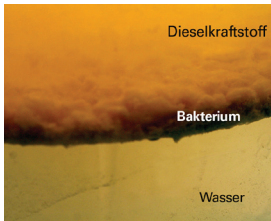
- Durch Befüllen mit neuem Kraftstoff
- Während des Betriebs von außerhalb des Systems eingedrungen (Belüftung, Transport, schlechte Befüllungsverfahren usw.)
- Durch Wartungsverfahren eingeleitet
- Während der Montage des Tanks eingedrungen
- Abrieb von Gummi- oder Elastomerpartikeln von Schlauchabdichtungen usw. aufgrund von Temperatur, Zerfall, Flüssigkeitsstrom
- Hauptquellen während des Betriebs sind Pumpen, Motoren, Vorverbrennung...
- Flüssigkeiten mit hohem Wasseranteil sorgen für Bakterienvermehrung und organische Verunreinigung
- Austausch fehlerhafter Komponenten kann nachgelagert zu Verunreinigungen führen

Konsequenzen von Partikelverunreinigung:

0-5 µm: Ausfall von Systemkomponenten im Lauf der Zeit (Düsenverschleiß, Mehrverbrauch, Leistungsabfall)

>5 µm: Sofortiger finaler Ausfall (Kraftstoffpumpenausfall, Einspritzblockade)

Die übliche Partikelgröße in Kraftstoffen liegt zwischen 1 – 50 µm



Auswirkungen der Verunreinigung durch Wasser:

- Trägt zu Ausfallflockung bei Kraftstoff und Additiven bei
- Fördert Rost, Korrosion, Ablagerungen, Säurebildung und Algenwachstum
- Verringert die Schmierfähigkeit (wenn emulgiert) und den Durchfluss (wenn gefroren) des Kraftstoffs
- Verstopft Einspritzdüsen und kann die Lebenszeit des Einspritzsystems um den Faktor 10 verkürzen

Fördert das Keimwachstum:

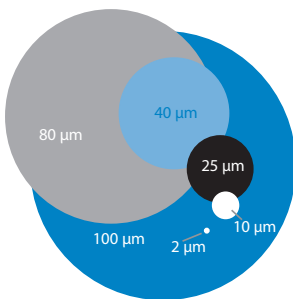
- Die meisten Bakterien benötigen freies Wasser
- Bildung von schlechtem ULSD Kraftstoff
- Schwefel verlangsamt Wachstum
- Biodiesel = Nahrungsmittel
- Schwer entfernbar

Auswirkungen der Luftverschmutzung:

- Verlust der übertragenen Kraft
- Verringerte Pumpenleistung
- Verlust der Schmierfähigkeit
- Erhöhte Betriebstemperatur
- Schaumbildung im Flüssigkeitsbehälter
- Chemische Reaktionen

Wie rein Kraftstoff sein muss – „Durchsichtig und hell“

Was ist ein Mikrometer? Ein Mikrometer ist eine Maßeinheit. Sie steht für den millionsten Teil eines Meters (Mikrometer) oder 0,000039 Zoll. Das internationale Symbol ist „ μ “, häufig wird aber auch μm (Mikrometer) verwendet.



| | |
|----------------------------|-------------------|
| Korn Speisesalz | 100 μm |
| Menschliches Haar | 80 μm |
| Untere Sichtbarkeitsgrenze | 40 μm |
| Weißes Blutkörperchen | 25 μm |
| Talkumpuder | 10 μm |
| Rotes Blutkörperchen | 8 μm |
| Bakterium | 2 μm |
| Schlack | <5 μm |

Das menschliche Auge kann maximal bis zu einer Größe von 40 μm sehen. Ein Sichttest der Reinheit und Helligkeit Ihres Kraftstoffs mit dem blossen Auge schlägt daher fehl, weshalb ein sogenannter Patch-Test notwendig ist. Beim Patch-Test wird eine Probe von 25 ml Flüssigkeit durch eine Membran mit Poren bis zu einer Größe von 0,8 μm gegossen, was dazu führt, dass alle Partikel, die größer als 0,8 μm sind, auf der Membranoberfläche verbleiben. Diese Membran wird dann unter dem Mikroskop bei einer entsprechenden Vergrößerungsstufe einem Sichttest unterzogen.

Die in der folgenden Abbildung dargestellte Probe sieht makellos rein aus... Unter einem einfachen USB-Mikroskop entdecken Sie jedoch bereits ein Paralleluniversum der Verunreinigung.

Alternativ oder als Ergänzung zum visuellen Patch-Test, der Verunreinigungen aufdeckt, kann eine automatische Partikelzählung einen besseren Einblick in die Anzahl der Partikel bieten, die sich in der Probeflüssigkeit befinden.

Die Kombination aus einem automatischen Lichtschranken- und einem Laserpartikelzähler quantifiziert die Verunreinigungsstufe der Probeflüssigkeit.

Die Probe fließt bei geringer Geschwindigkeit durch ein kleines Rohr, durch das ein Lichtstrahl projiziert wird.

Wenn ein Partikel das Licht blockiert, wird ein Spannungsimpuls erzeugt, der dem Durchmesser des Partikels entspricht. Es gibt verschiedene Normen für die Messung, die geläufigsten sind ISO 4406, NAS 1638 und SAE AS 4059. Die ISO-4406-Vorschriften werden im nächsten Abschnitt besprochen.

Die Sensoren können leider Phantomzählungen erzeugen, weshalb wir immer empfehlen, Patch-Membranen zu verwenden. Phantomzählungen treten auf, wenn nicht lösliche Additive gezählt werden, die den Lichtstrahl blockieren. Diese nicht löslichen Partikel können eine verfrühte Blockierung des Filters verursachen, können dabei jedoch absolut harmlos für die Maschine und deren Komponenten sein.



Dann ist eine weitere Analyse erforderlich. Wenden Sie sich für weitere Informationen unter clean.solutions@donaldson.com an Donaldson



ISO 4406/99 – Reinheitsklasse

Das internationale Bewertungssystem für die Verunreinigung von Flüssigkeiten wird als ISO-Verschmutzungsgrad bezeichnet und im ISO-4406-Dokument beschrieben. Die meisten Komponentenhersteller veröffentlichen Empfehlungen für die Filtrationsstufe mithilfe des dreistufigen ISO-Codes, der eine Differenzierung der zulässigen Dimension und Verteilung von Partikeln in der Flüssigkeit ermöglicht.

Die ISO-Verunreinigungsstufen basieren auf der Kontrolle der Partikelanzahl mit $4\ \mu$, $6\ \mu$ und $14\ \mu$ in Kohlenwasserstoffflüssigkeiten.

Diese Stufe wird durch Messung der Anzahl der Partikel mit einer Größe von $4\ \mu$ und darüber, $6\ \mu$ und darüber und $14\ \mu$ und darüber in einem Milliliter der Systemprobe ermittelt.

Der Bereich zwischen der Ober- und der Untergrenze der einzelnen Skalennummern beläuft sich auf den Faktor zwei. Dies bedeutet auch, dass sich bei jeder Erhöhung der ISO-Codezahl um eins die Anzahl der Partikel verdoppeln kann.

ISO 4406 Reinheitscode Anzahl der Partikel pro Milliliter:

Code Mehr als bis einschl.

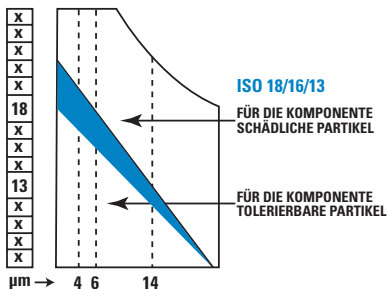
| | | |
|----|--------|---------|
| 24 | 80.000 | 160.000 |
| 23 | 40.000 | 80.000 |
| 22 | 20.000 | 40.000 |
| 21 | 10.000 | 20.000 |
| 20 | 5.000 | 10.000 |
| 19 | 2.500 | 5.000 |
| 18 | 1.300 | 2.500 |
| 17 | 640 | 1,300 |
| 16 | 320 | 640 |
| 15 | 160 | 320 |
| 14 | 80 | 160 |
| 13 | 40 | 80 |
| 12 | 20 | 40 |
| 11 | 10 | 20 |
| 10 | 5 | 10 |
| 9 | 2,5 | 5 |
| 8 | 1,3 | 2,5 |
| 7 | 0,64 | 1,3 |
| 6 | 0,32 | 0,64 |

Verwendung der ISO-Bewertung

Beispiel: Die weltweite Kraftstoff-Charta empfiehlt eine ISO-Reinheitsstufe von 18/16/13.

1. Platzieren Sie in der Anwendungsanleitung für Donaldson-Filtermedien auf der nächsten Seite einen Punkt auf der vertikalen 4- μ -Linie, der horizontal mit dem Feld 18 des ISO-Codes übereinstimmt.
2. Platzieren Sie einen Punkt auf der vertikalen 6- μ -Linie, der horizontal mit dem Feld 16 des ISO-Codes übereinstimmt.
3. Platzieren Sie einen Punkt auf der vertikalen 14- μ -Linie, der horizontal mit dem Feld 13 des ISO-Codes übereinstimmt.
4. Verbinden Sie die Punkte, um die ISO-Reinheitsstufe 18/16/13 zu erhalten.

Wie die folgende Darstellung zeigt, sind Partikelzahlen, die auf oder über der 18/16/13-Linie liegen schädlich für die Komponente und überschreiten die durch den Hersteller festgelegte 18/16/13-Spezifikation.



Donaldson empfiehlt für verschiedene Flüssigkeiten spezifische Reinheitsstufen, die für die Komponente tolerierbar sind.

ISO 18/16/13



Reinheitsklasse für schweres Getriebe-/Motoröl

ISO 16/14/11



Reinheitsklasse für Hydraulik-/Getriebeöle

ISO 14/13/11



Reinheitsklasse für Dieselkraftstoff

Multipass-Filter-Test

Die International Organization for Standardization (ISO) bietet für Multipass-Tests ein allgemeines Testformat für Filterhersteller, mit dem die Filtereffizienz bewertet wird. Diese Standardisierung bietet Ihnen die Möglichkeit, veröffentlichte Filterbewertungen für verschiedene Filtermarken verlässlich zu vergleichen.

Die ISO-Testnormen wurden 1999 aktualisiert, um den im Bereich der Partikelzähler und anderen Testgeräten verfügbaren verbesserten Technologien Rechnung zu tragen. Neuere Partikelzähler bieten präzisere Zählungen und mehr Details – was eine bessere Einstufung der Filterleistung ermöglicht.

Die National Fluid Power Association (NFPA), das National Institute of Standards & Technology (NIST) und freiwillige Experten aus der Branche, darunter einige Techniker von Donaldson, haben die Überarbeitung der ISO-Normen unterstützt.

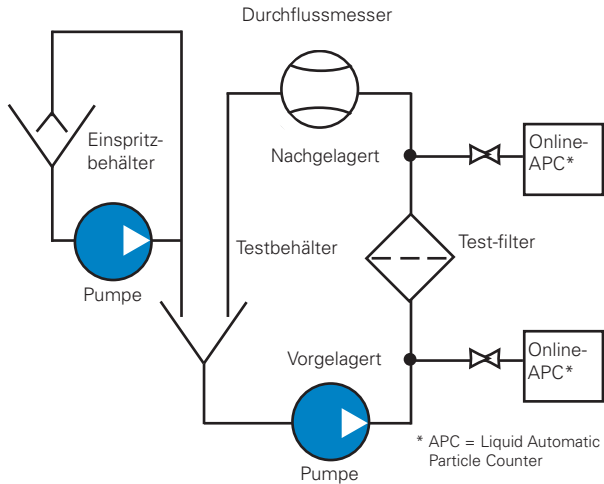
ISO 16889 ist seit Ende 1999 in Kraft und ISO 4572 ist offiziell ausgelaufen.

ISO 16889 wird in der Regel für Hydraulikflüssigkeiten verwendet. ISO 19438 ist die offizielle Norm für Dieseltests. Der Hauptunterschied zwischen beiden Flüssigkeitsstandards ist die BUG-Stufe (Base Upstream Gravimetric), die für das ISO-16889-Testverfahren niedriger als für ISO 19438 sein kann und dafür sorgt, dass der ISO-16889-Test im selben Zeitraum reproduzierbarer ist.

Der ISO-16889-Test liefert außerdem die β (Beta)-Kennzahlen, während ISO 19438 die Effizienz in % liefert. Donaldson verwendet den ISO-16889-Test für Kraftstoffe, um näher an den EN590-Regellasten und der Praxis vor Ort zu bleiben.

Weitere wesentliche Punkte von ISO 16889

- ISO 12103-1,A3 (ISO Mittel, 5 μm – 80 μm)
- Partikelzählungen, vor- und nachgelagerte, werden im Test minütlich durchgeführt.
- Beta-Kennzahlen werden durch (c) erfasst, um die NIST-Verfolgbarkeit zu kennzeichnen.



ISO 16889

- Für einen korrekten Test sind jetzt automatische In-Line-Flüssigkeits-Partikelzähler erforderlich.
- Die Kalibrierung des automatischen Partikelzählers erfolgt nach dem ISO-11171-Verfahren
- ISO 11171 verwendet eine nach NIST (National Institute of Standards & Technology) zertifizierte Kalibrierungsflüssigkeit

Singlepass im Vergleich zu Multipass?

Alle vorherigen Erläuterungen zu Multipassing betreffen die Flüssigkeiten im Filter. Wenn Sie jedoch Flüssigkeiten am Einlass Ihres Tanks filtern, haben Sie nur einen Durchlauf der Flüssigkeit durch die Filtriereinheit.

Folglich sprechen wir von Singlepass-Filterung, die eine ähnliche Anordnung wie das Multipass-Verfahren hat, jedoch ohne Rückführung.

Die Elemente der Donaldson-Reinigungslösungen sind für Singlepass-Filterung mit hohem Durchfluss und hoher Kapazität ausgelegt.

Beta-Kennzahlen (β)

ISO 16889 empfiehlt ein Erfassen der Beta-Kennzahlen (β) bei einer bestimmten Mikrometereinstellung:

Beispiel:

| Beta-Kennzahl (β) bei bestimmter Partikelgröße | Effizienz bei derselben Partikelgröße |
|--|---|
| 1,01 | 0,99 % |
| 1,1 | 9,09 % |
| 1,5 | 33,33 % |
| 2 | 50,00 % |
| 4 | 75,00 % |
| 5 | 80,00 % |
| 10 | 90,00 % |
| 20 | 95,00 % |
| 75 | 98,67 % |
| 100 | 99,00 % |
| 200 | 99,50 % |
| 1000 | 99,90 % |
| 2000 | 99,95 % |
| 10000 | 99,99 % |

$\beta 4(c) = 200$ bedeutet, dass vorgelagert 200 Mal mehr Partikel in der Größe $4 \mu\text{m}$ und größer vorhanden sind, als nachgelagert. Dies bedeutet eine Effizienz von 99,5 %.

Beispiel:

$\beta 4(c) = 2000$ bedeutet, dass vorgelagert 2000 Mal mehr Partikel in der Größe $4 \mu\text{m}$ und größer vorhanden sind, als nachgelagert. Dies bedeutet eine Effizienz von 99,95 %.

Was ist die Beta-Kennzahl?

Die Beta-Kennzahl (durch den griechischen Buchstaben „ β “ dargestellt) ist eine Formel zur Berechnung der Filtrationseffizienz eines bestimmten Flüssigkeitsfilters unter Verwendung von Ausgangsdaten, die aus Multipass-Tests erhalten wurden. In einem Multipass-Test wird Fluid mit einer gleichbleibenden Menge von Verunreinigungen (d. h. ISO Medium Test Dust) kontinuierlich eingespritzt und dann durch die getestete Filtereinheit gepumpt. Die Filtereffizienz wird durch Überwachung des Verunreinigungsgrads des Fluids vor und nach dem Testfilter zu bestimmten Zeiten ermittelt. Automatische Partikelzähler ermitteln den Verunreinigungsgrad.

Mit diesem Verfahren wird die Anzahl der vor- und nachgelagerten Partikel ermittelt, die als Beta-Kennzahl bezeichnet wird.

Common-Rail-Dieseleinspritzsystem

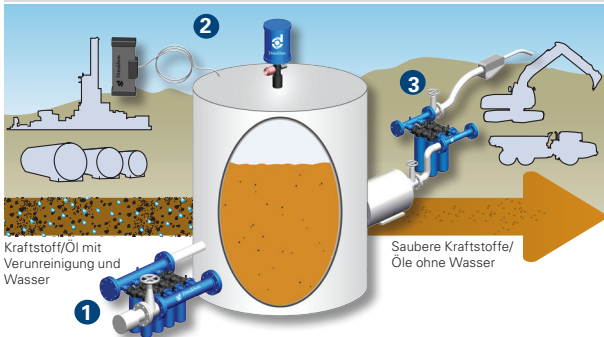
Die direkte Common-Rail-Kraftstoffeinspritzung in Dieselmotoren hat sich in letzter Zeit drastisch verändert. Common-Rail-Diesel der dritten Generation erzielen jetzt mit piezoelektrischen Einspritzsystemen mehr Präzision. Diese verbesserte Präzision ermöglicht den Dieselmotorherstellern die Einhaltung der strengeren Emissionsstandards. (siehe Rechtsvorschriften für Kraftstoffe)

Magnet- oder piezoelektrische Ventile ermöglichen die Steuerung der Einspritzzeit und der Kraftstoffmenge. Der höhere Druck (aktuell bis zu 2500 Bar) erlaubt eine bessere Kraftstoffzerstäubung. Die Einhaltung der Emissionswerte ist Voraussetzung, hat aber drastische Konsequenzen.

Durch den höheren Druck steigen die Anforderungen an den für diese Motoren zulässigen Reinheitsgrad.

Einige Hersteller von Einspritzsystemen avisieren einen Reinheitsgrad nach ISO 4406/99 von 12/9/7 nach der fahrzeugseitigen Filterung des Diesels, um ihre Hochtechnologieprodukte zu schützen.

Es liegt auf der Hand, dass der ISO-Zielwert in der Praxis eine Herausforderung darstellt, wenn keine Vorfilterung des Diesels in den Lagertanks erfolgt.



Was soll also mit all den vorhandenen Maschinen und Tanks passieren, in die über Jahre schmutziger Kraftstoff, atmosphärische Verschmutzungen, Wasser und eine Menge Verunreinigungen aus anderen Quellen eingeleitet wurden. Das Beste, was Sie tun können, ist Ihr Reservoir aufzurühren und den Boden des Tanks mit einem mobilen Filterwagen zu reinigen.

Das CLEAN.PROTECT.POLISH™-Konzept umfasst 3 Filterschritte.

- 1** Die Reinigung des Fluids (CLEAN) am Einlass des Lagertanks geschieht in der Regel bei hohen Durchflussraten und bietet nur eine Gelegenheit, die Verunreinigungen zu erfassen (Singlepass-Filterung), die während des Transports oder beim Verlagern des Fluids von einem Container in einen anderen entstanden sind.
- 2** Schützen (PROTECT) Sie den Behälter oder den Lagertank, indem Sie einen innovativen Donaldson TRAP™-Belüfter hinzufügen. Das Produkt TRAP™ (Thermally Reactive Advanced Protection) ist ein sich selbst erneuerndes Entfeuchtungssystem mit integrierter

Entstaubung. Die Doppelfunktion besteht im Auffangen der Feuchtigkeit in der Inhalationsphase und deren Freisetzung bei jeder Exhalation, was für einen kontinuierlichen Schutz vor einer Verunreinigung mit Wasser sorgt.

- 3 Der Verfeinerungsteil des Konzepts (POLISH) besteht in einer kleinen Version des Einlassfiltersystems. Dieses wird eingesetzt, um die von Donaldson empfohlenen Reinheitsstufen auf der Druckseite des Lagertanks sicherzustellen (entsprechend ISO 4406/99).

Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen haben wir festgestellt, dass die häufigsten Motorschäden durch sehr kleine Partikel verursacht werden. Unsere Großmengenfilterprodukte sind daher auf $\beta(4) = 2000$ ausgelegt, was eine Effizienz von 99,95 % beim Filtern von 4μ großen Partikeln in Kraftstoffen bedeutet.

In Kombination mit unserer bewährten Anschraubtechnologie bieten wir ein einfach wartbares, kosteneffizientes Filtersystem für sauberen Kraftstoff, das nachgewiesenermaßen für alle Tankgrößen oder Verbrauchsstufen hervorragende Ergebnisse liefert.



 Donaldson Delivers
Clean. Protect. Polish.™

Die Clean-Lösungen:

- Großmengenfilter mit Kapazität und Leistung
- Belüfter/Trockner
- Einsatz von Filtern für die Sicherheit

Wenden Sie sich für weitere Informationen an
clean.solutions@donaldson.com

Diese Produkte sind nicht nur für Kraftstoffe ausgelegt. Die Elemente sind für diverse Flüssigkeiten vordefiniert:

- 25 µm absolutes Medienelement für Großmengenanwendungen für Motoren und Getriebeöle. Vorgeschriebene Reinheit nach ISO 18/16/13
 - 7 µm absolutes Medienelement für Großmengen in Hydraulik- und Übertragungsanwendungen. Vorgeschriebene Reinheit nach ISO 16/14/11
 - 4 µm absolutes Medienelement für Dieselkraftstoff in große Mengen. Vorgeschriebene Reinheit nach ISO 14/13/11.
- (Integriert DERT – Donaldson Electrostatic Reduction Technology)
- Superabsorbierendes Polymer für die Wasserbehandlung

Funkenschlag

Wir wissen alle, was passiert, wenn Sie Ihr Auto an einem trockenen Tag nach dem Fahren berühren... Richtig, es fliegt ein Funke. Das ist die Folge einer elektrischen Ladung auf der Oberfläche des Autos, die durch Luftreibung entsteht. Derselbe Effekt entsteht bei Filtermedien, wenn ein nicht leitendes Fluid ein nicht leitendes Medium passiert und elektrische Entladungen am Medium verursacht, die es beschädigen können. Es entstehen Löcher von 200 bis 300 µ (Mikrometer) und grösser im Filtermedium, so dass nur noch große Verunreinigungen und totes Ungeziefer erfasst werden. Natürlich bietet Ihnen dies dann keinen ausreichenden Schutz mehr.

Donaldson hat viel Zeit und Ressourcen in die Forschung und



Entwicklung investiert, um dieses natürliche Phänom zu bewältigen und wir sind sehr stolz, dass unser DERT-(Donaldson Electrostatic Reduction Technology-)Medium diesem Effekt widersteht.

(Durch elektrische Entladung im Filtermedium entstandenes Loch)

Fallstudien

Transport – Fallstudie zur Kraftstoffreinheit

Sicherstellen einer fristgerechten Lieferung



Herausforderung: Minimierung der Ausfallzeiten in einer Flotte von 120 LKW

Lösung: Installation des Clean.Protect.Polish-Konzepts.

Konstruktion – Fallstudie zur Kraftstoffreinheit

Einsparung von Betriebskosten mit der Kraftstofffiltertechnologie von Donaldson



Herausforderung: Aufgrund einer ineffizienten Kraftstofffilterung fallen 50 % der Gesamtflotte aus.

Lösung: Eine 5-Wege-Verteilerinstallation mit Donaldson P568666 kann vor Ort montiert werden.

Flüssigkeitsspeicher – Fallstudie zur Kraftstoffreinheit

Beseitigung von Luftfeuchtigkeit in Kraftstofftanks



Herausforderung: Luftfeuchtigkeit im RME-Kraftstofftank für Biodiesel

Lösung: Donaldson Bulk T.R.A.P.™-Belüfter

Konstruktion – Fallstudie zur Ölrinheit

Signifikante Einsparungen bei Ausfallzeiten von Geräten und Wartungsintervallen



Herausforderung: Bei Maschinen mit Betriebszeiten zwischen 9.000 und 14.000 Stunden zeigten erste Öltests, dass 63 Proben außerhalb der Spezifikation lagen.

Lösung: Der Kunde hat sich zum Kauf eines Donaldson-Test-Kits für Partikel und Wasser (X009329) entschieden und begonnen, alle Fluids zu testen.

Häufig gestellte Fragen

Kann das Ausflocken von Additiven durch die Donaldson Clean-Solutions-Filter verhindert werden?

Das Ausflocken von Additiven bildet ein weiches, klebendes Material und kann durch diverse Bedingungen verursacht werden. Die typischen Komponenten, die ein Ausflocken verursachen: Biomix, Additive, Temperaturschwankungen und die Präsenz von Wasser.

In der Praxis sieht man heute meist ein Ausflocken von Fließverbesserern, Glycerin und Korrosionsschutz. Die Installation einer Einlassfilterung stellt eine konsistente Qualität des in den Tank eingeleiteten Produkts sicher und verhindert das Einbringen solcher Ausflockungen.

Welches Schmutzaufnahmevermögen haben die Filter?

Donaldson betont immer die Tatsache, dass der bei der Auswahl einer Filtereinheit zu berücksichtigende Hauptaspekt der Ausgleich zwischen Effizienz, Kapazität und Druckverlust ist.

Wenn es um das Schmutzaufnahmevermögen geht, müssen viele Faktoren berücksichtigt werden: Durchlauf, Viskosität, Systemdruckabfall, Verunreinigungseigenschaften usw... All diese Faktoren wirken sich auf die Schmutzaufnahmefähigkeit eines Filters aus.

Arbeiten Partikelzähler immer genau?

Normalerweise werden Laser- und automatische Weißlichtpartikelzähler verwendet, um die in Fluids vorhandene Verunreinigung zu ermitteln. Es kann vorkommen, dass diese Partikelzähler ungenau arbeiten und Phantompartikel zählen, weil es schwierig ist, zwischen Schmutz, Wasser und Additiven zu unterscheiden. Das Zählen von Phantompartikeln kommt bei mit Additiven in der Grundflüssigkeit gemischten Fluids häufiger vor.

Ist Biodiesel bei der Reduzierung der Emissionen wirklich effektiv?

Jede Form von Biodiesel, sowohl B7 als auch B100, enthält standardmäßig weniger im Rahmen der Emissionsnormen definierten "schlechten" Elemente und kann daher als umweltfreundlicher eingestuft werden. Darüber hinaus senkt Biodiesel den Anteil der Emissionen von Verbindungen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen und nitrirten aromatischen Kohlenwasserstoffen, die als potenziell krebsauslösend ermittelt wurden.

Wie lange kann Dieselkraftstoff gelagert werden?

Die neuen Dieseltypen wie ULSD und alle Formen von Biomischungen sind nicht auf eine Lagerung von mehr als 6 bis 12 Monaten ausgerichtet, ohne dass es zu einer gravierenden Qualitätsverschlechterung kommt. Sie können Ihre Kraftstoffe länger lagern, wenn eine geeignete Verfeinerung (mit Filterung) und der Zusatz von Additiven korrekt durchgeführt werden.

Was ist eine Einlassfilterung? Was verstehen Sie unter der sauberen Seite (CLEAN)?

Im **CLEAN.PROTECT.POLISH™**-Konzept, bezeichnet die Einlassseite oder "CLEAN" Seite die Seite Ihres Tanks (Lagerung), an der der Kraftstoff angeliefert wird.

Was ist die Auslassfilterung? Was verstehen Sie unter der Verfeinerungsseite (POLISH)?

Im **CLEAN.PROTECT.POLISH™**-Konzept befindet sich die Auslassseite oder Verfeinerungs- (POLISH)-Seite dort, wo Ihr Kraftstoff an Ihre Fahrzeuge/Anwendungen abgegeben wird. Dies ist die letzte Möglichkeit der Vorfilterung. Aber aufgrund des Start-Stopp-Effekts nicht die beste Stelle für die Filterung.

Weshalb sollte ich kein Offline-Nebenstromfilterungssystem verwenden?

Wenn Sie eine schlechte Kraftstoffcharge erhalten, muss ein Nebenstromfilterungssystem das gesamte Volumen neu in Umlauf bringen – das, was im Tank war und die neue Lieferung.

Ein Nebenstromfilterungssystem kann die gesamte im Tank vorhandene Flüssigkeit nicht physikalisch reinigen. Es gibt immer einen Schwerelosigkeitspunkt, den ein Nebenstromfilterungssystem nicht filtert.

Das Start-Stopp-Prinzip, das bei Nebenstromfilterungssystemen verbreitet ist, setzt kleine Partikel frei. Es dauert länger, bis eine sichere Nutzung der gereinigten Flüssigkeit möglich ist.

In welchem Fall sollte ich das Clean.Protect. Polish™ Konzept als Nebenstromsystem einsetzen?

Unterirdische Tanks – Rezirkulation (kein Einlassfilter zulässig)

Überirdischer Tank mit besonders schmutzigem Tankboden (verhindern, dass "POLISH"-Filter zu klein gewählt werden und zu häufig blockieren)

Überirdische Tanks, die über Jahre der Atmosphäre ausgesetzt sind (Entfernen der Bildung eines Staubkuchens – kann bis zu 9 Monate dauern)

Überirdischer Tank in sehr staubiger Umgebung (Entfernen der Bildung eines Staubkuchens – kann bis zu 9 Monate dauern)

Warum benötigen moderne Einspritzsysteme sauberen Kraftstoff?

Der Druck von Common-Rail-Einspritzsystemen kann sich auf bis zu 2700 Bar belaufen.

Dieser Druck benötigt eine hohe Reinheit des Kraftstoffs (Reinheitsstufe), damit der optimal durch das Einspritzsystem läuft.

Verantwortliche Redakteure – Donaldson:

Davide Favero

Business Coordinator Clean Fuel and Lubricant Solutions

Niko Verhaegen

Business Development Manager Clean Fuel and Lubricant
Solutions



Donaldson Europe b.v.b.a.
Interleuvenlaan 1
3001 Leuven
Belgium
clean.solutions@donaldson.com
www.donaldson.com

© 2013 Donaldson Company, Inc. Donaldson Company, Inc. behält sich das Recht vor, ein Modell oder eine Spezifikation jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern oder den Vertrieb einzustellen.