

DRIVE-IN

Offizielles Mitteilungsblatt des



Cadillac
Club of Switzerland

Wissenswertes über Motorenoel: Teil 1

Was ist Oel?

Wissenswertes über Motoren-Oel

1. Teil: Was ist Oel?

von K. Schellenberg.

Quellen: www.castrol.com, www.motorlexikon.de und andere

Standen Sie auch schon mal im Baumarkt oder Tankstellenshop vor dem Regal mit Motorenoel und fragten sich, welches Oel wohl das Richtige für Ihr Auto sei? Mineralöl, vollsynthetisches Oel, 10W40 oder 5W40, oder doch eher 20W50? Oder vermuteten Sie angesichts der Rechnung Ihrer Autowerkstatt, dass das für den Oelwechsel verrechnete Oel wohl mit Goldstaub angereichert sein müsste, und fragten sich, ob ein etwas billigeres Oel nicht auch genügt hätte?

Die grosse Mehrheit der Automobilisten vertraut vermutlich dennoch einfach ihrem Garagisten, oder nimmt an, dass für moderne Autos ein 5W40 Synthetiköl und für einen Motor mit über 100'000 km auf dem Buckel ein normales 10W40 Mineralöl das Richtige sei.

Damit liegt man sicher nicht falsch, aber wäre es nicht schön, etwas mehr darüber zu wissen? Bei den Nachforschungen für den Artikel über verschleissmindernde Oelzusätze im DRIVE-IN 03-2009 stiess ich auch auf eine ganze Menge wissenswerte Informationen über Motorenöle, die ich nun in dieser Artikelserie zusammenfassen möchte.

Funktion

Die wichtigste Funktion von Motorenöl ist natürlich zu schmieren, d.h. eine physikalische Trennung durch einen Oelfilm zwischen sich bewegenden Teilen aufzubauen, um Reibung und Abnützung zu reduzieren und damit übermässigen Verschleiss und hohe Wärmeentwicklung zu verhindern. Ein Schmierstoff sorgt für eine Glättung der Oberflächen und ermöglicht es den Bauteilen, sich frei gegeneinander zu bewegen, wobei weniger Reibung entsteht. In einem Motor arbeiten viele bewegte Teile in einem gemischten Schmier-Modus, bestehend aus Grenzflächen-Schmierung (direkter Metall-auf-Metall-Kontakt) und hydrodynamischer Schmierung (Oelfilm zwi-

schen den sich bewegenden Oberflächen). In beiden Fällen sorgt das Motorenöl für eine Trennschicht, welche auch unter extremer Druck- Scher- und Temperatur-Belastung nicht abreißen darf.

Zusammensetzung moderner Motorenöle

Moderne Motorenöle basieren je nach ihrer Art und Leistungsfähigkeit auf unterschiedlichen Basisölen oder auf den sich daraus ergebenden Basisölmischungen. Zusätzlich werden Additive eingesetzt, die unterschiedliche Aufgaben wahrnehmen. Nur eine ausgewogene Formulierung (Basisöl und Additivkomponenten) ergibt ein leistungsstarkes Motorenöl.

Ein typisches Motorenöl besteht zu:

- 78% Basisöl
- 10% Viskositätsindex-Verbesserern
- 3% Detergentien
- 5% Dispergentien
- 1% Verschleißschutz
- 3% sonstigen Bestandteilen

Basisöle

Je nach Art der verwendeten Basisöle erhalten die Motorenöle grundlegende spezifische Eigenschaften, welche sich in der Leistung deutlich bemerkbar machen. Dazu gehören z.B. die Viskosität, d.h. das Fließverhalten und dessen Abhängigkeit von der Temperatur, und der Verdampfungsverlust bei hohen Temperaturen.

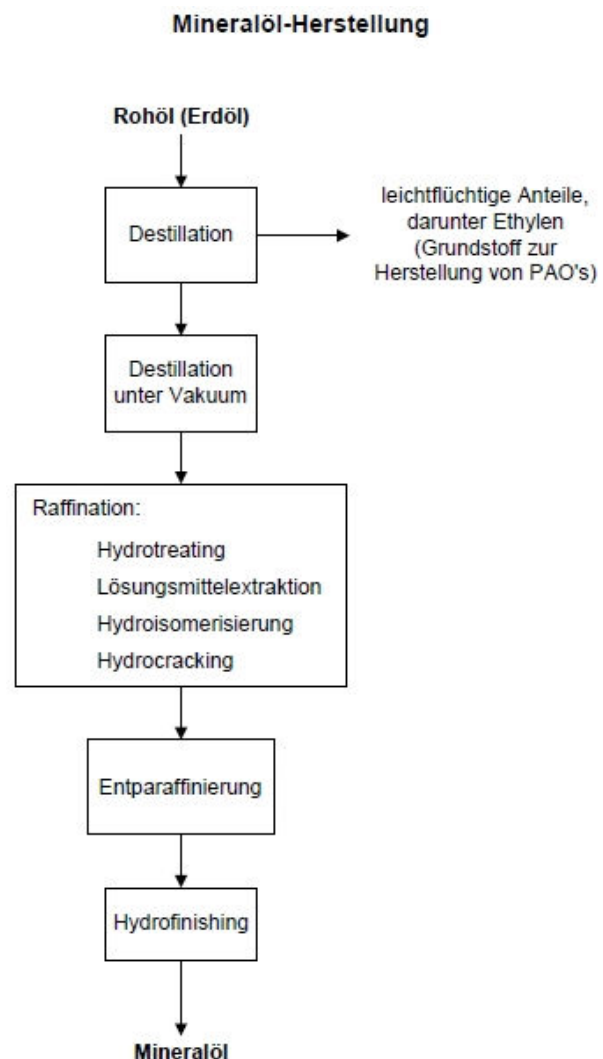
Das Basisöl wird aus Rohöl gewonnen, also Erdöl, wie es aus dem Boden gepumpt wird. Das Rohöl muss eine Reihe von Raffinationsprozessen durchlaufen, bevor man einen Grundbaustein erhält, der für die Verwendung in Motorenölen geeignet ist. Unerwünschte Komponenten wie Paraffin, das bei niederen Temperaturen zur Kristallisation neigt, sowie Schwefel- und Stick-

stoffverbindungen, welche sich bei höheren Temperaturen zersetzen, müssen entfernt werden. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe sind chemisch reaktiv und müssen extrahiert oder durch Hydrierung oder Aufspaltung (cracking) in stabilere Moleküle umgewandelt werden.

Das Rohöl wird zunächst mit Destillation unter Vakuum in verschiedene Fraktionen mit unterschiedlichem Siedepunkt und Viskosität zerlegt. Die Fraktionen, die für die Basisölherstellung verwendet werden sollen, werden mit Hilfe verschiedener Kombinationen von Raffinationsprozessen weiter verarbeitet:

- **Lösungsmittlextraktion** - trennt die natürlich vorkommenden gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe.
- **Hydrofinishing** - entfernt einige der Stickstoff- und Schwefelverbindungen, verbessert die Farb- sowie die thermische und Oxidationsstabilität des Grundöls.
- **Hydrotreating** - wandelt einige der ungesättigten Kohlenwasserstoffe in gesättigte um, um die Ausbeute vor der Lösungsmittlextraktion zu verbessern. Dieser Prozess trägt auch dazu bei, einen grossen Anteil an Schwefelverbindungen sowie einige Stickstoffverbindungen zu entfernen.
- **Hydrocracking** - ein kompliziertes Verfahren, bei dem Moleküle in der als Grundbaustein dienenden Fraktion in die gewünschten gesättigten Kohlenwasserstoffmoleküle umgewandelt werden. Die Ausbeute an gesättigten Molekülen ist wesentlich höher beim Hydrotreating oder der Lösungsmittlextraktion.
- **Hydroisomerisierung** – ein Verfahren, das, wenn es zusammen mit dem Hydrocracking eingesetzt wird, die Moleküle der als Grundlage dienenden Fraktion in die stabilste Form umwandeln kann.

Grundsätzlich wird zwischen mineralischen, synthetischen und teilsynthetischen Basisölen unterschieden.



Mineralöle werden durch Destillation und einfache Veredelungsschritte erhalten.

Synthetische Oele werden ebenfalls aus Rohölkomponenten hergestellt. Durch chemische Reaktionen kann Art und Struktur der Endprodukte besser kontrolliert werden und die gewünschten spezifischen Eigenschaften können gezielter erreicht werden. Zu dieser Kategorie gehören PAO's (siehe unten) und synthetische Ester. Auch Hydrocrack-Oele werden dazu gezählt, obchon diese nicht durch eine eigentliche chemische Synthese hergestellt werden.

Als *teilsynthetische Oele* werden Mischungen von Mineralölen und synthetischen Oelen bezeichnet.

Typen von Basisölen

Mineralöle:

Kohlenwasserstoffverbindungen¹⁾ unterschiedlicher Form, Struktur, Art und Größe (VI: 80-95)²⁾

Das Rohöl wird zuerst in einer atmosphärischen Destillation behandelt. Hierbei entsteht Ethylen, Grundbaustein zur Herstellung von Polyalphaolefinen (PAO). Der nächste Bearbeitungsschritt ist eine Vakuumdestillation, der anschließend die Raffination folgt. Im folgenden Schritt werden unerwünschte Paraffine entfernt. In speziellen Fällen wird eine abschließende Wasserstoffbehandlung (Hydrierung) durchgeführt, bevor das Mineralöl als Endprodukt gewonnen wird.

Hydrocracköle:

Veredelte Mineralöle mit höherem Reinheitsgrad und verbesserter Molekülstruktur (VI: 130-140)²⁾

Ausgangsprodukt sind die langkettigen (festen) Normalparaffine aus der Entparaffinierung von Raffinaten. Die Paraffinmoleküle werden in besonderen Crackanlagen in einer Wasserstoffatmosphäre im Beisein spezieller Katalysatoren in kürzere Schmierstoffmoleküle zerbrochen (gecrackt). Hierbei fallen verfahrensbedingt überwiegend Isoparaffine (verzweigte Kohlenwasserstoffketten) an. In einer anschließenden Vakuum-

destillation werden sie nach Viskositäten getrennt und die noch verbliebenen Normalparaffine (unverzweigte Kohlenwasserstoffketten) in einer nachgeschalteten Entparaffinierung entfernt. Die derart hergestellten Öle sind hoch isoparaffin-haltig und weisen deutlich einheitlichere Molekülstrukturen auf.

Polyalphaolefine (PAO's):

Syntheseprodukte der Petrochemie - Chemisch konstruierte geradlinige Kohlenwasserstoffverbindungen (VI: 130-145)²⁾

Polyalphaolefine oder kurz PAO's werden aus Ethylen als Grundbaustein in einem chemischen Prozess synthetisiert. Die aus diesem Prozess resultierenden Kohlenwasserstoffverbindungen weisen eine definierte Molekülstruktur auf.

Synthetische Ester:

Chemisch hergestellte Verbindungen organischer Säuren mit Alkoholen, bestehend aus Molekülen mit definierter Form, Struktur, Art und Größe (VI: 140-180)²⁾

Synthetische Ester sind chemisch hergestellte Verbindungen aus organischen Säuren und Alkoholen. Je nach gewünschter Eigenschaft des Esters können definierte Molekülstrukturen synthetisiert werden.

¹⁾ Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe sind Moleküle, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Sie werden als gesättigt bezeichnet, wenn alle Kohlenstoffatome ausschliesslich durch einfache Bindungen verbunden sind. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe enthalten Doppel- oder Dreifachbindungen. Die Kohlenstoff-Ketten können linear oder mehrfach verzweigt sein. Länge und Verzweigungsgrad der Ketten beeinflussen Siedepunkt und Viskosität.

²⁾ Viskositätsindex (VI)

Der Viskositätsindex (VI) ist eine Kennzahl, welche die Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur anzeigt. Je höher die Zahl, desto kleiner ist die Abnahme der Viskosität mit höherer Temperatur.

Additive

Basisöl alleine kann die hohen Anforderungen für einen optimalen Betrieb von Verbrennungsmotoren nicht erfüllen. Daher versucht man, die Eigenschaften des Motorenöls mit öllöslichen, chemisch oder physikalisch wirkenden Zusätzen zu verbessern.

Bereits ab 1910 wurden Mineralöle aus Rohöl destilliert und zusätzlich mit Schwefel angereichert, um deren Eigenschaften als Motorenöle zu verbessern. Ab 1920 begann die Entwicklung spezieller Zusätze und die wissenschaftliche und technische Untersuchung ihrer Wirksamkeit. Schon zu dieser Zeit enthielten Motorenöle bereits bis zu 20% Zusätze. Moderne Motorenöle enthalten eine Vielzahl hochentwickelter Additive, um die Anforderungen heutiger Hochleistungsmotoren zu erfüllen.

Klassen von Additiven

Detergentien

Detergentien sind oberflächenaktive (waschaktive) Substanzen, die der Bildung von Ablagerungen an heißen Metalloberflächen entgegenwirken. Sie halten den Motor sauber. Darüber hinaus bilden sie die alkalische Reserve im Motorenöl, welche saure Reaktionsprodukte aus der Verbrennung neutralisiert.

Dispergentien

Die Aufgabe der Dispergentien ist es, feste und flüssige, im Öl unlösliche Verunreinigungen zu umhüllen und fein verteilt in Schwebelag zu halten. Die Verunreinigungen, z.B. Staub, Reaktionsprodukte aus der Verbrennung, Abrieb, Alterungsprodukte des Öles, Kondenswasser oder auch Säuren, die beim Verbrennungsvorgang entstehen, können dadurch keine Ablagerungen im Motor bilden.

Antioxidantien

Durch Luftsauerstoff und hohe Temperaturen altern die Öle. Diese Zersetzung (Oxidation) wird durch saure Reaktionsprodukte aus der Verbrennung und Spuren von Metallen, die katalytisch

wirken, noch beschleunigt. Antioxidantien verlangsamen diesen Alterungsprozess.

Bei der Alterung bilden sich Säuren sowie lack-, harz- und schlammartige Ablagerungen, die meist unlöslich im Öl sind.

Antioxidantien fangen Radikale ab, zersetzen Peroxide und unterdrücken die katalytische Wirkung von Metallionen und Metallpartikeln (Passivierung).

Verschleißschutzadditive (EP/AW-Additive)

Durch geeignete Additive kann man auf Gleitflächen äußerst dünne Schichten aufbauen, deren Scherfestigkeit wesentlich geringer als die der Metalle ist. Sie sind unter normalen Bedingungen fest, unter Verschleißbedingungen (Druck, Temperatur) jedoch gleitfähig. So wird ein übermäßiger Verschleiß (Fressen bzw. Verschweißen) verhindert. Bei Bedarf (Metall/Metall-Kontakt) werden die Schichten durch eine chemische Reaktion ständig neu gebildet.

Extreme Pressure und Antiwear (EP/AW) Additive sind grenzflächenaktive Stoffe und können in der polaren Gruppe u.a. die Elemente Zink, Phosphor und Schwefel in verschiedenen Kombinationen enthalten. Das älteste, bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts verwendete EP-Additiv ist reiner Schwefel.

Das bekannteste EP/AW-Additive ist heutzutage das Zinkdithiophosphat - ZDDP -, das zusätzlich noch als Alterungs- und Korrosionsschutzadditiv wirkt. In der Anfahrphase der Motoren liegt der Zustand der Mischreibung vor (Übergang zwischen Gleit- und Haftreibung). Dort, wo ein Metall/Metall-Kontakt vorliegt, entsteht Wärme. Die Zink-/Phosphorverbindung reagiert an der Oberfläche und bildet eine zusätzliche, vor Verschleiß schützende Schicht.

(Siehe auch den früheren Artikel im DRIVE-IN 03-2009)

Korrosionsinhibitoren

Metalloberflächen korrodieren durch chemische und elektrochemische Vorgänge. Zur Unterdrück-

kung dieser Prozesse eignen sich grenzflächenaktive Stoffe, deren Moleküle aus einer hydrophoben (wasserabweisenden) Kette bestehen, die an einem Ende eine polare (wasserfreundliche) Gruppe trägt. Die polare Gruppe lagert sich an Metalloberflächen an, der hydrophobe Rest bildet dichte, pelzartige, wasserabweisende Barrieren. Wegen dieser polaren Natur stehen solche Additive in Wechselwirkung mit EP/AW-Additiven.

VI-Verbesserer

Der Einsatz von VI-Verbesserern (VI = Viskositätsindex) ermöglicht die Herstellung von Mehrbereichs-Motorenölen. VI-Verbesserer erhöhen bzw. strecken die Viskosität eines Oels und verbessern somit das Viskositäts - Temperatur - Verhalten. Sie sind bildlich gesprochen sehr lange, faserförmige Moleküle, die im kalten Zustand zusammengeknäuelte im Oel vorliegen und hier der Bewegung der Oelmoleküle einen relativ geringen Widerstand entgegensetzen. Mit zunehmender Temperatur entknäueln sie sich, nehmen ein größeres Volumen ein und bilden ein Netz von Maschen, das die Bewegung der Oelmoleküle bremst und ein zu schnelles "Ausdünnen" des Oels verzögert.

Unter Belastung können VI-Verbesserer geschert werden, d.h. die langen Moleküle werden regelrecht zerrissen. Dies ist mit einem Viskositätsverlust verbunden. Der Viskositätsverlust ist irreversibel und man spricht in diesem Zusammenhang von einer permanenten Scherung. Die zerrissenen Moleküle nehmen ein geringeres Volumen ein und haben damit eine geringere eindickende Wirkung. Die Scherstabilität eines Schmierstoffes wird im wesentlichen durch die Qualität des VI-Verbesserers bestimmt. Hohe Scherbelastungen liegen z.B. im Kolbenringbereich vor (hohe Drehzahlen, Gleitgeschwindigkeiten, Drücke und Temperaturen).

Antischaumzusätze

Polysilikone (Silikonpolymerisate), Polyethylenglykolether u. a. verringern die Schaumneigung eines Oels. Dies wird erreicht, indem grundsätz-

lich weniger Gase (Luft und Verbrennungsgase) im Oel eingeschlossen werden. Zum anderen können eingeschlossene Gase schneller aus dem Oel entweichen. Die Schaumbildung beeinträchtigt die Schmierstoffeigenschaften (Oxidation, Druckverhalten) eines Schmierstoffes erheblich. Ein Schmierstoff mit schlechtem Schaumverhalten kann zu deutlich höheren Oeltemperaturen, Verschleiß und Hydrostößelklappern führen.

Pourpoint-Verbesserer

Der Pourpoint bezeichnet die tiefste Temperatur in Grad Celsius, bei der das Oel gerade noch fließt. Das "Stocken" eines Oels wird durch die Kristallisation der im Grundöl vorhandenen Paraffine bei tiefen Temperaturen bestimmt. Durch Zugabe von Pourpoint-Erniedrigern wird die Kristallisation der Paraffine verzögert und das Tieftemperaturverhalten der Oele verbessert.

Reibkraftminderer

Reibungssenkende Additive, sogenannte Friction Modifier, können nur im Bereich der Mischreibung wirken. Diese Wirkstoffe bilden auf den Oberflächen durch einen physikalischen Vorgang pelzartige Filme, welche die Metalloberflächen voneinander trennen können. Friction Modifier sind sehr polar, d.h. es besteht eine hohe Affinität zur Oberfläche verbunden mit reibungsvermindernden Eigenschaften.

Dieser harmlos aussehende, gelbbräunliche, schmierige Saft, den wir in unsere Motoren gießen, ist also eine Mischung von hoher technologischer Komplexität, welche die hohen Anforderungen moderner Hochleistungsmotoren erfüllen muss. Die Rezepte dazu sind natürlich Firmengeheimnis, und wir als Konsumenten können die Zusammensetzung und damit die Leistungsfähigkeit des Oels nur blind über den Hersteller wählen. Warum Sie dabei den Herstellern vertrauen können, und was es mit der wichtigsten Eigenschaft, der Viskosität und dem Viskositätsverhalten auf sich hat, erfahren Sie das nächste Mal.