

# Motoren- und Getriebeöle

Herstellung, Technologie und Praxis, Verbrenner, E-Antriebe



**2. aktualisierte  
Auflage**

**Georg Blenk**

**Krafthand Medien GmbH**  
ISBN 978-3-87441-179-0

# Motoren- und Getriebeöle

Herstellung, Technologie und Praxis, Verbrenner, E-Antriebe

2. aktualisierte Auflage

von  
Georg Blenk

**Band 10**

aus der Reihe  
**KRAFTHAND-Praxiswissen**

**Krafthand Medien GmbH**  
**Bad Wörishofen**



Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie.  
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet  
über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-87441-179-0

Band 10  
aus der Reihe  
KRAFTHAND-Praxiswissen

2. Auflage, November 2019

Autor: Georg Blenk

Realisierung/Lektorat: Georg Blenk

Titelgestaltung/Layout: Martin Dörfler

Titelbild: Florian Zink

Bilder/Grafiken/Support\*: Audi, Blenk Georg, Bosch, BG Deutschland, Caramba, Castrol, Dana-Victor Reinz, Denios, Eurolub, Exxon Mobil, Fuchs Europe Schmierstoffe, Gedore, Gematech, Getrag, Gulf, Guranti Rudolf, Hazet, Hengst, Heinzer, Henkel, Hero Motorcycles, IBS Scherer, Krafthand-Archiv, Kreisel, KS Tools, KSPG, Kunzer, Liqui Moly, Loctite, Mahle, Mann+Hummel, Meyle, Mareis Thomas, März Johann, Motair, Motorex, Motul, Müller-Werkzeuge, Oildoc, Olyslager, Partslife, Panolin, Petec, Porsche, Rapid, Ravenol, Rowe, Schaeffler, Shell, Snap-on, Sogefi, Stahlwille, STP (Armored Auto Group), Totachi, Total, Valvoline, Veedol, Vierol, VmA-Autoool, Volkswagen, Watson Rob, Wolf Oil Corporation, Würth, ZF Friedrichshafen

Druck und buchbinderische Verarbeitung: WIRmachenDRUCK GmbH, Backnang  
Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten

© Krafthand Medien GmbH

Walter-Schulz-Straße 1 · 86825 Bad Wörishofen

Telefon (08247) 3007-0 · Telefax (08247) 3007-70

[info@krafthand.de](mailto:info@krafthand.de) · [www.krafthand.de](http://www.krafthand.de) · [www.krafthand-medien.de](http://www.krafthand-medien.de)

Geschäftsleitung: Gottfried Karpstein, Andreas Hohenleitner, Steffen Karpstein

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

\*Bild- und Grafikmaterial – insbesondere grafische Darstellungen – welches nicht gesondert mit einem Quellverweis versehen ist, ist dem Autor Georg Blenk zuzuordnen.

Sämtliche Ausführungen in dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich sowohl auf die weibliche als auch auf die männliche Form. Zur besseren Lesbarkeit wurde meist auf die zusätzliche Bezeichnung in weiblicher Form verzichtet.

<b>Vorwort</b> .....	4
<b>1. Kurze Historie des Motorenöls</b> .....	5
<b>2. Motorenöle</b> .....	9
2.1  Aufbau, Herstellung, Eigenschaften.....	9
2.1.1  Der Aufbau/die Herstellung von Grundölen (Basisölen) .....	9
2.1.2  Herstellungsverfahren von Grundölen im Detail .....	12
2.2  Aufgaben von Motorenölen .....	14
2.3  Eigenschaften von Motorenölen .....	16
2.4  Additivierung von Motorenölen.....	20
2.5  Die technische Sauberkeit von Motoren-/Getriebeölen.....	23
2.6  Klassifikationen, Spezifikationen, OE-Freigaben.....	25
2.6.1  ACEA-Motorenöl-Klassifikationen (Europa).....	25
2.6.2  API-Klassifikation/Einteilung der Grundöle.....	28
2.6.3  Spezifikationen der Fahrzeughersteller.....	29
2.6.4  ILSAC-Motorenöl-Klassifikation (USA) .....	31
2.7  Beispiele: Herstellerkapazitäten und moderne Motorenöle.....	31
2.8  Motorenöle in der Werkstattpraxis .....	34
2.8.1  Tools/Werkstattausrüstung.....	34
2.8.2  Ölfilter, Montagetipps.....	38
2.8.3  Professionell Abdichten und Reinigen von Gehäuseteilen.....	43
2.8.4  Ölverlust: Gründe und Folgen.....	47
2.8.5  Best Practice: Motorenölwechsel, Tipps und Tricks .....	50
2.8.6  Motorenöle für klassische Fahrzeuge .....	53
<b>3. Getriebeöle</b> .....	57
3.1  Viskositäts-/Leistungsklassen, OE-Spezifikationen.....	59
3.2  Anforderungen an moderne Getriebeöle .....	61
3.3  Additivierung von Getriebeölen .....	61
3.4  Die Komplexität von Getriebeölen – im Gespräch mit Dr. Peter Kraneburg.....	62
3.5  Getriebeöle in der Werkstattpraxis .....	64
3.5.1  Tools/Werkstattausrüstung .....	65
3.5.2  Ölwechselkits/Getriebeölfilter .....	67
3.5.3  Best Practice: Getriebeölwechsel.....	68
3.5.4  Ölservice, Ölspülung an Automatikgetrieben.....	69
<b>4. Ölmanagement in der Werkstattpraxis</b> .....	73
4.1  Motoren-/Getriebeöl als Zusatzgeschäft.....	74
4.2  Ölmarketing und Kommunikation.....	74
4.3  Bevorratung/Lagerung von Motoren-/Getriebeölen .....	77
4.4  Altölentsorgung .....	80
4.5  Gefahrstoffverordnung/Arbeitsschutz.....	81
<b>5. Seitenblick: Motorsport als Entwicklungsplattform</b> .....	83
<b>6. Exkurs: Motorenöle für Motorräder</b> .....	85
<b>7. Schmierstoffe bei Hybrid-/Elektrofahrzeugen</b> .....	87
Institutionen/Verbände .....	94
Herstellerübersicht: Motoren-/Getriebeöle, Additive, Ölfilter, Werkstattausrüstung .....	94
Quellenverzeichnis .....	96

## Vorwort

Wie komplex Formulierungen moderner Hochleistungs-Motoren und -Getriebeöle sind, lässt sich nur erahnen. So hat Castrol (BP) eigenen Angaben zufolge drei Jahre Entwicklungszeit in eine neue Produktfamilie investiert. Ganze 2.400 verschiedene Schmierstoff-Kompositionen wurden damals entwickelt und getestet. Freilich besteht ein Motorenöl nach wie vor – und zwar hauptanteilig – aus einer Grundölkomponekte, im Grunde das Raffinat, dem die Destillation des Erdöls vorausgeht, jedoch auch aus einer Vielzahl von weiteren Zusätzen (Additiven), welche die spezifischen Eigenschaften der Öle in vielerlei Hinsicht verbessern.

Die größten Innovationstreiber für die Schmierstoffindustrie sind dabei die OEM sowie die spezialisierten Zulieferer. Motoren und vor allem Automatikgetriebe bauen bei höherer Leistungsentfaltung immer kleiner und komplexer, die Drücke und Drehzahlen steigen und damit die Wechselwirkung zwischen Reibung und Temperatur. Die Anforderungen an das Motoren- und Getriebeöl steigen demnach stetig, bei immer individuelleren Ansprüchen. So definieren die Automobil- und Motorradhersteller für jedes Aggregat ein eigenes Lastenheft, nach dem Motto: „Was wir nicht gelöst bekommen, delegieren wir an die Schmierstoffindustrie.“

Mit steigender Komplexität der Ölspezifikationen wächst auch die Unübersichtlichkeit in den Kfz-Servicebetrieben. Existierten noch bis in die 90er Jahre Sommer-, Winter-, Benzin- und Dieselöle mit schmalen Viskositätsfenstern, so haben sich längst Mehrbereichsöle für unterschiedliche technische Rahmenbedingungen durchgesetzt. Komplexe Turbolader-Technologien und im Ergebnis der Verbrauch bei niedrigeren CO<sub>2</sub>-Werten spielen zusätzlich eine Rolle. Hinzu kommen verschiedenste Normungen, Spezifikationen und Freigaben. Offizielle Herstellerfreigaben haben dabei stets eine höhere Wertigkeit als die allgemeinen ACEA- oder andere internationale Spezifikationen.

Die vorliegende Ausarbeitung gibt Auskunft über den Stand der Motoren- und Getriebeöltechnologie. Ferner ist sie Nachschlagewerk und Anleitung für Fachingenieure, Kfz-Techniker und Meister sowie (angehende) Kfz-Mechatroniker. Das Werk spannt den Bogen von den Anfängen raffinierter Erdöle über die moderne Additivierungstechnik, die Normung und Spezifikationen, die ‚Entwicklungsplattform‘ Motorsport bis hin zur professionellen Werkstatttechnik, erfolgreichen Vermarktung sowie umweltgerechten Entsorgung. Abgerundet wird die Publikation mit einem Kapitel über Schmierstoffe bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen.

Mein besonderer Dank gilt der Firma Castrol, insbesondere Volker Clasen, Castrol/Hamburg, für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Fachpublikation.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre viel Erkenntnisgewinn und Anregungen sowie am Ende des Tages ein erfolgreiches Schmierstoffgeschäft!

Mit automobilen Grüßen



Ihr Georg Blenk

## 2. Motorenöle

### 2.1 Aufbau, Herstellung, Eigenschaften

#### 2.1.1 Der Aufbau/die Herstellung von Grundölen (Basisölen)

Motorenöle bestehen aus Grundölen und Additiven (siehe Kapitel 2.2). Sämtliche Grundöle – Raffinate, Hydrocracköle, synthetische Kohlenwasserstoffe (PAO, PIB, PIO), Syntheseöle wie Ester – werden durch Destillation von Erdöl (Rohöl) gewonnen. Erdöl ist wiederum ein Stoffgemisch aus mehr als 500 Einzelkomponenten.



**Bild 15**  
**Basisabfüllung:** Grundöle werden durch verschiedene Destillations- und Reduktionsprozesse aus Erdöl (Crude Oil) hergestellt. Bild: Liqui Moly

Es besteht jedoch zum Großteil aus Kohlenwasserstoffverbindungen mit unterschiedlichen Siedepunkten.

Um zu verstehen wie ein Grundöl (auch Basisöl genannt) aufgebaut ist, hilft ein Blick zurück in den Chemieunterricht: Ein Kohlenstoffatom (C) hat im Modell vier Verbindungsbrücken, mit denen man es an andere Atome, zum Beispiel an Wasserstoff (H), andocken kann. Der Chemiker spricht beim Kohlenstoffatom von einem vierwertigen Atom – es ist in der Lage, sich mit vier einwertigen Wasserstoffatomen zu verbinden (siehe Bild 17). Es entsteht ein Kohlenwasserstoffmolekül.

Die Kohlenstoffatome selbst können ebenfalls untereinander verbunden werden. So ist eine Vielzahl von Kombinationen in ketten- oder ringförmigen Strukturen möglich. Es ergeben sich durch entsprechende chemische Trennverfahren, wie Destillation und chemischen Fügeverfahren, und der Synthese, zahlreiche Möglichkeiten der Produktherstellung.

Bei der Destillation (Bild 18) wird das spätere Motorenöl von den übrigen Mineralölprodukten (Benzin, Paraffine, Ethylene, Diesel, Heizöle, Schmieröle) getrennt. Typisch sind hier bereits die vielen verschiedenen Verbindungen von Kohlen- und Wasserstoffen (gewichtsmäßig etwa knapp 90 zu gut 10 Prozent), aus denen das Endprodukt Mineralöl zusammengesetzt ist.

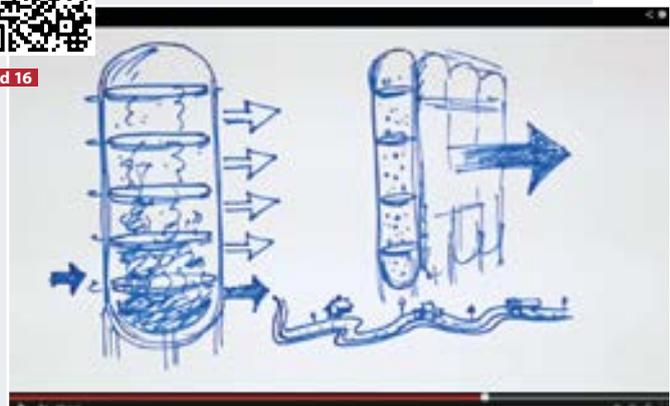
#### Video: Wie entstand das Rohöl, wie werden Grundöle hergestellt?

Die Reise begann vor Jahrmillionen und endet heute im Destillationsturm. Das Rohöl wird auf Temperatur gebracht und dabei in Fraktionen zerlegt. Die Fraktionen am Boden des Destillationsturms haben den höchsten Siedepunkt und werden zu Bitumen verarbeitet, während die Fraktionen weiter oben für die Grundölproduktion geeignet sind. Das Video (in englischer Sprache) zeigt in charmanter Art und Weise diesen Prozess.

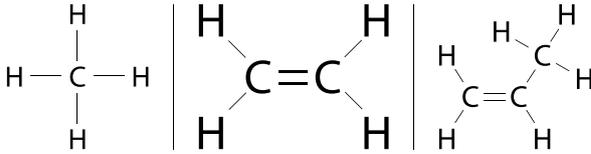
Quelle: [www.nynas.com](http://www.nynas.com), Nynas AB, Schweden



**Bild 16**



## Motorenöle



**Bild 17**

**Molekularstruktur/Bindungsstruktur:** Links das kleinste Kohlenwasserstoffmolekül (Methan,  $\text{CH}_4$ ), daneben (Mitte) ein Ethylenmolekül ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) sowie rechts ein Propylenmolekül ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ).

Im Wesentlichen gibt es drei Arten von Grundölen:

### 1. Mineralölbasische Grundöle

Der Ausgangspunkt des mineralölbasischen Grundöls ist das Rohöl, das durch Destillation und Raffination zum Endprodukt verarbeitet wird. Die Qualität eines Mineralöls ist stark abhängig von der Beschaffenheit beziehungsweise vom Ursprung des jeweiligen Rohöls (zum Beispiel Nordsee, Middle-East-Raffinate et cetera). Somit sind den Mineralölen in ihren Eigenschaften natürliche Grenzen gesetzt.

- **Mineralöle:** Kohlenwasserstoffverbindungen unterschiedlicher Art, Größe, Form und Struktur (VI: 80-95).
- **Hydrocracköle:** veredelte Mineralöle mit höherem Reinheitsgrad und verbesserter Molekularstruktur (VI: 130-140).

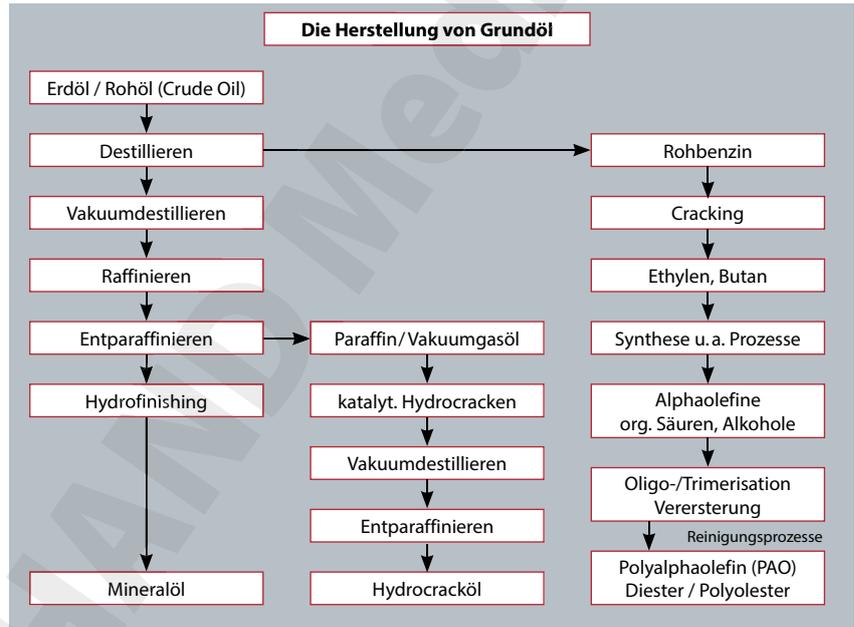
### 2. Synthetische Grundöle

Die synthetischen Grundöle werden dagegen auf chemischen Wege hergestellt, das heißt durch Verknüpfung speziell eingesetzter Kohlenwasserstoffmoleküle kann im Zuge eines komplizierten Prozesses gezielt ein Produkt mit den gewünschten Eigenschaften konstruiert beziehungsweise durch Synthese regelgerecht zusammengesetzt werden. Synthetische Grundöle können wiederum aus zwei verschiedenen Komponenten bestehen:

- **Polyalphaolefine (PAO):** Syntheseprodukte der Petrochemie; chemisch konstruierte geradlinige Kohlenwasserstoffverbindungen (VI: 130-145).

**Bild 18**

**Schema (vereinfacht) der Herstellung von Grundölen:** Die mineralischen Grundöle werden aus paraffinischen oder naphthenischen Rohölen durch fraktionierte Destillation zunächst unter Atmosphärendruck und dann unter Vakuum (40 Torr) hergestellt. Die störenden Säuren (aus naphthenischen Rohölen) und Aromaten in den Vakuumdestillaten werden durch Solventextraktion (Lösungsmittel Furfural, Methylpyrrolidon) entfernt. Die hochschmelzenden Paraffine werden durch Kältefiltration entfernt. Zuletzt erfolgt eine milde Hydrierung durch Zugabe von Wasserstoff zur Aufhellung und Stabilisierung.<sup>6</sup>



- **Synthetische Ester:** Chemisch hergestellte Verbindungen organischer Säuren mit Alkohol, bestehend aus Molekülen mit definierter Art, Größe, Form und Struktur (VI: 140-180).

Die synthetischen Grundöle bieten gegenüber den Mineralölen wesentliche Vorteile, wobei Ester-Produkte sich besonders hervorheben. Sie lassen sich für große Viskositätsbereiche herstellen, verfügen über eine gute Kältefließfähigkeit, neigen nicht zum Verkoken und sind sehr druck- und temperaturstabil.

### 3. Teilsynthetische Grundöle

Eine Mischung aus mineralölbasischen und synthetischen Grundölen stellen die teilsynthetischen Motorenöle dar.

### Einbereichsöle

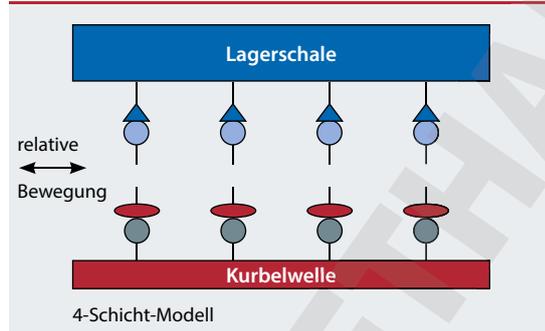
Einbereichsöle<sup>7</sup> weisen eine hohe temperaturabhängige Viskositätsänderung auf und haben damit einen niedrigen Viskositätsindex. Sie eignen sich nur für Motoren, die unter weitgehend konstanten Bedingungen und bei etwa

**Eine Frage der Haftung: Die Chemie passt nicht zum Material**

Grundsätzlich ist eine Haftwirkung von Schmierstoffen im wörtlichen Sinn nicht gewollt. Da Motorenöle jedoch auch die zentrale Aufgabe haben, Wärme – das heißt thermische Energie – aus dem System ‚Antrieb‘ abzuleiten und dies quasi nur über direkten Kontakt mit den metallischen Oberflächen funktioniert, ist eine gewisse Haftwirkung durchaus gewünscht. Größere Oberflächen (zum Beispiel Ölwanne) können den Effekt des Wärmeübergangs Schmierstoff/Metall unterstützen, dauerhaft ist dies jedoch keine Lösung. Der Grund: Die Moleküle von Grundölen und Additiven haben die gleiche Polarität wie metallische Oberflächen – sie ziehen sich nicht an.

Synthetische Monoester konnten zum ersten Mal diese Polarität ‚umdrehen‘ und den Ölen beige-mischt werden (Beispiel: Mobil1, als Erfinder gilt

**Additive**



**Bild 19 Funktionsmodell ‚Polarität‘: Vier Schichten, jeweils am Bauteil und/oder am Molekül angedockt. Grafik: Castrol**



**Bild 20 Mit Ford entwickelt: Castrol Magnatec E 5W-20 mit UMA-Technologie. Bild: Castrol**

Dr. Phil Landis). Das Monoester, genannt LXE, veränderte dabei keineswegs die allgemeinen Eigenschaften des Grundöl-/Additiv-Gemischs – es ging lediglich eine Verbindung mit dessen Molekülen ein. Das Öl hatte jedoch erstmals die Eigenschaft an den metallischen Oberflächen ‚anzudocken‘ und die Haftwirkung (Kaltstart) zu verbessern. Ein aktuelles Beispiel für ein hochpolarisiertes vollsynthetisches Motorenöl ist das Bel Ray V-Twin 10W 50 für 4T-Motorräder (siehe auch Kapitel 6).

Das Motorenöl Magnatec E 5W-20 von Castrol ist beispielsweise in Zusammenarbeit mit dem Autohersteller Ford speziell für den neuen Ford-Eco-Boost-Motor entwickelt worden (Ford-Freigabe: Meets Ford-WSS-M2C948-B). Die Zusammensetzung dieses Motorenöls basiert auf der sogenannten UMA-Technologie (Unique-Molecular-Attraction), die auch polare Additivkomponenten beinhaltet. Dadurch soll ebenfalls eine hohe Haftung an den Metalloberflächen im Motor gewährleistet werden. Auch bei abgestelltem Motor bleibt eine monomolekulare Grenzschicht an den Metalloberflächen haften, die bereits beim Starten des Motors vor Verschleiß schützt.

gleichbleibenden Temperaturen betrieben werden, zum Beispiel für Stationärmotoren zur Stromerzeugung. Die Bezeichnung ‚Einbereichsöl‘ bezieht sich auf die Viskositätsklassifikation SAE J 300, mit den Klassen 0W bis 60. Einbereichsöle erfüllen nur die Viskositätsanforderungen einer einzigen Klasse, zum Beispiel SAE 30 mit einer kinematischen Viskosität zwischen 9.3 und 12.5 mm<sup>2</sup>/s bei 100 °C. Für die Herstellung von Einbereichsölen werden Grundöle mit niedrigem Viskositätsindex ohne Viskositätsindexverbesserer verwendet. Die Bezeichnung ‚Einbereichsöl‘ sagt jedoch nichts über das Leistungsverhalten und das Qualitätsniveau des Öls aus. Durch die eingeschränkte Verwendbarkeit auf Grund des schmalen Bereichs der zulässigen Betriebstemperaturen haben

Einbereichsöle im Automobilsektor stark an Bedeutung verloren. Beispiele: SAE 20W, SAE 30, SAE 40.

**Mehrbereichsöle**

Mit der Entdeckung der Polymere für die Schmierstofftechnik Ende der 1960er Jahre wurden die ersten Mehrbereichsöle entwickelt. Diese Öle haben die Eigenschaft, dass sie bei unterschiedlichen Temperaturen ihre Viskosität nicht so stark ändern wie Einbereichsöle. Man kann somit im Sommer und im Winter (Ganzjahresöl) das gleiche Öl benutzen, und das Starten des Motors wird bedeutend erleichtert. Bereits bei kaltem Motor erfolgt eine schnellere Schmierung, was den durch Kalt-



## Motorenöle



**Bild 73**

**Keine Wartezeit:** Dieser Öleinfülltrichter von Müller-Werkzeug ist speziell für den Golf VII gedacht. Der Renkverschluss schließt sauber ab.

**Bild 74**  
**Auffangen von Kleinmengen:** Ölauffangwanne von Hanse-Werkzeug.



### 2.8.2 Ölfilter, Montagetipps

Moderne Pkw-Motoren sind technisch aufwendig. Damit sie lange leistungsfähig bleiben, benötigen sie sorgfältig gereinigtes und stets verfügbares Motorenöl. Bei schlecht gefiltertem oder mangelndem Schmierstoff dagegen steigt das Risiko des vorzeitigen Verschleißes. Der Kraftstoffverbrauch steigt, im schlimmsten Fall droht ein Motorschaden. Der Grund: Während des Verbrennungsvorgangs gelangen Schmutzpartikel wie Staub, Metallabrieb, Ölkohle oder Ruß ins Motorenöl und verschmutzen und verdicken es. Eine optimale Durchschmierung des gesamten Motors, der Lagerstellen sowie sämtlicher Heat-Points ist nicht mehr gegeben.

Die permanente Weiterentwicklung der Motorentechnologie ist eine Herausforderung für die Ölfilter-Konstrukteure, mit einer klaren Tendenz zu immer feineren Filtermedien. Nur durch noch filigranere Filterfasern kann die Filterfläche und damit der Abscheidegrad und die Ölreinheit erhöht werden, so beispielsweise Experten der Firma Mahle – schließlich müssen Ölfilter heute ein Vielfaches an Schmutz aufnehmen, feinere Partikel abscheiden und dabei noch länger funktionsfähig bleiben, was die Anforderungen an die Aufnahmekapazität und Materialbeständigkeit weiter erhöht. Gleichzeitig sind die Ölfilterentwickler gefordert, immer kompaktere Außenmaße zu erreichen – der zur Verfügung stehende Bauraum wird laufend geringer.

#### Es lassen sich zwei Gruppen von Ölfiltern unterscheiden<sup>34</sup>:

Hauptstromfilter und kombinierte Haupt-/Nebenstromfilter. Hauptstromfilter werden so in den Ölkreislauf eingebaut, dass die gesamte zu reinigende Ölmenge bei

jedem Umlauf durch den Filter geführt wird. Bei den kombinierten Haupt-/Nebenstromfiltern werden etwa 90 bis 95 Prozent des Öls durch den Papierstern des Hauptstromfilters geführt, während etwa fünf bis zehn Prozent durch den Nebenstromfilter oder die Nebenstromzentrifuge fließen. Nebenstromfilter sind mit feineren Filtermedien ausgestattet und bewirken damit eine kontinuierliche Feinstfiltration. Die Einsatzgebiete der Ölfilter und die Anforderungen, die an sie gestellt werden sind unterschiedlich. Es gibt deshalb verschiedenen Bauformen:

#### Anschraubölfilter (der Klassiker)

Dank effizienter Filterleistung, Zuverlässigkeit und einfacher Installation ist der sogenannte Anschraubölfilter seit vielen Jahren eine wichtige Komponente in der Ölfiltration. Sie sind auf jeden Fall die kostengünstigere Wahl gegenüber komplexen Ölfiltermodulen. Ein Nachteil jedoch ist die Entsorgung: Anschraubölfilter bestehen aus vielen unterschiedlichen Werkstoffen. Das Blechgehäuse muss geöffnet, Stahl-, Kunststoffteile und



**Bild 75**

**Anschraubölfilter von Mann+Hummel:** Ein neu entwickeltes, vollsynthetisches Filtermedium gewährleistet den Angaben zufolge eine bessere Ölversorgung des Motors.  
Bild: Mann+Hummel

Bestandteile eines Ölwechselfilters

Bild 76

Komponenten eines Anschraubfilters: Vom Filtertopf mit klassischem Lösevielkant (hier mit zusätzlicher Lösehilfe) bis zur außenliegenden Dichtung. Bild: Mann+Hummel

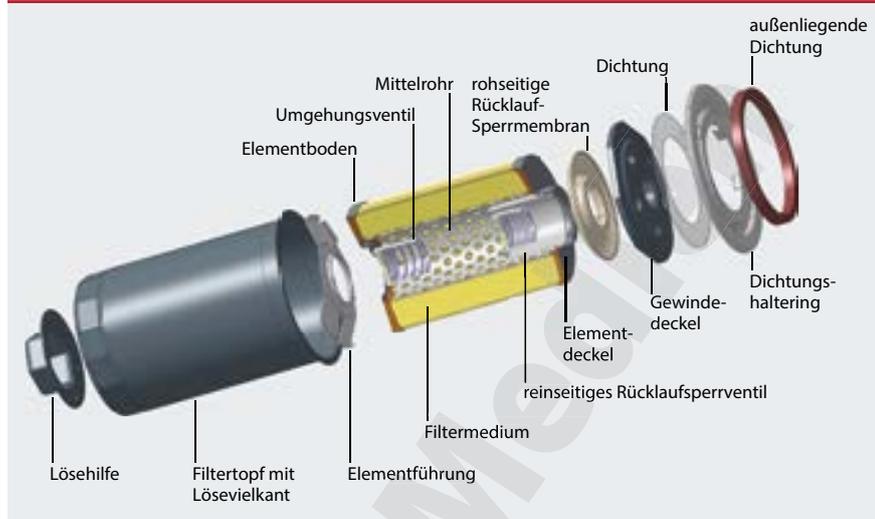
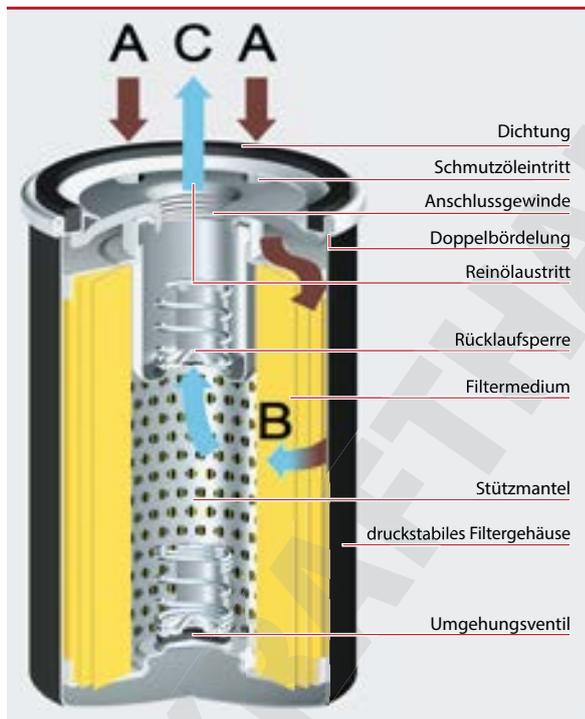


Bild 77

Funktionsschema eines Anschraubfilters: A = Zufluss verschmutztes Öl, B = Filtrierung des Öls, C = sauberes Öl zum Motor. Bild: Bosch

Ölfilter



bei Mann-Filter. Erst der genaue Blick ins Innenleben verrät also mehr über Aufbau, Materialien und Funktionen der Qualitätsfilter.

Montagetipps für Anschraubfilter<sup>35</sup>

Ein Öl-Anschraubfilter besteht aus dem Gehäuse und dem Filterelement. Beide Komponenten sind untrennbar miteinander verbunden und müssen daher im Ganzen ausgetauscht werden. Viele Filter sehen identisch aus, sind jedoch je nach Motor völlig verschieden ausgestattet, beispielsweise mit oder ohne Rücklaufsperrventil oder mit differenzierenden Anschlussgewinden – oder sie unterscheiden sich durch den Öffnungsdruck

Filterpapier müssen getrennt werden. Ein Ölfiltereinsatz hingegen ist deutlich einfacher und besser zu recyceln.

Anschraubfilter lassen sich sowohl bei der Hauptstromfiltration als auch bei der Nebenstromfiltration einsetzen. Dabei ähneln sich die ‚schwarzen Dosen‘ von außen meistens stark. „Nur ein hochwertiger Ölwechselfilter schützt den Motor optimal vor Verschleiß. Doch äußerlich können selbst Kfz-Profis die Leistungsfähigkeit der Wechselfilter kaum unterscheiden. Die Qualität steckt im Inneren“, so Jörg Schömmel, Produktmanager Ölfilter



Bild 78

Klassiker: Moderner Anschraubölfilter von Mahle. Bild: Mahle

## Motorenöle



**Bild 79**  
Für neue PSA-Motorenbaureihe 2L-Blue-HDi DW10F: Ölfiltermodul mit verkleinertem Anschraubfilter. Das Filtermedium besteht aus zellulosehaltigen und synthetischen PE-Fasern. Bild: Sogefi

des Umgehungsventils, ihre Filtermedien, die Feinheit des Filters oder den zulässigen Betriebsüberdruck.

Ist der korrekte Öl-Anschraubwechselfilter ermittelt – beispielsweise anhand einer Umschlüsselungsliste, wie beispielsweise Mahle sie ergänzend zu den aktuellen Filterkatalogen bietet, gilt es, diesen fachgerecht zu montieren. Um die beim Festschrauben auftretende Walkwirkung zu minimieren, sollte die Dichtung zuvor mit



**Bild 80**  
Volles Programm: Öfiltersortiment von Hengst. Bild: Hengst

Motorenöl bestrichen werden. Fett ist hierbei nicht zu empfehlen, denn es neigt zum Schmelzen und Abfließen, wodurch Undichtigkeiten entstehen können. Besonders zu beachten ist auch, dass die Dichtung unbeschädigt ist – ansonsten kann sie durch die beim Anschrauben auftretende Belastung zerstört werden. Beim Anschrauben selbst gilt: Ölwechselfilter werden in der Regel handfest, also ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen, angezogen. Ausnahmen bilden wenige Modelle, die mit Drehmoment angezogen werden. Hier sind die Montagevorschriften des Fahrzeugherstellers zu beachten.

### Ölfiltermodule<sup>36</sup>

Für die Zuverlässigkeit und Lebensdauer moderner Motoren spielen sowohl die Reinheit als auch die Temperatur der Schmierstoffe eine wichtige Rolle. Zur permanenten Überwachung dieser beiden Faktoren werden zunehmend kompakte und leichtere Ölfiltermodule eingesetzt, die neben der Filtration auch die Kühlfunktion übernehmen. Solche Ölfiltersysteme werden an die jeweilige Motorumgebung angepasst und können darüber hinaus eine Reihe weiterer Aufgaben übernehmen. Fest in diese Module integriert sind beispielsweise ein Bypass-Ventil, ein Rücklaufsperrventil, ein Ölrippenkühler, ein elektrisch gesteuertes Kühlwasserthermostat, die Vorbereitung für die Lichtmaschinenkühlung, ein Öl-Nachfüllstutzen oder ein Öldruckschalter.



**Bild 81**  
Hybridmodul – Ölfiltration, Ölkühlung, Ölnebelabscheidung: Die Filterbaugruppe besteht aus einem Deckel, einem Gehäuse, dem Filterelement mit Vollkunststofffilter und einem Filterumgehungsventil mit integrierter Verklüppung für den Ölfiltereinsatz. Bild: Mahle



**Bild 82**  
**Leichtbau:** Ölfiltermodul aus Kunststoff mit integriertem Motorenölkühler und Getriebeölkühler mit Thermostatsteuerung. Bild: Mahle

Da der Filtereinsatz keine Metallteile enthält, kann er rückstandsfrei thermisch entsorgt werden, nach dem das Altöl ausgepresst wurde.

### Austauschbare Ölfiltereinsätze

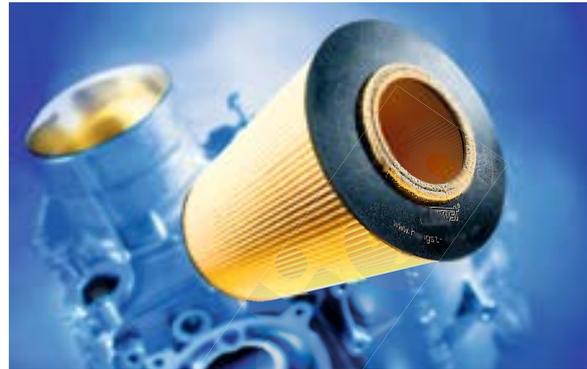
Ölfiltereinsätze sind das eigentliche Wechselteil in einem Ölfiltermodul. Während das Modul mit seinen Anbauteilen fest mit dem Motorblock verbunden ist und permanent als Lebensdauerteil am Fahrzeug verbleibt, wird das Filterelement im vorgeschriebenen Wartungsintervall ausgetauscht.

Der Filtereinsatz ist aus Filterpapier und beispielsweise wie bei Mahle aus umweltverträglichen veraschbaren Kunststoffen (metallfrei) gefertigt. Er wird im Rahmen der Inspektion einfach gewechselt und kann in Müllverbrennungsanlagen mit entsprechendem Wärmegehalt rückstandsfrei verbrannt werden.

### Montagetipps für Ölfiltereinsätze<sup>37</sup>

Um das sich im Ölfiltereinsatz befindende Öl in die Ölwanne (und nicht auf den Werkstattboden) zu leiten, öffnet sich beim Herausdrehen des Gehäusedeckels eine Bohrung, durch die das Gehäuse Richtung Ölwanne leerläuft.

Damit der ölige Filtereinsatz bei der Demontage nicht mit der Hand berührt werden muss, ist er entweder im Deckel verclippt oder auf einer am Deckel fixierten Innenzarge befestigt. Vor der Demontage empfiehlt es sich, auf die Einbauposition des Filters zu achten, um den neuen entsprechend zu platzieren. Vor der Endmontage der Deckel-Filter-Einheit sollte der alte Dichtungsring durch den beiliegenden neuen ersetzt wer-



**Bild 83**  
**Ölfiltereinsatz 'Energetic':** Wird der Schraubdeckel gelöst, läuft das Öl über ein Ablaufventil in die Ölwanne zurück. Bild: Hengst



**Bild 84**  
**Ölfiltereinsatz mit Pin:** An einer Endscheibe an einer Seite des Filters angebracht ist der 'Pin' – laut Mahle mit einem Stöpsel in der Badewanne vergleichbar. Baut der Kfz-Profi den Ölfilter aus, gibt der Pin einen Ablauf im Ölfiltermodul frei – das im Gehäuse befindliche Öl läuft ab. Der Pin am neuen Filter verschließt die Ablaufbohrung. Bild: Mahle

den. Um die Dichtung unbeschädigt in die vorgesehene Nut zu bringen, das Deckelgewinde mittels Hülse oder Klebestreifen abdecken, dann den Dichtungsring von Hand überstreifen.

Nach dem Positionieren den exakten Sitz der Dichtung prüfen und sie anschließend mit einigen Tropfen Motorenöl bestreichen – das verhindert das Verdrehen oder Beschädigen der Dichtung beim Eindrehen des Deckels.



**Es ist falsch anzunehmen, das Lebensende eines Ölfilters sei erreicht, wenn das Filtermedium mit Schmutz zugesetzt ist. Vielmehr versprödet das Filtermedium bereits vorher, denn dessen Kunststoffkomponenten unterliegen einer gewissen Alterung. Daher muss der Öl- und Filterwechsel genau nach Herstellervorgabe erfolgen. Den Ölwechsel aufzuschieben, stellt ein großes Risiko für das gesamte Triebwerk dar. Selbst wenn der Filter seine Schmutzaufnahmekapazität bei Weitem noch nicht erreicht hat, muss er bei jedem Ölwechsel unbedingt ersetzt werden.**

## Motorenöle

2

Der Deckel wird zunächst von Hand zuge dreht und anschließend mit einem Drehmomentschlüssel angezogen. Angaben zum Drehmoment sind in den Deckel eingegossen oder der Montagevorschrift des Fahrzeugherstellers zu entnehmen.



**Bild 85**  
**Ölfiltereinsatz mit Lamellenfilter:** Aufgrund der von Sogefi entwickelten ‚Chevron-Falttechnologie‘ können Partikel mit einem Durchmesser bis zu 4 µm ausgefiltert werden ohne die Durchflussleistung zu beeinflussen. So ist laut Sogefi eine zuverlässige Motorleistung während der gesamten Nutzungszeit plus ein wirksamer Turboladerschutz gewährleistet. Bild: Sogefi

**Tip**

**Stadtverkehr bedeutet Stress fürs Motorenöl!** Fragen Sie deshalb Ihren Werkstattkunden nach seinen Fahrgewohnheiten! Bei Kurzstreckenfahrten und im Stop-and-go-Verkehr sollte das Motorenöl und der Ölfilter häufiger gewechselt werden, als es womöglich die Wechselintervalle der Fahrzeughersteller vorschreiben (oftmals wird auch von Seiten des OEM im ‚Kleingedruckten‘ ein reduziertes Intervall bei erschwerten Betriebsbedingungen vorgegeben). Der Grund: Durch vermehrte Kaltstarts bildet sich mehr Kondenswasser und ein Kraftstoffüberschuss im Verbrennungsgemisch. Das bedeutet, dass unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Kondenswasser ins Öl gelangen, was zu einer vorzeitigen Alterung des Öls führt und bei hohen Motortemperaturen diese Bestandteile im Ölkreislauf verdampfen, was die Schmierqualität zusätzlich herabsetzen kann.<sup>38</sup>

### Getriebeölfilter – spezielle Bauformen

Für spezielle Anwendungen wie Getriebeölfilter gibt es unterschiedliche Bauformen (siehe Kapitel 3.5.2).

### Bei zentralen Bauteilen: Vorsicht vor Plagiaten!

Bei einem Ölfilter lässt sich auch von einem Kfz-Profi eine schlechte Qualität meist nicht erkennen – weder von außen noch beim Einbau oder der Inbetriebnahme. Die Folgen eines ‚Billigplagiat‘ sind verschlissene Lager, der Ausfall des Turboladers oder abgenutzte Kolbenringe bis hin zum kompletten Motorschaden. Beispielsweise hat Mahle hinreichend Erfahrung mit Plagiaten: „Fälscher legen meist großen Wert auf die Optik. Die Verpackungen

sehen oft täuschend ähnlich aus. Und auch bei den Produkten haben selbst unsere Spezialisten nicht selten Schwierigkeiten, sie auf den ersten Blick vom Original zu unterscheiden, denn die Filterfeinheit und die Zusammensetzung der Filtermedien kann man mit bloßem Auge nicht erkennen.“ Die einzige sichere Möglichkeit, sich vor Plagiaten zu schützen, ist die Ware bei einem Handelspartner seines Vertrauens zu beziehen.



**Bilder 86 a+b**  
**Fälschung oder Original?** Oft fällt selbst dem Kfz-Profi die Unterscheidung schwer. Bilder: Mahle

### Hersteller / Anbieter von Ölfiltern / Ölfilterelementen:

- Robert Bosch GmbH, <http://de.bosch-automotive.com/de>
- Hengst SE & Co. KG, [www.hengst.de](http://www.hengst.de)
- Mahle Aftermarket GmbH, [www.mahle-aftermarket.com](http://www.mahle-aftermarket.com) (Knecht-Filter)
- Mann+Hummel GmbH, [www.mann-hummel.com/de](http://www.mann-hummel.com/de)
- Purflux/Sogefi, [www.purflux.com/de](http://www.purflux.com/de)
- KSPG, [www.ms-motor-service.de](http://www.ms-motor-service.de)
- Herth+Buss Fahrzeugteile GmbH & Co.KG, [www.herthundbuss.com/de](http://www.herthundbuss.com/de)

## 2.8.3 Professionell Abdichten und Reinigen von Gehäuseteilen

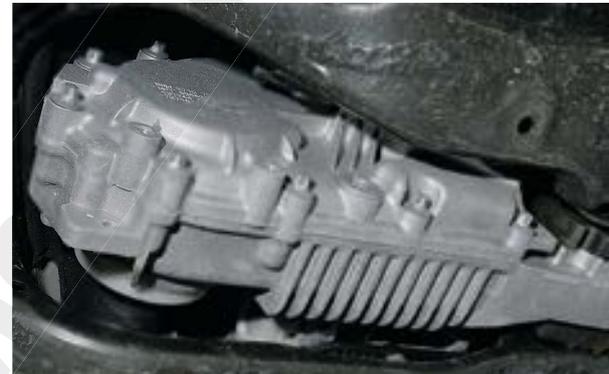
### Flexible Flanschverbindungen

Das Abdichten von Ölwanne oder Abschlussdeckel von Getrieben birgt seine Tücken. Man spricht von flexiblen Flanschverbindungen. Sie kommen dort vor, wo das abdeckende Bauteil keine Kräfte aufnehmen muss. Die Flansche unterstützen die Funktion des Bauteils normalerweise nicht. Vielmehr dienen sie lediglich der Abdichtung. Kleinere Scherkräfte können deshalb toleriert

werden, die wiederum von der flexiblen Dichtung aufgenommen werden. Ferner verlieren die Schraubverbindungen (bei korrekter Montage) nicht an Klemmkraft, da sich die Flansche nach der Montage nicht setzen.

**Bild 88**

**Flanschverbindung (flexibel):** Die Hälften eines Verteilergetriebes eines BMW X5 sind mit Silikondichtmasse abgedichtet. Dichtfasen erlauben Relativbewegungen zwischen den Flanschen.



### Starre Flanschverbindungen

Starre Flanschverbindungen findet der Kfz-Profi beispielsweise bei Getriebe- oder Differenzialgehäusen. Die zu fügenden Bauteile bestehen im Regelfall aus gleichem Material, sodass kein Verzug durch Temperatureinwirkung und damit ein gegeneinander Verschieben der Bauteile möglich ist. Die Dichtung ist äußerlich nicht erkennbar, zwischen den Flanschen ist kein mess-



**Bild 87**

**MAPP (Manufacturers against Product Piracy):** Mit oneIdentity+ (einer Weiterentwicklung von TecIdentify) sind Hersteller, Zulieferer und Teilehändler in der Lage mehr als nur die Echtheit ihrer Produkte sicherzustellen. OneIdentity+ ist eine branchenübergreifende Serviceplattform zur Unterstützung rollenspezifischer, digitaler und mobiler Prozesse auf Basis serialisierter und eindeutig gekennzeichnete Produkte. Das Unternehmen ist eine einhundert-prozentige Tochter der Münchner TecAlliance. ([www.one-identity-plus.com](http://www.one-identity-plus.com))

## Motorenöle

2



**Bild 89**

**Anaerobe Dichtung:** Die Getriebeglocke eines BMW 1er. Es handelt sich um eine starre Flanschverbindung. Oben sichtbar: zwei Abdrückzapfen.



**Bild 90**

**Komplettpaket:** Dichtmassen und Dichtungsentferner (rechts). Bild: Dana – Victor Reinz

barer Spalt sichtbar, da die Gehäusehälften quasi ‚Metall auf Metall‘ verbaut sind. Im Regelfall sind die Abstände der Schrauben relativ gering und die Bauteile werden durch Versteifungsrippen verstärkt. Für die Demontage sind oftmals Abdrückschrauben oder Aussparungen zum Lösen der Flansche erkennbar.

### Die Montage von Gehäusedeckel und Ölwanne

Bei der Montage entsprechender Bauteile ist stets penibel auf Sauberkeit zu achten. Sind die Bauteile zum Beispiel mittels Schraubendreher durch ansetzen an den dafür vorgesehenen Aussparungen demontiert, müssen die Rückstände der alten Dichtmasse rückstandslos entfernt werden. Dazu eignen sich spezielle Kleb- und Dichtstoffentferner (beispielsweise Loctite 7200) und ein kleiner Metallspatel. Der Kfz-Profi muss dabei peinlichst genau darauf achten, dass er keine Riefen in die Flanschoberflächen einbringt. Im Nachgang empfiehlt es sich, die glatte und saubere Oberfläche der Flansche mit einem Universalreiniger beziehungsweise Entfetter nachzubehandeln.

**Tip**

Ist zum Beispiel die KTL-beschichtete Ölwanne (KTL = kathodische Tauchlackierung) oder der Guss- oder Kunststoffdeckel und sein Pendant beispielsweise aus Alu- oder Grauguss frei von Silikonrückständen, kann die flüssige Silikondichtung aufgetragen werden. Beim Aufbringen des Produkts ist darauf zu achten, dass es 1 mm bis maximal 2 mm von der Fase beziehungsweise dem Radius der Gehäuseinnenseite entfernt aufgetragen wird. Diese Vorgehensweise gewährleistet, dass die Silikondichtung beim Fügen der Bauteile die Dichtfase (Gussteile) beziehungsweise den Radius (Blechteile) sowie die Rautiefen und Unregelmäßigkeiten auf den Flanschflächen auffüllt.



**Bild 91**

**Flächendichtung:** Bei der Dichtmasse Matic handelt es sich um einkomponentiges, dauerelastisches Silikon. Bild: Petec



**Bild 92**

**Ready to use:** Loctite SI 5980 Quick-Gasket ist ein schwarzes Silikon und laut Henkel ideal für den Einsatz in Abdichtungsbereichen mit permanentem Ölkontakt. Bild: Henkel



Der Kfz-Profi muss zuerst prüfen, welche Dichtungsart vorhanden ist, um entsprechend die richtigen Produkte einzusetzen. Danach sind die alte Dichtung und Reste von Dichtmitteln mit Kleb- und Dichtstoffentferner beziehungsweise ‚sanften‘ mechanischen Mitteln zu entfernen. Die Flanschoberflächen dürfen keine größeren Riefen aufweisen (anaerobe starre Dichtungsmittel beziehungsweise Silikondichtungen können kleinere Riefen bis 0,4–0,5 mm beziehungsweise 1,5–2 mm ausgleichen). Bei anaeroben Dichtungen sollte zusätzlich darauf geachtet werden, dass das Dichtmittel nicht zu üppig aufgetragen wird.



Der Eintrag von überschüssiger Dichtmasse in den Ölhaushalt kann das Antischaum-Vermögen des Öls empfindlich stören, bis hin zum Totalausfall des Aggregats durch Schaumbildung. Im Umgang mit silikonhaltiger Dichtmasse ist deshalb besondere Sorgfalt geboten!



**Bild 93**  
**Saubere Sache:** Loctite SF-7063 ist ein Universalreiniger und -entfetter zur rückstandsfreien Oberflächenvorbereitung vor dem Dichtungsauftrag (Lösungsmittelbasiert). Bild: Henkel

### Abdichten von Gehäusen mittels Feststoffdichtungen

Feststoffdichtungen haben lange Tradition. Sie können aus Kork, Papier, Metall (Kupfer- oder Stahlblech) oder aus Verbundwerkstoffen sowie aus formfesten aber elastisch verformbaren Kunststoffen oder Kautschukverbindungen (in Form von O-Ringen) bestehen. Die Dichtwirkung ist abhängig von der entsprechenden Klemmkraft der Gehäusehälften und der Verformung der Dichtung selbst.

**Bild 95**  
**Dichtungsschaber aus Kunststoff:** Bei der Entfernung von alten Dichtungsresten an Bauteilen ist stets Vorsicht geboten. Die Dichtflächen dürfen nicht beschädigt werden. Bild: Henkel



### Spezielle Rahmenbedingungen führen zu Undichtigkeiten

Feststoffdichtungen unterliegen einer hohen Flächenpressung unter dem Schraubenkopf. Dabei kann ein Setzen der Dichtung zu einem Verlust der Schraubenklemmkraft führen. Zusätzlich kann es aufgrund von hohen Belastungen oder einer unterschiedlichen Wärmeausdehnung der Flanschwerkstoffe zu Verformung der Bauteile und somit zu Leckagen kommen. Möglich ist auch ein ‚Auswandern‘ der Feststoffdichtung.



**Bild 94**  
**Reinigen von kleinen und mittelgroßen Teilen:** Gebräuchlicher Waschtisch mit Auffangbehälter, Filter sowie Waschbenzinpumpe und Durchlaufpinsel. Bild: IBS Scherer

## Motorenöle

2

### Vorbereiten und Abdichten von Flanschen mittels Feststoffdichtungen

Je nach Härte der Feststoffdichtung sind die Flanschflächen sehr glatt gearbeitet oder besitzen eine gewisse Rauheit, damit sich die Dichtung in der Oberfläche ‚verkrallen‘ kann. Je härter die Dichtung (Metalldichtung), desto genauer muss auf die Glattheit der Oberflächen geachtet werden. Der Einsatz von Reinigungsprodukten wie Loctite 7063 und die entsprechende Vorbehandlung der Flansche sollte aus diesem Grund vorausgehen. Des Weiteren kann ein sogenannter Dichtungsoptimierer (zum Beispiel der anaerobe und abziehbare Dichtungsoptimierer Loctite 5203 für Metalldichtungen) eingesetzt werden. Der Vorteil dieser Produkte ist, dass die Feststoffdichtung zusätzlich bei der Montage fixiert und ein Schwitzen durch Stoffschluss verhindert wird. Darüber hinaus ermöglicht ein Dichtungsoptimierer die Wiederverwendung der alten – noch intakten(!) – Feststoffdichtung.



Je nach Werkstoff der Feststoffdichtung sollte mit dem Hersteller abgeklärt werden, ob ein Dichtungsoptimierer eingesetzt werden darf oder nicht!



**Bild 96**

**Dichtung und Montagehilfe in einem:** Ein Dichtungsoptimierer fixiert die Dichtung bei der Montage und verhindert ein Schwitzen der Feststoffdichtung durch Stoffschluss.  
Bild: Henkel

### Weitere Hilfsmittel für einen sauberen Arbeitsplatz/saubere Hände



**Bild 97**

**Von der Rolle:** Einmaltücher gehören zur Grundausrüstung einer jeden Kfz-Werkstatt.

**Bild 98**

**Saugfähig:** Spezielle Tücher (beispielsweise von Tork oder Kroschke) dienen zur Aufnahme von Öl, Benzin und anderen Kohlenwasserstoffen und beugen der Rutschgefahr in Kfz-Werkstätten vor.



**Bild 99**

**Aktiv:** Der Ölflack-Entferner von Caramba ist geeignet zur Beseitigung von Schmier-, Motoren- und Getriebeöl, Heizöl sowie Dieselmotorenkraftstoff.  
Bild: Caramba

**Ölbindemittel:** Produkt auf Polyurethan-Hartschaum-Basis.  
Bild: Liqui Moly

**Bild 100**



## Motoren- und Getriebeöle

**Bild 101**

**Saubere Hände:** Beim Handreiniger wirkt eine Kombination aus synthetischen und natürlichen Detergenzien.  
Bild: Caramba



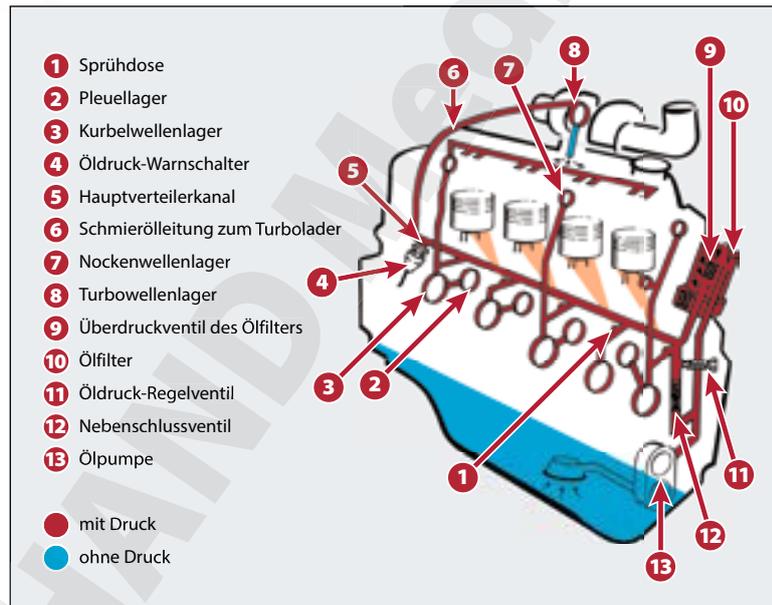
### Definition Ölverbrauch

Unter Ölverbrauch versteht der Kfz-Profi die Menge an Öl, die in den Brennraum gelangt und dort verbrennt oder verkockt. Ölverlust liegt dann vor, wenn Undichtigkeiten am Motor (sowie am Getriebe) zu verzeichnen sind.

2

### 2.8.4 Ölverlust: Gründe und Folgen

Unter klassischem, wenngleich schleichendem ‚Ölverlust‘ versteht man landläufig ein ‚Schwitzen‘ des Motors oder des Getriebes. So unterliegen Feststoffdichtungen – die je nach Baugruppe (zum Beispiel am Zylinderkopf) zum Einsatz kommen – einer hohen Flächenpressung unter dem Schraubenkopf. Dabei kann ein Setzen der Dichtung zu einem Verlust der Schraubenklemmkraft führen. Zusätzlich kann es aufgrund von hohen Belastungen oder einer unterschiedlichen Wärmeausdehnung der Flanschwerkstoffe zu Verformung der Bauteile und somit zu Leckagen kommen. Möglich ist auch ein ‚Auswandern‘ der Feststoffdichtung.



**Bild 103**

**Ölkreislauf (vereinfacht) beim Ottomotor**  
Bild: Krafthand, Quelle: KPSG

Häufig sind Undichtigkeiten (neben dem Fahrzeugalter) auch auf (vorherige) Montagefehler, unsaubere Arbeiten oder einfach Überhitzung des Gesamtsystems ‚Antrieb‘ zurückzuführen. Dies trifft natürlich auch auf flexible oder starre Flanschverbindungen zu, die mit entsprechenden Dichtmassen abgedichtet werden (siehe Kapitel 2.8.3).

Motore verbrauchen im Betrieb grundsätzlich Motorenöl, dabei benötigen Dieselaggregate und besonders sportlich ausgelegte Ottomotoren bauartbedingt immer etwas mehr. Wie hoch der motorische Verbrauch bei einem ‚gesunden‘ Motor sein darf, legen die Hersteller fest (siehe technische Informationen, Betriebshandbücher). Es gibt laut KPSG jedoch eine Faustregel: Pkw mit kleineren Motoren dürfen zwischen 0,1 und 0,5 Prozent des Kraftstoffverbrauchs an Motorenöl benötigen. Der Verbrauch an Motorenöl ist kurz nach der ‚Einlaufphase‘ (bei modernen Motoren bis 50.000 Kilometer) am niedrigsten und steigt aufgrund des innermotorischen Verschleißes (und der Ölalterung) an je länger der Pkw läuft.



**Bild 102**

**‚Schwitzen‘:** Leichter Ölverlust an der Ölwanne eines Opel Meriva, Baujahr 2007.

## Motorenöle

2

### Gründe für erhöhten Ölverbrauch/Ölverlust<sup>39</sup>

- Zur großes Lagerspiel im Turbolader (Gleitlager verschlissen). Motorenöl wird angesaugt und im Brennraum verbrannt.
- Verstopfte Ölrücklaufleitung am Turbolader. Die Ölrücklaufleitung zum Turbolader wird zu heiß, das Öl verkocht in der Leitung: Die Gründe: eine schlechte Ölqualität oder thermische Probleme des Gesamttaggregats. Auch zu nahe am Krümmer verlegte Ölrücklaufleitungen können die Ursache sein. Hoher Öldruck führt in Folge zu Austritt an den Lagerstellen. Öl gelangt in den Ansaugtrakt und wird mitverbrannt.

### Mangelhafte Ölversorgung

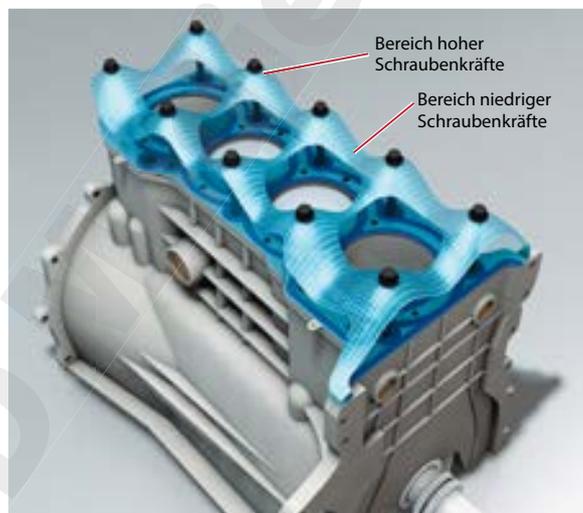
Ein Turbolader ist aufgrund mangelhafter Ölversorgung an der Wellenlagerung ausgefallen. Durch die Mangelschmierung kam es zu einer metallischen Berührung zwischen dem Wellenschaft und dem Radiallager. Das Laufzeug ist im weiteren Verlauf überhitzt und ausgeschlagen, wodurch das Verdichterrad und das Turbinenrad am jeweiligen Gehäuse anlaufen konnten. Durch das abrupte Blockieren des Wellenschafts löste sich die Wellenmutter. Dies ist im normalen Betrieb des Turboladers nicht möglich, da sie mittels Linksgewinde befestigt ist. Die sichtbaren Schäden auf dem Verdichterrad (Bild rechts) sind dem Einschlag der Wellenmutter geschuldet.



**Bilder 104 a+b**  
**„Abgedreht“:**  
 Zerstörtes Verdichterrad (oben) sowie defektes Turbinenrad (links).  
 Bilder: Motair

- Verschlissene Einspritzpumpe. Die beweglichen Teile einer Reiheneinspritzpumpe werden über den Ölkreislauf geschmiert. Bei verschlissenen Komponenten gelangt Motorenöl zwischen Zylinder und Kolben vorbei in die Arbeitsbereiche der Pumpenelemente. Das Motorenöl vermischt sich mit Dieselmotorenöl und wird beim Einspritzen in den Brennraum des Motors mitverbrannt.
- Undichtes Ansaugsystem. Poröse Gummischläuche und Dichtungen und verdreckte Luftfilter sorgen für Fremdstoffeintrag in den Brennraum und in Folge zu Mischreibung. Die Folge ist ein erhöhter Verschleiß von Kolben, Zylinderlaufflächen und damit ein erhöhter Ölverbrauch.

- Verschlissene Ventilführungen/Ventilschaftdichtungen. Öl gelangt in den Ansaug- und Abgastrakt und wird mitverbrannt beziehungsweise mit ausgeschieden.
- Montagefehler am Zylinderkopf nach einer Motorinstandsetzung. Falsch angezogene und in Folge ‚verzogene‘ Köpfe können zu undichten Stellen im Bereich des Verbrennungsraums führen. Motorenöl kann so an der Zylinderkopfdichtung über die Ölversorgungskanäle in den Brennraum und wird mitverbrannt.



**Bild 105**

**Kraftverlauf am Zylinderkopf:** Das Anziehen der Zylinderkopfschrauben erzeugt über die Schraubenkraft eine Flächenpressung, die entscheidend für eine perfekte Abdichtung ist. Dabei haben die Schrauben (Dehnschaftschrauben) in Kombination mit dem korrekten Anzugsverfahren (Reihenfolge, Drehmoment, Winkeleinzug) starke Auswirkungen auf die Qualität der Flächenpressung. Bild: Dana – Victor Reinz.

- Überdruck im Motorgehäuse. Motoren erzeugen im Betrieb sogenannte Blow-by-Gase. Das sind Gase, die durch den hohen Druck in der Brennkammer an den Kolbenringen vorbei gedrückt werden und so ins Kurbelgehäuse gelangen. Ist der Verschleiß der Kolbenringe fortgeschritten, können extrem hohe Drücke im Kurbelgehäuse entstehen. Das Motorenöl wird an den Dichtungen ‚durchgedrückt‘. Mitunter ist auch das Entlüftungsventil der Kurbelgehäuseentlüftung defekt.



**Bild 106**

**Kurbelgehäuseentlüftung:** Durch einen höheren Ausstoß an Blow-by-Gasen wird vermehrt Ölnebel zum Kurbelgehäuse-Entlüftungsanschluss im Ansaugtrakt transportiert, angesaugt und mitverbrannt. Bild: KSPG



Falls die Kurbelgehäuseentlüftung mit einem Abgasrückführsystem kombiniert ist, kann auch hier über Ölkohle im AGR die Kurbelgehäuseentlüftung gestört werden. Auch andersherum, können durch die Kurbelgehäuseentlüftung ausgeschobene Kondensate die AGR-Ventile zusetzen.

- Zu hoher Ölstand. Zu viel Öl im Motor führt zu erhöhter Planscharbeit im Kurbeltrieb und fördert die Ölnebelbildung. Es kann sich Ölschaum bilden. Zusammen mit Blow-by-Gasen gelangt dieser Ölschaum zusammen mit Ölnebel wiederum über die Motorentlüftung in den Ansaugtrakt und wird mitverbrannt.
- Verbrennungsprobleme und Kraftstoffüberschwemmung. Unverbrannter Kraftstoff bleibt im Verbrennungsraum zurück. Er setzt sich an der Zylinderwand ab und ‚reinigt‘ diese. Es kommt zu Mischreibung und erhöhtem Verschleiß, der wiederum den Ölverbrauch negativ beeinflusst. Ursachen bei Benzinmotoren sind ein zu fettes Gemisch, ein defekter Turbolader, ein falscher Zündzeitpunkt sowie allgemeine Störungen an der Zündanlage und nicht vorhandene Detergentien und Dispersanten aus dem Ottokraftstoff bei Benzindirekteinspritzern, infolge von Ölkohlebildung im Saugrohr. Bei Dieselmotoren defekte oder undichte Einspritzdüsen, falscher Förderbeginn, ebenfalls ein defekter Turbolader sowie ein falscher Kolbenüberstand und eine defekte Einspritzpumpe.
- Die Verwendung minderwertiger Motorenöle. Bei der Verwendung von minderwertigen Motorenölen kann ein sicherer Motorlauf nicht gewährleistet werden. Besonders zeigt sich die Qualität eines Öl beim Kaltstart und bei Hochtemperaturbetrieb. Das Öl muss also dringend den Vorschriften des Fahrzeugherstellers entsprechen, denn eine falsche oder ungenügende Additivierung (siehe Kapitel 2.4) kann böse Folgen haben.

**Weitere Gründe für einen erhöhten Motorenölverbrauch:**

- Eine unregelmäßige und ungenügende Wartung,
- falscher Kolbenüberstand,
- verzogene Zylinder,
- Fehler beim Hohnen,
- eine niedrige Grafit-Freilegungsquote der Zylinderlauffläche bei Graugussblöcken,



- beschädigte Pleuel,
- defekte oder falsch montierte Kolbenringe,
- falsche oder überschüssige Dichtmasse (siehe auch Kapitel 2.8.3),
- unsaubere, angekratzte Dichtflächen und Fremdkörper
- beschädigte Radialwellendichtringe,
- defekte Vakuumpumpen,
- ein zu hoher Öldruck,
- zu hohe Toleranzen (auch bei fabrikneuen Fahrzeugen!) von Kolben und Zylinder.

**Expertenwissen**

Die Motorservice-Gruppe ist die weltweit agierende Vertriebsorganisation von Kolbenschmidt-Pierburg. Das Unternehmen ist Anbieter von Motorkomponenten der Marken Kolbenschmidt, Pierburg und TRW Engine Components sowie Lieferant von bauteilspezifischen Fachinformationen. Die Motorservice-Gruppe zählt gemeinhin als Problemlöser für den Handel und die Kfz-Werkstatt. Mehr ist unter [www.ms-motor-service.com](http://www.ms-motor-service.com) zu erfahren.

**Ölverdünnung**

Laut ADAC gehen immer wieder Klagen von Mitgliedern ein, die bei ihren Dieselfahrzeugen ‚steigende Ölstände‘, also eine offensichtliche Ölverdünnung feststellen. Die Ursache ist dem Verkehrsclub zufolge in der Kraftstoffnacheinspritzung nach dem Kaltstart (oder im Schwachlastbetrieb) zu suchen, um die Verbrennungstemperaturen im Partikelfilter anzuheben. „Andernfalls würden die für das Abbrennen des Rußes erforderlichen Temperaturen von etwa 200 bis 400 °C bei Additivsystemen beziehungsweise 500 bis 700 °C nicht erreicht werden, wodurch letztlich der Filter mit Ruß verstopft und das Auto liegenbleibt“, so der ADAC<sup>40</sup>.

Die Kraftstoffnacheinspritzung erfolgt weit nach dem oberen Totpunkt des Kolbens. Aus diesem Grund kann die eingespritzte Kraftstoffmenge auch unverbrannt an der Zylinderwand landen und damit ein Teil auch in das eigentliche Motorenöl. „Die Ölverdünnung wird im Kurzstreckenbetrieb – etwa unter fünf Kilometer Fahrstrecke – mangels ausreichender Öltemperaturen nicht oder nur ungenügend abgebaut. Die Ölqualität sinkt und führt im schlimmsten Fall zum Motorschaden.“

**Bild 107**

**Achtung:** Bei der Montage von modernen Radialwellendichtringen sind einige Punkte zu beachten (Mehr dazu unter [www.victorreinz.com](http://www.victorreinz.com)).  
Bild: Dana – Victor Reinz

### 3. Getriebeöle

Getriebeöle (Schalt-, Automatik- und CVT-Getriebeöle, Öle für Doppelkupplungs-, Achs- und Verteilergetriebe sowie für Differenziale) weisen eine höhere Vielfalt und Komplexität als Motorenöle auf. In Schaltgetrieben ist es die wichtigste Aufgabe des Öls zu schmieren. Der Kraftschluss erfolgt über Wellen. Bei Automatik-/Doppelkupplungsgetrieben, CVT-Getrieben (zum Beispiel Audi-Multitronic) und Front-/Heck- und Allradantrieben (Differenziale) sind hochindividuelle Formulierungen notwendig – der Faktor Reibung kommt hinzu.

So darf ein Hochleistungs-8-Gang-Automatikgetriebe nicht ruckeln und muss Drehmomente bis zu 800 Nm übertragen können. Dabei muss das Getriebeöl beides können: den Schmierfilm aufrecht erhalten und dabei enorme Kräfte übertragen. Der Kraftschluss erfolgt über die Zahnradflanken, die Synchronringe (und die Kuppelungsscheiben oder Ketten in CVT- und Allradgetrieben) und über das Öl, es muss demnach einen ganz bestimmten Reibwert aufweisen.

#### Manuel Transmission Fluids (MTFs)

In Handschaltgetrieben übernimmt das Getriebeöl (MTF), neben der Verschleißminderung, vielfältige Aufgaben und hat Einfluss auf die Qualität des Gangwechsels.



**Bild 123**  
**Handarbeit:** Das Handschaltgetriebe 6 MTT 350 von Getrag ist für bis zu 360 Nm ausgelegt und wird im Werk Rosenberg (Baden) produziert. Außer im neuen Mini kommen diese Getriebe in den kommenden BMW 1er und 2er zum Einsatz (erster BMW: 2er Active Tourer). Bild: Getrag



**Bild 124**  
**Getriebeöl für Handschaltgetriebe:** 80W 90, API-Klasse GL 4, Freigaben: ZF TE-ML 02A, 16A, 17A.  
**Bild:** Castrol

sels. Regelmäßig werden Trockenkupplungen eingesetzt und die Reibeigenschaften des Schmierstoffes sind voll auf die Anforderungen der Synchronisierung eingestellt. MTFs sind daher in der Regel nicht Nasskupplungstauglich. „Da in einem Handschaltgetriebe verschiedene Synchronisierungsmaterialien wie Buntmetall/Sinter, Aluminium oder Carbon zum Einsatz kommen können, ist eine universelle Synchronverträglichkeit von großer Bedeutung.“<sup>42</sup>

#### Automatic Transmission Fluids (ATFs)

ATFs sind speziell additivierte Ölformulierungen für moderne Automatikgetriebe mit entsprechend hohen Anforderungen. Gewünscht sind ein sehr gutes VT- und Tieftemperaturverhalten, eine hohe Scher- und Oxidationsstabilität sowie ein ausgezeichnetes Schaumverhalten und Luftabgabevermögen. Dazu kommen sehr gute Druckeigenschaften (EP=Extrem Pressure). Ein EP-Additiv reagiert mit den hoch-belasteten ‚Metallspitzen‘ der Zahnradflanken. Es bildet quasi eine Metallschmelze, die Notlauf-Schmiereigenschaften hat und die Mischreibung abbaut. Für die Funktion des Automatikgetriebes ist darüber hinaus der Reibkoeffizient des Getriebeöls von zentraler Bedeutung. Im Übrigen: Die EP-Additivierung und der Aufwand zur Einstellung der Reibwertcharakteristik sind vergleichbar dem beim MTF.

Das Schaltverhalten beim Gangwechsel wird durch das verwendete Lamellenmaterial sowie den eingesetzten ATF-Typ bestimmt. „Vor allem wegen unterschiedlicher Anforderungen bestimmter Hersteller von Automatikgetrieben an die Reibwertcharakteristik hat sich keine allgemeine Klassifikation von ATFs durchgesetzt, maßgeblich sind hier die Herstellerspezifikationen.“<sup>43</sup>

## Getriebeöle

3

**Bild 125**

**ATF Multivehicle:** Verbesserte Reibeigenschaften sorgen für sanftes Schalten und hohen Schaltkomfort bei niedrigen Temperaturen. Bild: Castrol



**Bild 126**

**Ausgezeichnet:** Für das 9-Gang-Automatgetriebe gewann ZF den Automotive News Pace Award 2014 in der Kategorie Produkt. Bild: ZF

**Bild 127**

**Referenz bei Doppelkupplungsgetrieben:** Das 7DT-Sportgetriebe, eine Gemeinschaftsentwicklung von Porsche und ZF, gibt es in zwei Versionen für Drehmomente bis 450 und bis 700 Nm. Bild: ZF



### Double Clutch Transmission Fluids (DCTFs)

Öle für Doppelkupplungsgetriebe stellen den Kompromiss zwischen den Eigenschaften eines MTF und eines ATF dar. Konstruktiv sind Doppelkupplungsgetriebe im Schaltungsteil wie herkömmliche Handschaltgetriebe aufgebaut. Daher muss ein DCTF den Anforderungen an ein normales MTF genügen. Die Doppelkupplung selbst ist meist eine nasslaufende Lamellenkupplung, also müssen auch Anforderungen an ein ATF erfüllt sein. Zudem werden Hydraulikpumpen eingesetzt, was die Ansprüche an die Schaumfestigkeit erhöht. Mittlerweile kommen auch ‚trockene‘ Doppelkupplungsgetriebe auf den Markt – hier läuft die Kupplung nicht im Ölbad –, weshalb als Schmierstoff ein geeignetes MTF infrage kommt.



**Bild 128**

**Motul Multi DCTF:** Das Getriebeöl kann den Angaben zufolge in modernen Direktschaltgetrieben sowohl mit Nass- als auch mit Trockenkupplung eingesetzt werden. Bild: Motul

### Öle für CVT-Getriebe (CVTFs)

CVTFs (Continuously Variable Transmission Fluids) sind den ATF-Ölen ähnlich. Zusätzlich sind sie besonders abgestimmt auf die nötigen Reibeigenschaften für den Kontakt zwischen den metallischen Reibpartnern. Zur Funktion: Eine Kette oder ein Schubgliederband aus

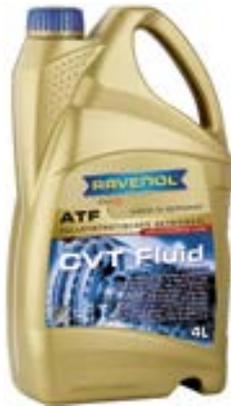
Metall überträgt die Kraft auf zwei Variatoren. Diese Variatoren sind kegelförmig und können axial verstellbar werden. So ändert sich die Übersetzung stufenlos.

### Die richtige Wahl – Informationen für Werkstätten

Bereits beim Golf IV (1997–2003) wurden je nach Modell/Antrieb vier verschiedene Motorenöle und 14 verschiedene Getriebeöle vorgeschrieben. Der aktuelle Volkswagen Toureg hat vier Getriebeölkreis-

**Bild 129**

**CVT-Getriebeöl:** Das Produkt ist laut Hersteller auf Basis von vollsynthetischen Ölen (PAOs) konzipiert und mit einer speziellen Additivierung und Inhibierung versehen, die eine einwandfreie Funktion des Automatikgetriebes gewährleisten sollen. Dem Hersteller zufolge ist das Öl für die entsprechenden CVT-Getriebe geeignet. Bild: Ravenol



### 3.1 Viskositäts-/Leistungsklassen, OE-Spezifikationen

Auch Getriebeöle sind in Viskositäts- und Leistungsklassen sowie in unterschiedlichste OE-Spezifikationen eingeteilt. Es fehlt jedoch eine Parallele zur ACEA-Spezifikation. Nachfolgend sind die gängigen Leistungsklassen aufgeführt.

3



*„Viele Getriebeschäden entstehen durch das nicht Einhalten der (vorgeschriebenen) Wechselintervalle, durch den Einsatz des falschen Öls sowie durch Fehler beim Wechsel der Getriebeöle (falsches Volumen, Undichtigkeiten)“, so Volker Clasen, Castrol Schmierstoffexperte.*

läufe, die Integral-Hinterachse des BMW X6 verfügt alleine über drei getrennte Ölkammern.

Umso wichtiger ist die Informationsversorgung in den Kfz-Werkstätten. Hier haben die Markenbetriebe durch den Zugang zu entsprechenden technischen Daten und vor allem zu detaillierten Wartungs- und Reparaturinformationen einen Vorteil gegenüber den freien Kfz-Betrieben. Diese Informationen sollte sich der freie Kfz-Profi über (stundenweise) Zugänge bei den OE beziehungsweise über die entsprechenden Portale beschaffen.

#### Serviceportale der OEM (Beispiele)

- Audi: [www.erwin.audi.de](http://www.erwin.audi.de)
- BMW: <https://oss.bmw.de/index.jsp>
- Citroën: [service.citroen.com](http://service.citroen.com)
- Fiat: [www.technicalinformation.fiat.com](http://www.technicalinformation.fiat.com)
- Hyundai: <http://bit.ly/1oVqLCY>
- KIA: [www.kia-hotline.com](http://www.kia-hotline.com)
- Mazda: <http://bit.ly/WRcq05>
- Opel: [www.gme-infotech.com](http://www.gme-infotech.com)
- Peugeot: <http://public.servicebox.peugeot.com>
- Porsche: (PIWIS) <http://bit.ly/1qPy3v0>
- Renault: [www.infotech.renault.com](http://www.infotech.renault.com)
- Subaru: [www.subaru-repairinfo.com](http://www.subaru-repairinfo.com)
- Volkswagen: [www.erwin.volkswagen.de](http://www.erwin.volkswagen.de)

#### SAE-Klassen für Getriebeöle

Die weltweit gültige SAE-Norm J 306 (DIN 51 512) beschreibt die Klassifikation von Getriebeölen, vergleichbar den Motorenölen, nach deren Fließverhalten. Die Kennzahlen der Viskositätsklassen reichen von SAE 70 bis 250 und sind damit auch eindeutig als Getriebeöle erkennbar.

Die Einbereichs-Getriebeöle werden mittels Viskosität bei 100 °C klassifiziert. Bei Mehrbereichs-Getriebeölen sind zwei Klassifizierungsangaben zur Beschreibung der Viskositätslage erforderlich. Zum einen die Viskosität im Kältebereich, deren Bezugstemperaturen in Abhängigkeit der SAE-Klasse zwischen -12 °C und -40 °C liegen und mittels dynamischer Viskosität ermittelt werden. Zum anderen der Klassifizierungswert für die Hochtemperatur-Mindestviskosität, gemessen bei 100 °C, der als Untergrenze definiert ist.

SAE Viskositätsklasse	maximale Temperatur für die Viskosität (scheinbare) bei 150.000 mPas in °C	kinematische Viskosität in mm <sup>2</sup> /s min. max.	
70 W	-55	4,1	-
75 W	-40	4,1	-
80 W	-26	7,0	-
85 W	-12	11,0	-
90	-	13,5	24,0
140	-	24,0	41,0
250	-	41,0	-

**Bild 130**

**SAE-J 306:** SAE-Klassen für Getriebeöle. Die SAE-Klassen mit definiertem Kälteverhalten werden, wie die Motorenöle, mit einem ‚W‘ für Winter gekennzeichnet.

# KRAFTHAND

## PRAXISWISSEN

### Motoren- und Getriebeöle

Herstellung, Technologie und Praxis,  
Verbrenner, E-Antriebe

Der Autor Georg Blenk setzt sich in Band 10 der Reihe Krafthand-Praxiswissen mit modernen Motoren- und Getriebeölen für Pkw auseinander. Dabei gliedert sich die Fachbroschur je nach Baugruppe in einen herstellungstechnischen und einen werkstattpraktischen Teil.

Nach einer historischen Einführung leitet der Autor in das Kapitel Motorenöle über. Er beleuchtet den Aufbau, die Herstellung sowie die Eigenschaften verschiedener Öle, um im Nachgang auf die spezifischen Aufgaben, die Additivierung und die technische Sauberkeit einzugehen. In weiteren Kapiteln widmet er sich den verschiedenen Spezifikationen und OE-Freigaben. Anhand von Praxisbeispielen geht der Autor dann auf den professionellen Ölservice, die Werkstattaufrüstung, die Gründe für einen möglichen Ölverlust sowie auf das Abdichten von Gehäuseteilen ein.

Auch beim Thema Getriebeöle beleuchtet Blenk zuerst die Spezifikationen und Leistungsklassen, um im Nachgang Informationen zu Anforderungen und zur Additivierung zu liefern. Das Kapitel ‚Getriebeöle in der Werkstattpraxis‘ beschäftigt sich mit dem Wechsel des Getriebeöls, der Spülung von (Automatik-)Getrieben sowie dem Ölmanagement in der Kfz-Werkstatt. Die Kapitel ‚Motorsport als Entwicklungsplattform‘ und ‚Schmierstoffe bei Hybrid- und Elektrofahrzeugen‘ runden die Fachbroschur ab.

#### Der Autor

Georg Blenk studierte politische Wissenschaften sowie Wirtschaftsingenieurwesen und absolvierte zahlreiche Praktika – unter anderem bei der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG. Seine berufliche Karriere startete Blenk im Frühjahr 2000 als Consultant Marketing+ Communications bei der Cydelion AG in München. Im Februar 2001 wechselte er zur Bertelsmann AG/Springer Science+Business Media, wo er als Contentmanager zahlreiche Print- und Online-Projekte leitete. Dabei stand die Automobilindustrie immer wieder im Fokus seiner Tätigkeiten. Seit 2006 ist Blenk für die Krafthand Medien GmbH tätig, seit 2014 als Ressortleiter Fachbuch/Corporate Publishing. Er ist Herausgeber und Autor zahlreicher Fachbeiträge sowie verschiedener Fachbücher.

*„Dem Autor ist eine inhaltlich komprimierte und überaus übersichtliche Fachpublikation zum Thema Motoren- und Getriebeöle gelungen, die es in dieser praktischen und aktuellen Form und Qualität noch nicht auf dem Markt gibt.“*

**Andreas Solibieda**

(Geschäftsführer Motair Turbolader GmbH)

*„Die vorliegende Publikation beantwortet alle relevanten Fragen rund um die Themen Motoren- und Getriebeöle sowie das entsprechende Handling in der Werkstatt. Ich kann sie nur weiterempfehlen!“*

**Wolfgang Fischer**

(Head of Motorsport, HERO-Techcenter Germany)