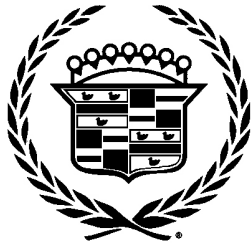


# DRIVE-IN

Offizielles Mitteilungsblatt des



*Cadillac*  
*Club of Switzerland*

Separatdruck

## Wissenswertes über Motoren-Oel 2. Teil: Die Viskosität

Autor: K. Schellenberg 9.10.2011

Ausgabe Nr. 3/11 (Oktober 2011)

**Wissenswertes über Motorenöl:  
Teil 2: Die Viskosität**

von K. Schellenberg

Motorenöl ist immer für eine Diskussion gut, und jeder hat seine eigene Meinung dazu. Und sollte jemand wider Erwarten noch keine haben, so könnte diese kleine Serie von Artikeln helfen, sich eine eigene Meinung zu bilden.

Der erste Artikel über Motorenöl im DRIVE-IN 3-09 beschäftigte sich vor allem mit der Frage, ob moderne Motorenöle auch für ältere Motoren geeignet seien. Dabei wurde spezifisch auf die EP-Additive, d.h. Hochleistungs-Verschleissminderer, eingegangen und im Speziellen die Rolle des in vielen Internet-Diskussionsgruppen heiss diskutierten ZDDP beleuchtet.

Im DRIVE-IN 2-10 wurde dann Herstellung und Zusammensetzung von Motorenölen und die Funktion der verschiedenen Additive erläutert.

Im Folgenden wird nun auf die Viskosität als wichtigstes Auswahlkriterium für Motorenöle eingegangen, in der Hoffnung, dass die eine oder der andere nach der Lektüre vielleicht eine bewusstere Entscheidung bei der Auswahl eines geeigneten Motorenöls treffen kann.

Das Motorenöl hat eine offensichtliche Hauptfunktion: es soll schmieren, d.h. die Reibung zwischen zwei sich bewegenden Metallteilen reduzieren. Für die Schmierung allein würden aber nur wenige Milliliter Oel ausreichen, warum füllt man dann mehrere Liter ein?

Ohne konstante Erneuerung des Oelfilms würde dieser unter den extremen Bedingungen im Motor rasch verbraucht und zerstört. Ein rascher Umlauf ist ausserdem essentiell für die Kühlung von Motorteilen, welche nicht durch

die Wasserkühlung erreicht werden. Darum haben Hochleistungsmotoren in der Regel einen Oelkühler. Die grossen 7.7L und 8.2L Motoren der Cadillacs in den 70er Jahren enthalten relativ wenig Oel und haben keinen Oelkühler. Darum, und obwohl diese Autos durchaus solche Geschwindigkeiten erreichen, ist es nicht ratsam, auf Autobahnen über längere Strecken mit 180-200 km/h zu fahren. Die Gefahr, den Motor zu überhitzen ist zu gross. (Aber wer will schon mit solchen Geschwindigkeiten über die Strassen brettern, das Fahrwerk ist nicht dafür geeignet, und gemütliches cruisen ist ja viel schöner).

Neben der Kühlung trägt das Motorenöl auch zur „Pflege“ des Motors bei, d.h. es verhindert Korrosion und bindet und neutralisiert Verbrennungs- und Oxidationsprodukte.

### **Viskosität**

Neben der grundlegenden Fähigkeit zu schmieren, ist die Viskosität die wichtigste Eigenschaft des Motorenöls. Ist das Oel zu zähflüssig, d.h. die Viskosität zu hoch, so kann die Oelpumpe das Oel nur ungenügend oder gar nicht mehr pumpen. Die zu schmierenden Stellen werden nicht mehr versorgt, Metall reibt auf Metall, es gibt Verschleiss und im Extremfall einen Motorschaden. Im umgekehrten Fall, wenn das Motorenöl zu dünnflüssig ist, d.h. die Viskosität sehr tief ist, wird der Oelfilm zwischen den sich bewegenden Metallteilen sehr dünn. Dadurch steigen die Scherkräfte an, und es besteht Gefahr, dass der Oelfilm abreisst und wiederum Metall auf Metall reibt.

Die Viskosität von Oelen ist von der Temperatur abhängig. Dies ist für die Verwendung in

Motoren ungünstig, denn das Schmier- und Fließverhalten sollte doch sowohl bei kaltem als auch heissem Motor, im Winter in der Arktis und im Sommer in der Sahara möglichst gleich und ideal sein.

Die Älteren unter uns erinnern sich vielleicht noch, dass ihre Väter von Winter- und Sommeröl sprachen. In der Tat empfehlen die Benutzerhandbücher von Vorkriegsautos, für Winter und Sommer jeweils Öl unterschiedlicher Viskosität einzusetzen. Für den 38er und den 53er Cadillac z.B. soll für den Sommer SAE-20 Öl, bei Temperaturen über 30°C SAE-30 und im Winter bei Temperaturen unter Null SAE-20W Öl verwendet werden.

Dazumal gab es nur reine Mineralöle, welche eine starke Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur aufweisen. SAE-20 wäre im Winter für den Kaltstart zu zähflüssig, und SAE-20W wäre im Sommer bei heissem Motor zu dünnflüssig.

## Mehrbereichsöle

Bis Ende der 50er Jahre gab es ausschliesslich Einbereichs-Oele, wobei die sogenannten HD-Oele (Heavy-Duty) bereits mit Additiven versetzt waren, um den erhöhten, durch das Militär definierten Standards zu genügen.

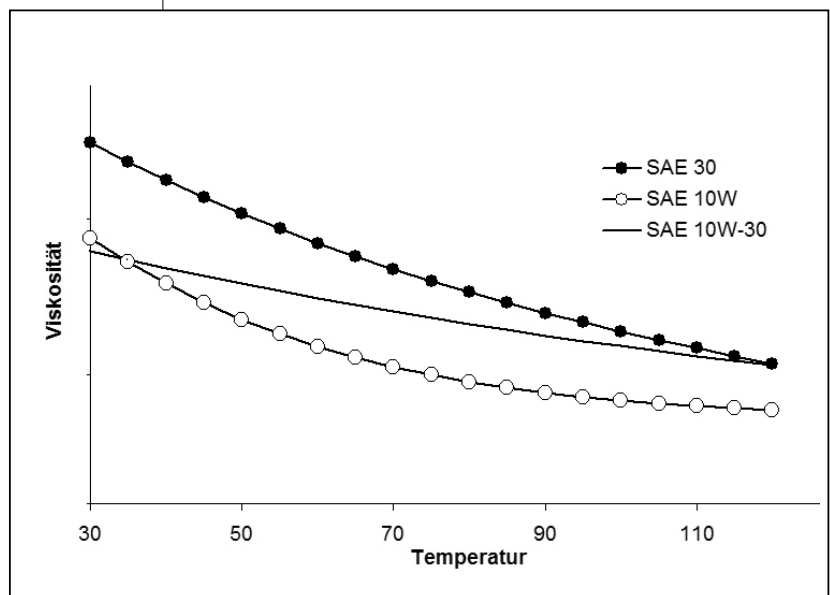
Anfangs der 60er Jahre kamen dann die ersten Mineral-Mehrbereichsöle auf den Markt.

Durch Zugabe von langkettigen Polymeren, deren Löslichkeit im Öl bei hohen Temperaturen besser ist, kann die unerwünschte starke Abnahme der Viskosität bei steigender Temperatur reduziert werden. Bei tiefen Temperaturen sind diese Polymere stark verknäult und erhöhen die Viskosität des Grundöles nur relativ wenig. Der Chemiker sagt, sie liegen in kolloidaler Lösung vor. Mit

steigender Temperatur entknäulen sie sich jedoch immer mehr, und ihre räumliche Ausdehnung im Verhältnis zu jener des Grundöles nimmt immer mehr zu. Dies führt zu einer fortschreitenden Behinderung des Fließens der Moleküle; das Öl wird „dicker“.

Die Abhängigkeit der Viskosität von der Temperatur wird durch den Viskositätsindex (VI) beschrieben, der aus der kinematischen Viskosität bei 40°C und 100°C berechnet wird. Je höher der Viskositätsindex, desto geringer ist die Abnahme der Viskosität mit zunehmender Temperatur.

Ein Mehrbereichsöl, z.B. 10W-30, ist also ein Basisöl, das bei tiefen Temperaturen relativ dünnflüssig ist, im Beispiel also ein 10W Öl, dem VI-Verbesserer derart zugegeben werden, dass die Viskosität bei hohen Temperaturen nicht tiefer als wie für ein 30er Öl sinkt.



Viskosität in Abhängigkeit der Temperatur

Der VI von Einbereichsölen ist ca. 100, moderne Mehrbereichsöle können dagegen VI-Werte von bis zu 180 haben.

Ein Problem dieser langkettigen Polymere ist jedoch, dass sie unter hohem Druck und starken Scherkräften richtiggehend zerrissen werden können. Damit verlieren sie ihre Funktion,

und die Viskosität des Oels bei Betriebstemperatur sinkt mit der Zeit. Danach oxidieren und verharzen die entstehenden Bruchstücke, was wiederum zur schnelleren Alterung und Verdickung des Oels und damit zur Verschlechterung der Schmiereigenschaften führt.

### Synthetik-Oele

Synthetische Oele können sozusagen massgeschneidert hergestellt werden. Während Mineralöle aus einem komplexen Gemisch verschiedenster Kohlenwasserstoffe bestehen, kann die Zusammensetzung synthetischer Oele so gesteuert werden, dass sie für den vorgesehenen Zweck optimale Eigenschaften aufweisen. Sie bestehen aus Polyalphaolefinen (PAO) und synthetischen Estern. Ihr Viskositätsindex ist wesentlich höher als der von Mineralölen, muss also nicht durch Zusätze verbessert werden. Durch die homogenere Zusammensetzung weisen sie eine höhere

Scherstabilität auf und zeigen gegenüber Oxidation, Verharzung etc. eine deutlich bessere Langzeitstabilität.

### Viskositäts-Klassifizierung

Die Viskosität bildete 1911 die Grundlage des ersten Motorenöl-Klassifikations-Systems. In den USA wurde von der Society of Automotive Engineers (SAE) die SAE-Klassifikation eingeführt, welche nach mehrfacher Überarbeitung noch heute verbindlich ist und weltweit angewendet wird. Die aktuelle Spezifikation SAE J300 (siehe Tabelle) definiert zwölf verschiedene Klassen, je sechs für „Winter“- (0W bis 25W) und „Sommer“-Betrieb (20 bis 60). Die Testmethoden und Anforderungen sind für die Niedertemperatur- und Hochtemperatur-Klassen unterschiedlich. Oele, welche den Spezifikationen einer Niedertemperatur-Klasse (W) entsprechen, müssen bei der für die Klasse spezifizierten tiefsten Temperatur eine Min-

| SAE-Viskositätsklassen für Motorenöle (SAE J 300) |                             |                  |  |      |  |
|---|-----------------------------|------------------|--|------|--|
| SAE Viskositätsklasse                             | Maximale Viskosität [mPa s] |                  | Viskosität bei 100 °C [mm <sup>2</sup> /s] |      | Viskosität bei 150 °C und hohem Schergefälle (10 <sup>6</sup> s <sup>-1</sup> ) [mPa s] min. |
|   | Starten                     | Pumpbarkeit      | min.                                       | max. |  |
| 0W  | 6200 bei -35 °C             | 60000 bei -40 °C | 3.8  |      |  |
| 5W  | 6600 bei -30 °C             | 60000 bei -35 °C | 3.8  |      |  |
| 10W   | 7000 bei -25 °C             | 60000 bei -30 °C | 4.1  |      |  |
| 15W   | 7000 bei -20 °C             | 60000 bei -25 °C | 5.6  |      |  |
| 20W   | 9500 bei -15 °C             | 60000 bei -20 °C | 5.6  |      |  |
| 25W   | 13000 bei -10 °C            | 60000 bei -15 °C | 9.3  |      |  |
| 20  |                             |                  | 5.6  | 9.3  | 2.6  |
| 30  |                             |                  | 9.3  | 12.5 | 2.9  |
| 40  |                             |                  | 12.5                                       | 16.3 | 2.9 (0W-40, 5W-40, 10W-40)   |
|   |                             |                  |  |      | 3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40)   |
| 50  |                             |                  | 16.3                                       | 21.9 | 3.7  |
| 60  |                             |                  | 21.9                                       | 26.1 | 3.7  |

destdrehzahl des Anlassers erlauben und müssen von der Oelpumpe noch gepumpt werden. Für ein 10W Oel beträgt z. B. die maximale Viskosität im Cold-Cranking-Simulator für das Startverhalten 7000 mPa·s bei  $-25\text{ °C}$  und die maximale Viskosität im Mini-Rotary-Viscosimeter für die Versorgung der Ölpumpe 60000 mPa·s bei  $-30\text{ °C}$ . Die jeweiligen Viskositätsgrenzwerte beruhen auf praktischen Erfahrungen.

Im heißen Betriebsbereich wird für Motorenöle die Viskosität einheitlich für alle SAE-Klassen bei  $100\text{ °C}$  bestimmt. Dies hat allerdings im praktischen Betrieb nur untergeordnete Bedeutung. Es sagt wenig über das Betriebsverhalten des Oels im Motor aus und dient effektiv nur zur Einteilung der Viskositätsklassen und zur Sicherung einer ausreichenden Dünnflüssigkeit von Einbereichsölen. Daher wird hier zusätzlich die HTHS (High Temperature High Shear)-Viskosität bei  $150\text{ °C}$  und einem Geschwindigkeitsgefälle (auch Schergefälle

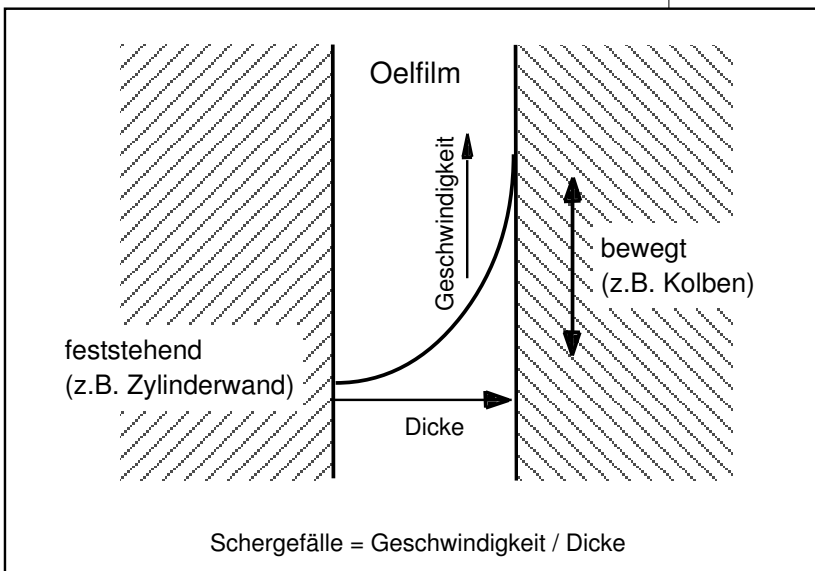
## Welches ist das richtige Oel?

Auch wenn Sie bis hierher alles tapfer durchgelesen haben, wird die Frage immer noch offen sein, welches Oel man denn nun wählen soll. Es gibt darauf auch keine allgemeingültige Antwort. Ich kann mich mit einer simplen Antwort aus der Affäre ziehen: „Lesen Sie den Beipackzettel und fragen Sie Ihren Mechaniker oder einen Apotheker“. Mit anderen Worten: bezüglich der Viskositätsklasse sollten Sie sich generell an die Angaben des Autoherstellers halten. Dies ist bei modernen Autos einfach.

Bei Oldtimern bedeutet es aber nicht, dass man nun zu unlegierten Einbereichsölen greifen soll. Auch alte Motoren profitieren von der erhöhten Langzeitstabilität und vom optimierten Schmierverhalten der modernen Mehrbereichs- und Synthetiköle. Die heutigen Synthetiköle sind auch absolut verträglich mit den in älteren Motoren eingesetzten Dichtungsmaterialien; Schrumpfen oder Quellen von Dichtungen ist nicht zu befürchten. Da Veteranen in der Regel nur wenig gefahren werden, ist es aber besonders wichtig, dass das Oel bei Kaltstarts schnell an die kritischen Stellen gelangt. Ein Mehrbereichsöl, z.B. 10W-40 oder 5W-40, erfüllt diese Anforderung wesentlich besser als ein 30er Einbereichsöl.

Bei Betriebstemperatur haben die modernen Synthetiköle klare Vorteile bezüglich Stabilität und Schmierverhalten unter extremen Bedingungen. Die Motoren unserer Cadillacs passen aber kaum in die Kategorie Hochleistung und Rennsport, und

ausserdem wird ein Oldtimerbesitzer in der Regel das Oel nicht erst nach 20'000 km, sondern einmal im Jahr vor der Überwinterung wechseln. Also dürfte ein modernes Mehrbereichsöl auf Mineralölbasis vollauf genügen.

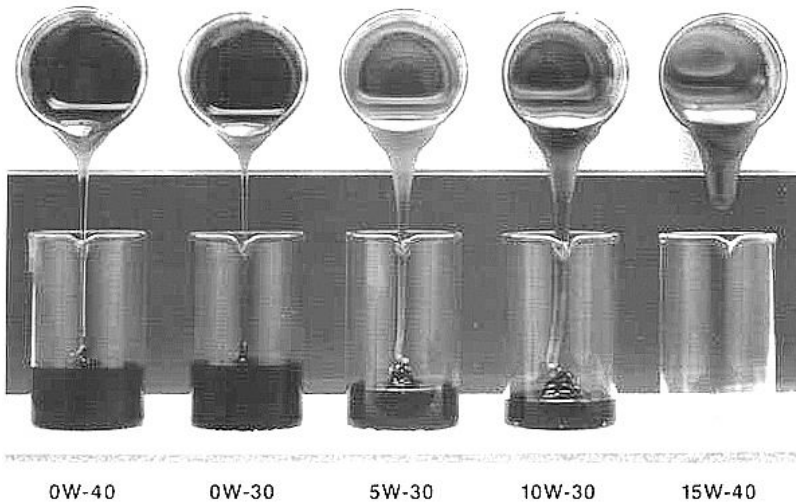


genannt, siehe Grafik) von  $10^6 \cdot s^{-1}$  bestimmt.

Die HTHS-Viskosität ist relevant für das Schmierverhalten bei hoher Last und Drehzahl in Verbindung mit Temperaturen deutlich über  $100\text{ °C}$ , wie sie in modernen Motoren häufig auftreten.

Natürlich gibt es ausser der Viskosität noch weitere Kriterien, welche die Qualität eines Motorenöls bestimmen. Dazu gehören unter anderem Verschleiss, Schlammbildung, Flüchtigkeit, Säurebindungsvermögen, Schaumbil-

dung und vieles anderes mehr. Auch hier wurden von verschiedenen Organisationen Standards erarbeitet, welche eine Klassifizierung der Öle ermöglichen. Auf diese Standards werde ich das nächste Mal eingehen.



Unterschiedliche Viskosität bei tiefer Temperatur.

Alle Öle wurden auf die gleiche Temperatur gekühlt und die Röhren gleichzeitig gekippt.

Die beiden Öle 0W-40 und 0W-30 zeigen bei tiefer Temperatur das gleiche Fließverhalten, erst bei hohen Temperaturen wäre das 0W-30 leichtflüssiger als das 0W-40.

([www.widman.biz](http://www.widman.biz))

