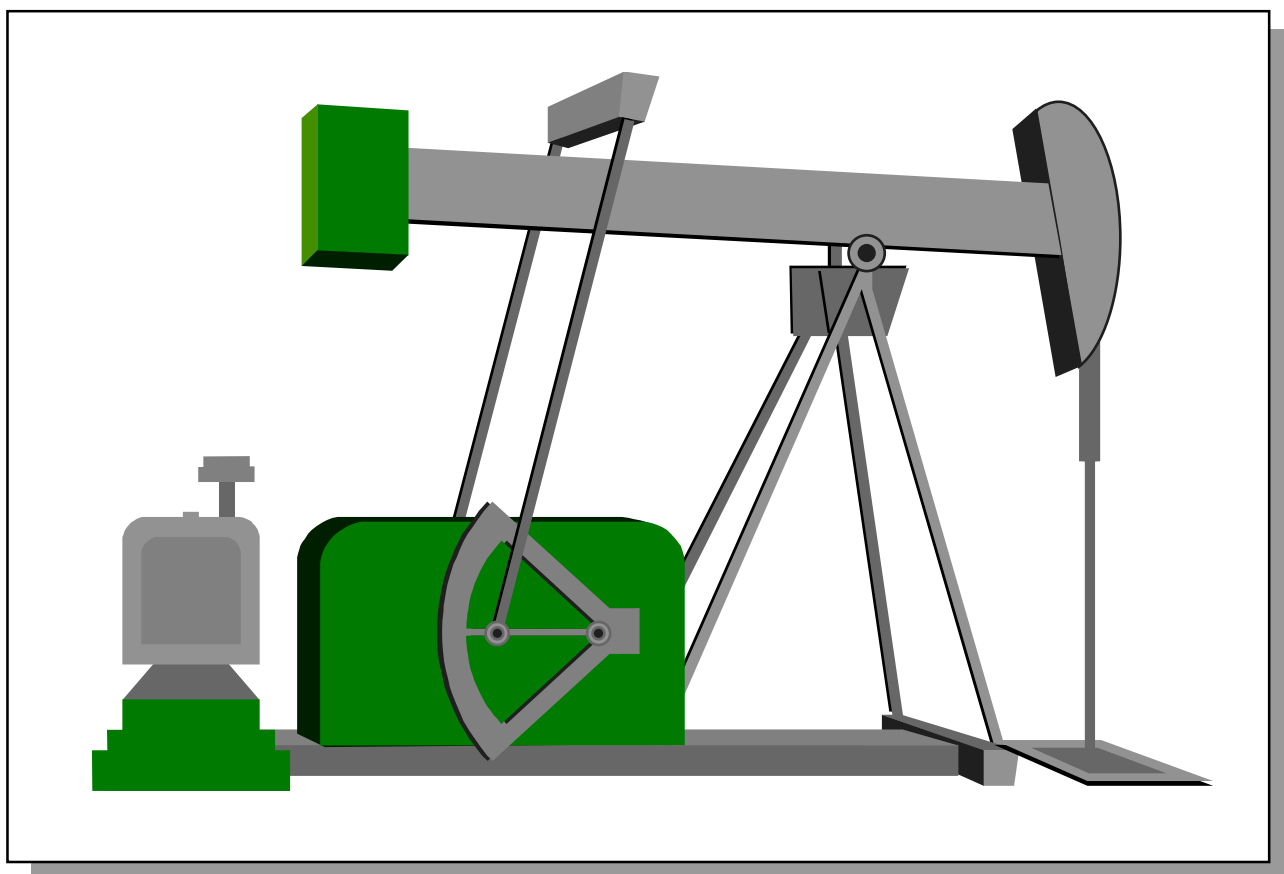


Qualitätsmerkmale von Schmierstoffen und Auswahlkriterien



Herausgeber:
Raiffeisen Central-Genossenschaft
Nordwest eG - Brenn- u. Kraftstoffe
Industrieweg 110 in 48155 Münster
Internet: <http://www.rcg.de>
e-mail: mineraloel@rcg.de
Stand: 01. November 2000

Schutzgebühr: DM 18,50



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	1
2	Grundöle für Schmierstoffe	2
3	Viskosität von Schmierstoffen	4
3.1	Viskositätsklassen	4
3.1.1	SAE-Klassen.....	4
3.1.2	ISO-VG	4
3.2	SAE-ISO Viskositätsklassen.....	5
4	Additive für Schmierstoffe	6
4.1	Additivaufbau.....	6
4.2	Oberflächenschützende Additive	7
4.2.1	Detergents	7
4.2.2	Dispersants	7
4.2.3	Hochdruckadditive/Verschleißschutzadditive	7
4.2.4	Korrosions-/Rostschutzadditive.....	7
4.2.5	Reibwertveränderer.....	7
4.3	Ölverbessernde Additive.....	7
4.3.1	Viskositäts-Verbesserer	7
4.3.2	Pourpoint-Verbesserer.....	8
4.3.3	Elastomer-Aufqueller	8
4.4	Ölschützende Additive	8
4.4.1	Alterungsschutzadditive	8
4.4.2	Metalldeaktivatoren.....	8
4.4.3	Antischaumadditive.....	8
5	Begriffserläuterungen	9
5.1	Viskosität	9
5.2	Viskositätsindex.....	9
5.3	Grenzpumptemperatur	9
5.4	Pourpoint	9
5.5	Hochtemperaturviskosität (HTHS)	9
5.6	Verdampfungsverlust.....	9
5.7	Flammpunkt.....	10
5.8	Schergefälle.....	10
5.9	Permanenter Scherverlust.....	11
6	Motorenöle	12
6.1	Aufgaben eines Motorenöls.....	12
6.2	Viskosität/SAE-Klassen	12
6.3	Spezifikationen/Klassifikationen	14
6.3.1	API-Klassen	14
6.3.2	CCMC-Spezifikationen.....	15
6.3.3	ACEA-Spezifikationen.....	16
6.4	Werksspezifikationen.....	17
6.4.1	Volkswagen AG (VW / Audi)	17
6.4.2	Daimler Chrysler AG	18
6.4.3	MAN Nutzfahrzeuge AG.....	18
6.4.4	Weitere Werksspezifikationen	18
6.5	Auswahlkriterien für Motorenöle	19

7	Getriebeöle	20
7.1	Viskosität/SAE-Klassen	20
7.2	Spezifikationen/Klassifikationen	21
7.2.1	API-Spezifikationen.....	21
7.2.2	MIL-Spezifikationen	21
7.2.3	ATF-Spezifikationen.....	22
7.3	Werksspezifikationen.....	22
7.3.1	Zahnradfabrik Friedrichshafen AG	22
7.3.2	MAN Nutzfahrzeuge AG.....	22
7.3.3	Daimler Chrysler AG	22
7.3.4	Weitere	23
7.4	Auswahlkriterien für Getriebeöle.....	23
8	Hydrauliköle.....	24
8.1	Viskosität/ISO-VG Klassen	24
8.2	Einteilung der Hydrauliköle	25
8.2.1	Mineralölbasis	25
8.2.2	Biologisch schnell abbaubar	25
8.3	Spezifikationen/Klassifikationen	25
8.4	Auswahlkriterien für Hydrauliköle	26
9	Traktorenöle.....	27
9.1	Anforderungen.....	27
9.2	Einteilung der Traktorenöle	27
9.3	Viskosität	28
9.4	Leistungsklassen	28
9.5	Auswahlkriterien von Traktorenölen	29
9.6	Vorteile bei generellem Einsatz von Traktorfluids.....	29
10	Schmierfette.....	30
10.1	Kennzeichnung.....	30
10.1.1	Kennbuchstaben der Schmierfettart	31
10.1.2	Zusatzbuchstaben der Fettkennung	31
10.2	NLGI-Klassen	32
10.3	Auswahlkriterien für Schmierfette	33
11	Schlussbetrachtung.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vom Rohöl zum Grundöl	3
Abbildung 2: Gegenüberstellung ISO-VG / SAE (BASIS VI = 100)	5
Abbildung 3: Aufbau von polaren Additiven	6
Abbildung 4: Schergefälle	10
Abbildung 5: Einfluss des Schergefälles auf die Viskosität.	11
Abbildung 6: SAE Klassen für Motorenöl.....	13
Abbildung 7: API-Klassen für Ottomotoren.....	14
Abbildung 8: API-Klassen für Dieselmotoren.....	15
Abbildung 9: CCMC-Spezifikationen.....	15
Abbildung 10: ACEA-Spezifikationen	16
Abbildung 11: VW-Spezifikationen	17
Abbildung 12: Daimler-Chrysler Spezifikationen.....	18
Abbildung 13: MAN-Spezifikationen	18
Abbildung 14: SAE Klassen für Getriebeöle	20
Abbildung 15: API-Klassen für Getriebeöle	21
Abbildung 16: MIL-Spezifikationen für Getriebeöle	21
Abbildung 17: ISO-VG Klassen für Hydrauliköle.....	24
Abbildung 18: DIN Einteilung für Hydrauliköle	25
Abbildung 19: Einteilung von Traktorenölen	27
Abbildung 20: Leistungsklassen von Traktorenölen	28
Abbildung 21: Beispiel einer Fettkennzeichnung	30
Abbildung 22: Aufstellung Fettkennzeichnung.....	31
Abbildung 23: NLGI-Klassen	32

1 Vorwort

Wo früher körperliche Arbeit und Pferdestärken dominierten, ist schon seit langer Zeit modernste Technik eingezogen. Dies hat zur Folge, dass zunehmend in Maschinen und Arbeitsgeräte investiert werden muss. Damit sich diese hohen Kosten auch amortisieren, haben Werterhaltung und die Verfügbarkeit der Maschinen einen sehr hohen Stellenwert. Deshalb sind die sorgfältige Wartung und Pflege der Aggregate sowie das Leistungsvermögen der verwendeten Schmierstoffe die Grundlage für einen wirtschaftlichen Betrieb. Da der Schmierstoff einen entscheidenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit von Maschinen hat, sind Kenntnisse über seine richtige Auswahl, Handhabung und Anwendung von erheblicher Bedeutung. Wird dieses nicht beachtet, so können die mit hohem technischen Investitionsaufwand erkauften technischen Vorteile moderner Geräte schnell verloren gehen.

Schmierstoffe umfassen ein sehr breites Spektrum verschiedenster Produkte und Qualitäten. Häufig werden sie anhand vorliegender Spezifikationen wie **API, ACEA, MIL, DIN** oder den Freigaben der Hersteller eingekauft. Vielleicht ein bequemer Weg, der aber ungenügend die ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkte berücksichtigt. Denn Spezifikationen und Normen beschreiben nur Mindestanforderungen an einen Schmierstoff und treffen somit keine Aussage über z.B. dessen Qualitätsreserve oder Anwendungsbreite. Auch muss bedacht werden, dass es keinen Schmierstoff gibt, der in idealer Form alle technischen, gesundheitlichen und umweltrelevanten Gesichtspunkte vollkommen abdeckt. Bei der Auswahl des bestgeeigneten Schmierstoffes muss deshalb das ganze Umfeld der Schmierung wie z.B. Transport, Lagerung, Handhabung, Anwendung, Toxikologie und Entsorgung berücksichtigt werden. Gegensätzliche Anforderungen müssen sorgfältig miteinander abgewogen werden.

Die Werterhaltung einer Maschine beginnt bei der Auswahl des richtigen Schmierstoffes. Der Schmierstoff hat auch unter ungünstigsten Betriebsbedingungen eine sichere Schmierung zu gewährleisten. Um allen schmierungstechnischen Bedingungen gerecht werden zu können, bedarf es einer Anzahl verschiedener Produkte. Ob vollsynthetisch oder auf Basis mineralischer Produkte, die Schmierstoffe der **RCG Nordwest eG** sind stets das Fundament für sichere Technik.

2 Grundöle für Schmierstoffe

Grundöle für Schmierstoffe sind Raffinate, Hydro-Crack-Öle (HC), Synthese-Öle (Poly-alphaolefine, Polyglykole, Ester) oder pflanzliche Öle.

Raffinate werden aus Erdöl durch Destillation, Vakuumdestillation, Raffination und Entparaffinierung hergestellt.

Raffinate haben eine normale Alterungsbeständigkeit, sind relativ preiswert herzustellen und besitzen bei niedriger Viskosität und hohen Temperaturen einen hohen Verdampfungsverlust und einen darin begründeten Motorenölverbrauch. Ihr Kälteverhalten (Pourpoint) ist mäßig und muss fast immer durch Additive verbessert werden. Der Viskositätsindex (**VI**) liegt bei 90 bis 100, d.h. es handelt sich um Einbereichsöle. Um hieraus Mehrbereichsöle mit einem höheren VI herzustellen müssen **VI-Verbesserer** zugegeben werden.

Heute werden meist Mehrbereichsmotorenöle eingesetzt, für die verschärfte Qualitätsvorschriften gelten. Dies ist der Grund, dass verstärkt **Hydro-Crack-Öle** und **synthetische Kohlenwasserstoffe** als Grundöl verwendet werden, die den Raffinaten in vielen Punkten überlegen sind.

Hydrocracköle werden aus Rohparaffin aus der Entparaffinierung der Raffinate oder aus Vakuumgasöl gewonnen. Sie werden auch **HC-Syntheseöle** genannt.

Ausgangsprodukt für die synthetischen Kohlenwasserstoffe wie z. B. Polyalphaolefine (**PAO**) sind benzinähnliche Kohlenwasserstoffe.

Der besondere Vorteil dieser beiden Grundölytypen liegt in ihrer homogenen Zusammensetzung, welche zu höherer Alterungsbeständigkeit und geringerem Verdampfungsverlust führt. Ihr Viskositätsindex (**VI**) liegt bei 130 bis 150. Bei PAO ist das Kälteverhalten sehr gut, der Pourpoint liegt unter -50°C .

Zu den Mineralölen zählen auch die **Syntheseöle**. Syntheseöle sind entweder synthetische Ester oder Polyglykole. Einige sind biologisch schnell abbaubar. Syntheseöle bestehen aus den Bausteinen Kohlenstoff (**C**), Wasserstoff (**H**) und Sauerstoff (**O**). Hauptverwendungszweck sind biologisch schnell abbaubare Hydrauliköle, daneben werden einige synthetische Ester auch als/in Motor-, Getriebe-, Zweitaktölen und in Schmierfetten eingesetzt.

Pflanzliches Öl ist **Rapsöl**. Auch Rapsöl besteht aus C, H und O und wird in umweltsensiblen Bereichen als biologisch schnell abbaubares Hydrauliköl eingesetzt.

Für die **Entsorgung** gilt, dass alle Mineralöle Altöl nach **§ 2** Altölverordnung sind. Das pflanzliche Rapsöl sowie die Polyglykole müssen gesondert gesammelt werden und sind einer Sonderabfallverbrennung (**SAV**) zuzuführen.

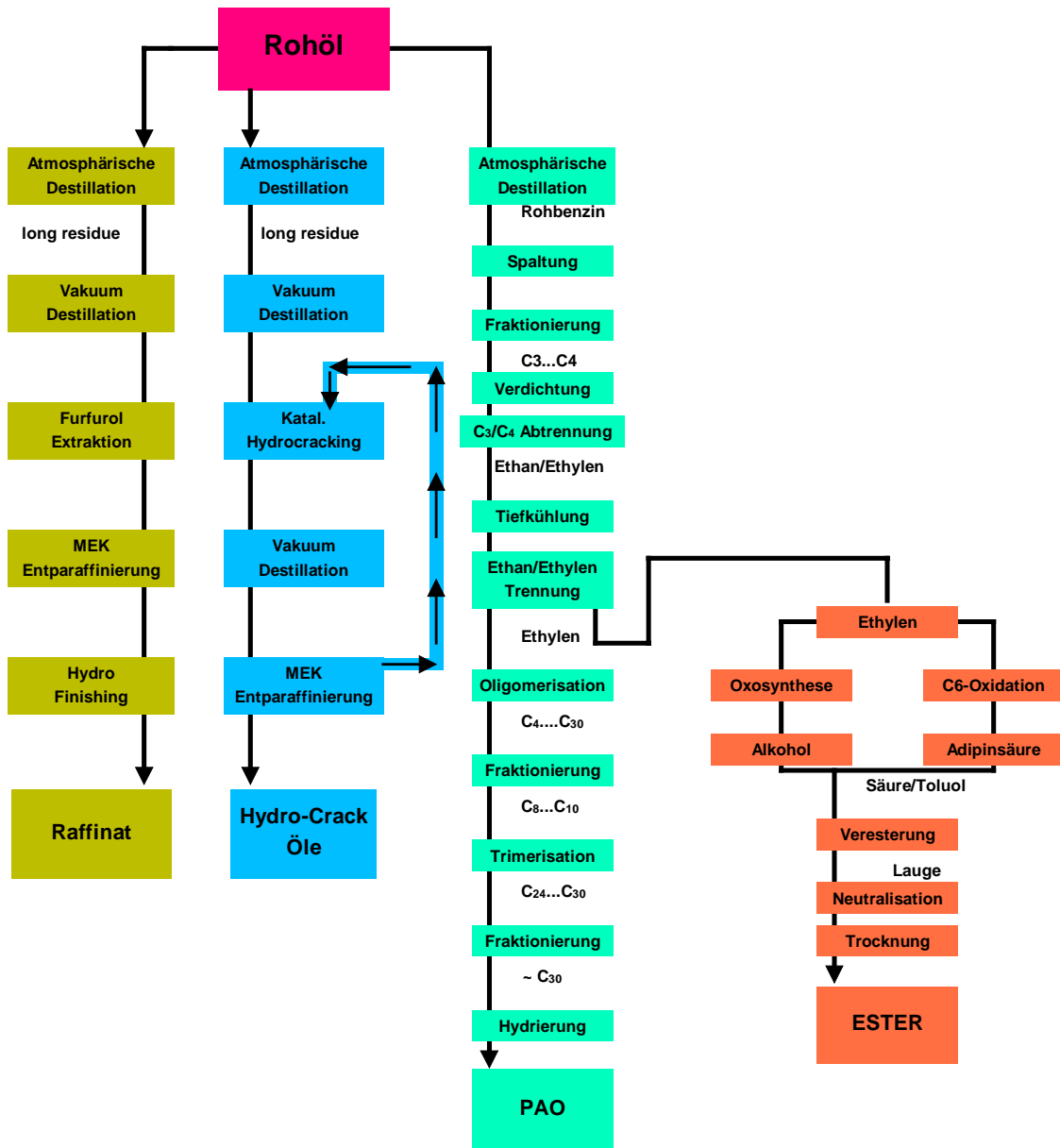


Abbildung 1: Vom Rohöl zum Grundöl

3 Viskosität von Schmierstoffen

Die Viskosität ist das Maß für die innere Reibung eines Öles beim Fließen. Kaltes Öl besitzt eine große innere Reibung (hohe Viskosität). Je wärmer das Öl wird, um so geringer ist die innere Reibung (niedrige Viskosität).

3.1 Viskositätsklassen

3.1.1 SAE-Klassen

Motoren- (**DIN 51511**) und Getriebeöle (**DIN 51512**) werden mit SAE-Klassen (**SAE = Society of Automotive Engineers**) beschrieben, welche Temperaturen für die Viskositätsmessungen, Viskositätsgrenzwerte und Klassenzuordnungen festlegen.

Im heißen Zustand wird für Motor- und Getriebeöle die Viskosität einheitlich für alle SAE-Klassen bei 100°C bestimmt. Da dies für Motoröle nicht praxisgerecht ist, wird zusätzlich die Hochtemperaturviskosität bei 150°C gemessen.

Im kalten Zustand sind je nach SAE-Klasse unterschiedliche Messtemperaturen vorgeschrieben.

Öle, für die Viskositätsgrenzwerte im kalten Zustand bestehen, haben zusätzlich zum Zahlenwert der jeweiligen SAE-Klasse den Buchstaben „**W**“ (**Winter**).

3.1.2 ISO-VG

Schmieröle, die weder Motorenöle noch Getriebeöle sind, werden nach ISO-VG (**International Organisation for Standardization**) beschrieben. Es sind 18 Viskositätsklassen genormt, die den Bereich von 2 mm²/s (vergleichsweise Diesel) bis 1.500 mm²/s (vergleichsweise sehr zähes Öl bei Normaltemperatur) abdecken. Vorgeschrieben ist hier nur eine sogenannte Mittelpunktviskosität.

3.2 SAE-ISO Viskositätsklassen

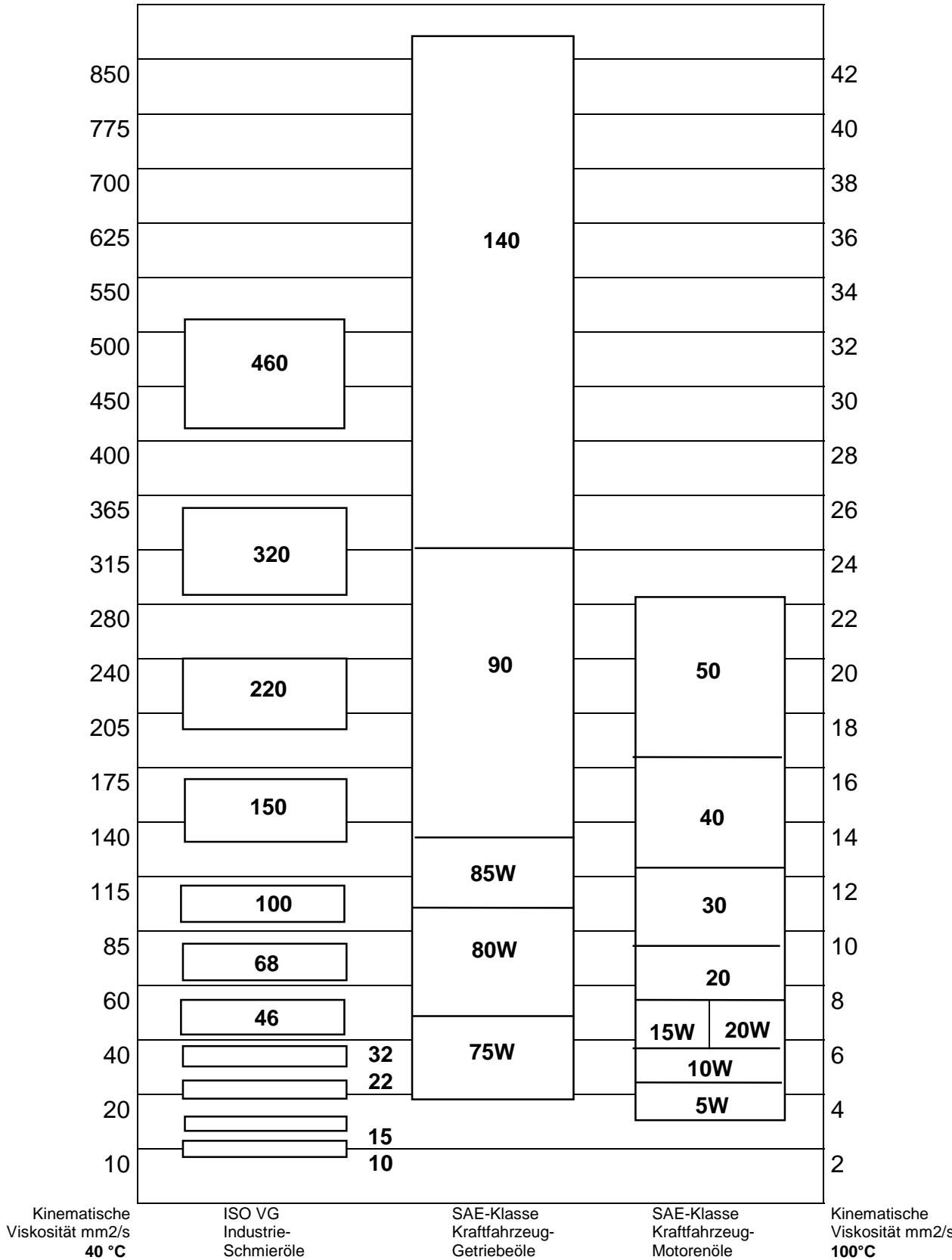


Abbildung 2: Gegenüberstellung ISO-VG / SAE (BASIS VI = 100)

4 Additive für Schmierstoffe

Damit hochwertige Schmierstoffe in modernen Motoren, Getrieben und anderen Aggregaten die an sie gestellten hohen Anforderungen erfüllen können, müssen den Ölen spezielle, öllösliche Zusätze (**Additive**) beigegeben werden. Art und Menge des Additivanteils wird vom jeweiligen Anwendungsfall bestimmt und reicht von weniger als 1 % bis zu 25 %.

4.1 Additivaufbau

Zu unterscheiden sind **polare und unpolare Additive**. Polare Additive besitzen einen dualen Aufbau, ähnlich einem Streichholz. Der Streichholzkopf beinhaltet die Wirkstoffe, die von Wasser, Säuren, Metallen oder Rußpartikeln angezogen werden, man nennt dies die polare Gruppe. Die Wirkstoffe bilden auf den sie anziehenden Stoffen einen Film, welcher z.B. Ablagerungen und Zusammenballungen verhindert, vor Verschleiß und Korrosion schützt oder Säuren neutralisiert. Die polare Gruppe kann vollorganisch (aschefrei) oder metallorganisch (aschegebend) aufgebaut sein. Der Stiel des Streichholzes besteht aus einem Kohlenwasserstoffrest, welcher die Löslichkeit des Additivs im Öl bewirkt.

Unpolare Additive bestehen nur aus Kohlenwasserstoffen spezieller, hochmolekularer Struktur, welche nicht von Wasser, Säure, Rußpartikeln oder Metallen angezogen werden. Sie beeinflussen nur das Öl.

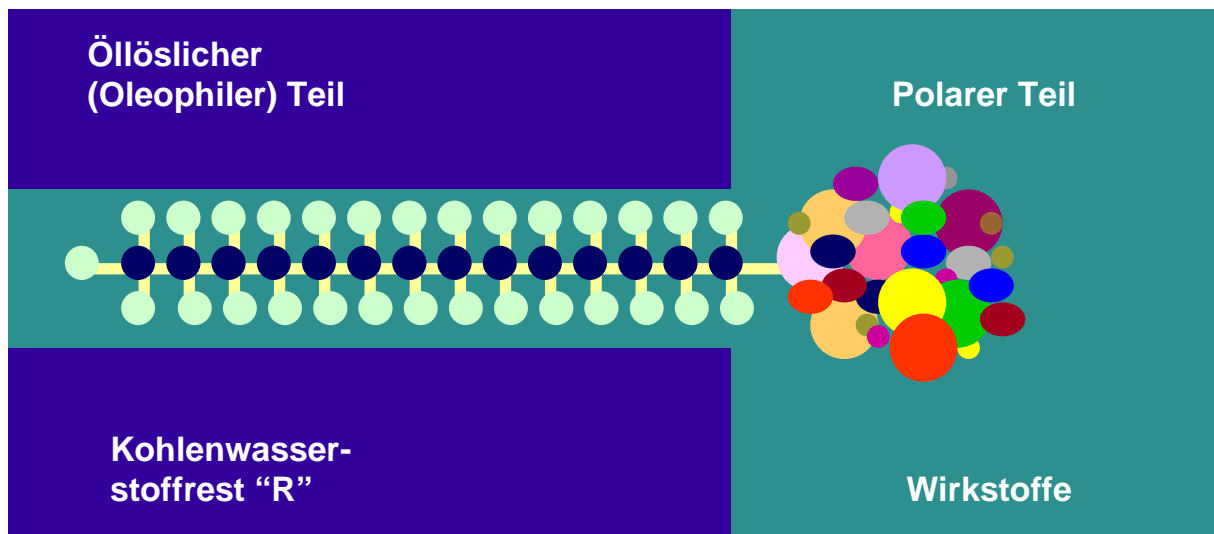


Abbildung 3: Aufbau von polaren Additiven

4.2 Oberflächenschützende Additive

4.2.1 Detergents

Sie halten heiße Oberflächen (z.B. Kolben) weitestgehend frei von Ablagerungen, indem sie feste Schmutzpartikel mikroskopisch kleinst umhüllen und im Öl in Schwebelage halten, so dass diese sich nicht ablagern bzw. sich gebildete Ablagerungen wieder abwaschen. Detergents haben einen alkalischen Aufbau, wodurch sie saure Verbrennungsprodukte neutralisieren können. Die Kenngröße hierfür ist die Basenzahl bzw. die Total Base Number **(TBN)**.

4.2.2 Dispersants

Sie halten ö unlösliche, flüssige Verunreinigungen feinstverteilt im Öl in Schwebelage, verhindern so Zusammenballungen (Agglomerationen) von Schmutzpartikeln und damit die Schlamm- und Festschlamm-Bildung.

4.2.3 Hochdruckadditive/Verschleißschutzadditive

Andere Namen sind Extrem Pressure **(EP)** sowie Anti Wear **(AW)**. Sie reduzieren Reibung und Verschleiß und schützen vor metallischer Berührung (z.B. Nocken/Nockenwelle, Zahnflanken), indem sie chemisch mit der Metalloberfläche reagieren und so Gleitschichten aufbauen, welche den Metall-Metall-Kontakt verhindern.

4.2.4 Korrosions-/Rostschutzadditive

Sie schützen blanke Metallteile, die mit Schmierstoffen Kontakt haben vor Korrosion und Rost, indem sie einen Schutzfilm auf den Oberflächen aufbauen. Zusätzlich werden korrosive Säuren neutralisiert.

4.2.5 Reibwertveränderer

Diese „Friction Modifier“ verändern den Reibungskoeffizienten an Metalloberflächen durch Adsorption von oberflächenaktiven Stoffen auf dem Material.

4.3 Ölverbessernde Additive

4.3.1 Viskositäts-Verbesserer

Viskositäts-Verbesserer (VI-Improver) reduzieren den Viskositätsabfall bei Temperaturanstieg durch ihre eindickende Wirkung. Bei tiefen Temperaturen haben sie keine Wirkung. VI-Improver reagieren unterschiedlich stark auf mechanische Belastung: Sie können abgeschert werden und verlieren dann ihre eindickende Wirkung. Daher ist die Scherstabilität ein wesentliches Qualitätsmerkmal eines Schmierstoffes.

4.3.2 Pourpoint-Verbesserer

Pourpoint-Verbesserer ermöglichen das Fließen des Öles auch noch bei tiefen Temperaturen, indem sie mikroskopisch kleinste Paraffinkristalle umhüllen, so dass diese nicht zusammenwachsen können, dadurch bleibt das Öl länger fließfähig.

4.3.3 Elastomer-Aufqueller

Seal Swell Agents verhindern das Schrumpfen von Elastomeren durch ganz bestimmte synthetische Grundflüssigkeiten.

4.4 Ölschützende Additive

4.4.1 Alterungsschutzadditive

Alterungsschutzadditive -auch Antioxidantien genannt- verlangsamen die Ölalterung, die durch Sauerstoffzutritt und hohe Temperaturen ausgelöst wird, indem sie die Ölalterungsprodukte zersetzen und schädliche Reaktionen beenden.

4.4.2 Metalldeaktivatoren

Sie reduzieren den katalytischen Einfluss von Metall(abrieb) auf die Ölalterung, indem sie die Partikeloberflächen mit einem Schutzfilm überziehen, der die katalytische Wirkung abschwächt oder beendet.

4.4.3 Antischaumadditive

Antifoamens verhindern die Bildung von stabilem Schaum im Öl, indem sie die Oberflächenspannung verändern, wodurch der Schaum schnell zerfällt.

Sonderzusätze, die im Handel käuflich sind und angeblich die auf dem Markt befindlichen Schmierstoffprodukte noch verbessern sollen, dürfen nicht eingesetzt werden, da durch die Beimischung Gewährleistungsansprüche gegenüber Herstellern wie Mercedes Benz oder auch MAN erlöschen.

5 Begriffserläuterungen

5.1 Viskosität

Die Viskosität beschreibt, wie zähflüssig ein Medium ist und stellt ein Maß für die innere Reibung eines Öles beim Fließen dar (d.h. welchen Eigenwiderstand leistet das Öl beim Fließen). Ein kaltes Öl leistet einen höheren Widerstand als ein warmes Öl.

5.2 Viskositätsindex

Der Viskositätsindex (VI) ist ein dimensionsloser Zahlenwert, der die Änderung der Viskosität durch Temperaturänderung beschreibt. Ein hoher Viskositätsindex kennzeichnet eine geringere Änderung der Viskosität mit der Temperatur als ein niedriger Viskositätsindex. Einbereichsöle haben einen VI um 100, Mehrbereichöle je nach Spannbreite bis zu 150.

5.3 Grenzpumptemperatur

Die Grenzpumptemperatur ist die tiefste Temperatur, bei der der Ölpumpe noch ausreichend Öl durch das Ölsieb zufließt, ohne dass dabei Luft mit eingeschlossen wird.

5.4 Pourpoint

Der Pourpoint gibt einen Anhaltspunkt für das Erreichen der Fließgrenze des Grundöls. Ein Raffinat hat einen Pourpoint von ca. -9°C bis ca. -15°C . Tiefere Werte erhält man durch Zugabe von Fließverbesserern.

5.5 Hochtemperaturviskosität (HTHS)

SAE, ACEA und VW schreiben bei Motorölen Mindestviskositäten bei einer Öltemperatur von 150°C (**HT High Temperature**) und einem Schergefälle von 10^6 s^{-1} (**HS High Shear**) für eine ausreichende Schmiersicherheit vor. SAE J300 fordert Mindestviskositäten von 2,6 cP bis 3,7 cP, je nach Viskositätsbereich. ACEA und VW verlangen für Mehrbereichsöle 3,5 mPa/s, ACEA A1 verlangt 2,9 bis 3,5 mPa/s.

5.6 Verdampfungsverlust

Je dünner ein mineralisches Grundöl (Raffinat) ist, um so höher ist der Verdampfungsverlust bei Betriebstemperatur. Hohe Verdampfungsverluste führen zu erhöhtem Ölverbrauch und erhöhten Ölablagerungen auf Kolben und Einlassventilen.

ACEA A1/2/3 und B1/2/3 lassen 13 % - 15 %, die VW-Norm 500 00 lässt für 5W-X- und 10W-X-Öle max. 13 % Verdampfungsverlust zu (250°C Öltemperatur über 1 Stunde).

5.7 Flammpunkt

Der Flammpunkt kennzeichnet die niedrigste Temperatur eines Öles, bei welcher erstmalig entzündungsfähige Dampf-Luftgemische entstehen.

5.8 Schergefälle

Scherbelastungen sind abhängig von der Drehzahl und der Schmierfilmdicke im Schmierpalt. Am stehenden Bauteil anhaftendes Öl hat die Geschwindigkeit 0, Öl am bewegten Bauteil dessen Geschwindigkeit. Das Schergefälle ist die Geschwindigkeit am bewegten Teil (m/s) geteilt durch die Schmierfilmdicke (m). Im Leerlauf liegt es bei ca. 10^5 s^{-1} , bei Vollast bei ca. 10^5 s^{-1} .

Keinen Einfluss auf die Viskosität hat das Schergefälle bei Ölen ohne VI-Verbesserer (**Newtonsche Flüssigkeit**). Öle, die VI-Verbesserer enthalten, verlieren bei gleichbleibender Temperatur, aber größer werdendem Schergefälle (steigende Drehzahl) mehr oder weniger an Viskosität (**Nicht-Newtonsche Flüssigkeit**). Dies nennt man temporären Scherverlust.

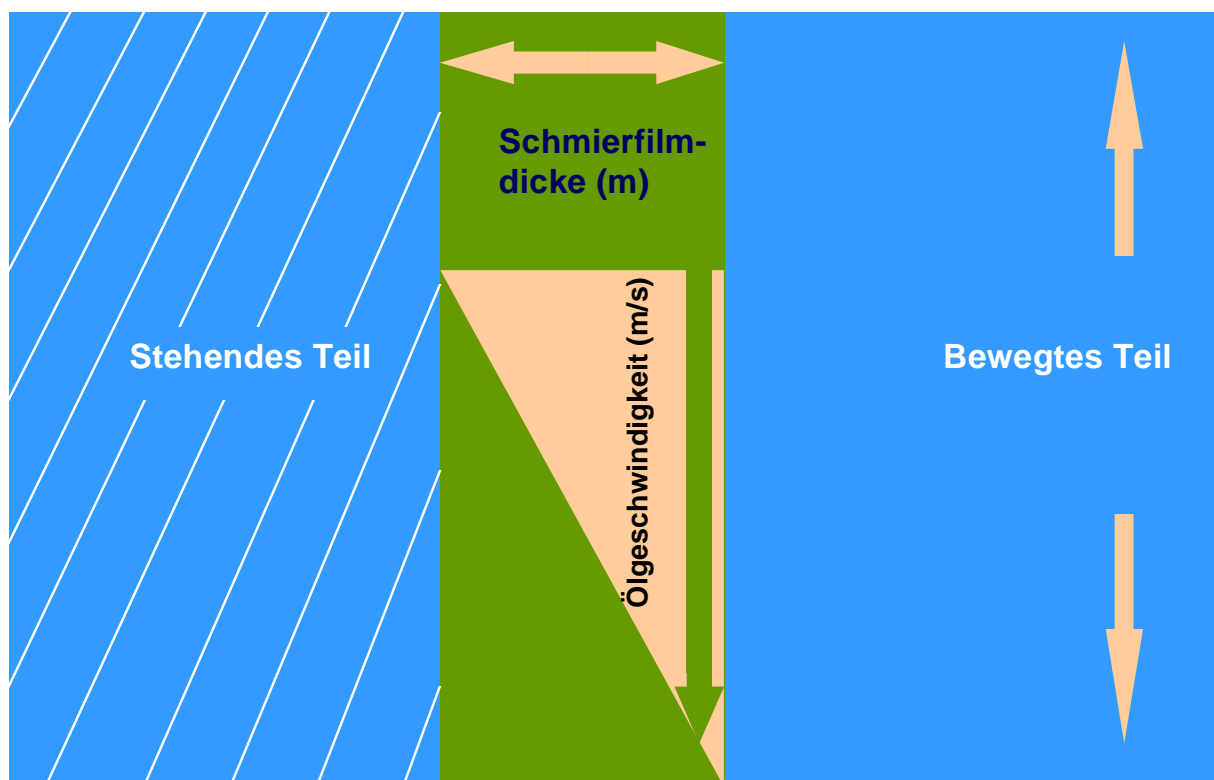


Abbildung 4: Schergefälle

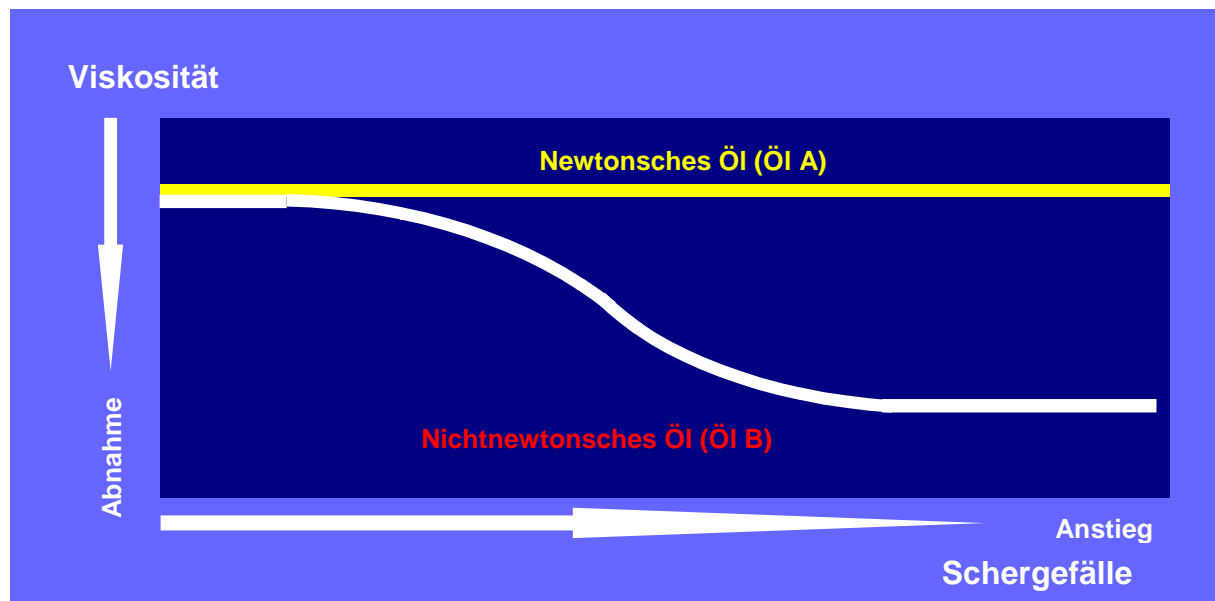


Abbildung 5: Einfluss des Schergefälles auf die Viskosität.

5.9 Permanenter Scherverlust

Viskositäts-Verbesserer können unter Belastung geschert werden, wodurch ihr Eindickungseffekt mehr oder weniger aufgehoben wird. Dies ist permanenter Scherverlust. Bleiben Öle auch unter den härtesten Betriebsbedingungen immer in ihrer ursprünglichen SAE-Spannbreite, nennt man sie „**Stay in Grade**“-Öle.

6 Motorenöle

Motorenöle haben eine dominierende Rolle. Ein störungsfreier Betrieb moderner Motoren ist nur mit einem Motorenöl möglich, das deren hohen Anforderungen entspricht. Die Festlegung und Abgrenzung von Motorenöl-Qualitäten erfolgt mittels Spezifikationen. Nur mit Hilfe aufwendiger motorischer Teste kann der Nachweis erbracht werden, dass ein Produkt eine bestimmte Spezifikation erfüllt. Neben den Werksnormen der Motorenhersteller gibt es internationale Spezifikationen, von denen das Klassifikationssystem „**ACEA**“ von besonderer Bedeutung ist, da es die Technik europäischer Motoren berücksichtigt.

6.1 Aufgaben eines Motorenöls

- **Schmieren** von aufeinander gleitenden Teilen
- **Kühlen** des Motors von innen durch Wärmeabtransport zum Kurbelgehäuse oder separatem Ölkühler
- **Abdichten** des Ringspalts zwischen Kolben und Zylinder
- **Schützen** vor Korrosion, Verschleiß und Ablagerungen
- **Verbrennungsdruck übertragen** vom Kolben über das Pleuel auf die Kurbelwelle
- **Dichtungsverträglichkeit**, damit Elastomere weder verspröden, schrumpfen noch erweichen
- **optimales Viskositäts-Temperatur-Verhalten** für einwandfreie Funktion im kalten und im heißen Zustand
- **hohe Alterungsstabilität** für lange Ölverweilzeiten

6.2 Viskosität/SAE-Klassen

Die Viskosität von Kfz-Motorölen, Getriebeölen und Traktorenölen wird durch SAE-Klassen beschrieben. Es wird unterschieden nach Einbereichs- und Mehrbereichsölen. Einbereichsöle (SAE 10W, 20W-20, 30) überdecken nur eine **SAE-Klasse** und müssen daher in Abhängigkeit von Jahreszeit und Umgebungstemperatur gewechselt werden. Sie werden heute nur noch sehr selten eingesetzt.

Mehrbereichsöle überdecken mehrere SAE-Klassen und sind daher Ganzjahresöle. Viele Sorten liegen im SAE-Bereich 15W-40, sie sind einsetzbar bis etwa - **15°C** Außentemperatur. Moderne Leichtlauf-Motoröle liegen im SAE-Bereich 10W-30/40, bei PKW auch oft schon 0W/5W-30/40.

Durch die niedrige Viskosität im kalten Zustand erreicht man ein leichteres Durchdrehen und damit schnelleres Anspringen des kalten Motors, eine schnellere Ölversorgung aller Schmierstellen und damit geringeren Verschleiß sowie Kraftstoffeinsparung durch leichteren Lauf des Motors.

DIN 51 511

SAE Viskositätsklasse	Viskosität in mPa s bei °C max	Grenzpump-Temperatur °C max	Viskosität bei 100° in mm ² /s min	Viskosität bei 100° in mm ² /s max	Hochscher Viskosität mPa s (cP) 150 °C min
0W	3.250 bei -30	- 35	3,8	-	-
5W	3.500 bei -25	- 30	3,8	-	-
10W	3.500 bei -20	- 25	4,1	-	-
15W	3.500 bei -15	- 20	5,6	-	-
20W	4.500 bei -10	- 15	5,6	-	-
25W	6.000 bei - 5	- 10	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	< 12,5	2,9
40	-	-	12,5	< 16,3	2,9 *
40	-	-	12,5	< 16,3	3,7 **
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26,1	3,7

* für 0W-40, 5W-40 u. 10W-40 Öle ** für 15W-40, 20W-40, 25W-40 u. 40 Öle

Abbildung 6: SAE Klassen für Motorenöl

6.3 Spezifikationen/Klassifikationen

Schon früh hat man erkannt, dass Schmierstoffe für Motoren bestimmte Eigenschaften haben müssen, um den Anforderungen eines Motors gerecht zu werden. So lautet eine Schmierstoffempfehlung aus dem Jahre 1910:

„Das Motorenöl muß bei Kälte im Winter noch bequem aus der Kanne fließen können. Es muß einen hohen Schlüpfriegkeitsgrad haben.“

Diese Anforderung beschreibt ein heutiges Hochleistungs-Motorenöl natürlich sehr unvollständig. Um dem Anwender von Motorenölen die Auswahl zu erleichtern und ein definiertes Qualitätsminimum zu gewährleisten, wurden weltweit von nationalen und internationalen Gremien, aber auch von Motorenherstellern, Spezifikations- und Freigabesysteme entwickelt.

6.3.1 API-Klassen

Das **American Petroleum Institute (API)** veröffentlichte bereits 1947 eine erste Klassifikation von Motorenölen nach ihrem Einsatzzweck und ihrem Leistungsniveau. Seither sind ständig Revisionen dieses Systems erfolgt, um den Anforderungen moderner Motoren gerecht zu werden. Dazu gehört die Einführung eines Engine Oil Certification and Approval Systems, das aus dem Klassifikationssystem ein überwachtes Freigabesystem macht und die Durchführung der Motorenteste nach CMA (**Code of Practice**), der eine Verschärfung der Teste ergibt. Die für die API-Klassen erforderlichen Motorenteste beinhalten u.a. den Nachweis ausreichenden Verschleißschutzes, der Motorensauberkeit und des Korrosionsschutzes. API unterscheidet Motorenöle für den Einsatz in Ottomotoren (**Service-Klassen**) und in Nutzfahrzeug-Dieselmotoren (**Commercial-Klassen**).

API-Klassen für Ottomotoren		
SA		unlegierte Öle für einfachsten Einsatz
SB	seit 1930	leicht legierte Öle mit Verschleiß-, Alterungs- und Oxidationsschutz
SC	Baujahr 64-67	erste Anforderungen an Motorensauberkeit
SD	Bj. 1968-71	erhöhte Anforderungen, überdeckt SC
SE	Bj. 1971-79	überdeckt SD
SF	Bj. 1980-88	verschärfter Schlamm- und Oxidationstest, überdeckt SF
SG	Bj. 1988-92	nochmals verschärfter Schlammtest, überdeckt SE
SH*	ab Bj. 1993	wie SG, jedoch mit verschärfter Überwachung der Testdurchführung
SJ*	ab Bj. 1995	wie SH, jedoch mit verschärfter Überwachung der Testdurchführung
SL*		Nachfolgeklassifikation zu API SJ, in Vorbereitung
* Bestimmung der Kraftstoffeinsparung ist zusätzlich möglich (EC, EC II)		

Abbildung 7: API-Klassen für Ottomotoren

API-Klassen für Dieselmotoren		
CA		leicht legierte Öle, Schutz gegen Lagerkorrosion und Ablagerungen
CB	ab 1949	Saugdieselmotoren unter leichten Betriebsbedingungen
CC	ab 1961	Saugdieselmotoren unter mittleren Betriebsbedingungen
CD	ab 1975	Saug- und Turbodieselmotoren unter schweren Bedingungen
CE	ab 1987	Saug- und Turbodieselmotoren, überdeckt CC und CD
CF	ab 1994	Dieselmotoren, überwiegend für Baumaschinen
CF-4	ab 1990	Saug- und Turbodieselmotoren, überdeckt CE
CG-4	ab 1994	Saug- und Turbodieselmotoren, die US-Abgasnorm erfüllen
CH-4	ab 1998	Saug- und Turbodieselmotoren, für Schwefelgehalte < 0,5%

Abbildung 8: API-Klassen für Dieselmotoren

6.3.2 CCMC-Spezifikationen

Da Motorenöle nach dem amerikanischen Klassifikationssystem zunehmend nicht mehr den europäischen Ansprüchen genügten, wurden vom CCMC (**C**omitée des **C**onstructeurs d'Automobile du **M**arché **C**ommun) Grenzwerte für Spezifikationen erarbeitet und herausgegeben. Diese Spezifikationen basieren auf den API-Klassen, die durch Teste in typisch europäischen Motoren ergänzt werden. Zuletzt wurden die Anforderungen 1989 den neuesten Erfordernissen angepaßt und 1991 mit einigen Nachträgen versehen.

CCMC-Spezifikationen für Ottomotoren	
G1	bis 1989
G2	bis 1989
G3	Leichtlauföle bis 1989
G4	Mehrbereichsmotorenöle „normaler“ Viskosität
G5	Leichtlaufmotorenöle

CCMC-Spezifikationen für Pkw-Dieselmotoren	
PD1	bis 1989
PD2	Mehrbereichsmotorenöle für Saug- und Turbodieselmotoren

CCMC-Spezifikationen für Nfz-Dieselmotoren	
D1	bis 1989
D2	bis 1989
D3	bis 1989
D4	Ein- und Mehrbereichsmotorenöle für Saug- und Turbomotoren
D5	SHPD (S uper H igh P erformance- D ieselmotorenöl) für extrem lange Verweilzeiten

Abbildung 9: CCMC-Spezifikationen

Die CCMC-Organisation besteht seit **1996** nicht mehr, die Nachfolgeorganisation der europäischen Automobilindustrie ist die ACEA (**A**ssociation des **C**onstructeurs **E**uropeens d'Automobiles).

6.3.3 ACEA-Spezifikationen

Die **ACEA (Association des Constructeurs Europeens d` Automobiles)** ist eine Vereinigung der europäischen Fahrzeughersteller: BMW, DAF, Fiat, Ford of Europe, General Motors Europe, MAN, Mercedes-Benz, Peugeot, Porsche, Renault, Saab, Scania, Volkswagen, Volvo. Die erste Ausgabe der ACEA-Motorenöl-Spezifikationen ist 1996 erschienen. Alle zwei Jahre werden sie aktualisiert. Die ACEA European Oil Sequences for Service-fill Oils 1998 – die z.Zt. gültige Fassung – umfaßt drei Klassen mit verschiedenen Kategorien.

ACEA-Klassen	
A	Benzinmotoren, PKW-Ottomotoren (Gasoline engines)
B	Dieselmotoren für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (Light duty diesel engines)
E	Dieselmotoren in Nutzfahrzeugen (Heavy duty diesel engines)

ACEA-Kategorien	
A1	Motorenöle mit niedriger Viskosität, HTHS < 3,5 mPa s, kraftstoffsparend
A2	Motorenöle mit Standard-Qualität, für die meisten Benzinmotoren, normale Wechselintervalle
A3	Motorenöle mit hoher Qualität, HTHS \geq 3,5 mPa s, für Ganzjahreseinsatz, verlängerte Wechselintervalle

B1	Motorenöle mit niedriger Viskosität, HTHS < 3,5 mPa s, kraftstoffsparend
B2	Standard-Motorenöle für indirekteinspritzende Dieselmotoren, normale Wechselintervalle
B3	Hochleistungsmotorenöle für (überwiegend) indirekteinspritzende Dieselmotoren, verlängerte Wechselintervalle möglich, Ganzjahresöl, HTHS \geq 3,5 mPa s
B4	Motorenöle für überwiegend direkteinspritzende Dieselmotoren

E1	Motorenöle für Saugdieselmotoren und leichtaufgeladenen Turbodiesel, Standard-Qualität, normale Wechselintervalle
E2	Motorenöle für Saug- und Turbomotoren bei mittlerem bis schwerem Einsatz, normale Wechselintervalle
E3	Motorenöle für schweren Einsatz, verlängerte Wechselintervalle, empfohlen für Euro-1-, Euro-2-Dieselmotoren. Besondere Anforderungen bzgl. Kolbensauberkeit, Spiegelflächenbildung, Verschleiß, Alterung, Rußbeherrschung
E4	Motorenöle mit höheren Anforderungen als E3, für schwere Betriebsbedingungen, schnellaufende Euro-1- und Euro-2-Dieselmotoren, verlängerte Wechselintervalle, viskositätsstabil (stay-in-grade)
E5	Motorenöle für europäische und amerikanische Nfz-Dieselmotoren – in Vorbereitung

Abbildung 10: ACEA-Spezifikationen

Alle Prüfungen sind gemäß EELQMS durchzuführen, d.h. in den Dokumentationen der Prüfungen zu ACEA-Standards sind zertifizierte Prüflaboratorien nach ISO 9001 und Prüfstände nach EN 45001 Akkreditierung auszuweisen. Die ACEA-Testsequenzen werden heute in der Regel als „Mindestanforderungen“ interpretiert und durch spezifische Zusatzanforderungen der Motorenhersteller ergänzt.

6.4 Werksspezifikationen

Individuelle über europäische und/oder amerikanische Anforderungen (ACEA, API) hinausgehende Anforderungen formulieren Motorenhersteller in ihren hauseigenen Spezifikationen und Freigaben, die häufig auf internationalen Testen beruhen, in ihren Grenzwerten aber über diese hinausgehen. Einige häufig genannten und geforderten Freigaben seien hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit genannt und dargestellt.

6.4.1 Volkswagen AG (VW / Audi)

Norm	Beschreibung	Ölwechsel-Intervalle
501 01*	Service Motorenöl für Ottomotoren, in der Regel auf Mineralölbasis. Gültige Ausgabe 01/97	Entsprechend der Betriebsanleitung bis zu 15.000 km/1 Jahr für Kfz bis 04.99 (MJ 99) und ab 05.99 (MJ 00) ohne WIV
500 00*	Leichtlauf-Service-Motorenöl für Ottomotoren 0W-30 oder -40; 5W-30 oder -40; 10W-30 oder -40. Gültige Ausgabe 01/97	Entsprechend der Betriebsanleitung bis zu 15.000 km/1 Jahr für Kfz bis 04.99 (MJ 99) und ab 05.99 (MJ 00) ohne WIV
502 00	Leichtlauf-Service-Motorenöl für Ottomotoren mit gesteigerter Leistungsfähigkeit 0W-30 oder -40; 5W-30 oder -40. Gültige Ausgabe 01/97	Entsprechend der Betriebsanleitung bis zu 15.000 km/1 Jahr für Kfz bis 04.99 (MJ 99) und ab 05.99 (MJ 00) ohne WIV
505 00	Mehrbereichsöle für Dieselmotoren mit und ohne Abgasturbolader sowie Ladeluftkühlung. Gültige Ausgabe 01/97	Entsprechend der Betriebsanleitung bis zu 15.000 km/1 Jahr für Kfz bis 04.99 (MJ 99) und ab 05.99 (MJ 00) ohne WIV
505 01	Leichtlauf-Motorenöle für Pumpe-Düse-Dieselmotoren ohne Wartungsintervallverlängerung (WIV) und andere Dieselmotoren ohne WIV	Entsprechend der Betriebsanleitung bis zu 15.000 km/1 Jahr für Kfz mit Pumpe-Düse Motoren ohne WIV ab 05.99 (MJ 00) für Kfz bis 04.99 (MJ 99) und ab 05.99 (MJ 00) ohne WIV
503 00	Leichtlauf-Motorenöle für Ottomotoren mit WIV für verlängerte Ölwechsel-Intervalle, Kraftstoff sparend.	Flexible Wartungsintervalle bis zu 30.000 km/2 Jahre ab 05.99 (MJ 00) mit WIV
506 00	Leichtlauf-Motorenöle für Dieselmotoren mit WIV für verlängerte Ölwechsel-Intervalle, Kraftstoff sparend.	Flexible Wartungsintervalle voraussichtlich bis zu 50.000 km/2 Jahre ab 05.99 (MJ 00) mit WIV
506 01	Leichtlauf-Motorenöle für Dieselmotoren mit WIV für verlängerte Ölwechsel-Intervalle, Kraftstoff sparend. Auch für Pumpe-Düse Motoren.	Flexible Wartungsintervalle voraussichtlich bis zu 50.000 km/2 Jahre ab 05.99 (MJ 00) mit WIV.
*Freigaben 500 00 und 501 01 werden nicht mehr erteilt, Fortschreibung nach Standard 1/97 weiterhin möglich WIV = Wartungs-Intervall-Verlängerung		

Abbildung 11: VW-Spezifikationen

6.4.2 Daimler Chrysler AG

Norm	Beschreibung
Blatt 226.0	Einbereichsmotorenöle für Saugdieselmotoren
Blatt 227.0 Blatt 227.1	Ein- und Mehrbereichsmotorenöle für Nfz-Dieselmotoren ohne Abgas-turbolader. Plattenbildung max. 14%. Basis ACEA E 1
Blatt 228.0 Blatt 228.1	Motorenöle für turboaufgeladene Dieselmotoren mit und ohne Ladeluft-kühlung, für normale Ölwechselintervalle. Plattenbildung max. 8%. Basis ACEA E 2
Blatt 228.2 Blatt 228.3	Mehrbereichsöle für verlängerte Ölwechselintervalle geeignet, bei sehr hohem Leistungsniveau. Plattenbildung max. 2,5%. Basis ACEA E 3
Blatt 228.4	Erfüllt Abgasvorschrift EURO III. Niveau ist zwischen MB-Blatt 228.3 und MB-Blatt 228.5 angesiedelt.
Blatt 228.5	Mehrbereichsöle für längste Ölwechselintervalle geeignet, höchstes Leistungsniveau. Plattenbildung max. 1%. Basis ACEA E 4, E 5
Blatt 229.1	Pkw-Motorenöle für Benzin- und Dieselmotoren, für normale Wechsel-intervalle geeignet. Basis ACEA A2; A3; B2; B3
Blatt 229.3	Pkw-Motorenöle für Benzin- und Dieselmotoren, mit verlängerten Ölver-weilzeiten, kraftstoffsparend. Basis ACEA A3; B3
Blatt 229.5	In Vorbereitung (erscheint voraussichtlich 2002)

Abbildung 12: Daimler-Chrysler Spezifikationen

6.4.3 MAN Nutzfahrzeuge AG

Norm	Beschreibung
270 / 271	Ein- und Mehrbereichsöle für Saug- und Turbomotoren normaler Leis-tung. Basis ACEA E 2
M 3275	Hochleistungs-Dieselmotorenöl, war bis 1996 QC 13-017, für verlängerte Verweilzeiten. Basis ACEA E 3
M 3277	Hochleistungsöle für längste Ölwechselintervalle Basis ACEA E 4
M 3271	Gasmotorenöl für Erdgas und Flüssiggas

Abbildung 13: MAN-Spezifikationen

6.4.4 Weitere Werksspezifikationen

- Volvo-VDS 2** Volvo-Drain-Spezifikation, für verlängerte Wechselintervalle vorge-schrieben.
- Scania LDF** Long-Drain-Fieldtest-Freigabe, für verlängerte Ölwechselintervalle vorge-schrieben.

Porsche	„alle“, von Porsche geprüfte und freigegebene Öle, sonst orientiert sich Porsche an der ACEA-Klassifikation
BMW	BMW „ SpezialOil “ und BMW „ Longlife-Oil “ sind namentlich von BMW freigegebene Öle. Für Benzinmotoren darf ab Modelljahr 1998 nur noch Longlife-Oil eingesetzt werden

6.5 Auswahlkriterien für Motorenöle

Moderne Motorenöle müssen den Anforderungen, die an sie gestellt werden, über immer länger werdende Einsatzzeiten gerecht werden. Ölwechselintervalle von bis zu 30.000 km oder 2 Jahre im Benzinmotor und bis zu 90.000 km und mehr im Nutzfahrzeug-Dieselmotor sind heute Stand der Technik. Nicht nur der „Verbrauch“ der Additive setzt die Grenze für den Wechselintervall, sondern auch die Beaufschlagung mit fremden Stoffen.

Die Auswahl des Motorenöles kann zum Problem werden. Speziell dann, wenn die besonderen Erfordernisse eines Betriebes zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen an ein Motorenöl sind vor allem:

- hohes Leistungsvermögen, d.h. Schutz vor Verschleiß, Ablagerungen, Korrosion, Schlamm- und Viskositätseindickung usw., auch unter extrem schwierigen Bedingungen
- möglichst universelle Verwendbarkeit in allen Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen, d.h. Rationalisierung und Vermeidung von Verwechslungen
- Mischbarkeit und Verträglichkeit mit anderen Marken-Motorenölen, d.h. problemlos in der Anwendung
- Einsatzmöglichkeit als Ganzjahresöl, d.h. Vermeidung rein jahreszeitlich bedingter Ölwechsel

Die Auswahl von Motorenölen richtet sich nach verschiedenen Gesichtspunkten, wobei Produkte auch bei gleicher Spezifikation z.T. beträchtliche Qualitätsunterschiede haben können. Zunächst müssen sie die in der Betriebsanleitung genannten Qualitätsanforderungen der Motorenhersteller erfüllen.

Wird ein Aggregat das ganze oder über einen Teil des Jahres betrieben, so ist der Einsatz von Mehrbereichs-Motorölen, insbesondere von Leichtlauf-Motorenölen zu empfehlen. Die Leichtlauf-Motorenöle reduzieren insbesondere bei tiefen Temperaturen und im Kurzstreckenbetrieb den Kraftstoffverbrauch und wirken verschleißmindernd. Ein weiterer Vorteil dieser Schmierstoffe ist das sehr günstige Kaltstartverhalten. Dadurch werden die Batterien und der Anlasser geschont und der Kaltstartverschleiß wird messbar gesenkt, da auch bei sehr tiefen Außentemperaturen alle Schmierstellen schnell mit Öl versorgt werden. Soll ein Motorenöl zwecks Sortenreduzierung in LKW, Schlepper, Arbeitsmaschine und PKW eingesetzt werden, so sind weitere Überlegungen erforderlich.

Andere Auswahlkriterien für das optimale Motorenöl sind z.B. die Belastung der Motoren, häufiges Anlassen, Kurzstreckenverkehr oder lange Stillstandzeiten. Die richtige Auswahl von Motorenölen ist der erste Schritt zu einem wirtschaftlichen Betrieb. Denn Zuverlässigkeit, Leistungsvermögen sowie der Zustand der Motoren wird in hohem Maße von der Qualität des Schmierstoffes bestimmt.

7 Getriebeöle

Zur schlupflosen Übertragung und Änderung von Drehzahlen und Drehmomenten dienen Getriebe. Da Getriebe häufig im Gebiet der Mischreibung laufen, müssen Getriebeöle, um den Verschleiß in Grenzen zu halten, entsprechend hoch additiviert sein. Einfach dargestellt, können die Getriebe in zwei Gruppen zusammengefasst werden:

Kraftfahrzeuggetriebe

- Schaltgetriebe
- Achsgetriebe
- Automatikgetriebe

Industriegetriebe

Schmierstoffe für Kfz-Getriebe müssen einen höheren Verschleißschutz als die der industriell eingesetzten Getriebe haben. Dies liegt daran, dass in mobilen Einheiten aus Platz- und Gewichtsgründen die Getriebe kleiner gebaut werden müssen. Daraus resultiert dann eine höhere Belastung, die vom Getriebeöl verschleißschonend aufgefangen werden muss. Für automatische Getriebe werden ganz spezielle Produkte mit besonderer Reibwert-Charakteristik benötigt. Die von den Herstellern vorgegebenen Spezifikationen sind strikt einzuhalten. Automatiköle werden häufig als **ATF** bezeichnet, was für **A**utomatik **T**ransmission **F**luid steht.

Für Industriegetriebe werden im Normalfall Getriebeöle nach **DIN 51517 Teil 3**, Schmieröle **CLP**, in einem sehr großen Viskositätsbereich, eingesetzt. Die Verschleißschutzeigenschaften von Industriegetriebeölen werden im **FZG-Test** (FZG=**F**orschungsstelle für **Z**ahnräder und **G**etriebebau) geprüft und müssen die Schadenskraftstufe **12** erreichen. Dies würde nach der API-Klassifikation, die für Kfz-Getriebeöle gilt, einem **ÖL GL 3** entsprechen. Im FZG-Test wird in einem praxisnahen Prüfstand, bei zunehmender Getriebebelastung, der Verschleiß gemessen.

7.1 Viskosität/SAE-Klassen

Getriebeöle sind als Ein- und Mehrbereichsöle im Handel. Besonders die modernen Getriebe benötigen breitgespannte Mehrbereichsöle; der SAE-Bereich ist dann entweder 75W-90 oder 80W-90.

SAE-Klasse	Höchsttemperatur Viskosität 150 000 mPa	Kinematische Viskosität bei 100°C	
		min	max
70W	- 55°C	4,1	-
75W	- 40°C	4,1	-
80W	- 26°C	7,0	-
85W	-12°C	11,0	-
80		7,0	< 11,0
85		11,0	< 13,5
90		13,5	< 24,0
140		24,0	< 41,0
250		41,0	-

Abbildung 14: SAE Klassen für Getriebeöle

7.2 Spezifikationen/Klassifikationen

Der Leistungsstandard von Getriebeölen wird durch **API**-Klassen des **American Petroleum Institute** oder **MIL**-Spezifikationen der amerikanischen Armee beschrieben. Eine ACEA vergleichbare allgemeine Leistungsbeschreibung für Getriebeöle gibt es nicht. Ford, MAN, Mercedes-Benz, Volkswagen und Volvo haben Hausspezifikationen. Bei Schwierigkeiten mit den Standardqualitäten kommen Sondergetriebeöle zum Einsatz.

7.2.1 API-Spezifikationen

API-Klassen für Getriebeöle	
GL 1	kennzeichnet Getriebeöle für Achsgetriebe mit Schrägverzahnung und Schneckengetriebe sowie Handschalt-Getriebe unter leichten Einsatzbedingungen. Sie können Oxidations- und Korrosionsinhibitoren enthalten, aber keine EP-Additive.
GL 2	kennzeichnet Getriebeöle für Achsgetriebe mit Schneckenverzahnung, die aufgrund ihrer Belastung, Temperatur und Gleitgeschwindigkeit nicht mit einem GL1-Öl versorgt werden können.
GL 3	kennzeichnet Getriebeöle für Handschalt-Getriebe und schrägverzahnte Achsantriebe bei mittelschweren Belastungen. Diese Öle enthalten eine milde EP-Additivierung.
GL 4	kennzeichnet Getriebeöle für Hypoid-Antriebe mit geringem Achsversatz, die unter hoher Drehzahl/niedrigem Drehmoment und niedriger Drehzahl/hohem Drehmoment betrieben werden. Sperrdifferenziale stellen besondere Anforderungen, die vom Schmierstoffhersteller berücksichtigt werden müssen.
GL 5	kennzeichnet Getriebeöle für Hypoid-Antriebe unter schweren Bedingungen. Zu den unter GL4 genannten Belastungen kommt noch hohe Drehzahl/Stoßbelastung hinzu. Für Sperrdifferenziale gilt das unter GL4 genannte ebenso.
MT-1	kennzeichnet Getriebeöle für Schaltgetriebe ohne Synchronisation, vergleichbar GL4+
PG-2	Kennzeichnet Getriebeöle für Hochleistungs-Nutzfahrzeuge, vergleichbar GL5+

Abbildung 15: API-Klassen für Getriebeöle

7.2.2 MIL-Spezifikationen

MIL-Klassen für Getriebeöle	
MIL-L 2105	Getriebeöl für Handschaltgetriebe, vergleichbar mit API GL4
MIL-L 2105 B	Getriebeöl für Hypoidachsen, vergleichbar mit API GL5
MIL-L 2105 C	wie L-2105 B beschränkt auf SAE 75W, 80W-90 und 85W-90 Viskositätsbereiche
MIL-L 2105 D	API GL5 und Tests überprüft von „Lubricants Review Institute“. Wurde Anfang 1997 gestrichen und durch PRF-2105 E ersetzt
PRF 2105 E	API MT-1 (GL4 mit thermischer Stabilität) mit MIL-L-2105 D (GL5 mit Zusatztests). EO-Öl für Hypoidachsen und Schaltgetriebe ohne Synchronisation

Abbildung 16: MIL-Spezifikationen für Getriebeöle

7.2.3 ATF-Spezifikationen

Der Leistungsstandard von Automatikgetriebeölen wird durch **ATF**-Klassen beschrieben. Ford, MAN, Mercedes-Benz, Volkswagen und Volvo haben Hausspezifikationen. Bei Schwierigkeiten mit den Standardqualitäten kommen Sondergetriebeöle zum Einsatz.

ATF-A	Automatikgetriebeöl gemäß GM Spezifikation ATF-A SUFFIX A
ATF-D	Automatikgetriebeöl gemäß GM Spezifikation DEXRON® II D
ATF-E	Automatikgetriebeöl gemäß GM Spezifikation DEXRON® II E
ATF-III	Automatikgetriebeöl gemäß GM Spezifikation DEXRON® III

7.3 Werksspezifikationen

7.3.1 Zahnradfabrik Friedrichshafen AG

ZF TE-ML 01	Mechanische nicht synchronisierte Allklauengetriebe Nkw
ZF TE-ML 02	Mechanische Schaltgetriebe und Zusatzgetriebe für Pkw/Nkw
ZF TE-ML 03	Wandlergetriebe für Arbeitsmaschinen (Baumaschinen etc.)
ZF TE-ML 04	Schiffsgetriebe
ZF TE-ML 05	Achsgetriebe für Pkw, Nkw und Arbeitsmaschinen
ZF TE-ML 06	Schleppertriebwerke und Hubhydrauliken
ZF TE-ML 07	Hydrostatische u. mechanische Antriebe, Reduplangetriebe
ZF TE-ML 08	Mechanische Lenkgetriebe für Pkw, Nkw u. Arbeitsmaschinen
ZF TE-ML 09	Hydrolenkungen für Pkw, Nkw und Arbeitsmaschinen
ZF TE-ML 10	Transmatic für Pkw und Nkw
ZF TE-ML 11	Mechanische Schaltgetriebe und Automatikgetriebe für Pkw
ZF TE-ML 12	Achsen für Pkw, Lkw und Busse
ZF TE-ML 13	ZF-Aggregate in Sonderfahrzeugen
ZF TE-ML 14	Automatikgetriebe für Nkw (ZF-ECOMAT)
ZF TE-ML 15	Bremssysteme für Sonderfahrzeuge
ZF-TE N 13010	Schaltgetriebe mit und ohne Retarder, verlängerte Wechselintervalle

7.3.2 MAN Nutzfahrzeuge AG

MAN 339	Automatik Öle mit Zusatzbuchstabe für Öltyp (A, B, C, D, F)
MAN 341	Hochdruck-Schaltgetriebeöle (GL 4)
MAN 342	Hochdruck-Achsgetriebeöle (GL 5)
MAN M 3343	Multifunktions-Getriebeöl (GL4 / GL5)

Weiterhin unterscheidet MAN nach der Grundölart. Typ **ML** für Getriebeöle auf Mineralölbasis und Typ **SL** für Getriebeöle auf Basis Synthese-Öle.

7.3.3 Daimler Chrysler AG

MB-Blatt 235.0	Hypoidgetriebeöle GL 5
MB-Blatt 235.1	Getriebeöl GL 4
MB-Blatt 236.2	Schaltgetriebe ATF Type A
MB-Blatt 236.3	Lenkgetriebeöle
MB-Blatt 236.5, 6, 7	Getriebeöle Dexron II D
MB-Blatt 236.81	Getriebeöle Dexron III

7.3.4 Weitere

Allison Transmission Division	C3/C4	Allison Automatikgetriebe
Caterpillar	CAT TO-2; CAT TO-4	
General Motors	TASA	ATF Type A Suffix A
	Dexron III	ATF Dexron III
RENK	5074343/9e	Doromat-Getriebe
VOITH	G 607	ATF-Öle für DIWA Baureihe
	G 1363	ATF-Öle (verl. Intervalle)

7.4 Auswahlkriterien für Getriebeöle

Die Auswahl von Kfz-Getriebeölen richtet sich in Abhängigkeit von der Getriebebauart nach der vorgegebenen Schmierstoffart (Getriebeöl, **Automatik-Transmission-Fluid**), der Schmierstoffqualität und der Viskosität. Bei der Auswahl von Getriebeschmierstoffen sind vorrangig die Qualität und Viskositätsvorschriften der Getriebe- sowie Fahrzeughersteller zu beachten. Sie empfehlen meist hochwertige Getriebeöle unter Angabe der SAE-Viskositätsklasse, von Spezifikationen oder namentlicher Nennung international verfügbarer Produkte. Vereinfacht dargestellt, werden in Schaltgetrieben üblicherweise Getriebeöle entsprechend **API GL 4** eingesetzt. In Achsgetrieben (hochbelastete Hypoidgetriebe) sind die Anforderungen noch höher und die Produkte müssen die Klassifikation **API GL 5** erfüllen. Andere Getriebearten wie z.B. Lenk-, Winkel-, Schnecken-, Wechsel-, Umkehr- und Planetengetriebe können häufig mit Produkten **API GL 4 oder GL 5** geschmiert werden.

Für automatische Getriebe werden ganz spezielle Produkte benötigt. Dabei spielt die Reibwertcharakteristik dieser Produkte, spezifiziert nach **Dexron®**, eine ganz entscheidende Rolle. Alternativen zu den Erbauervorschriften gibt es nicht.

Für Industriegetriebeöle können vielfach Produkte nach **API GL 4** eingesetzt werden. In einem solchen Fall ist es wichtig, dass die Viskositätsvorschriften der Hersteller eingehalten werden.

Da diese Produkte z.T. anders mit Dichtungen und Lacken reagieren als die reinen Industriegetriebeöle, ist eine Rücksprache mit dem Getriebehersteller oder dem Schmierstofflieferanten zu empfehlen.

8 Hydrauliköle

Die Anforderungen an Hydrauliköle werden in der **DIN 51524** beschrieben. Sicherlich sehr unzureichend, denn Normen beschreiben nur Mindestanforderungen und treffen keine Aussagen hinsichtlich Leistungsvermögen, Qualitätsreserven, über besondere Eigenschaften oder Anwendungsbreite.

8.1 Viskosität/ISO-VG Klassen

Die Viskosität wird nicht in SAE-Klassen, sondern in **ISO-VG** (International Organization for Standardization - Viscosity Grade) angegeben.

ISO Viskosität	Mittelpunkts-Viskosität bei 40°C	Grenzwerte der Viskosität bei 40°	
		min	max
ISO VG 2	2,20	1,98	2,42
ISO VG 3	3,20	2,88	3,52
ISO VG 5	4,60	4,14	5,06
ISO VG 7	6,80	6,12	7,48
ISO VG 10	10,00	9,00	11,00
ISO VG 15	15,00	13,50	16,50
ISO VG 22	22,00	19,80	24,20
ISO VG 32	32,00	28,80	35,20
ISO VG 46	46,00	41,40	50,60
ISO VG 68	68,00	61,20	74,80
ISO VG 100	100,00	90,00	110,00
ISO VG 150	150,00	135,00	165,00
ISO VG 220	220,00	198,00	242,00
ISO VG 320	320,00	288,00	352,00
ISO VG 460	460,00	414,00	506,00
ISO VG 680	680,00	612,00	748,00
ISO VG 1000	1000,00	900,00	1100,00
ISO VG 1500	1500,00	1350,00	1650,00

Abbildung 17: ISO-VG Klassen für Hydrauliköle

8.2 Einteilung der Hydrauliköle

8.2.1 Mineralölbasis

H	Hydrauliköl, unlegiertes Raffinat
HL	H + Korrosions- und Alterungsschutz
HLP	HL + Verschleißschutz
HLP-D	HLP + Detergier-/Dispergierwirkung (Verhinderung von Ablagerungen Fähigkeit Schmutzstoff in Schwebelage zu halten)
HVLP	HLP + hoher Viskositätsindex (VI) sehr günstiges Viskositäts- Temperatur-Verhalten
HVLP-D	HVLP + Detergier-/Dispergierwirkung (Verhinderung von Ablagerungen Fähigkeit Schmutzstoff in Schwebelage zu halten)

8.2.2 Biologisch schnell abbaubar

HEPG	Basis Polyglykol
HETG	Basis pflanzliche Öle
HEES	Basis synthetische Ester

8.3 Spezifikationen/Klassifikationen

Die Spezifikationen für Hydrauliköle werden in der **DIN 51524** (Deutsche Industrie Normung) beschrieben. Diese DIN 51524 unterteilt Hydrauliköle in **3** Kategorien.

DIN 51 524	Beschreibung
Teil 1 Hydrauliköle HL	Einfache Hydrauliköle mit Oxidations- und Korrosionsschutz
Teil 2 Hydrauliköle HLP	Wie HL-Öle, jedoch zusätzlich mit Hochdruckeigenschaften
Teil 3 Hydrauliköle HVLP	wie HLP-Öle, jedoch mit verbessertem Viskositäts-Temperatur-Verhalten

Abbildung 18: DIN Einteilung für Hydrauliköle

Neben der offiziellen DIN-Normung erteilen die Hydraulikanlagen-Hersteller namentliche Freigaben für bestimmte Hydrauliköle.

Weitere Anforderungen stellen die Hersteller an die Viskosität beim Start sowie beim Betrieb der Hydrauliken.

Die einzelnen Freigaben der Hersteller können den Bedienungsanleitungen entnommen werden.

8.4 Auswahlkriterien für Hydrauliköle

Die vorstehend aufgeführten 3 Gruppen Hydrauliköle, auch als „Druck-Flüssigkeiten“ bezeichnet, unterscheiden sich in ihren Leistungsmerkmalen sehr deutlich.

Hydrauliköle **HL** haben keinen zusätzlichen Verschleißschutz und eignen sich für einfache oder auch ältere Hydraulikanlagen mit niedrigen Drücken (bis ca. 100 bar). Oft werden sie als Maschinenöle zur allgemeinen Schmierung von Wälz- und Gleitlager eingesetzt.

Hydrauliköle **HLP** sind Schmierstoffe mit gutem Verschleißschutz. Sie sind die Standardempfehlung für Hydraulikaggregate, da sie nahezu alle Anforderungen der Hersteller erfüllen.

Hydrauliköle **HVLP** sind Druckflüssigkeiten, die wie HLP-Öle einen guten Verschleißschutz haben. Sie unterscheiden sich zu den HLP-Qualitäten durch einen hohen Viskositätsindex und werden deshalb auch häufig als Mehrbereichs-Hydrauliköle bezeichnet. Ihr besonderer Vorteil liegt darin, dass sich ihre Viskosität bei schwankenden Temperaturen nicht so stark ändert im Vergleich zu Hydraulikölen der Gruppen HL und HLP. Das heißt, bei hohen Temperaturen bleibt ein tragfähiger Ölfilm erhalten und bei niedrigen Außentemperaturen spricht die Hydraulik problemlos an, da das Öl noch relativ dünnflüssig ist. Dies bedeutet eine schnellere Versorgung aller Schmierstellen und damit einen verschleißarmen Kaltstart. Für stationäre oder mobile Außenanlagen sind diese Produkte eine nahezu ideale Lösung.

Sollen Motorenöle als Hydraulikflüssigkeit eingesetzt werden, so ist besonders für Hochdruckanlagen die Billigung der Hersteller einzuholen. Wird dies unterlassen, kann es im Falle von Garantieansprüchen zu Problemen kommen.

Für Hydraulik-/Getriebesysteme in z.B. Schleppern können fallweise Motorenöle SAE 20W-20 (Fendt) oder Motorenöle SAE 15W-40 (Deutz-Fahr) Anwendung finden. Ebenso finden wir **STOU** bzw. **UTTO**-Öle (Fiat, MF, IHC-Case), diese sind tauglich für Nassbremssysteme. In diesen Fällen ist der Betriebsstoffvorschrift unbedingt zu folgen.

9 Traktorenöle

Es muss das Bestreben eines Betriebes sein, mit möglichst wenig Schmierstoffsorten auszukommen. Um diesem Ziel näherzukommen, gibt es speziell auf die Land- und Forstwirtschaft zugeschnittene Schmierstoffe wie Motorenöle, die zusätzlich Getriebe, Hydraulik und Tauchbad-Lamellen-Bremsen (nasse Bremsen) mitversorgen oder Hydrauliköle, die außerdem für Getriebe und nasse Bremsen geeignet sind. Schmierstoffe also, die aufgrund ihrer Mehrfachfunktion effektiv helfen, eine angestrebte Sortenreduzierung zu realisieren.

9.1 Anforderungen

Traktoren haben in den letzten Jahrzehnten eine gewaltige technische Entwicklung erfahren. Folgende Aggregate können eingebaut sein:

- Dieselmotoren (meistens turboaufgeladen)
- Schaltgetriebe (synchronisiert)
- Nassbremsen (in das Schaltgetriebe integriert)
- Lastschaltgetriebe (Powershift)
- Lenkgetriebe (servounterstützt)
- Kegelgetriebe in den Antriebsachsen
- Außenplanetengetriebe in den Antriebsachsen
- Endantriebe (Zapfwellenantriebe)
- Hydrauliken

Als Schmierstoff soll möglichst nur ein Öl für alle Aggregate zum Einsatz kommen, um Falschbefüllungen durch Verwechslung zu vermeiden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden Mehrzwecköle entwickelt, die für den Einsatz in Getrieben, nassen Bremsen und Hydrauliken geeignet sind. Sie werden als **UTTO**-Öle bezeichnet. Darüber hinaus gibt es Universalöle, die zusätzlich in Motoren eingesetzt werden können: **STOU**-Öle.

9.2 Einteilung der Traktorenöle

Die Einsatzbereiche und die heute weltweit gültigen Bezeichnungen von Traktorenölen sind im unteren Bild dargestellt. Nur wenn diese Unterscheidung und Zuordnung konsequent beachtet wird, sind keine Schäden zu erwarten.

Nasse Bremsen	Getriebe Hydrauliken	Saugdiesel	Turbodiesel
STOU Super Tractor Oil Universal			
UTTO Universal Tractor Transmission Oil			
		TOU (veraltet) Tractor Oil Universal	

Abbildung 19: Einteilung von Traktorenölen

9.3 Viskosität

Die Ansprüche an diese Universalöle erfordern ein sehr gutes Viskosität-Temperatur-Verhalten. Für STOU-Öle wird sehr häufig die SAE-Klasse 10W-30 oder SAE 10W-40 festgelegt. UTTO-Qualitäten sind SAE 10W-30 (Sommer) – bzw. SAE 5W-20 (Winter).

Durch dieses gute Viskosität-Temperatur-Verhalten erreicht man einerseits ein gutes Ansprechen der Hydraulik bei niedrigen Temperaturen (SAE 10W) und andererseits ausreichenden Verschleißschutz aufeinander gleitender Teile wie Nockenwellen und Zahnräder bei hohen Temperaturen (SAE 30 oder 40).

9.4 Leistungsklassen

Die multifunktionelle Einsetzbarkeit dieser Produkte erfordert, dass bei der Entwicklung die vielfältigen Anforderungen der verschiedenen Aggregate berücksichtigt werden müssen. Für die motorische Leistung sowie für den Einsatz als Getriebeöl werden dazu die API-Klassen herangezogen. Für den Einsatz als Hydrauliköl wird besonderer Wert auf die Filtrierbarkeit gelegt.

Das Reibverhalten für den Einsatz in nassen Bremsen ist in Herstellervorschriften festgelegt. Die nachfolgenden Tabellen nennen einige Beispiele für diese Spezifikationen.

UTTO-Öle	
Case-IHC	MS 1207 (Hy-Trans-Plus)
John Deere	J 20C/D
New Holland (Ford)	ESN-M2C-86 C / ESN-M2C-134 D
Massey Ferguson	M 1135 / M 1141

STOU-Öle	
John Deere	J 27
New Holland (Ford)	ESN-M2C-159 B/C
Massey Ferguson	M 1139 / M 1144

Abbildung 20: Leistungsklassen von Traktorenölen

Zu beachten hinsichtlich der Anforderungen für Motorenöle, Getriebeöl / Naßbremsen und Hydrauliköle sind folgende Spezifikationen, wenn nicht vom Hersteller anders vorgegeben:

Motoren	API CD/CE/SF; ACEA E1/E2
Getriebe/Bremsen	API GL 4
Hydraulik	Denison HF2/HFO

9.5 Auswahlkriterien von Traktorenölen

Spezialprodukte wie z.B. **STOU**-Öle für Motoren, Getriebe, nasse Bremsen und Hydrauliken oder **UTTO**-Öle für Getriebe, nasse Bremsen und Hydrauliken geben kaum Auswahlmöglichkeiten, da sie nach den Spezifikationen der Hersteller, die einzuhalten sind, entwickelt wurden.

Anbaugeräte mit hydraulischem Antrieb werden von der Hydraulikanlage des Traktors mit Drucköl versorgt (**Fernhydraulik**). Werden Anbaugeräte an verschiedene Traktoren angebaut, kommt es zu einer intensiven Vermischung der Hydrauliköle. Das kann in kurzer Zeit dazu führen, dass z.B. das Öl, aus dem Traktor A seine Hydraulik versorgt, 50% Hydrauliköl enthält, das von Traktor B stammt. Daher muss in solchen Fällen sowohl in den Traktoren als auch in den Anbaugeräten immer das gleiche Öl eingefüllt werden.

9.6 Vorteile bei generellem Einsatz von Traktorfluids

- Falschbefüllungen durch Verwechslung unterbleiben.
- Funktionssicherheit bei Nassbremssystemen ist immer gewährleistet, auch bei Verbundarbeit mit Nachbarn und Lohnunternehmern.
- Mehrbereichsöle haben stets optimale Betriebsviskosität bei jeder Temperatur.
- Geringere Lagerhaltung, somit Kosteneinsparung (Sortenbereinigung).

10 Schmierfette

Schmierfette setzen sich aus Grundöl, Additiven und einem Verdickungsmittel zusammen. Verdicker sind kleinste Teilchen, die im Grundöl feinstverteilt sind und es zu einem konsistenten Schmierstoff versteifen. Mit ca. **80** bis **90** % Gewichtsanteil ist das Grundöl mengenmäßig der Hauptbestandteil eines Schmierfettes.

Der Schmierstoff „Fett“ ist praktisch in jedem Betrieb anzutreffen. Er wird eingesetzt, wenn eine öldichte Verkapselung geschmierter Teile zu teuer oder unmöglich ist. Trotz ihrer großen Verbreitung werden Schmierfette immer noch stiefmütterlich behandelt. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass viele fettgeschmierte Maschinenelemente, besonders Wälzlager, vorzeitig ausfallen. Erfahrungen haben gezeigt, dass z.B. ca. **50** % aller Wälzlagerschäden auf falsch ausgewählte oder gehandhabte Schmierfette zurückzuführen sind.

10.1 Kennzeichnung

Für die Kennzeichnung von Schmierfetten werden für die verschiedenen Fettschmierstellen Kennzahlen und Kennbuchstaben verwendet.

Kennzeichnung nach DIN 51502						
	K	P	F	2	N	-30
Schmierfett Art	für alle Arten von Schmierstellen					
Verschleiß Schutz		mit EP Wirkstoffen				
Feststoffe			Molybdän Graphit			
NLGI Klasse				Konsistenz		
obere Einsatz-Temperatur					+ 140 °C	
untere Einsatz-Temperatur						-30°C

Abbildung 21: Beispiel einer Fettkennzeichnung

10.1.1 Kennbuchstaben der Schmierfettart

K	Normalschmierfett für Wälz-, Gleitlager und Gleitflächen
KP	Schmierfett K mit EP Wirkstoffen
KF	Schmierfett K mit Festschmierstoffen (Molybdän MOS 2, Graphit)
KPF	Schmierfett K mit EP Wirkstoffen und Festschmierstoffe
G	Schmierfett für geschlossene Getriebe
OG	Schmierfett für alle offenen Getriebe und Verzahnungen

10.1.2 Zusatzbuchstaben der Fettkennung

Zusatzbuchstabe	obere Gebrauchstemperatur °C	Verhalten gegenüber Wasser siehe unten
C	+ 60	0-40 oder 1-40
D	+ 60	2-40 oder 3-40
E	+ 80	0-40 oder 1-40
F	+ 80	2-40 oder 3-40
G	+ 100	0-90 oder 1-90
H	+ 100	2-90 oder 3-90
K	+ 120	0-90 oder 1-90
M	+ 120	2-90 oder 3-90
N	+ 140	
P	+ 160	
R	+ 180	
S	+ 200	
T	+ 220	
U	über + 220	

Abbildung 22: Aufstellung Fettkennzeichnung

- 0** bedeutet keine Veränderung
- 1** bedeutet geringe Veränderung
- 2** bedeutet mäßige Veränderung
- 3** bedeutet starke Veränderung
- 40** oder **90** Prüftemperatur in °C

10.2 NLGI-Klassen

NLGI-Klassen (National Lubricating Grease Institute)

NLGI-Klasse	Walkpenetration in 0,1 mm	Einsatzbereich
000	445 bis 475	Für relativ schnellaufende geschlossene Getriebe bei tiefen Temperaturen. Vergleichbar mit einem sehr dickflüssigen Öl. Zentralschmieranlagen
00	400 bis 430	Für alle geschlossenen Getriebe, wenn keine anderslautenden Erbauervorschriften bestehen. Zentralschmieranlagen
0	355 bis 385	Wird wenig eingesetzt, sehr gut förderbar, für Getriebe weniger geeignet Zentralschmieranlagen.
1	310 bis 340	Zentralschmieranlagen
2	265 bis 295	Das Fett mit der größten Anwendungsbreite. Mehrzweckfett, Gleit- und Wälzlager, Zentralschmieranlagen.
3	220 bis 250	Hohe Drehzahlkennwerte, gute Abdichtung schräge oder senkrechte Einbaulage von Maschinenelementen. Schon relativ fest.

Abbildung 23: NLGI-Klassen

10.3 Auswahlkriterien für Schmierfette

Bei der Auswahl und Anwendung von Schmierfetten müssen z.T. andere Gesichtspunkte berücksichtigt werden als bei der Ölschmierung. Aber auch für die Fettschmierung gilt: „Hauptsächlich das im Verdicker eingebrachte Öl schmiert.“ Der Verdicker bindet das Schmieröl und macht es zugleich pastös. Der Grundöl-Viskosität muss demzufolge bei der Auswahl eines Schmierfettes besondere Bedeutung beigemessen werden. Aber auch die Betriebstemperatur des Schmierfettes, das Lasttragevermögen, die Wasserbeständigkeit, der Drehzahlkennwert und die Ölabscheidung stehen in einem direkten Zusammenhang mit der Grundölviskosität. Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Auswahl von Schmierfetten ist die Art des Verdickers. Da Lithium-Fette einen erheblichen Marktanteil haben (ca. **70%**), sollten möglichst diese Produkte eingesetzt werden. Damit wird vermieden, dass Produkte unterschiedlicher Verdicker vermischt werden, was u.U. zu folgenschweren technischen Störungen führen kann. Da viele Maschinenelemente, vorwiegend Wälzlager, durch verschmutzte Fette vorzeitig ausfallen, ist der Einsatz von Kartuschen empfehlenswert. Die Verschmutzung der Schmierfette ist sehr oft auf nicht richtig verschlossene Gebinde nach dem Gebrauch oder auf offenstehende Fettgebände zurückzuführen.

Für die Auswahl eines Schmierfettes ist die korrekte Bezeichnung nach DIN eine wertvolle Hilfe.

Der Einsatz eines Mehrzweckfettes ist meistens ausreichend. Ein solches Schmierfett wird nach **DIN** mit **KP 2 K-30** beschrieben s.o..

Die Grundölviskosität solcher Mehrzweckfette liegt erfahrungsgemäß zwischen 150 und 220 mm²/s bei 40°C, mit einem Verdicker auf Basis von Lithium oder Lithiumkomplex. Komplexfette haben den Vorteil, dass sie noch höher belastbar sind als einfache Lithium-Fette.

Wichtig für die Auswahl eines Schmierfettes sind auch die **NLGI**-Klassen. Sie beschreiben die Konsistenz eines Fettes, also wie fest oder weich ein Schmierfett ist.

11 Schlussbetrachtung

Schmierstoffe spielen eine zwar kaum sichtbare, dafür aber eine um so bedeutendere Rolle in der Technik. Mit der rasanten Weiterentwicklung der Maschinen müssen auch die Schmierstoffe Schritt halten. Steigende Temperaturen und Drücke, größere Leistungsdichten, kleinere Füllmengen und daraus resultierende höhere Umwälzzahlen sind nur einige der ständig wachsenden Belastungen für den Schmierstoff. Da kann der Einkauf eines „billigen“ Schmierstoffes, der z.B. gerade die **DIN-, API- oder ACEA-**Anforderungen erfüllt, eine teure Entscheidung sein. Denn hoher Verschleiß, häufige Betriebsstörungen und -ausfälle, erheblicher Aufwand für Reparaturen und Ersatzteile, kurze Gebrauchsdauer der Ölfüllungen sowie hohe Entsorgungskosten können das Ergebnis sein. Hinzu kommt, dass die wirtschaftliche Bilanz eines Betriebes kaum negativ durch den Kauf eines hochwertigen Schmierstoffes beeinflusst wird. Denn Erfahrungen haben gezeigt, dass die Schmierstoffkosten an den gesamten beeinflussbaren Betriebskosten weniger als **1 %** betragen, während z.B. die Reparatur, Wartung und Pflegekosten fast **50 %** betragen.

Nur ein störungsfreier Betrieb leistungsstarker Anlagen und Maschinen rechtfertigt deren hohe Investitionskosten, und ein Schmierstoff mit erheblichen Qualitätsreserven ist eine der Voraussetzungen dafür.

Die **RCG Nordwest eG, Abteilung Brenn- u. Kraftstoffe** gibt Ihnen gerne weitergehende Informationen und weiß die richtigen Antworten auf Ihre schmierungstechnischen Fragen.

Langjährige Erfahrungen hat die **RCG Nordwest eG** in der Anwendung von Schmierstoffen - **Erfahrungen, die auch Sie nutzen sollten.**