

# DRIVE-IN

Offizielles Mitteilungsblatt des



*Cadillac*  
*Club of Switzerland*

## Oel und Oelzusätze für Oldtimer

ZDDP

Sind moderne Motorenele Killer für ältere Motoren?

**Sind moderne Motorenöle Killer für ältere Motoren?**

von K. Schellenberg

Seit einigen Jahren gibt es in Internet-Foren der Oldtimer-Szene und in Oldtimer- und Auto-Rennsport-Zeitschriften umfangreiche Diskussionen darüber, ob die modernen Motorenöle für ältere Motoren ungeeignet oder sogar schädlich seien. Neben der alten Diskussion Synthetik- versus Mineral-Oel geht es dabei spezifisch um das als Verschleissminderer dem Motorenöl zugegebene ZDDP (Zink-dialkyl-dithiophosphat, siehe Seite 30). Auslöser ist die API-Spezifikation SM von 2005 für moderne Oele, welche den Gehalt an Phosphor (und damit an ZDDP) auf maximal 0.08% reduziert, im Vergleich zu 0.10% (SL 2004, SJ 2001) bzw. 0.120% (SH, 1996).

Die Meinungen gehen weit auseinander und sind wenn auch pointiert, so doch oft von wenig Fachwissen begleitet. Als Besitzer eines mit erheblichem Aufwand frisch revidierten Flathead-Motors von 1938 interessiert mich das Thema natürlich speziell, denn ich möchte nicht nach einigen hundert Kilometern mit einem Motorschaden liegenbleiben, wie es einige der am schwärzesten malenden Pessimisten voraussagen.

Recherchen im Internet ergeben eine Unmenge von Artikeln und Forums-Beiträgen. Und während sich die Oelgesellschaften selbst mit Informationen und Aussagen zur Thematik vornehm zurückhalten, gibt es doch einige Texte, welche sich ernsthaft mit der Problematik beschäftigen. Da viele unserer Club-Mitglieder Cadillacs mit Jahrgängen vor 1975 fahren, dürfte das Thema für sie ebenfalls interessant sein, und ich versuche im Folgenden die meines Erachtens essentiellen Tatsachen und Hintergrundinformationen darzustellen.

Tatsache ist, dass die Motorenöl-Spezifikationen seit 1996 kontinuierlich tiefere Maximal-Gehalte für Phosphor vorschreiben (siehe Kasten). Da Zink, Phosphor und Sulfatasche schlecht sind für Abgaskatalysatoren, haben Ölhersteller den

<b>ZDDP CONTENT</b>			
In recent years, the amount of zinc dialkyl dithiophosphate (ZDDP) antiwear additives in the oil have undergone significant reduction. This data, supplied by oil industry sources, illustrates the downward trend. It is likely that further reductions will occur in the future.			
API Designation or Specific Brand	Year	Approximate Content, Percentage by Weight	
		Zinc	Phosphorous
SH	1996	0.130	0.120
SJ	2001	0.110	0.100
SL	2004		
SM	2005	0.087	0.080
Cosworth Racing	2006	0.125	0.115
Shell Rotella T	2006	0.140	0.130
Pennzoil 20W-50 Racing	2006	0.196	0.180
Quaker State Q Racing	2006	0.200	0.180

Einsatz von Verschleisschutz-Additiven mit Zink und Phosphor reduziert und wechseln zu alternativen Additiven ohne Zink und zu aschefreien Dispergentien in ihren neuen Ölen mit niederem SAPS-Wert (Sulphated Ash Phosphorus Sulfur). Eines dieser zinkfreien Additive ist Bor, welches Katalysatoren und Partikelfilter nicht vergiftet.

**Warnungen zur Vorsicht**

Tatsache ist, dass viele Motorenbauer und Hersteller von Nockenwellen seit etwa 2005 eine deutliche Zunahme von Motorschäden nach wenigen Kilometern beobachten. Dies kann teilweise durch schlechte Qualität (billige Importware, mindere Qualität der Oberflächenhärtung) und extremes Tuning (stark ‚geschärft‘ Nocken) erklärt werden. Ausserdem ist dies ein Markt (Hot-Rod, Muscle Cars, Racing), der nicht gera-

de für schonende Behandlung der Motoren bekannt ist. Dennoch raten einige dieser Hersteller von der Verwendung von Oelen mit der SM-Spezifikation speziell beim Einfahren ab [1] – [4].



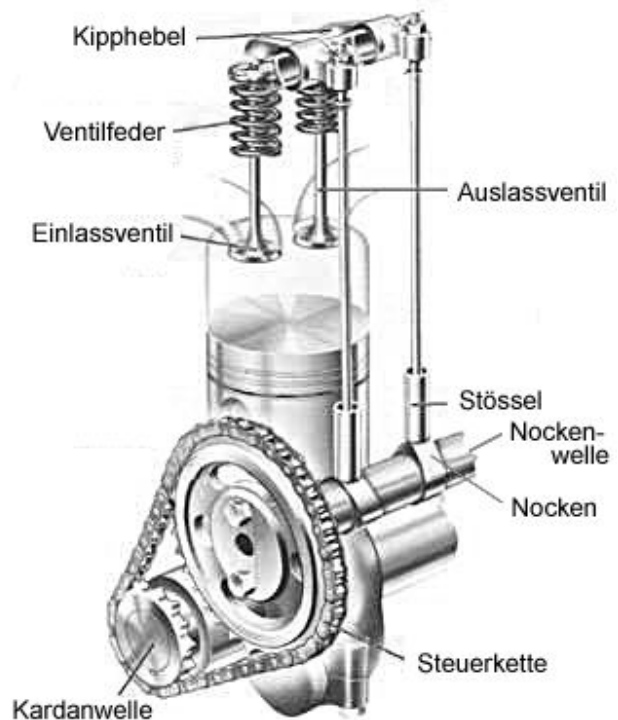
Das Problem starker Abnutzung scheint speziell Motoren mit flachen Ventilstösseln zu betreffen, Ventilstössel mit Rollen sind weniger gefährdet. Flache Ventilstössel wurden bis in die 80er Jahre in vielen Motoren verwendet.

Ein Artikel im „Self-Starter“, der Clubzeitschrift des amerikanischen Cadillac LaSalle Clubs, diskutiert unter dem Titel „Die neuen Oele: ein schwerwiegendes Problem für ältere Autos“ [5] die möglichen Konsequenzen der Reduktion des ZDDP-Gehalts in Motorenölen. Auch hier wird lediglich vermutet, dass dies zu rapider Abnutzung und Schäden an Nockenwelle und Ventilstösseln führen könne.

Hingegen wird eine grössere Testreihe beschrieben, welche eine spezielle Problemzone der Cadillac V8 Motoren von 1936-1948 betrifft. In die-

sen Motoren wird die Verteilerachse, welche auch die Oelpumpe antreibt, über ein Leerlauf-Zahnrad von der Nockenwelle angetrieben. Dieses Zahnrad ist extremen Belastungen ausgesetzt und wurde aus einer speziellen Bronzelegierung hergestellt.

Die im Artikel beschriebene Testreihe zeigt in einem Versuchsaufbau unter annähernd realistischen Bedingungen, dass dieses Zahnrad bei Verwendung eines 10W-30 SL Oels nach äquivalent 90'000 km Laufleistung nur minimale Abnutzung (0.023 in) zeigte. Nach dem



- [1] AERA, American Engine Rebuilder's Association, Technical Bulletin 2333R, November 2007
- [2] COMP Cams Tech Bulletin 255, 11.3.08
- [3] [www.camcraft-cams.com](http://www.camcraft-cams.com)
- [4] AMSOIL Technical Service Bulletin MO-2007-08-08, [www.synthetic-oil.com](http://www.synthetic-oil.com)
- [5] „The New Oils. A Severe Problem for Older Cars“, Carl L. Steig, The Self-Starter, September 2007

Wechsel zu einem 10W-30 SM Oel wurde jedoch bereits nach etwa 2000 km extrem hohe Abnützung (0.080 in) gemessen. Eine Wiederholung des Versuchs mit einem neuen Zahnrad ergab mit SM-Oel das gleiche Resultat: extreme Abnützung nach nur etwa 2000 km Laufleistung. Es war derart abgeschliffen, dass die Spitzen der Zähne rasiermesserscharf waren. In einem weiteren Versuch wurde das zuerst verwendete Zahnrad nochmals eingesetzt, diesmal mit einem Hochleistungs-Renn-Oel (Mobil 1 15W-50, ein Spezialöl für Offroad-Einsatz, nicht das reguläre Mobil 1). Das bereits etwas abgenutzte Zahnrad lief damit weitere 12'000 km und zeigte danach praktisch keinen weiteren Verschleiss. Der Autor schliesst daraus, dass die neuen Oele mit der SM-Spezifikation speziell für diese Cadillac V8 Motoren von 1936 – 1948 absolut zu vermeiden seien, und dass man auch bei anderen Motoren mit flachen Ventilstösseln gut beraten sei, keine Oele mit SM-Spezifikation zu verwenden, sondern zu Oelen mit höheren Zink/Phosphor-Gehalten zu wechseln, wie sie noch für Hochleistungs- und Renn-Anwendungen erhältlich sind.

### Die andere Ansicht

In der GM-Publikation für GM-Händler und Techniker, Techlink, Dezember 2007, spekulierte der GM Ingenieur und Autor Robert M. Olree, dass die Vermutung, die beobachtete Häufung von Nocken- und Ventilstössel-Defekten sei durch die neuen Motorenöle verursacht, ein weiterer Mythos sei, ähnlich wie viele andere, welche sich in der automobilen Mythologie hartnäckig halten. Ich zitiere hier seine Aussagen, wie sie in verschiedenen Artikeln zitiert werden (aus dem Amerikanischen übersetzt):

*„Der neuste Mythos, welcher von Publikationen und Zeitschriften für Liebhaber und Sammler von Oldtimern und Klassik-Autos verbreitet wird, besagt, dass die neuen Motoröle mit der API-Klassifizierung SM (genannt „Starburst“-Öle wegen der Form des API-Siegels auf dem Behälter) schlecht seien für ältere Motoren, weil der Ge-*

### Flathead-Motoren

Motoren bei denen die Ventile seitlich neben den Zylindern angebracht sind. Gelegentlich wird auch der Begriff 'stehende Ventile' verwendet. Da der Zylinderkopf keine Teile des Ventiltriebs enthält, ist er flach, und der Motor kann daher kompakt gebaut werden. Flathead-Motoren wurden bis Ende der 50er Jahre im Automobilbau verwendet. Bei Cadillac wurde der bekannte 346 cui (5.67L) Flathead V-8, der auch in leichten Panzern im Zweiten Weltkrieg zum Einsatz kam und bis heute bei Hot-Rod-Enthusiasten wegen seiner Robustheit legendär ist, von 1937 bis 1948 eingebaut, und danach durch einen 331 cui (5.43L) V-8 abgelöst, den ersten in Serienproduktion hergestellten Motor mit hängenden Ventilen, der mit 160 PS eine höhere Leistung bei 90 kg tieferem Gewicht erbrachte.

*halt an Verschleissminderern reduziert wurde. Das diskutierte Additiv ist ZDP (Zink-dithiophosphat).“ (Bzw. Zink-Dithio-Dialkylphosphat ZDDP. Anm.d.Red.).*

*„Bevor wir diesen Mythos entlarven, müssen wir die Geschichte der Verwendung von ZDP betrachten. Seit mehr als 60 Jahren wird ZDP dem Motorenöl beigefügt, um vor Verschleiss und Oxidation zu schützen. Ursprünglich wurde ZDP zugefügt, um die Korrosion von Kupfer/Blei Lagern zu bremsen. Öle mit Phosphorgehalt im Bereich von 0.03% erfüllten einen Korrosions-Test, der 1942 eingeführt wurde.*

*Mitte der 50er Jahre, als die Einführung von Nockenwellen mit grossem Hub das Potential für Verschleiss erhöhte, wurde der Phosphorgehalt (herrührend von ZDP) in den Bereich von 0.08% erhöht. Ausserdem entwickelte die Industrie einen Satz von Tests (Sequenzen) von denen zwei die Abnützung und den Verschleiss der Ventilsteuerungs-Elemente prüfen.*

Ein höherer Gehalt an ZDP war gut für Verschleiss und Abnutzung von flachen Ventilstößeln, aber es zeigte sich, dass mehr nicht besser war. Obwohl der Verschleiss beim Einfahren mit höheren Phosphor-Werten reduziert wurde, nahm die Langzeitabnutzung zu, wenn der Phosphorgehalt 0.14% überschritt. Und ab etwa 0.20% begann das ZDP die Korngrenzen im Stahl anzugreifen, was zu Absprengungen an der Nockenoberfläche führte.

Ab den 70er Jahren stieg die Anforderung an die Unterdrückung der Oxidation in Ölen für Hochleistungsmotoren. Die Öle hätten sich sonst derart verdicken können, dass sie nicht mehr gepumpt hätten werden können. Da ZDP ein billiges und effektives Antioxidans ist, wurde mehr zugesetzt, so dass der Phosphorgehalt im Bereich von 0.10% war. Aber Phosphor verkürzt die Lebensdauer von Abgaskatalysatoren. Daher wurde in den letzten 10-15 Jahren der ZDP-Gehalt wieder reduziert. Für die neuen API SM Öle ist der Gehalt auf maximal 0.08% begrenzt. Dies wurde unterstützt durch die Einführung moderner, aschefreier Antioxidantien, welche kein Phosphor enthalten".

"Genug Geschichte. Kommen wir zurück auf den Mythos, dass „Starburst“ Öle nicht gut seien für ältere Motoren. Als Argument wird vorgebracht, dass diese Öle zwar perfekt funktionierten in modernen Benzinmotoren mit Rollen-Stößeln, aber in älteren Motoren mit flachen Ventilstößeln katastrophalen Verschleiss verursachten.

Die Tatsachen sagen etwas anderes.

Rückwärts-Kompatibilität war sehr wichtig, als die „Starburst“ Standards von einer Experten-

gruppe von OEM's, Ölgesellschaften und Additiv-Herstellern entwickelt wurden. Ausserdem führten viele Öl- und Additiv-Hersteller mit den neuen Ölen Tests an älteren Motoren durch, und es wurden keine Probleme entdeckt."

„Die neue API SM-Spezifikation umfasst zwei Prüfungen der Abnutzung von Ventilsteuerungselementen. Alle SM-Öl-Formulierungen müssen diese Tests erfüllen.

- Sequenz IVA prüft Verschleiss und Abnutzung der Nockenwelle mit einem Motor mit hängenden Ventilen und einer Nockenwelle mit gleitenden Stößeln (nicht Roller-Stößel).

- Sequenz IIIG prüft Verschleiss und Abnutzung der Nockenwelle und Stößel mit einem V6-Motor mit flachen Ventilstößeln, einem System wie es in den 80er Jahren verwendet wurde.

Diejenigen, welche weiterhin an den Mythos glauben, ignorieren die Tatsache, dass die neuen „Starburst“-Öle ungefähr den gleichen Prozentanteil an ZDP haben wie die Öle, welche in den 50ern das Problem des Nockenwellen-Verschleiss lösten. Es ist richtig, dass sie weniger ZDP enthalten als die Öle, welche die Verdickungsprobleme in den 60ern lösten, aber diese Probleme werden durch Beigabe von aschefreien Antioxidantien gelöst, welche in den 60ern nicht erhältlich waren."

Diese recht provokative Darstellung aus der Sicht eines zugegebenermassen angesehenen Experten wird von verschiedenen Seiten [6], [7] mit ebenso valablen Argumenten relativiert. Hauptsächlich wird darauf hingewiesen, dass die fraglichen Test-Sequenzen mit Motoren durchge-

---

[6] „What motor oil is best for my aircooled Porsche? (or any high performance engine)“, Charles Navarro, [www.lnengineering.com/oil.html](http://www.lnengineering.com/oil.html), 12.2.2008

[7] ZDDPlus Tech Brief #2, Zplus, LLC, 13.05.2008. [www.zddplus.com](http://www.zddplus.com)

führt werden, die unterdurchschnittlich tiefe Auflagekräfte der Stößel aufweisen. Bei älteren Motoren und Hochleistungsmotoren (z.B. luftgekühlte Porsche-Motoren) mit steilen Nocken-Kurven könnten die Auflagekräfte wesentlich höher liegen.

Auch sind die Limiten der Sequenzen IIIG (für SM max. 60µm) und IVA (für SL max. 20µm, für SM max. 60µm) recht hoch angesetzt. Die europäische Spezifikation ACEA A3/B3 ist mit max. 15µm wesentlich schärfer.

**Wieviel ZDDP ist genug?**

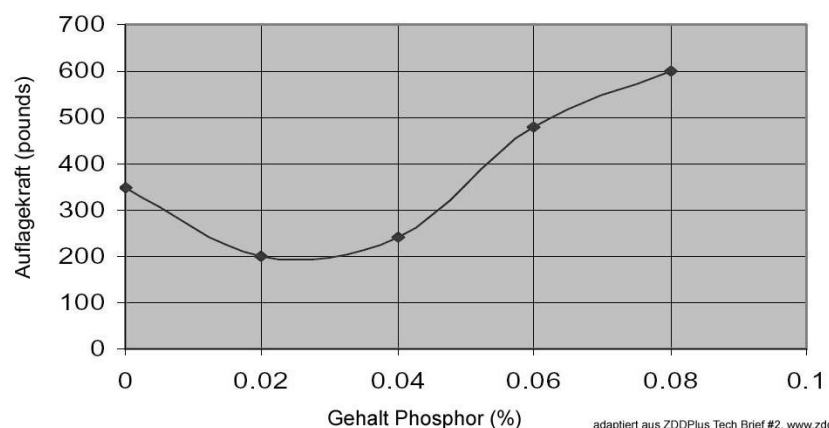
In einer SAE-Publikation [8] und wie oben zitiert vertritt Bob Olree die Ansicht (der Oelindustrie), dass die neue SM-Spezifikation (maximal 0.08% Phosphor) auch den Anforderungen für ältere Motoren genüge.

Es gibt aber andererseits Untersuchungen, welche einen direkten Zusammenhang zeigen zwischen dem minimal erforderlichen ZDDP-Gehalt und der Auflagekraft der Stößel. In einer älteren SAE-Publikation [9] wird berichtet, dass „bei einem ZDDP-Gehalt entsprechend 0.02% Phosphor Verschleiss bei Kräften von 90 Kg (200 pounds) entstand, hingegen brauchte es 110 und 220 Kg (240 bzw. 480 pounds) für Öle mit 0.04% bzw. 0.06% Phosphorgehalt, um Verschleiss zu erzeugen. Bei einer Konzentration von 0.08% Phosphor entstand kein merklicher Verschleiss bis zu Kräften von 270 Kg (600

pounds), der Limite der Testausrüstung. Ohne ZDP (0% Phosphorgehalt) wurde Verschleiss ab 160 Kg (350 pounds) beobachtet“. Siehe Grafik.

Tatsächlich ist die statische Auflagekraft der Ventilstößel für Sequenz IIIG 160 Kg (350 pounds) [8]. Hochleistungsmotoren können jedoch Auflagekräfte von 220 Kg (500 pounds) und mehr aufweisen. Dazu kommt noch die Trägheits(Beschleunigungs)-Belastung, die je nach Masse der Stößel plus Ventile bis das Doppelte der statischen Last erreichen kann. Bezogen auf die oben zitierten Daten von Bennett bedeutete dies, dass ein Mindestgehalt von 0.065% Phosphor (aus ZDDP) erforderlich wäre, um genügend vor Verschleiss zu schützen. Analysen von neuen Ölen (Mobil 1 Extended Performance SM 10W-30 und Valvoline Premium SM 10W-30) auf Zink und Phosphor nach ASTM AA bzw. D-4951 ergaben einen Phosphorgehalt <0.06% in beiden Ölen [7]. Nimmt man dazu die Aussage von Bob Olree ([8], zitiert in [7]): „Es ist eine eher unnötige Übung zu argumentieren, dass moderne Öle Tests erfüllen sollten, welche

Auflagekraft beim Einsetzen von Verschleiss als Funktion des ZDP-Gehalts



[8] Robert M. Olree, Michael L. McMillan, „How Much ZDP is Enough?“, SAE pub. 2004-01-2986, (2004).  
 [9] P.A. Bennett, „A look at the Effects of Lubricant Additives on Surfaces“, SAE pub. 580111,(Jan. 1958).

vor 25 Jahren entwickelt wurden um Motoren zu schützen, welche vor 30 Jahren gebaut wurden“, so ist dies nicht besonders beruhigend. Und auch die Tatsache, dass ZDDP durch Zersetzung wirkt, und daher der Gehalt im Gebrauch abnimmt, ist bedenkenswert.

Es ist sicher nicht die erklärte Absicht der Ölindustrie, neue Öle zu kreieren, welche schlecht für ältere Motoren sind, wie einige Konspirations-Theorien im Internet spekulieren. Ganz sicher gibt es aber in der Ölindustrie den Antrieb neue Öle herzustellen, welche primär auf die Spezifikationen und Anforderungen neuerer Automobile zugeschnitten sind, und nur sekundär auf ältere Fahrzeuge. Dies bedeutet nicht unbedingt, dass sie überhaupt nicht interessiert sind an 30 Jahre alten Muscle Cars. Für die Automobilindustrie ist aber ein altes Auto 10 Jahre alt. Die Autos, welche Oldtimerfans pflegen, sind für die OEM Industrie unsichtbar. Man kann zwar grosses Vertrauen in die Entwicklungsarbeit haben, welche hinter den neuen Ölen steht, doch muss man auch zur Kenntnis nehmen, dass Rückwärtskompatibilität mit 100% der alten Motoren nicht auf dem Produktespezifikationsblatt steht. Die Ölhersteller wissen offensichtlich um die Wichtigkeit von ZDDP für ältere Motoren mit flachen Ventilstösseln, denn einige von ihnen weisen die Besitzer solcher Motoren auf spezielle mit ZDDP formulierte Öle für Klassik-Fahrzeuge hin [10], [11], [12]. Dies zeigt, dass sie die Notwendigkeit von ZDDP für diese Motoren kennen (oder die Befürchtungen der Oldtimerszene markttechnisch ausnützen...). Da der Phosphorgehalt dieser Oele nicht spezifiziert wird, ist Vertrauen angesagt.

## Und nun?

Mit Goethe könnte man sagen „Da steh' ich nun, ich armer Tor, und bin so klug als wie zuvor“. Trotz all diesen Informationen ist guter Rat teuer.

Man kann auf die Aussagen der Ölindustrie (R. Olree) vertrauen, dass die SM-Oele einen genügend hohen Anteil an EP-Additiven (d.h. ZDDP) haben, um Verschleiss bei älteren Motoren mit flachen Stösseln zu verhindern.

Man kann auch den Herstellern der speziell für Klassik-Fahrzeuge angebotenen Oele vertrauen. Allerdings gibt es hier keine Daten über den angeblich höheren Zink/Phosphat-Gehalt.

Oder man kann sich sagen „Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser“ und den ZDDP-Gehalt seines Motorenöls mit Zusätzen selbst auf einen Wert einzustellen versuchen, den man für gut erachtet.

Motorenkonstrukteure und Hersteller von Nockenwellen und Ventilstösseln empfehlen grosszügige Verwendung von Break-In Schmierfetten mit hohem ZDDP-Gehalt beim Zusammenbau, und Break-In Ölzusätze für die ersten 1000 km, aber auch danach für den Normalbetrieb.

In Internet-Foren kommen die ernstzunehmenden Beiträge überwiegend aus dem Bereich Hot-Rod / Muscle Car / Racing, und alle empfehlen Zusatz von ZDDP oder von Additiven auf Molybdänsulfid-Basis (und Hände weg von Ölzusätzen mit Wundereffekten und festen Komponenten, wie z.B. Teflon).

Häufig wird empfohlen, Öle für Dieselmotoren zu verwenden. Diese haben aber seit neuestem

---

[10] Castrol Classic XL 20W-50, „ Finally, a motor oil that's one for the classics...“, [www.castrol.com](http://www.castrol.com): Castrol Switzerland>Produkte>Castrol Classic

[11] Millers Oil Classic Sport 20W-50, [www.oldtimeroel.ch](http://www.oldtimeroel.ch)

[12] Classic Car Motor Oil, [www.classiccarmotoroil.com](http://www.classiccarmotoroil.com).

ebenfalls Spezifikationen mit Phosphorgehalt <0.08%, da Dieselmotoren zunehmend mit Katalysatoren und Partikelfiltern (empfindlich auf Asche) ausgerüstet sind.

Vorgeschlagen werden auch Öle für Rennmotoren. Diese haben zwar hohe ZDDP-Gehalte (bis 0.18% P), sind aber auf kurze Ölwechselintervalle

ausgelegt (Ölwechsel nach jedem Einsatz ist Standard). Sie enthalten daher wenig Antioxidantien, das Viskositätsverhalten ist auf hohe Temperaturen eingestellt, und deswegen sind sie für den Alltagseinsatz wenig geeignet.

Und last but not least gibt es unterdessen auf dem (amerikanischen) Markt mehrere Additive auf ZDDP-Basis:

**GM:** EOS (Engine Oil Supplement) Break-In Additiv. ca. 0.51% P, 0.48% Zn (w/w).

Wurde 2007 aufgegeben, soll nun aber mit neuer Produktnummer (GM EOS part # 88862586 und ev. neuer Zusammensetzung, mit höherem Ca-Gehalt) wieder erhältlich sein. ([www.bobistheoilguy.com](http://www.bobistheoilguy.com) >forums>oil analysis reports>virgin oil analysis)

**COMP Cams:** Engine Break-In Oil Additive #159

Gehalt unbekannt. Empfehlung „refill with clean oil and a bottle (12 oz) of COMP Cams® Engine Break-In Oil Additive at each oil change“. [www.compcams.com](http://www.compcams.com)

**Lucas:** Engine Break-in Oil Additive. Von Lucas Oil Products Inc. (Importeur Schweiz: Velocity Group SA, Mendrisio, [www.velocitygroup.ch](http://www.velocitygroup.ch)).

Gehalt ca. 2.8% P

**ZDDplus:** von Zplus LLC, Burlington NC 27215 (U.S.A.) [www.zddplus.com](http://www.zddplus.com)

Gehalt ca. 4.8% P, 6.8% Zn (w/w).

erhältlich von: Bill Hirsch ([www.hirschauto.com](http://www.hirschauto.com)), [www.davidnavone.com](http://www.davidnavone.com) (auch via ebay), [www.kirbanperformance.com](http://www.kirbanperformance.com)

**Cam-Shield:** von Cam-shield Lubricants, PO Box 284, Annandale NJ 08801 (U.S.A.) [www.cam-shield.com](http://www.cam-shield.com)

Gehalt: ca. 9% P (w/w). Sehr konzentriertes Produkt (reines C6-ZDDP würde ca. 9.4% P enthalten).

Erhältlich direkt via Internet.

Der Phosphorgehalt ist indikativ für den ZDDP-Gehalt. Zink wird oft auch in anderer Form zugegeben (z.B. zur Neutralisierung von Säuren), daher kann der Zink-Gehalt höher sein als aufgrund der chemischen Formel von ZDDP erwartet (P:Zn 0.94:1).

SM-Öle enthalten zwischen 0.06-0.08 % P. Für Motoren mit flachen Stösseln wird ein Gehalt von mindestens 0.13 % P als sicher erachtet. Gehalte über 0.18% P erhöhen nur noch die antioxidative Wirkung, und zu hohe Konzentrationen (grösser als 0.2% P) können sogar schädlich sein.

Um den Phosphorgehalt (im Endvolumen) um 0.10% zu erhöhen, müssen folgende Mengen pro Liter Oel zugegeben werden (basierend auf den Gehaltsangaben der Hersteller, welche als Richtwerte zu verstehen sind):

EOS: 212 ml (7.17 oz)

Lucas: 32 ml (1.08 oz)

ZDDPlus: 18 ml (0.61 oz)

CamShield: 10 ml (0.34 oz)



## Schlussfolgerungen

Eines ist klar: es gibt keine simple Antwort. Klar ist auch, dass Oelhersteller sich bedeckt halten, keine konkreten Aussagen machen und schon gar keine Garantien für die Kompatibilität ihrer Produkte mit älteren Motoren abgeben.

Die heutigen Motorenöle sind Ergebnis langjähriger Erfahrung und enormer Entwicklungsarbeit der Hersteller. Die aktuelle API-Spezifikation SM, welche moderne Oele erfüllen, umfassen speziell entwickelte Verschleisstests für Motoren mit flachen Ventilstösseln. Allerdings können die für diese Tests vorgeschriebenen Motoren nur für einen durchschnittlichen Motorentyp repräsentativ sein. Speziell die für die Abnutzung kritische Auflagekraft der Ventilstössel kann je nach Motorenkonstruktion sehr unterschiedlich sein. Hochleistungsmotoren, wie z.B. von Motorrädern oder die luftgekühlten Motoren von Porsche, liegen klar ausserhalb dieser Kategorie.

Andererseits wird ZDDP nicht nur reduziert, sondern durch andere EP-Additive ohne Phosphor und Zink ersetzt, z.B. auf Basis von Bor. Auch

wird der Verschleisschutz durch andere Parameter stark beeinflusst, wie z.B. die Wirkung der enthaltenen Detergentien, die HTHS-Viskosität (High Temperature High Shear) und andere.

Generell kann man sich auch auf den Standpunkt stellen "nützt's nichts, so schadet es wenigstens nicht" (solange der Gehalt unter 0.2% P bleibt und ausser für Katalysator-Fahrzeuge). Die Kosten eines Zusatzes liegen pro Ölwechsel nicht höher als der Preis eines Liters Motorenöl, und gemessen an den Kosten einer Motorenrevision ist der Zusatzaufwand auch auf Dauer wesentlich günstiger.

Aus Sicht der Oekologie besteht kein Bedenken. Die zusätzlichen Mengen an Zink und Phosphaten sind im Milligramm-Bereich.

Für meinen eingangs erwähnten 38er Flathead-Motor werde ich vorallem im Hinblick auf das speziell belastete Zahnrad das normale SM Mehrbereichsöl mit einem Zusatz ergänzen, um den Gehalt an ZDDP auf ca. 0.15% P zu erhöhen.



---

*Hinweis:* Die Informationen und aufgeführten Zahlen sind aus Publikationen von Herstellern und aus Internetforen zusammengestellt worden. Die SAE-Publikationen [8] und [9] sind nur indirekt aus Zitaten anderer Publikationen zitiert. Der Autor und der Cadillac Club of Switzerland übernehmen keine Verantwortung für die Richtigkeit der Angaben. Der Artikel ist lediglich als Information zu verstehen und stellt keine Empfehlung des Autors oder des Cadillac Club of Switzerland dar.

### Verwendete Abkürzungen:

- API: American Petroleum Institute
  - ACEA: Association des Constructeurs Européens d'Automobiles
  - EP-Additiv: Extreme Pressure Additiv
  - OEM: Original Equipment Manufacturer
  - SAE: Society of Automotive Engineers
-

**Verschleissminderer, EP-Additive**

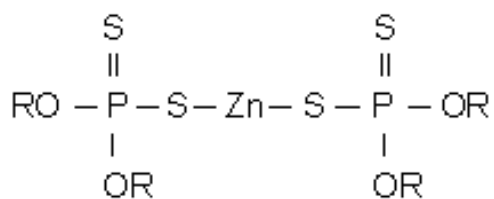
Quelle: www.motorlexikon.de

Diese Additive finden dort ihre Einsatzgebiete, wo ungünstige Reibungszustände zu Mischreibung zwischen gleitenden Motorenteilen führen.

Hier ist es die Aufgabe der Zusätze, sowohl trennende als auch gleitfähige Schichten zu bilden. Dadurch wird ein Verschweißen der hoch beanspruchten Schmierstellen verhindert und der Verschleiß gemindert. Dies kann physikalisch (Absorption), chemisch (Reaktion) oder durch den Zusatz von Festschmierstoffen (Graphit, Molybdändisulfid) bewirkt werden.

EP-Additive sind chemisch reaktive Hochdruckzusätze, z. B. organische Phosphor-, Schwefel- und Chlorverbindungen, die mit der Metalloberfläche reagieren. Lokal erhöhte Reibungswärme und plastische Verformungen führen zur Aktivierung der chemischen Reaktion an den extrem beanspruchten Stellen. Es entstehen meist feste Schichten auf dem Metall, welche durch Abrieb und Neubildung im chemischen Gleichgewicht stehen.

Der wichtigste Vertreter ist das Zink-dialkyl-dithiophosphat (ZDDP).



Die aus den Zink-dialkyl-dithiophosphaten entstehenden Zersetzungsprodukte sind die eigentlich als Verschleißschutzadditiv wirksam werden Komponenten, d.h. ZDDP wird verbraucht, der Gehalt sinkt mit der Gebrauchsdauer des Motorenöls.

Damit ein Motorenöl im gesamten Temperaturbereich verschleißschützende Wirkung hat, ist meist eine Kombination verschiedener Zinkdithiophosphate mit unterschiedlichen Zerfallstemperaturen erforderlich. Zink-dialkyl-dithiophos-

phate werden sowohl als Primär-Alkyl als auch in Form von Sekundär-Alkyl eingesetzt. Außerdem sind Zink-diaryl-dithiophosphate üblich. Der Verwendung der spezifischen Komponenten richtet sich auch stark nach dem Verwendungszweck des Öls, z. B. für Otto- oder Dieselmotoren.

Verschleißminderer sind physikalisch adsorbtiv wirkende Additive. Sie legen sich durch ihre Polarität auf den Metalloberflächen an, und bilden dadurch Schutz- und Reaktionsschichten.

Als Festschmierstoffe werden hauptsächlich Graphit und Molybdän-(IV)sulfid ( $\text{MoS}_2$ ) eingesetzt. Sie zeichnen sich besonders durch ihre Notlaufeigenschaften beim Zusammenbruch der Ölversorgung und bei hohen Temperaturen aus. Der Zusatz von Festschmierstoffen zu Motorenölen ist jedoch meist problematisch, weil diese von den Dispergentien im Öl in Schwebe gehalten werden und die Metalloberflächen nicht erreichen und sie ferner nur bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten eine wesentliche Wirkung entfalten.

Neben den Additiven, deren Zerfallsprodukte schützende Metalloxidschichten aufbauen, werden teilweise organische Reibungsminderer eingesetzt, die auch verschleißschützend wirken. Typische Vertreter sind manche Dicarbonsäureester, die durch Polykondensation zu polymeren Auftragschichten führen.

Neben den Verschleißschutzeigenschaften hat die Gruppe der Zinkdithiophosphate auch Wirkung als Antioxidantien. Als sogenannte Sekundäre Antioxidantien zersetzen sie die im Verlaufe der Öloxidation gebildeten Hydroperoxide, die sonst zu weiteren Kettenreaktionen führen würden. Sie sind auch bei Temperaturen von über 150 °C noch wirksam.

Die Wirkung von Antioxidantien ist nur gegeben, solange sie, wenn auch in kleinsten Mengen, im Öl vorhanden sind. Nach ihrem Verbrauch beginnt das Öl sehr schnell zu altern.