

# Motorenöle – Typische Elementbestandteile in Frischölen sowie Warnwerte für Verunreinigungen und Verschleiß

Element	Verschleiß				Additive/Elementbestandteile im Frischöl				Verunreinigung						
	Warnwert mg/kg		meist in Verbindung mit	Mögliche Ursachen	typischer Bereich		meist in Verbindung mit	Mögliche Ursachen	Warnwert mg/kg		meist in Verbindung mit	Mögliche Ursachen			
	Otto-/Dieselmotor mobil	stationär			Gasmotor stationär	Otto-/Dieselmotor mobil			stationär	Gasmotor stationär			Otto-/Dieselmotor mobil	stationär	Gasmotor stationär
Aluminium	Al	12-55	5-20	Fe, Cu, Zn, Si	Aluminium-Kolben, Ölpumpengehäuse, Ölkühler, Wandlerteile, Turbolader, Führungsbuchsen, Gleitlagerungen. Als Al-Si: Zylinderblock beim Vollaluminium-Motor.				Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	15	Fe, Si	Schmutz aus Lehm- und Tonböden. Bauxithaltiger Staub (Aluminiumoxid).			
Antimon	Sb	1-3	2	3	Pb, Sn	In Verbindung mit Blei oder Zinn aus Legierungen von Gleitlagern. Dichteste im Wankelmotor.			Als Antimonoxid in einigen Schmierfetten als EP-Additiv enthalten.	1-3	10	Kann insbesondere in Deponiegasen als Verunreinigung im Gas enthalten sein. Bestandteil von Weichlot, gelöteten Verbindungen.			
Barium	Ba	1-3	2		Pb, Ni	Gleitlager mit Bleilegierungen, Zündkerzen in Verbindung mit Nickel.		80	Zur Verbesserung von EP-Eigenschaften. Aber kein Standard-Additiv in Motorenölen. Unter Umständen auch Kontamination, z.B. mit Automatikgetriebeöl.		Ca	Reibwertveränderer aus ATFs. Als Barium-Komplex-Seife Bestandteil von Hochtemperaturfetten oder Montagepasten.			
Beryllium	Be	1-3	3		Cu	Aus CuBe-Ventilen und -Ventilsitzen, aus Sinterlagern.			Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	1-3		Komponente in gesinterten keramischen Bauteilen bzw. in Flugturbinenölen.			
Blei	Pb	10-30	10-20		Sn, Cu, Al, Fe	Pleuellager, nahezu alle Laufsichten von Gleitlagern. Mit Sn: gelötete Verbindungsstellen. Mit Al: Lagerschalen. Mit Fe: Lagerschalen, Kurbelwelle.			Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	(3000)		In Flugmotorenölen, die mit AVGAS (bleihaltiges Superbenzin für Flugzeuge) betrieben werden.			
Bor	B					Kein typisches Verschleißelement in Motoren.	10-500	150	P, Zn, Ca	Sauberhaltung und Verschleißschutz.		Na, K	Komponente von Glykol-Frostschutz und Korrosionsschutzmedien. Wasserzusatz von Hochdruckreinigern.		
Cadmium	Cd	2				Komponente in korrosionsgefährdeten Gleitlagern.				Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	1-3		Eventuell als tieferer Farbstoff aus Kunststoffen und Lacken.		
Chlor	Cl					Kein typisches Verschleißelement in Motoren.		50		Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	800		Verunreinigung aus dem Gas, bei Betrieb mit Sondergasen.		
Chrom	Cr	4-28	5-10		Si, Sn, Ni	Kolbenringe, Kurbelwellenlagerung, Kolbenbolzen, Auslassventile, Abdichtelemente, Führungsbuchsen, verchromte Bauteile und Zahnräder. Mit Sn: Wälzlager, Ventilstößel, Kompressor, Wasserpumpe.				Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.			Farbpigmente aus Primern (Zinkchromat).		
Eisen	Fe	80-180	15-30		Si, Cr, Al	Zylinderblock, -kopf, Timing-Zahnräder und -Ketten, Ventile, Ventilstößel und -Führungen, Kurbel-, Nocken- und Kipphebelwelle, Kolbenbolzen, Ölpumpe. Mit Cr: Wälzlager. Mit Cr und Al: Kolben, Kolbenringe, Zylinderlaufbuchsen.				Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.			Rückstand aus unverbranntem Dieselzusatz (Ferrocen).		
Kalium	K					Kein typisches Verschleißelement in Motoren.	65	65	25	Na	Nicht typisch, manchmal zusammen mit Natrium als Alternative zu Kalzium- und/oder Magnesiumverbindungen.	2-30	5-10	Na, B	Zusatz in wässrigen Medien wie Frostschutz-Glykol oder Kühlwasser. Mineralsalz im Streusalz oder Leitungswasser. Salzhaltige Ansaugluft.
Kalzium	Ca	1-3				Seltener Legierungsbestandteil von Legierungen mit Beryllium, Yttrium, Vanadium.	600-5000	500-3500			Detergent-Dispersant-Öladditiv. Verbessert das Reinigungs- und Schmutztragevermögen sowie die thermische Beständigkeit.				Kalkhaltiger Betonstaub, Abbindebeschleuniger, Härtebildner in Leitungswasser, Füllstoffe (Kreide) aus Papier oder PVC.
Kobalt	Co	2				Legierungsbestandteil von hochfesten Stählen.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	1-3			Von blauen Farbpigmenten.
Kupfer	Cu	25-60	10-25		Sn, Pb, Al	Hauptbestandteil von Messing und Bronze. Als Verschleißmetall von Ölpumpe, Pleuel-, Kolbenbolzen-, Kipphebelwellen-Lager, Bronze-Schneckenrädern, gesinterten Brems- und Kupplungsscheiben. Mit Pb und Ruß auch Turboladerlager.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.				Korrosion von Ölkühlern und Ölleitungen aus Kupfer. Bestandteil von Montagepasten.
Lithium	Li	2			Al, Mg	Legierungsbestandteil von Lagern in Bahnmotoren.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	2-10		P, Zn	Hinweis auf Kontamination mit lithiumverseiften Fett- oder Montagepasten. Bestandteil von Mehrzweckfetten (Verdicker).
Magnesium	Mg	4-8	2-6		Al, Zn	Bauteile aus Druckguss.	100-1500	0-50			Verbessert den Korrosionsschutz, die thermische Stabilität und das Schmutztragevermögen von Motorenölen. Erhöht die alkalische Reserve (BN).			Ca, Na	Härtebildner in Leitungs- oder Kühlwasser.
Mangan	Mn	1-3			Fe	Aus Stahl/Legierungen von Ventilen, Wälzlagern, Zahnrädern oder Wellen.					Als Additiv sehr selten. Kann in Einzelfällen außerhalb Europas als Kraftstoffadditiv in Ottokraftstoffen Verwendung finden.	1-3		Si	Selten. In Kombination mit Si Verunreinigung in Manganminen. (Bei Fahrzeugen aus Nordamerika eventuell auch aus entsprechend additivierten Ottokraftstoffen).
Molybdän	Mo	4-20	4-20	15		Synchronringe in Getrieben, Kolbenringe, temperaturbeständige Stähle.			0-500		Verschleißreduzierender Friction Modifier und Oxidationsinhibitor in modernen Mehrbereichsölen, heute nur noch selten als MoS2-Pigmente.		20	S	Reste aus MoS2-haltigen Montagepasten oder Dichtmaterialien, MoS2-haltiger Ölzusatz.
Natrium	Na	2			Al, Si	Bestandteil von Al-Si-Legierungen.	20	20	20		Seltene Additivkomponente. In einigen Motorenölen als Ersatz für Kalzium- oder Magnesiumverbindungen.	5-30	20-30	K, B	Zusatz im Frostschutz-Glykol oder Kühlwasser. Streusalz, Leitungs- oder Schmutzwasser, salzhaltige Ansaugluft. Verdicker in Schmierfetten.
Nickel	Ni	1-5			Fe	Auslassventile, Ventilführungen, Turbolader. Höhere Warnwerte für Flugzeugmotoren mit nikasilbeschichteten Komponenten.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.				Nickelhaltige (Neverseeze) Montagepaste.
Phosphor	P					Kein typisches Verschleißelement in Motoren.	600-2000	0-500	Zn	Optimiert als ZnDTP (Zinkdithiophosphat) die EP-Eigenschaften. Verschleiß-Oxidations- und Korrosionsschutz. Reduziert die Reibung, deaktiviert Metalloberflächen. Kann aber als „Katalysatorgift“ wirken.				Kunstdünger (Staub).	
Schwefel	S					Kein typisches Verschleißelement in Motoren.	500-6000	500-9500	Ca, Zn	Bestandteil von (meist mineralölbasischem) Grundöl. Verschleiß- und Korrosionsschutz, meist in Verbindung mit Phosphor oder Zink. Kann als „Katalysatorgift“ wirken.				Abrieb aus kautschukhaltigen Gummimischungen, Kunstdünger.	
Silber	Ag	1-3	8			Silberbeschichtete Laufflächen hoch belasteter Gleitlager, wie z.B. in Motoren von Lokomotiven.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.	1-3		Sn	Rückstände von Silberlot.
Silizium	Si	10			Al	Aus Aluminium-Legierungen (Vollaluminium-Motor).			20		Antischaum-Additiv.	15-30	15-30/ 200-300*		Staub aus Ansaugluft, Abrieb von silikonhaltigen Dichtungen, Rückstand von Trennmitteln und Silikonfetten. *Bei Gasmotoren: organische Verbindungen (Silane/Siloxane) aus Sondergasen.
Titan	Ti	1-3				Legierungsbestandteil in Federn und Ventilen, von keramischen Bauteilen.			35		Marker in Additivkombinationen.	1-3			Öl-Niveauanzeiger (Schwimmer). Als weißes Titandioxid in Kunststoffen oder Farben.
Vanadium	V	1-3			Cr	Als Chrom-Vanadium-Stahl Legierungsbestandteil in Ventilen und Ventilfedern.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.				Ungewöhnlich als Verunreinigung.
Wolfram	W	1-3				Selten. Legierungsbestandteil in Stahl zur Verbesserung von Härte und Korrosionsbeständigkeit.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.		1-3		Werkzeugstahl-Reste aus der Fertigung; Elektroschrott, z.B. Glühlampen – als Verunreinigungen aus Deponiegasen.
Zink	Zn	4-20			Al, Cu, Pb	Bauteile aus Druckguss oder Messing, verzinkte Komponenten wie Filter-Stützkern.	bis 2000	0-700	P, S, Ca	Verbessert meist in Verbindung mit anderen Aditivelementen den Verschleißschutz und die Oxidationsbeständigkeit.		Cr	Zinkhaltige Farbpigmente (Zinkchromat).		
Zinn	Sn	12-24	5-10		Cu, Pb, Al	Laufschicht von Pleuel-, Kipphebelwellen- und Kolbenbolzen-Gleitlagern. Mit Blei: meist aus Weißmetalllagern. Mit Kupfer: aus verchromten Teilen.					Keine typische Additivkomponente für Motorenöl.			Pb, Si	Hauptbestandteil (bis zu 95%) von Lötzinn, aus PVC-Abrieb.

Die Aussagefähigkeit der Werte ist abhängig vom Motortyp, dessen Ölfüllmenge, dem Öltyp und der Einsatzzeit (Kilometerleistung, Betriebsstunden) der Ölfüllung.

Das Überschreiten eines einzelnen Warnwertes bedeutet nicht zwangsläufig, dass das Öl gewechselt werden muss.

Maßgebend für die Aussagefähigkeit der Warnwerte ist eine vergleichende Trendbeobachtung mit vorherigen Proben aus dem gleichen Motor.

### Für Motorenöle gilt grundsätzlich:

- Verschleißwerte sind umso niedriger anzusetzen: Je größer das Ölvolumen, je kürzer die Öleinsatzzeit, je niedriger die Drehzahl, je geringer die Belastung.
- Additive und deren Veränderungen sind immer in Bezug auf Vermischung oder Additivabbau kritisch zu hinterfragen.
- Warnwerte für Verunreinigungen gelten unabhängig von der Betriebszeit, Ölmenge und den Betriebsbedingungen.

Von den 29 Elementen in dieser Tabelle geben wir im Laborbericht 18 als Standard an. Die übrigen werden nur über 1 mg/kg erwähnt. Dabei ermitteln wir auch seltene oder schwer zu bestimmende Elemente. Die aufgeführten Grenzwerte beruhen auf den Daten von mehr als 500.000 Gebrauchtlöproben aus Motoren unterschiedlichster Bauart, die von uns untersucht wurden.

Die hier veröffentlichten Grenzwerte bzw. Toleranzbereiche dienen allerdings nur zur allgemeinen Orientierung unter üblichen Standzeiten und Ölfüllmengen des jeweiligen Falles. Diagnosen mit höchster Treffsicherheit können nur von unseren Ingenieuren erstellt werden, die sämtliche Werte im Zusammenspiel unter Berücksichtigung

der individuellen Einsatzbedingungen betrachten.

Mit den typischen Motorenöl-Warnwerten schließen wir unsere Serie ab. Die Werte für Hydrauliköle haben wir im Winter 2014 und die für Getriebeöle im Frühjahr 2015 veröffentlicht. Alle Ausgaben stehen im Downloadbereich auf [www.oelcheck.de](http://www.oelcheck.de) zur Verfügung.