



Betriebs- und Wartungshandbuch

Empfehlungen für Flüssigkeiten in Einbau-Dieselmotoren von Caterpillar

Wichtige Hinweise zur Sicherheit

Die meisten Unfälle beim Umgang, bei der Wartung und Reparatur von Maschinen entstehen durch die Nichtbeachtung grundsätzlicher Sicherheitsregeln oder -vorkehrungen. Oft lassen sich Unfälle dadurch verhindern, dass gefährliche Situationen im Voraus erkannt werden. Die betroffenen Personen müssen sich der Gefahren bewusst sein. Sie müssen auch über die richtige Ausbildung, die Fertigkeiten und Werkzeuge verfügen, um diese Arbeiten richtig durchführen zu können.

Eine unsachgemäße Inbetriebnahme, Schmier- oder Wartungsmethode oder Reparatur ist gefährlich und kann zu Körperverletzungen, unter Umständen mit Todesfolge, führen.

Vor der Inbetriebnahme oder der Durchführung von Schmier- und Wartungsarbeiten sowie Reparaturen müssen alle entsprechenden Informationen sorgfältig gelesen und verstanden worden sein.

In diesem Handbuch und an der Maschine befinden sich Sicherheitshinweise und Warnungen. Eine Nichtbeachtung dieser Warnungen kann zu Körperverletzungen, unter Umständen mit Todesfolge, führen.

Auf die Gefahren wird durch ein "Symbol" gefolgt von einem "Signalwort", wie zum Beispiel "GEFAHR", "WARNUNG" oder "ACHTUNG" hingewiesen. Das Symbol "WARNUNG" wird im Folgenden gezeigt.



Die Bedeutung dieses Symbols ist wie folgt:

Achtung! Aufpassen! Es geht hier um Ihre Sicherheit!

Die unter der Warnung erscheinende, die Gefahr beschreibende Information kann in schriftlicher oder bildlicher Form dargestellt sein.

Auf Arbeitsgänge, die lediglich zu Maschinenschäden führen können, wird an der Maschine und in diesem Handbuch durch "HINWEIS" aufmerksam gemacht.

Caterpillar kann nicht alle Umstände voraussehen, die eine Gefahr darstellen. Die in diesem Handbuch enthaltenen und an der Maschine angebrachten Warnungen sind daher nicht allumfassend. Wenn ein nicht speziell von Caterpillar empfohlenes Werkzeug, Verfahren, eine Arbeitsmethode oder Betriebstechnik angewandt wird, muss sich das Wartungspersonal davon überzeugen, dass es und andere Personen nicht gefährdet werden. Darauf achten, dass die Maschine durch das gewählte Verfahren des Betriebs, der Schmierung, Wartung oder Reparatur nicht beschädigt oder in einen unsicheren Betriebszustand versetzt wird.

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen, Spezifikationen und Abbildungen beziehen sich auf die zur Zeit der Drucklegung vorhandenen Informationen, Spezifikationen, Anziehdrehmomente, Drücke, Abmessungen, Einstellungen, Abbildungen und anderes und können sich jederzeit ändern. Diese Änderungen können sich auf die Serviceverfahren auswirken. Vor der Aufnahme irgendwelcher Arbeiten müssen die umfassendsten und neuesten Informationen eingeholt werden. Die Caterpillar-Händler verfügen über die neuesten Informationen.



Wenn für diese Maschine Ersatzteile benötigt werden, empfiehlt Caterpillar, ausschließlich Caterpillar-Ersatzteile oder solche zu verwenden, die u.a. die gleichen technischen Merkmale hinsichtlich Typ, Festigkeit, Materialeigenschaften und die gleichen Maße aufweisen.

Bei Nichtbeachtung dieser Warnung besteht Verletzungs- oder sogar Lebensgefahr! Ferner kann Nichtbeachtung vorzeitige Ausfälle der Teile und Beschädigung der Maschine zur Folge haben.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 4

Wartung

Schmiermittel 5

Kraftstoffspezifikationen 34

Kühlsystem 66

Zusätzliche Information

Referenzliteratur 91

Stichwortverzeichnis

Stichwortverzeichnis 98

Vorwort

Informationen zu dieser Veröffentlichung

Dieses Handbuch in der Ablage für Handbücher lagern.

Die Information in diesem Dokument ist die neueste Information, die für Kühlmittel, Kraftstoffe und Schmierstoffe erhältlich ist. Für die besonderen Schmieranforderungen Ihres Motors siehe Betriebs- und Wartungshandbuch.

Bei Fragen zu Ihrem Motor, dieser Veröffentlichung oder dem Betriebs- und Wartungshandbuch wenden Sie sich bitte an einen Caterpillar-Händler für die neuesten Informationen.

Sicherheit

Siehe Betriebs- und Wartungshandbuch Ihres Motors zu allen Sicherheitsinformationen. Die grundlegenden Sicherheitsanweisungen im Abschnitt Sicherheit müssen gelesen und verstanden worden sein. Zusätzlich zu den Sicherheitsvorkehrungen beschreibt dieser Abschnitt den Wortlaut und die Lage der Warnzeichen auf der Maschine.

Vor dem Betrieb, der Schmierung, der Wartung und der Reparatur des Motors müssen die grundlegenden Sicherheitsvorkehrungen im Abschnitt Sicherheit gelesen und verstanden worden sein.

Wartung

Zu allen Wartungserfordernissen siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch Ihres Motors. .

Wartungsintervalle

Zum Bestimmen der Wartungsintervalle die Information zu Wartungsintervallen im Betriebs- und Wartungshandbuch des Motors verwenden. Die tatsächlichen Einsatzbedingungen des Motors bestimmen die Wartungsintervalle ebenfalls. Daher ist möglicherweise unter äußerst schwierigen, staubigen, nassen oder sehr kalten Einsatzbedingungen häufigeres Schmieren und Warten als zu den angegebenen Wartungsintervallen notwendig.

Wartung

Schmiermittel

i03564282

Allgemeine Schmiermittelinformationen

SMCS-Code: 0645; 1000; 1300; 1348; 7581

HINWEIS

Wir sind bestrebt, genaue und aktuelle Informationen bereitzustellen. Mit der Benutzung des vorliegenden Dokuments erkennen Sie an, dass Caterpillar für Irrtümer nicht haftet.

Die bereitgestellten Informationen sind die neuesten Empfehlungen für die Caterpillar-Dieselmotoren, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind. Diese Information ersetzt alle früheren Empfehlungen, die für die von der vorliegenden Fachliteratur erfassten Caterpillar-Dieselmotoren veröffentlicht wurden. Für einige Motoren werden spezielle Flüssigkeiten benötigt, und diese Spezialprodukte müssen auf Dauer verwendet werden. Siehe entsprechendes Betriebs- und Wartungshandbuch.

Die vorliegende Veröffentlichung ist eine Ergänzung des Betriebs- und Wartungshandbuchs. Diese Fachliteratur ersetzt nicht die Betriebs- und Wartungshandbücher für die jeweiligen Motoren.

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich für die aktuellsten Empfehlungen an Ihren Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Um Beschädigung Ihrer Cat-Maschine und/ oder Ihres Cat-Motors zu vermeiden, kaufen Sie Ihre Cat-Flüssigkeiten und Cat-Filter nur bei Ihrem Caterpillar-Händler oder bei einer von Caterpillar autorisierten Vertriebsstelle. Eine Liste der von Caterpillar autorisierten Vertriebsstellen ist bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich.

Wenn Sie bei einer nicht autorisierten Verkaufsstelle Flüssigkeiten und/oder Filter kaufen, die wie Cat-Flüssigkeiten und/oder Cat-Filter aussehen, ist die Gefahr groß, dass Sie "nachgeahmte" Produkte kaufen, die nur wie Caterpillar-Produkte aussehen.

Obwohl nachgeahmte oder "gleich aussehende" Produkte äußerlich wie Originalprodukte von Cat erscheinen können, ist ihre Leistungsfähigkeit und Qualität typischerweise sehr gering.

Bei Verwendung von nachgeahmten oder "gleich aussehenden" Produkten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der Motor und/oder die Maschinenkomponenten beschädigt werden.

HINWEIS

Viele der in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen sind miteinander verknüpft. Vor der Anwendung einer aufgeführten Information muss der Benutzer dieser Fachliteratur die Information vollständig gelesen und verstanden haben.

Wenden Sie sich für Fragen zu den in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Für zusätzliche Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen (einschließlich Wartungsintervallempfehlungen/-anforderungen) siehe das jeweilige produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Handelsübliche Produkte die vorgeben, dass sie "Cat" und/oder "Caterpillar"-Anforderungen erfüllen, ohne aber die Erfüllung der spezifischen Cat-Empfehlungen und/oder Anforderungen zu dokumentieren, bieten unter Umständen nicht akzeptable Leistung und können die Nutzungsdauer von Motoren und Maschinenkomponenten verringern. Für Caterpillar-Flüssigkeitsempfehlungen und -anforderungen siehe die Informationen in der vorliegenden Fachliteratur und im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Vor der Durchführung empfohlener bzw. vorgeschriebener Wartungsarbeiten muss der Benutzer dieser Fachliteratur alle Sicherheitsvorschriften in der vorliegenden Fachliteratur und in den produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren bzw. Maschinen gelesen und verstanden haben.

Für Fragen zu den in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch oder wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Anweisungen zur Montage des Filters befinden sich an der Seite jedes Caterpillar-Anschraubfilters. Bei Fremdfilterndie Montageanweisungen des Filterherstellers befolgen.

HINWEIS

Um die erwartete Nutzungsdauer des Kraftstoffsystems zu erreichen, muss für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Common-Rail-Kraftstoffsystemen und für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Pumpe-
düse-Injektor-Kraftstoffsystemen ein Kraftstoffsicherheitsfilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer eingesetzt werden. Für alle anderen Caterpillar-Dieselmotoren (zumeist ältere Motoren mit einem Kraftstoffsystem mit Pumpe, Leitung und Einspritzdüse) wird die Verwendung eines Kraftstoffsicherheitsfilters mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer dringend empfohlen. Alle gegenwärtigen Caterpillar-Motoren sind ab Werk mit Caterpillar-Feinfiltern mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer ausgestattet.

Für zusätzliche Information zu von Caterpillar entwickelten und hergestellten Filtrierprodukten siehe in der vorliegenden Fachliteratur "Referenzmaterial", "Filter" und "Verschiedenes" und wenden Sie sich für Empfehlungen für Ihre Caterpillar-Maschine an Ihren Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Fehlerhafte Motorkühlmittelthermostate sowie Betrieb bei geringen Lasten, kurzen Betriebstakten, übermäßigem Leerlauf oder Betrieb in Umgebungen, in denen die normale Betriebstemperatur selten erreicht wird, können dazu beitragen, dass sich zu viel Wasser im Kurbelgehäuseöl ansammelt. Korrosionsschaden, Kolbenablagerungen und höherer Ölverbrauch können die Folge sein. Wenn kein vollständiges Öldiagnoseprogramm durchgeführt wird oder die Ergebnisse ignoriert werden, nimmt die Gefahr von Korrosionsschäden und Kolbenablagerungen zu.

HINWEIS

Die Verwendung von Flüssigkeiten, die die Mindestleistungsanforderungen nicht erfüllen, kann die Leistung von Komponenten verringern und zu Komponentenausfall führen.

Die Behebung von Problemen/Ausfällen, die darauf zurückzuführen sind, dass die vorgeschriebenen Mindestleistungsanforderungen für die Flüssigkeiten für die entsprechende Komponente nicht erfüllt wurden, werden von der Caterpillar Inc.-Garantie nicht abgedeckt und liegen im Verantwortungsbereich des Flüssigkeitsherstellers und des Kunden.

Um maximale Leistung und Nutzungsdauer sicherzustellen, müssen für Schwereinsätze Flüssigkeiten mit höherer Leistung verwendet werden, als die in der vorliegenden Fachliteratur für typische Anwendungen aufgeführten Flüssigkeiten, bei denen die Minimalleistungsanforderungen ausreichend sein können.

Wenn in Caterpillar-Produkten Flüssigkeiten anderer Hersteller verwendet werden, hat dies ALLEIN ein keine Auswirkungen auf die Caterpillar-Garantie. Es ist jedoch zu beachten, dass Ausfälle, die auf die Befüllung mit und Verwendung von Flüssigkeiten anderer Hersteller zurückzuführen sind, nicht auf Caterpillar-Werksdefekten beruhen, und von der Caterpillar-Garantie NICHT abgedeckt werden. Caterpillar kann die vielen Arten von Flüssigkeiten anderer Hersteller und ihre Auswirkung auf Caterpillar-Produkte nicht beurteilen. Die Verwendung dieser Produkte liegt im Ermessensbereich des Kunden, der für ALLE Risiken und Auswirkungen der Verwendung dieser Produkte verantwortlich ist.

Anmerkung: Um maximale Leistung und Nutzungsdauer der Komponenten sicherzustellen, müssen die Flüssigkeiten die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten, von Caterpillar gestellten, hohen Leistungsanforderungen für die jeweilige Komponente erfüllen. Flüssigkeiten die, diese Anforderungen nicht erfüllen, sind nicht akzeptabel. (Beispiel: Wenn Cat ECF-1-a, Cat ECF-2 oder Cat ECF-3 für typische Anwendungen vorgesehen ist, muss für Schwereinsätze ein Öl verwendet werden, dass der Cat ECF-3 Spezifikation entspricht, um maximale Leistung und Nutzungsdauer zu erzielen).

HINWEIS

Das Nichtbefolgen der in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Empfehlungen kann zu Leistungsverringerung und Komponentenschaden führen.

Caterpillar-Flüssigkeiten

Caterpillar-Flüssigkeiten sind von Caterpillar zugelassen, um die Leistung von Caterpillar-Komponenten und die Nutzungsdauer von Caterpillar-Komponenten zu optimieren. Caterpillar-Flüssigkeiten werden in Motoren und Maschinen verwendet, die von Caterpillar-Händlern vertrieben werden. Caterpillar-Flüssigkeiten sind auch zu Wartungszwecken erhältlich. Weitere Informationen zu diesen Ölen sind beim Caterpillar-Händler erhältlich.

Caterpillar empfiehlt die Verwendung der folgenden Caterpillar-Flüssigkeiten/Schmiermittel:

- Cat DEO (Dieselmotoröl)
- Cat DEO-ULS (Multigrade Diesel Engine Oil - Ultra Low Sulfur, Mehrbereichsdieselöl - extrem schwefelarm)
- Cat Arctic DEO SYN (Synthetisches DieselmotorölSAE 5W-40)
- Cat Arctic DEO SYN (Synthetisches DieselmotorölSAE 0W-30)
- Cat-Mehrzweckschmierfett
- Cat Advanced 3Moly Schmierfett
- Cat Ultra 5Moly Schmierfett
- Cat Schmierfett Desert Gold
- Cat Schmierfett Arctic Platinum
- Cat Highspeed Kugellagerschmierfett
- Cat White Assembly Grease (Weißes Montagefett)
- Cat ELC (Extended Life Coolant, Langzeitkühlmittel)
- Cat DEAC (Diesel Engine Antifreeze/Coolant, Dieselmotor-Kühl-/Frostschutzmittel)

Anmerkung: Je nach Region kann die Verfügbarkeit der verschiedenen **Caterpillar-Flüssigkeiten variieren**.

Anmerkung: Für Cat-Maschinen sind zusätzliche Caterpillar -Flüssigkeiten erhältlich.

Die hier aufgeführte Information bezieht sich auf Einbau-Dieselmotoren von Caterpillar. Für weitere Schmiermittelempfehlungen siehe Fachliteratur, SGBU6250, "Empfehlungen für Wartungsflüssigkeiten in Caterpillar-Maschinen", Fachliteratur, SGBU6400, "Schmiermittel-, Kraftstoff- und Kühlmittlempfehlungen für Caterpillar-Gasmotoren", Fachliteratur, SGBU6385, "Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar" und Fachliteratur, SEBU7003, "Caterpillar 3600 Series und C280 Series Diesel Engine Fluids Recommendations (Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Caterpillar-Dieselmotoren der Serien 3600 und C280". Wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler, um sicherzustellen, dass Sie die aktuellste Ausgabe dieser Publikation haben.

i03564278

Motoröl (Empfehlungen zu Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten für alle Caterpillar- Direkteinspritzmotoren der Baureihen 3500, C175 und kleineren Direkteinspritzmotoren)

SMCS-Code: 1348; 7581

Ausgenommen von dieser Empfehlung sind die Schiffsmotoren 3116 und 3126 mit mechanischen Pumpendüsen (MUI).

Cat DEO (Dieselmotoröl)

Die Cat-Öle wurden entwickelt und getestet, damit die Cat-Motoren die volle Leistung und Nutzungsdauer erreichen, für die sie entwickelt und gebaut wurden. Die Dieselmotoren werden ab Werk mit Cat-Motorölen befüllt. Diese Öle werden von Cat-Händlern zur Verwendung bei den weiteren Ölwechseln angeboten. Weitere Informationen zu diesen Ölen sind bei Ihrem Cat-Händler erhältlich.

Cat DEO and Cat DEO-ULS werden mit firmeneigenen Tests umfassend für die Verwendung in Motoren geprüft. Aufgrund der großen Unterschiede in Qualität und Leistung handelsüblicher Öle empfiehlt Caterpillar die Verwendung folgender Öle:

- **CatDEO (Dieselmotoröl) (10W-30)**
- **Cat DEO (Dieselmotoröl) (15W-40)**

- **CatDEO-ULS** (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) (10W-30)
- **Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) (15W-40)**

Anmerkung: Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) und CatDEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle werden für **ALLE** Cat-Dieselmotoren empfohlen, die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführt sind. Handelsübliche Öle, die nicht von Caterpillar angeboten werden, sind als eine Gruppe von Ölen zweiter Wahl zu betrachten.

Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle und Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) Mehrbereichsöle weisen die richtigen Mengen an Detergentzusätzen, Dispersanzzusätzen und Alkalität auf, so dass eine hervorragende Leistung in den Cat-Dieselmotoren sichergestellt ist, für die sie empfohlen werden.

Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) und Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle sind in verschiedenen Viskositätsklassen erhältlich, darunter SAE 10W-30 und SAE 15W-40. Mehrbereichsöle bieten die richtige Viskosität für einen breiten Betriebstemperaturbereich.

Mehrbereichsöle ermöglichen einen niedrigen Ölverbrauch und ein geringes Maß an Kolbenablagerungen.

Anmerkung: In Caterpillar-Dieselmotoren der Baureihe 3500, Baureihe, C175 und und kleineren Direkteinspritz-Dieselmotoren keine Einbereichsöle verwenden.

HINWEIS

Öle mit mehr als 1% Sulfatascheanteil dürfen nicht in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen verwendet werden.

Um die erwarteten Sulfatasche-Serviceintervalle, Leistung und Nutzungsdauer zu erreichen, müssen mit Nachbehandlungseinrichtungen ausgerüstete Dieselmotoren Cat DEO-ULS verwenden, oder Öle der Kategorie API CJ-4 die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen. Öle die die Cat ECF-2 Spezifikation erfüllen und einen Sulfatascheanteil von höchstens 1% aufweisen, sind für die meisten Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen zulässig. Bei Verwendung von Ölen mit mehr als 1% Sulfatasche in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen müssen die Sulfatasche-Serviceintervalle gekürzt werden. Außerdem verringert sich die Motorleistung. Für weitere Informationen siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motors und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle und Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) Mehrbereichsöle können auch in Dieselmotoren anderer Hersteller und in Benzinmotoren verwendet werden. Siehe die Veröffentlichungen des Herstellers zu den empfohlenen Kategorien/Spezifikationen. Kategorien/Spezifikationen mit den Spezifikationen des Cat DEO Mehrbereichsöls und des Cat DEO-ULS Mehrbereichsöls vergleichen. Die geltenden Industrienormen für das Cat DEO Mehrbereichsöl und das Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl sind auf dem Etikett und in den Produktdatenblättern aufgeführt.

Für die Bestellnummern und lieferbaren Gebindegrößen wenden Sie sich bitte an Ihren Cat-Händler.

Anmerkung: Das Cat DEO Mehrbereichsöl übertrifft die Anforderungen der folgenden Cat-Spezifikationen für Kurbelgehäuse-Flüssigkeit (ECF): Cat ECF-1-a und Cat ECF-2. Das Cat DEO Mehrbereichsöl übertrifft die Leistungsanforderungen der folgenden Ölklassen des American Petroleum Institute (API): API CI-4, API CI-4 PLUS, API CH-4, API CG-4 und API CF. Die Verfügbarkeit von Cat DEO Mehrbereichsöl, das die genannten Anforderungen übertrifft, ist regional verschieden. Cat DEO SAE 15W-40 besteht außerdem zusätzliche firmeneigene Tests, darunter folgende: Haften der Kolbenringe, Ölabbstreifprüfungen, Verschleißprüfungen und Rußprüfungen. Caterpillars Tests sollen gewährleisten, dass das Cat-Mehrbereichsöl eine hervorragende Leistung in den Cat-Dieselmotoren erbringt. Darüber hinaus übertrifft das Cat-Mehrbereichsöl viele der Leistungsanforderungen, die andere Hersteller von Dieselmotoren stellen. Dieses Öl ist daher eine ausgezeichnete Wahl für viele Unternehmen mit gemischtem Maschinenpark. **Echtes Hochleistungsöl wird durch die Berücksichtigung einer Kombination der folgenden Faktoren erzeugt: Prüfungen nach den Industrienormen, firmeneigene Prüfungen, Einsatzstudien und Erfahrung mit ähnlichen Mischungen. Bei der Zusammensetzung und Entwicklung von Caterpillar-Schmiermitteln, die sich sowohl durch hohe Leistung als auch durch vorzügliche Qualität auszeichnen, werden diese Faktoren berücksichtigt.**

Anmerkung: Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl übertrifft die Anforderungen der Cat-Spezifikationen ECF-1-a, Cat ECF-2 und Cat ECF-3. Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl übertrifft die Leistungsanforderungen der folgenden API-Ölklassen: API CJ-4, API CI-4, API CI-4 PLUS, API CH-4, API CG-4 und API CF. Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl besteht außerdem zusätzliche firmeneigene Tests, darunter folgende: Haften der Kolbenringe, Ölabbreißprüfungen, Verschleißprüfungen und Rußprüfungen. Caterpillars Tests sollen gewährleisten, dass das Cat-Mehrbereichsöl eine hervorragende Leistung in den Cat-Dieselmotoren erbringt. Darüber hinaus übertrifft das Cat-Mehrbereichsöl viele der Leistungsanforderungen, die andere Hersteller von Dieselmotoren stellen. Dieses Öl ist daher eine ausgezeichnete Wahl für viele Unternehmen mit gemischtem Maschinenpark. **Echtes Hochleistungsöl wird durch die Berücksichtigung einer Kombination der folgenden Faktoren erzeugt: Prüfungen nach den Industrienormen, firmeneigene Prüfungen, Einsatzstudien und Erfahrung mit ähnlichen Mischungen.. Bei der Zusammensetzung und Entwicklung von Caterpillar-Schmiermitteln, die sich sowohl durch hohe Leistung als auch durch vorzügliche Qualität auszeichnen, werden diese Faktoren berücksichtigt.**

Handelsübliche Öle

Empfehlungen zu Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten für alle aktuellen und früheren Caterpillar-Dieselmotoren, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind

Anmerkung: Handelsübliche Öle, die nicht von Caterpillar angeboten werden, sind als eine Gruppe von Ölen zweiter Wahl zu betrachten. Innerhalb dieser Gruppe von Ölen zweiter Wahl gibt es Leistungsabstufungen.

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

Caterpillar entwickelte die Spezifikationen für Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten (ECF), damit handelsübliche Hochleistungs-Dieselmotoröle zur Verfügung stehen, die eine zufriedenstellende Nutzungsdauer und Leistung in den Cat-Dieselmotoren bieten, für die sie empfohlen werden.

Es gibt gegenwärtig drei Cat-Spezifikationen für Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten: Cat ECF-1-a, Cat ECF-2 und Cat ECF-3. Die jeweils höhere Cat ECF Spezifikation stellt eine höhere Leistung gegenüber niederen Cat-Spezifikationen sicher. Cat ECF-3 bietet beispielsweise eine höhere Leistung als Cat ECF-2, und gegenüber Cat ECF-1-a bietet Cat ECF-3 eine wesentlich höhere Leistung.

Anmerkung: Die Cat-Spezifikationen ECF-1-a und Cat ECF-2 ersetzen ab 1. März 2007 die Cat-Spezifikation ECF-1.

Anmerkung: Cat DEO und DEO-ULS müssen umfassende firmeneigene Tests für Tauglichkeit in Dieselmotoren bestehen, zusätzlich zu den Tests für die verschiedenen Cat ECF Spezifikationen und API Kategorien, die sie ebenfalls bestehen müssen. Diese zusätzlichen firmeneigenen Tests stellen sicher, dass Dieselmotor-Mehrbereichsöle von Cat, wenn sie gemäß den Anwendungsempfehlungen verwendet werden, eine hervorragende Leistung in Cat-Dieselmotoren erbringen. Wenn kein Cat DEO oder DEO-ULS Mehrbereichsöl verwendet wird, nur handelsübliche Öle verwenden, die den folgenden Kategorien/Spezifikationen entsprechen:

- Wenn die empfohlenen und bevorzugten Cat-Dieselmotoröle nicht verwendet werden, können handelsübliche Öle, die den Anforderungen der Cat-Spezifikation ECF-1-a, der Cat-Spezifikation ECF-2 und/oder der Cat-Spezifikation ECF-3 entsprechen, in den von der vorliegenden Fachliteratur erfassten Cat-Dieselmotoren verwendet werden. API-klassifizierte Öle, die nicht den Anforderungen von wenigstens einer Cat ECF Spezifikation gerecht werden, können zu einer Verkürzung der Motornutzungsdauer führen. Bitte beachten Sie, dass einige Motoren/Motoranwendungen Öle mit höherer Leistung benötigen, wie z.B. Cat ECF-3 anstelle von Cat ECF-2 oder Cat ECF-1-a.
- Wenn die empfohlenen und bevorzugten Cat-Dieselmotoröle nicht verwendet werden, sind handelsübliche Öle für die Verwendung in den in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Cat-Dieselmotoren zulässig, wenn sie die Cat-Spezifikation ECF-3 erfüllen. Nach Cat DEO-ULS und Cat DEO sind handelsübliche Öle, die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen, die bevorzugten Öle, verglichen mit handelsüblichen Dieselmotorölen, die die Anforderungen der Cat ECF-3 Spezifikation für die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Cat-Dieselmotoren nicht erfüllen. Bitte beachten Sie, dass einige Motoren/Motoranwendungen Öle mit höherer Leistung benötigen, wie z.B. Cat ECF-3 anstelle von Cat ECF-2 oder Cat ECF-1-a.

Öle, die den Anforderungen der API-Klasse CJ-4 entsprechen, erfüllen die Spezifikation Cat ECF-3.

HINWEIS

Öle mit mehr als 1% Sulfatascheanteil dürfen nicht in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen verwendet werden.

Um die erwarteten Sulfatasche-Serviceintervalle, Leistung und Nutzungsdauer zu erreichen, müssen mit Nachbehandlungseinrichtungen ausgerüstete Dieselmotoren Cat DEO-ULS verwenden, oder Öle der Kategorie API CJ-4 die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen. Öle die die Cat-Spezifikation ECF-2 erfüllen und einen Sulfatascheanteil von höchstens 1% aufweisen, sind für die meisten Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen zulässig. Bei Verwendung von Ölen mit mehr als 1% Sulfatasche in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen müssen die Sulfatasche-Serviceintervalle gekürzt werden. Außerdem verringert sich die Motorleistung. Für weitere Informationen siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch des jeweiligen Motors und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Schwereinsätze erfordern Dieselmotoröle mit höherer Leistung

Um maximale Leistung und Nutzungsdauer der Komponenten sicherzustellen, müssen für Schwereinsätze, wie z.B. bei einem Lastfaktor von mehr als 75%, Betrieb bei hoher Luftfeuchtigkeit, Betrieb mit einem Schwefelgehalt von über 0,1% (1000 ppm), usw. Flüssigkeiten mit höherer Leistung verwendet werden, als die in der vorliegenden Fachliteratur für typische Anwendungen aufgeführten Flüssigkeiten, bei denen die Minimalleistungsanforderungen ausreichend sein können. (Beispiel: Wenn Cat ECF-1-a, Cat ECF-2 oder Cat ECF-3 für typische Anwendungen vorgesehen ist, muss für Schwereinsätze ein Öl verwendet werden, dass der Cat ECF-3 Spezifikation entspricht, um maximale Leistung und Nutzungsdauer zu erzielen).

Anmerkung: Außerdem müssen in Bezug auf den Schwefelgehalt weitere Ölfaktoren berücksichtigt werden. Siehe die verschiedenen Anschnitte zu "Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen" in der vorliegenden Fachliteratur. Siehe auch den Abschnitt "Schwefelgehalt in Dieselmotoren" in der vorliegenden Fachliteratur.

HINWEIS

Bei der Auswahl von Öl für einen Motor müssen immer sowohl die Ölviskosität als auch die Ölleistungskategorie/-Spezifikation entsprechend den Angaben des Motorenherstellers definiert und erreicht werden. Wird nur einer dieser Parameter berücksichtigt, ist das Öl für einen Motoreinsatz nicht ausreichend definiert.

Zur Bestimmung der richtigen Viskositätsklasse des Dieselmotoröls dient die Tabelle "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur - Dieselmotoren mit Direkteinspritzung" in der vorliegenden Fachliteratur.

HINWEIS

API-klassifizierte Öle, die nicht den Anforderungen von wenigstens einer Cat ECF Spezifikation gerecht werden, können zu einer Verkürzung der Motornutzungsdauer führen.

HINWEIS

Wenn diese Schmierstoffempfehlungen nicht eingehalten werden, kann sich die Lebensdauer des Motors durch Kohleablagerungen an den Kolben und Lackbildung an den Laubbuchsen und/oder übermäßigen Verschleiß verkürzen.

Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung

Die Durchführung der Cat planmäßigen Öldiagnose wird dringend empfohlen, um die Nutzungsdauer des Öls zu bestimmen.

Anmerkung: Die folgende Information zur Ölnutzungsdauer in Bezug auf Gesamtbasenzahl (GBZ) dient nur zur allgemeinen Information und wird nicht zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer empfohlen. **Wenn, wie weiter unten beschrieben, die Hälfte der Gesamtbasenzahl als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird, muss auch immer eine komplette Öldiagnose durchgeführt werden.**

Anmerkung: Die GBZ wird häufig auch als Basenzahl (Base Number (BN) bezeichnet.

Der erforderliche Mindestwert für die Gesamtbasenzahl hängt vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab. Bei Verwendung von Destillatkraftstoffen in Motoren mit Direkteinspritzung muss die GBZ des frischen Öls mindestens zehn Mal so hoch sein wie der Schwefelgehalt des Kraftstoffs. Die Gesamtbasenzahl wird normalerweise nach dem Verfahren *ASTM D2896* festgestellt.

Anmerkung: Unabhängig vom Schwefelgehalt im Kraftstoff muss frisches Öl mindestens eine GBZ von 7 aufweisen. Einer der Faktoren, die für die Unbrauchbarkeit des Dieselmotoröls sprechen, ist die Halbierung der GBZ des frischen Öls. Zum besten Schutz Ihres Motors ist jedoch die Cat planmäßige Öldiagnose die bevorzugte Methode zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer. Wenn die Hälfte der ursprünglichen Gesamtbasenzahl als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird ist es am besten, die beiden Testmethoden *ASTM D2896* und *ASTM D4739* zur Bestimmung der Gesamtbasenzahl des frischen und des alten Öls zu verwenden. Wenn das Öl aufgrund der Halbierung der GBZ des frischen Öls gewechselt wird, das Öl wechseln, wenn mit einem der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ festgestellt wurde.

Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D2896* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D2896* auf einen Wert von 5 gesunken ist, und Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D4739* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D4739* auf einen Wert von 5 gesunken ist. Das Öl immer dann wechseln, wenn eine der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ feststellt.

Öle mit hoher GBZ und/oder hohem Ascheanteil können starke Kolbenablagerungen verursachen. Diese Ablagerungen können zu höherem Ölverbrauch und Lackbildung in der Zylinderbohrung führen.

Viele Faktoren tragen zur schnellen Verminderung der Gesamtbasenzahl (GBZ) bei, u.a.:

- Hoher Schwefelgehalt (je höher der Schwefelgehalt, desto schneller wird die GBZ vermindert.)
- Fehlerhafte Motorkühlmittelthermostate
- Betrieb mit geringen Lasten
- Kurze Betriebsstakte
- Übermäßiger Betrieb im Leerlauf
- Betrieb in Einsätzen, bei denen die normale Betriebstemperatur nur selten erreicht wird

- Hohe Luftfeuchtigkeit (die zu übermäßiger Kondensation führt)

Die in den Punkten 2 bis 7 aufgeführten Zustände können dazu führen, dass sich zu viel Wasser im Kurbelgehäuseöl befindet. Das Wasser verbindet sich mit Schwefel und bildet Schwefelsäure, deren Neutralisierung zu schneller Verringerung der GBZ führt.

HINWEIS

Je nach Einsatzbeanspruchung, örtlichen Umweltverhältnissen und Wartungspraktiken kann der Betrieb von Dieselmotoren mit Direkteinspritzung und Vorkammer-Dieselmotoren mit Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von über 0,1 Prozent (1000 ppm) eine erhebliche Kürzung der Ölwechselintervalle erfordern, um ausreichenden Verschleißschutz zu gewährleisten. Für weitere Informationen siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen" "Schwefelgehalt in Dieselmotorkraftstoff".

Anmerkung: Für Vorkammer-Dieselmotoren, die hauptsächlich im Jahr 1990 oder früher hergestellt wurden, muss die GBZ des frischen Öls mindestens 20 mal so hoch sein wie der Schwefelgehalt des Kraftstoffs. Die in der vorliegenden Fachliteratur für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung aufgeführten Ölsorten, Spezifikationen und Viskositätsklassen gelten auch für Vorkammer-Dieselmotoren. Für weitere Information über Flüssigkeiten für Vorkammer-Dieselmotoren siehe die vorliegende Fachliteratur, "Motoröl für Vorkammer-Dieselmotoren (Empfehlungen für alle Caterpillar-Vorkammer-Dieselmotoren der Baureihe Serie 3500 und kleiner)".

Anmerkung: DIESE FACHLITERATUR DARF NICHT ALS ALLEINIGE GRUNDLAGE ZUM BESTIMMEN DER ÖLWECHSELINTERVALLE VERWENDET WERDEN.

Diese Fachliteratur gibt keine Angaben zu spezifischen Ölwechselintervallen, sollte aber zusammen mit den Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren/Maschinen zur Bestimmung akzeptabler Ölwechselintervalle konsultiert werden. Für weiteren Rat zur Optimierung und/oder Bestimmung zulässiger Ölintervalle und ähnlichen Themen siehe die Betriebs- und Wartungshandbücher und wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Die Cat planmäßige Öldiagnose trägt zum Umweltschutz bei und ist bestens geeignet die Nutzungsdauer des Öls und des Motors zu optimieren. Wenden Sie sich für einen Test zur Bestimmung von sicheren, optimierten Ölwechselintervallen an Ihren Caterpillar-Händler.

Die in den Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren aufgeführten Ölwechselintervalle gelten für typische Anwendungen unter folgenden Bedingungen:

- Verwendung empfohlener Öle
- Verwendung guten Kraftstoffs
- Befolgung guter Wartungspraktiken nach geltenden Industrienormen
- Die für den jeweiligen Motor im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch aufgeführten Wartungsintervalle befolgen.

Schwerere Einsätze können kürzere Ölwechselintervalle erfordern, während leichtere Einsätze längere als die Standard-Ölwechselintervalle ermöglichen können. Hohe Lastfaktoren (über 75%), besonders im Zusammenhang mit hohem Schwefelgehalt, können eine deutliche Verkürzung der Standardölwechselintervalle erfordern.

Wenden Sie sich für das für Ihre Zwecke geeignete Prüfverfahren zum Bestimmen der Ölwechselintervalle bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Zum Schutz Ihres Motors und zur Optimierung der Ölwechselintervalle in Bezug auf Motoranwendung und Beanspruchung ist die Cat planmäßige Öldiagnose

- als selbstverständlich empfohlen
- dringend zur Bestimmung der Ölwechselintervalle empfohlen, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs zwischen 0,05% (500 ppm) and 0,5% (5000 ppm) liegt
- erforderlich, zur Bestimmung der Ölwechselintervalle wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs über 0,5% (5000 ppm) liegt.

Anmerkung: Die Einsatzverhältnisse des Motors spielen eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung, welchen Effekt der Schwefelgehalt des Kraftstoffs auf Motorablagerungen und Motorverschleiß hat. Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an Ihren Caterpillar-Händler.

Empfehlungen zur Schmierstoffviskosität für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung

Die richtige Viskositätsklasse (nach SAE) des Öls wird durch die tiefste Umgebungstemperatur, bei der ein kalter Motor gestartet werden muss, und die höchste Umgebungstemperatur während des Motorbetriebs bestimmt.

Zur Bestimmung der notwendigen Ölviskosität für Kaltstarts siehe Tabelle 1 - Tiefsttemperatur.

Zur Bestimmung der Ölviskosität für den Betrieb des Motors bei der höchsten zu erwartenden Umgebungstemperatur siehe die Spalte "Höchsttemperatur" in Tabelle 1.

Anmerkung: Generell ein Öl mit der höchsten Viskosität wählen, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist.

Wenn die Umgebungstemperaturen beim Starten des Motors die Verwendung eines Mehrbereichsöls der Klasse SAE 0W erfordern, ist im allgemeinen die Viskositätsklasse SAE 0W-40 der Viskositätsklasse SAE 0W-30 vorzuziehen.

Anmerkung: Die Viskositätsklasse SAE 10W-30 wird für die folgenden Dieselmotoren bevorzugt, wenn die Umgebungstemperatur zwischen -18 °C (0 °F) und 40 °C (104 °F) liegt.

- C7
- C-9
- C9
- 3116
- 3126

Zur Wahl der korrekten Ölviskositätsklasse für unterschiedliche Umgebungstemperaturen siehe Tabelle 1 und die zugehörigen Fußnoten.

Anmerkung: Dieselmotoren der Serie C175 erfordern **Mehrbereichsöl** SAE 40. IE: SAE 0W-40, SAE 5W-40, SAE 10W-40, or SAE 15W-40. Bei Umgebungstemperaturen von -9,5° C (15° F) oder höher ist SAE 15W-40 die bevorzugte Viskositätsklasse. Zur Wahl der korrekten Ölviskositätsklasse für unterschiedliche Umgebungstemperaturen siehe Tabelle 1 und die zugehörigen Fußnoten.

Tabelle 1

i02933518

Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur - Dieselmotoren mit Direkteinspritzung ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾		
Viskositätsklasse	Umgebungstemperatur	
	Tiefsttemperatur	Höchsttemperatur
SAE 0W-30	-40 °C (-40 °F)	30 °C (86 °F)
SAE 0W-40	-40 °C (-40 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 5W-30	-30 °C (-22 °F)	30 °C (86 °F)
SAE 5W-40	-30 °C (-22 °F)	50 °C (122 °F)
SAE 10W-30	-18 °C (0 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 10W-40	-18 °C (0 °F)	50 °C (122 °F)
SAE 15W-40	-9,5 °C (15 °F)	50 °C (122 °F)

(1) Für Empfehlungen zu Ölsorten für Dieselmotoren siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Motoröl".

(2) Für extreme Kaltstarts unterhalb der tiefsten angegebenen Umgebungstemperatur wird zusätzliches Vorwärmen empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein. Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist.

(3) Die Viskositätsklasse SAE 10W-30 wird für die Dieselmotoren 3116, 3126, C7, C-9 und C9 bevorzugt, wenn die Umgebungstemperatur zwischen -18 °C (0 °F) und 40 °C (104 °F) liegt.

(4) Dieselmotoren der Serie C175 erfordern **Mehrbereichsöl** SAE 40. IE: SAE 0W-40, SAE 5W-40, SAE 10W-40, or SAE 15W-40. Bei Umgebungstemperaturen von -9,5° C (15° F) oder höher ist SAE 15W-40 die bevorzugte Viskositätsklasse.

Anmerkung: Für extreme Kaltstarts unterhalb der tiefsten angegebenen Umgebungstemperatur wird zusätzliches Vorwärmen empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein. Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist.

Für weitere Informationen siehe Abschnitte "Empfohlene Schmiermittel" und "Schmiermittel für Tieftemperaturen" in der vorliegenden Fachliteratur.

Empfohlene Schmiermittel

SMCS-Code: 1000; 7000; 7581

Wahl der Viskositätsklasse

Die Umgebungstemperatur ist die Lufttemperatur in der unmittelbaren Umgebung des Motors. Diese kann sich je nach Motoreinsatz von der allgemeinen Umgebungstemperatur eines geografischen Gebiets unterscheiden. Beim Auswählen der ordnungsgemäßen Ölviskosität sind die regionale Umgebungstemperatur **und** die mögliche Umgebungstemperatur bei einem bestimmten Motoreinsatz zu beachten. Im Allgemeinen ist die höhere Temperatur als Auswahlkriterium für die Viskosität des Öls zu verwenden. Generell ist das Öl mit der höchsten Viskosität auszuwählen, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist. Als Richtlinie gelten die Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und die dazugehörigen Fußnoten. Bei Einsätzen unter arktischen Bedingungen gehören zu den bevorzugten Methoden der Einsatz einer beheizten Haube oder einer angemessen dimensionierten Motorvorwärmung und die Verwendung eines Öls einer höheren Viskositätsklasse. Es werden durch Thermostat geregelte Vorwärmgeräte bevorzugt, die das Öl zirkulieren lassen.

Die ordnungsgemäße Viskositätsklasse des Öls wird durch die tiefste Umgebungslufttemperatur (Luft in der unmittelbaren Umgebung des Motors) bestimmt. Dies ist die Temperatur beim Startvorgang und Betrieb des Motors. Zur Wahl der richtigen Viskositätsklasse siehe Spalte "Tiefsttemperatur" in der Tabelle. Diese führt die tiefste Umgebungstemperatur auf, die beim Starten und Betreiben eines kalten Motors jeweils zulässig ist. Die mit "Höchsttemperatur" bezeichnete Spalte benutzen, um die Viskositätsklasse für den Betrieb des Motors bei der höchsten zu erwartenden Temperatur zu wählen. Sofern in der Tabelle "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" nichts Anderes angegeben wird, Öl mit dem höchsten Viskosität verwenden, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist.

Bei Motoren im Dauerbetrieb oder unter hoher Last müssen Öle mit höherer Viskosität verwendet werden. Öle mit hoher Viskosität gewährleisten den bestmöglichen Schmierfilm. Ausnahmen sind der vorliegenden Fachliteratur, "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und den zugehörigen Fußnoten der Tabellen zu entnehmen. Weitere Auskunft erhalten Sie von Ihrem Händler.

Anmerkung: Die Öle SAE 0W und SAE 5W werden im Allgemeinen nicht für Motoren im Dauerbetrieb und/oder unter hoher Last empfohlen. Als Richtlinie gelten die Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und die dazugehörigen Fußnoten. Öle mit hoher Viskosität gewährleisten den bestmöglichen Schmierfilm. Weitere Auskunft erhalten Sie von Ihrem Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Um die maximale Motorleistung und -lebensdauer zu erreichen, sind die richtige Ölviskosität **UND** Ölsorte (Kategorie/Spezifikation) erforderlich. Beim Auswählen des Motoröls **NICHT** nur auf die Ölviskosität oder nur auf die Ölsorte achten. Wenn das Motoröl nur nach der Ölviskosität oder nur nach der Ölsorte ausgewählt wird, kann das zu Leistungsminderung und Motorausfall führen. Siehe Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und **ALLE** dazugehörigen Fußnoten sowie den Abschnitt "Schmiermittel" in dieser Veröffentlichung.

HINWEIS

Die Fußnoten sind ein Bestandteil der Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" - **ALLE** Fußnoten müssen gelesen werden!

HINWEIS

Bei kälteren Umgebungsbedingungen kann ein Aufwärmverfahren für den Motor und/oder eine zusätzliche Vorwärmung der Motorflüssigkeiten erforderlich sein. Motorspezifische Aufwärmverfahren sind normalerweise im Betriebs- und Wartungshandbuch für den Motor zu finden. Zu den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" in dieser Veröffentlichung gehören Fußnoten, die auf die Vorwärmung eingehen.

HINWEIS

Wenn die Empfehlungen in den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und den zugehörigen Fußnoten nicht beachtet werden, kann das zu Leistungsminderung und Motorausfall führen.

HINWEIS

Beim Ermitteln des empfohlenen Öls für ein bestimmtes Motorsystem darf **NICHT** nur die Ölviskosität in Betracht gezogen werden. Die Ölsorte (Kategorie/Spezifikation) **MUSS** ebenfalls berücksichtigt werden.

Anmerkung: Öle unterschiedlicher Marken können verschiedene Additivpakete einsetzen, um die verschiedenen Motorleistungsanforderungen zu erfüllen. Ölmarken nicht vermischen, wenn optimale Ergebnisse erzielt werden sollen.

Anmerkung: Je nach Region kann die Verfügbarkeit der verschiedenen Caterpillar-Öle variieren.

i03564274

Schmiermittel für Tieftemperaturen

SMCS-Code: 1300; 1348; 7581

HINWEIS

Aufgeführte Motorwarmlaufverfahren müssen eingehalten werden. Siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor. Siehe auch die entsprechende Fußnote der Tabelle "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" in der vorliegenden Fachliteratur.

HINWEIS

Eine zu lange Leerlaufdauer kann zu übermäßiger Wasseransammlung im Kurbelgehäuseöl beitragen, und dadurch Korrosion, Schlammablagerung und andere Probleme verursachen. Außerdem kann eine zu lange Leerlaufdauer die Verschmutzung von Einspritzelementen, Ablagerungen an Kolben und im Verbrennungsraum, Korrosionsschäden und höheren Ölverbrauch verursachen.

Für die richtige Ölsortenwahl siehe den Abschnitt "Motoröl" in der vorliegenden Fachliteratur.

Zur Bestimmung der richtigen Viskositätsklasse dienen die Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" in der vorliegenden Fachliteratur. Siehe außerdem in der vorliegenden Fachliteratur, "Empfohlene Schmiermittel".

HINWEIS

Wenn die Empfehlungen in den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und den zugehörigen Fußnoten nicht beachtet werden, kann dies zu Leistungsminderung und Motorausfall führen.

HINWEIS

Beim Ermitteln des empfohlenen Öls für ein bestimmtes Motorsystem darf **NICHT** nur die Ölviskosität in Betracht gezogen werden. Die Ölsorte (Kategorie/Spezifikation) **MUSS** ebenfalls berücksichtigt werden.

Um das Starten bei kalter Witterung zu erleichtern, ist die vorschriftsmäßige Wartung aller Komponenten des elektrischen Systems des Motors sicherzustellen. Sämtliche Elektrokabel und Anschlüsse müssen frei sein von: Scheuerstellen, schadhafter Isolierung und Korrosion. Batterien müssen vollständig aufgeladen und warm gehalten werden. Batterien und Batteriekabel müssen dem jeweiligen Einsatz entsprechend dimensioniert sein.

Zur Unterstützung beim Kaltstart bei tiefen Temperaturen gibt es verschiedene Starthilfen. Die Anweisungen des jeweiligen Herstellers müssen befolgt werden. Siehe auch die Informationen im Vorwort der vorliegenden Fachliteratur, "Produkte anderer Hersteller und Garantieleistungen".

Weitere Informationen zum Betrieb bei kalter Witterung finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen". Außerdem ist zu beachten in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlsystem".

Vor dem Starten des Motors ist sicherzustellen, dass das Motoröl ausreichend fließfähig ist. Öl durch Herausziehen des Messstabs kontrollieren. Wenn das Öl vom Messstab tropft, ist es flüssig genug, so dass der Motor starten kann. Kein mit Kerosin verdünntes Öl verwenden. Kerosin verdunstet im Motor. Dadurch verdickt sich das Öl. Kerosin führt zum Anschwellen und Aufweichen von Silikondichtungen. Kerosin verdünnt die Öladditive. Verdünnung der Öladditive vermindert die Leistungsfähigkeit des Öls und den Schutz des Motors durch die Öladditive.

Wenn für den Einsatz bei tieferen Temperaturen ein Öl einer anderen Viskositätsklasse gewählt wird, muss auch der Ölfilter gewechselt werden. Wird der Filter nicht gewechselt, kann sich das Öl im Filter und Filtergehäuse völlig verfestigen. Motor nach dem Ölwechsel laufen lassen, damit das dünnere Öl sich verteilen kann.

Zum Starten eines völlig durchgekühlten Motors und für den Betrieb eines Motors bei Umgebungstemperaturen unter -18 °C (0 °F) Grundöle verwenden, die bei tiefen Temperaturen fließfähig sind. Diese Mehrbereichsöle gehören zur Viskositätsklasse SAE 0W oder SAE 5W. Ein Beispiel für die Viskositätsklasse ist SAE 5W-40.

Zum Starten eines völlig durchgekühlten Motors und für den Betrieb eines Motors bei Umgebungstemperaturen unter -30 °C (-22 °F) ein synthetisches Mehrbereichsöl verwenden. Das Öl muss zur Viskositätsklasse SAE 0W oder SAE 5W gehören. Ein Öl verwenden, dessen Pourpoint unter -40 °C (-40 °F) liegt.

Anmerkung: Öl der höchsten Viskositätsklasse verwenden, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist. Wenn in der Tabelle "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" eine andere Ölviskositätsklasse aufgeführt ist, Öl der in der Tabelle genannten Viskositätsklasse verwenden. **Bei Einsätzen unter arktischen Bedingungen besteht die bevorzugte Methode für die Schmierung darin, eine angemessen dimensionierte Motorraumheizung einzusetzen und ein Öl mit höherer Viskosität zu verwenden.** Für weitere Informationen siehe "Empfohlene Schmiermittel" in der vorliegenden Fachliteratur.

Anmerkung: Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist. Für extreme Kaltstarts bei Temperaturen unter den in den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" aufgeführten Tiefsttemperaturen wird zusätzliche Wärmezufuhr empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein.

HINWEIS

Bei Motoren, die mit Flüssigkeits- oder Wannenvorwärmgeräten oder beheizten Hauben ausgerüstet sind oder deren Betrieb unter Last aufrechterhalten wird, kann und sollte normalerweise Öl mit höherer Viskosität verwendet werden. Die Viskositätsklassenempfehlungen für Umgebungstemperaturen unter "**Tiefsttemperatur**" in den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" (Abschnitt "Wartung") gelten für extreme Kaltstartbedingungen. Es ist das Öl mit der höchsten Viskosität zu verwenden, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist - **ABER** bei **Dauerbetrieb (mehrere Schichten pro Tag)** und/oder beim Einsatz von **Flüssigkeits- oder Wannenvorwärmgeräten** usw. ist ein Öl mit höherer Viskosität zu verwenden, **NICHT** das Öl mit der empfohlenen Mindest-Viskosität für extreme Kaltstartbedingungen. Dank der höheren Viskosität wird die größtmögliche Dicke des Ölfilms erreicht. Ausnahmen sind den Tabellen "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur" und zugehörigen Fußnoten zu entnehmen.

Beispiel: Für Caterpillar-Dieselmotoren wird bei extremen Kaltstarts bei -40 °C (-40 °F) Mehrbereichsöl der Viskositätsklasse SAE 0W (SAE 0W-30 usw.) empfohlen. Wenn der Dieselmotor im Dauerbetrieb läuft, kann Motoröl der Viskositätsklasse SAE 15W-40 verwendet werden, das in dieser Situation normalerweise die bevorzugte Ölviskosität ist.

HINWEIS

Wenn die Umgebungsbedingungen es rechtfertigen, kann die Verwendung eines Öl der empfohlenen Spezifikation/Kategorie mit höherer Viskosität erforderlich sein, um einen ausreichend dicken Ölfilm zu erreichen.

HINWEIS

Aufgeführte Motorwarmlaufverfahren müssen eingehalten werden. Siehe Betriebs- und Wartungshandbuch.

i03564273

Motorenöl (Schiffsmotoren 3116 und 3126)

SMCS-Code: 1348; 7581

Empfehlungen

Caterpillar empfiehlt, bei den Schiffsdieselmotoren 3116 und 3126 mit mechanischen Pumpendüsen (MUI) keine Mehrbereichsöle zu verwenden.

Bei Mehrbereichsölen dienen Polymere mit hoher Molekülmasse als Viskositätsindexverbesserer.

Wenn das aus dem Kurbelgehäuse durchblasende Gas durch den Turbolader und den Ladeluftkühler strömt, können sich die Viskositätsindexverbesserer im Öldunst am Turboladerverdichter und am Ladeluftkühlerblock ablagern.

Diese Verschmutzung des Turboladers und Ladeluftkühlers führt zu verringertem Luftdurchsatz, Leistungsverlust und mehr schwarzem Rauch. Das Ausstoßen von schwarzem Rauch hat Rußablagerungen am Heckspiegel des Schiffes zur Folge.

Anmerkung: Caterpillar empfiehlt die Verwendung von Einbereichsölen, die alle Anforderungen gemäß API CF-4 erfüllen, für alle Schiffsmotoren 3116 und 3126 MUI, sofern nicht das aus dem Kurbelgehäuse durchblasende Gas vom Luftfiltereinlass gänzlich weggeleitet wird.

Cat SAEO (Spezialeinsatz-Motoröl)

Anmerkung: Cat SAEO ist für den Einsatz in den Caterpillar-Schiffsdieselmotoren 3116 und 3126 mit mechanischen Pumpendüsen bestimmt. Dies schließt alle Schiffsdieselmotoren 3116 und 3126 ein, deren Seriennummer folgendermaßen beginnt: (S/N: 6SR), (S/N: 8NM), (S/N: 4KG), (S/N: 1SK), (S/N: 1ZJ), (S/N: 6MK) und (S/N: 4EZ).

Werksseitig werden die Schiffsmotoren 3116 und 3126 mit Cat SAEO befüllt. Das für die Werksfüllung verwendete Öl hat folgende Eigenschaften:

- Kategorie API CF-4
- Viskositätsklasse SAE 30

Caterpillar empfiehlt folgendes Motoröl zum Erreichen der maximalen Leistung bei den Schiffsdieselmotoren 3116 und 3126 mit mechanischen Pumpendüsen:

- Cat SAEO (SAE 30)
- Cat SAEO (SAE 40)

Handelsübliche Öle (Schiffsmotoren 3116 und 3126)

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

Statt Cat SAEO können folgende handelsübliche Öle verwendet werden:

- Einbereichsöl mit einer Viskosität von SAE 30 oder SAE 40, das alle Anforderungen der Kategorie API CF-4 erfüllt, wird bevorzugt.
- Einbereichsöl mit einer Viskosität von SAE 30 oder SAE 40 mit einem Additivpaket nach API CF-4 oder API CG-4, das KEINEN Viskositätsverbesserer enthält, ist zulässig.

Informationen über zulässige handelsübliche Einbereichsöle sind erhältlich bei Ihrem Öllieferanten oder beim Caterpillar-Kundendienst:

1-800-447-4986

Um die richtige Wahl zu treffen, wenn ein handelsübliches Einbereichsöl der Kategorie API CF-4 verwendet werden soll, kann die folgende Erklärung der Kategorie API CF-4 herangezogen werden:

API CF-4 – Im Vergleich mit den Ölen nach API CF und den veralteten Ölkategorien CE und CD erreichen die Öle nach API CF-4 bessere Ölabbreiwirkung und verminderte Kolbenablagerungen. Verglichen mit Ölen der API-Kategorie CF und der veralteten Kategorie CD lösen die Öle der API-Kategorie CF-4 Ruß besser auf. Öle der API-Kategorie CF-4 wurden für Dieselkraftstoffe mit einem Schwefelgehalt von 0,4 % entwickelt.

Einige handelsübliche Öle, die der API-Kategorie CF-4 entsprechen, erfordern unter Umständen kürzere Ölwechselintervalle. Den Zustand des Öls genau überwachen und Verschleißanalysen durchführen, um das Ölwechselintervall festzulegen. Die planmäßige Öldiagnose von Caterpillar eignet sich dazu am besten.

HINWEIS

Wenn diese Schmierstoffempfehlungen nicht eingehalten werden, kann sich die Lebensdauer des Motors durch Kohleablagerungen an den Kolben und Lackbildung an den Laufbuchsen und/oder übermäßigen Verschleiß verkürzen.

Gesamtbasenzahl (GBZ) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung (DI) (Schiffsmotoren 3116 und 3126)

Die Durchführung der Cat planmäßigen Öldiagnose wird dringend empfohlen, um die Nutzungsdauer des Öls zu bestimmen.

Anmerkung: Die folgende Information zur Ölnutzungsdauer in Bezug auf Gesamtbasenzahl (GBZ) dient nur zur allgemeinen Information und wird nicht zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer empfohlen. **Wenn, wie weiter unten beschrieben, die die Halbierung der GBZ des frischen Öls als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird, muss auch immer eine komplette Öldiagnose durchgeführt werden.**

Anmerkung: Die GBZ wird häufig auch als Basenzahl (Base Number, BN) bezeichnet.

Der erforderliche Mindestwert für die Gesamtbasenzahl hängt vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab. Bei Verwendung von Destillatkraftstoffen in Motoren mit Direkteinspritzung muss die GBZ des frischen Öls mindestens zehn Mal so hoch sein wie der Schwefelgehalt des Kraftstoffs. Die Gesamtbasenzahl wird normalerweise nach dem Verfahren *ASTM D2896* festgestellt.

Anmerkung: Unabhängig vom Schwefelgehalt im Kraftstoff muss frisches Öl mindestens eine GBZ von 6,5 aufweisen. Einer der Faktoren, die für die Unbrauchbarkeit des Dieselmotoröls sprechen, ist die Halbierung der GBZ des frischen Öls. Zum besten Schutz Ihres Motors ist jedoch die Cat planmäßige Öldiagnose die bevorzugte Methode zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer. Wenn die Halbierung der GBZ des frischen Öls als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird, wird empfohlen, die Prüfverfahren für *ASTM D2896* und *ASTM D4739* zur Bestimmung der Gesamtbasenzahl des frischen und des alten Öls zu verwenden. Wenn das Öl aufgrund der Halbierung der GBZ des frischen Öls gewechselt wird, das Öl wechseln, wenn mit einem der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ festgestellt wurde.

Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D2896* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D2896* auf einen Wert von 5 gesunken ist, und Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D4739* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D4739* auf einen Wert von 5 gesunken ist. Das Öl immer dann wechseln, wenn eine der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ feststellt.

Öle mit hoher GBZ und/oder hohem Ascheanteil können starke Kolbenablagerungen verursachen. Diese Ablagerungen können zu höherem Ölverbrauch und Lackbildung in der Zylinderbohrung führen.

HINWEIS

Je nach Einsatzbeanspruchung, örtlichen Umweltverhältnissen und Wartungspraktiken kann der Betrieb von Dieselmotoren mit Direkteinspritzung und Vorkammer-Dieselmotoren mit Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von über 0,1 Prozent (1000 ppm) eine erhebliche Kürzung der Ölwechselintervalle erfordern, um ausreichenden Verschleißschutz zu gewährleisten. Weitere Informationen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur in den Abschnitten "Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Dieselmotoren" im Kapitel "Kraftstoffspezifikationen".

Wenden Sie sich für das für Ihre Zwecke geeignete Prüfverfahren zum Bestimmen der Ölwechselintervalle bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Zum Schutz Ihres Motors und zur Optimierung der Ölwechselintervalle in Bezug auf Motoranwendung und Beanspruchung ist die Cat planmäßige Öldiagnose

- als selbstverständlich empfohlen

103564285

- dringend zur Bestimmung der Ölwechselintervalle empfohlen, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs zwischen 0,05% (500 ppm) und 0,5% (5000 ppm) liegt
- erforderlich, zur Bestimmung der Ölwechselintervalle wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs über 0,5% (5000 ppm) liegt.

Anmerkung: Die Einsatzverhältnisse des Motors spielen eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung, welchen Effekt der Schwefelgehalt des Kraftstoffs auf Motorablagerungen und Motorverschleiß hat. Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an Ihren Caterpillar-Händler.

Empfehlungen zur Schmierstoffviskosität (Schiffsmotoren 3116 und 3126)

Die richtige Viskositätsklasse (nach SAE) des Öls wird durch die tiefste Umgebungstemperatur, bei der ein kalter Motor gestartet werden muss, und die höchste Umgebungstemperatur während des Motorbetriebs bestimmt.

Zur Bestimmung der notwendigen Ölviskosität für Kaltstarts siehe Tabelle 2 - Tiefsttemperatur.

Zur Bestimmung der Ölviskosität für den Betrieb des Motors bei der höchsten zu erwartenden Umgebungstemperatur siehe die Spalte "Höchsttemperatur" in Tabelle 2.

Generell Öl mit der höchsten Viskosität verwenden, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist.

Tabelle 2

Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur ⁽¹⁾		
Cat SAEO Viskositätsklasse	Umgebungstemperatur	
	Tiefsttemperatur	Höchsttemperatur
SAE 30	0 °C (32 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 40	5 °C (41 °F)	50 °C (122 °F)

⁽¹⁾ Für extreme Kaltstarts unterhalb der tiefsten angegebenen Umgebungstemperatur wird zusätzliches Vorwärmen empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein. Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist.

Motoröl für Vorkammer-Dieselmotoren (Empfehlungen für alle Caterpillar Vorkammer-Dieselmotoren der Baureihe 3500 und kleiner)

SMCS-Code: 1348; 7581

Die meisten Caterpillar-Vorkammer-Dieselmotoren für mittlere und schwere Einsätze wurden vor 1991 gefertigt.

Cat DEO (Dieselmotoröl)

Die Cat-Öle wurden entwickelt und getestet, damit die Cat-Motoren die volle Leistung und Nutzungsdauer erreichen, für die sie entwickelt und gebaut wurden. Die Dieselmotoren werden ab Werk mit Cat-Motorölen befüllt. Diese Öle werden von Cat-Händlern zur Verwendung bei den weiteren Ölwechseln angeboten. Weitere Informationen zu diesen Ölen sind beim Cat-Händler erhältlich.

Cat DEO and Cat DEO-ULS werden mit firmeneigenen Tests umfassend für die Verwendung in Motoren geprüft. Aufgrund der großen Unterschiede in Qualität und Leistung handelsüblicher Öle empfiehlt Caterpillar die Verwendung folgender Öle:

- **Cat DEO (Dieselmotoröl) (10W-30)**
- **Cat DEO (Dieselmotoröl) (15W-40)**
- **Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) (10W-30)**
- **Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) (15W-40)**

HINWEIS

Keine Einbereichsöle nach API CF oder Mehrbereichsöle nach API CF in Caterpillar-Dieselmotoren mit Direkteinspritzung der Baureihe 3500, Baureihe C175 und kleiner verwenden.

Öle nach API CF werden nur für Caterpillar-Dieselmotoren der Baureihe 3600, Baureihe C280 sowie für Caterpillar-Vorkammermotoren empfohlen. Öle, die in Caterpillar-Dieselmotoren der Baureihe 3600 und der Baureihe C280 verwendet werden, müssen außerdem eine 7000-Stunden-Leistungsprüfung bestehen. Näheres ist beim Caterpillar-Händler zu erfahren.

Anmerkung: Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) und Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle werden für **ALLE** Cat-Dieselmotoren empfohlen, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind. Handelsübliche Öle, die nicht von Caterpillar angeboten werden, sind als eine Gruppe von Ölen zweiter Wahl zu betrachten.

Anmerkung: In Caterpillar-Dieselmotoren der Serie Baureihe 3500, Serie Baureihe C175 und kleineren Dieselmotoren mit Direkteinspritzung keine Einbereichsöle verwenden.

Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle und Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) Mehrbereichsöle weisen die richtigen Mengen an Detergentzusätzen, Dispersanzusätzen und Alkalität auf, so dass eine hervorragende Leistung in den Cat-Dieselmotoren sichergestellt ist, für die sie empfohlen werden.

Cat DEO-ULS (Dieselmotoröl - extrem schwefelarm) und Cat DEO (Dieselmotoröl) Mehrbereichsöle sind in verschiedenen Viskositätsklassen erhältlich, darunter SAE 10W-30 und SAE 15W-40. Mehrbereichsöle bieten die richtige Viskosität für einen großen Betriebstemperaturbereich.

Mehrbereichsöle ermöglichen einen niedrigen Ölverbrauch und ein geringes Maß an Kolbenablagerungen.

HINWEIS

Öle mit mehr als 1% Sulfatascheanteil dürfen nicht in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen verwendet werden.

Um die erwarteten Sulfatasche-Serviceintervalle, Leistung und Nutzungsdauer zu erreichen, müssen mit Nachbehandlungseinrichtungen ausgerüstete Dieselmotoren Cat DEO-ULS verwenden, oder Öle der Kategorie API CJ-4 die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen. Öle die die Cat ECF-2 Spezifikation erfüllen und einen Sulfatascheanteil von höchstens 1% aufweisen, sind für die meisten Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen zulässig. Bei Verwendung von Ölen mit mehr als 1% Sulfatasche in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen müssen die Sulfatasche-Serviceintervalle gekürzt werden. Außerdem verringert sich die Motorleistung. Für weitere Informationen siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motors und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Cat-Mehrbereichsöl DEO und Cat-Mehrbereichsöl DEO-ULS können auch in Dieselmotoren anderer Hersteller und in Benzinmotoren verwendet werden. Siehe die Veröffentlichungen des Herstellers zu den empfohlenen Kategorien/Spezifikationen. Kategorien/Spezifikationen mit den Spezifikationen des Cat DEO Mehrbereichsöls und des Cat DEO-ULS Mehrbereichsöls vergleichen. Die geltenden Industrienormen für das Cat DEO Mehrbereichsöl und das Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl sind auf dem Etikett und in den Produktdatenblättern aufgeführt.

Für die Bestellnummern und lieferbaren Gebindegrößen wenden Sie sich bitte an Ihren Cat-Händler.

Anmerkung: Cat-Mehrbereichsöl DEO übertrifft die Anforderungen der folgenden Cat-Spezifikationen für Kurbelgehäuse-Flüssigkeit (Engine Crankcase Fluid, ECF): Cat ECF-1-a und Cat ECF-2. Das Cat DEO Mehrbereichsöl übertrifft die Leistungsanforderungen der folgenden Ölklassen des American Petroleum Institute (API): API CI-4, API CI-4 PLUS, API CH-4, API CG-4 und API CF. Die Verfügbarkeit von Cat DEO Mehrbereichsöl, das die genannten Anforderungen übertrifft, hängt vom jeweiligen Gebiet ab. Cat DEO SAE 15W-40 besteht außerdem zusätzliche firmeneigene Tests, darunter folgende: Haften der Kolbenringe, Ölabbreißprüfungen, Verschleißprüfungen und Rußprüfungen. Caterpillars Tests sollen gewährleisten, dass das Cat-Mehrbereichsöl eine hervorragende Leistung in Cat-Dieselmotoren erbringt. Darüber hinaus übertrifft das Cat-Mehrbereichsöl viele der Leistungsanforderungen, die andere Hersteller von Dieselmotoren stellen. Dieses Öl ist daher eine ausgezeichnete Wahl für viele Unternehmen mit gemischtem Maschinenpark. **Echtes Hochleistungsöl wird durch die Berücksichtigung einer Kombination der folgenden Faktoren erzeugt: Prüfungen nach den Industrienormen, firmeneigene Prüfungen, Einsatzstudien und Erfahrung mit ähnlichen Mischungen. Bei der Zusammensetzung und Entwicklung von Caterpillar-Schmiermitteln, die sich sowohl durch hohe Leistung als auch durch vorzügliche Qualität auszeichnen, werden diese Faktoren berücksichtigt.**

Anmerkung: Cat-Mehrbereichsöl DEO-ULS übertrifft die Anforderungen der Cat-Spezifikationen ECF-1-a Cat, ECF-2 und Cat und ECF-3. Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl übertrifft die Leistungsanforderungen der folgenden API-Ölklassen: API CJ-4, API CI-4, API CI-4 PLUS, API CH-4, API CG-4 und API CF. Cat DEO-ULS Mehrbereichsöl besteht außerdem zusätzliche firmeneigene Tests, darunter folgende: Haften der Kolbenringe, Ölabbreißprüfungen, Verschleißprüfungen und Rußprüfungen. Caterpillars Tests sollen gewährleisten, dass das Cat-Mehrbereichsöl eine hervorragende Leistung in Cat-Dieselmotoren erbringt. Darüber hinaus übertrifft das Cat-Mehrbereichsöl viele der Leistungsanforderungen, die andere Hersteller von Dieselmotoren stellen. Dieses Öl ist daher eine ausgezeichnete Wahl für viele Unternehmen mit gemischtem Maschinenpark. **Echtes Hochleistungsöl wird durch die Berücksichtigung einer Kombination der folgenden Faktoren erzeugt: Prüfungen nach den Industrienormen, firmeneigene Prüfungen, Einsatzstudien und Erfahrung mit ähnlichen Mischungen.. Bei der Zusammensetzung und Entwicklung von Caterpillar-Schmiermitteln, die sich sowohl durch hohe Leistung als auch durch vorzügliche Qualität auszeichnen, werden diese Faktoren berücksichtigt.**

Handelsübliche Öle

Empfehlungen zu Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten für alle aktuellen und früheren Caterpillar-Dieselmotoren, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind.

Anmerkung: Handelsübliche Öle, die nicht von Caterpillar angeboten werden, sind als eine Gruppe von Ölen zweiter Wahl zu betrachten. Innerhalb dieser Gruppe von Ölen zweiter Wahl gibt es Leistungsabstufungen.

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

Caterpillar entwickelte die Spezifikationen für Kurbelgehäuse-Flüssigkeiten (Engine Crankcase Fluid, ECF), damit handelsübliche Hochleistungs-Dieselmotoröle zur Verfügung stehen, die eine zufriedenstellende Nutzungsdauer und Leistung in den Cat-Dieselmotoren bieten, für die sie empfohlen werden.

Es gibt gegenwärtig drei Cat ECF Spezifikationen: Cat ECF-1-a, Cat ECF-2 und Cat ECF-3. Die jeweils höhere Cat ECF Spezifikation bietet eine höhere Leistung gegenüber niedrigeren Cat ECF Spezifikationen. Cat ECF-3 gewährleistet beispielsweise eine höhere Leistung als Cat ECF-2, und gegenüber Cat ECF-1-a gewährleistet Cat ECF-3 eine wesentlich höhere Leistung.

Anmerkung: Die Spezifikationen Cat ECF-1-a und Cat ECF-2 ersetzen ab 1. März 2007 die Spezifikation Cat ECF-1.

Anmerkung: Cat DEO und DEO-ULS müssen umfassende firmeneigene Test für Tauglichkeit in Dieselmotoren bestehen, zusätzlich zu den Tests für die verschiedenen Cat ECF Spezifikationen und API Kategorien, die sie ebenfalls bestehen müssen. Diese zusätzlichen firmeneigenen Tests stellen sicher, dass Dieselmotor-Mehrbereichsöle von Cat, wenn sie gemäß den Anwendungsempfehlungen verwendet werden, eine hervorragende Leistung in Cat-Dieselmotoren erbringen. Wenn kein Cat DEO oder DEO-ULS Mehrbereichsöl verwendet wird, nur handelsübliche Öle verwenden, die den folgenden Kategorien/Spezifikationen entsprechen:

- Wenn die empfohlenen und bevorzugten Cat-Dieselmotoröle nicht verwendet werden, können handelsübliche Öle, die den Anforderungen der Cat Spezifikationen ECF-1-a, Cat ECF-2 und/oder Cat ECF-3 entsprechen, in den von der vorliegenden Fachliteratur erfassten Cat-Dieselmotoren verwendet werden. API-klassifizierte Öle, die nicht den Anforderungen von wenigstens einer Cat-ECF-Spezifikation gerecht werden, können zu einer Verkürzung der Motornutzungsdauer führen. Bitte beachten Sie, dass einige Motoren/Motoranwendungen Öle mit höherer Leistung benötigen, wie z.B. Cat ECF-3 anstelle von Cat ECF-2 oder Cat ECF-1-a.
- Wenn die empfohlenen und bevorzugten Cat-Dieselmotoröle nicht verwendet werden, sind handelsübliche Öle für die Verwendung in den in der vorliegenden Fachliteratur erfassten Cat-Dieselmotoren zulässig, wenn sie die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen. Nach Cat DEO-ULS und Cat DEO sind handelsübliche Öle, die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen die bevorzugten Öle, verglichen mit handelsüblichen Dieselmotorölen, die die Anforderungen der Cat Spezifikation ECF-3 für die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Cat-Dieselmotoren nicht erfüllen. Bitte beachten Sie, dass einige Motoren/Motoranwendungen Öle mit höherer Leistung benötigen, wie z.B. Cat ECF-3 anstelle von Cat ECF-2 oder Cat ECF-1-a.

Öle, die den Anforderungen der API-Klasse CJ-4 entsprechen, erfüllen die Spezifikation Cat ECF-3.

HINWEIS

Öle mit mehr als 1% Sulfatascheanteil dürfen nicht in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen verwendet werden.

Um die erwarteten Sulfatasche-Serviceintervalle, Leistung und Nutzungsdauer zu erreichen, müssen mit Nachbehandlungseinrichtungen ausgerüstete Dieselmotoren Cat DEO-ULS verwenden, oder Öle der Kategorie API CJ-4 die die Cat ECF-3 Spezifikation erfüllen. Öle die die Cat-Spezifikation ECF-2 erfüllen und einen Sulfatascheanteil von höchstens 1% aufweisen, sind für die meisten Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen zulässig. Bei Verwendung von Ölen mit mehr als 1% Sulfatasche in Motoren mit Nachbehandlungseinrichtungen müssen die Sulfatasche-Serviceintervalle gekürzt werden. Außerdem verringert sich die Motorleistung. Für weitere Informationen siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Schwereinsätze erfordern Dieselmotoröle mit höherer Leistung

Um maximale Leistung und Nutzungsdauer der Komponenten sicherzustellen, müssen für Schwereinsätze, wie z.B. bei einem Lastfaktor von mehr als 75%, Betrieb bei hoher Luftfeuchtigkeit, Betrieb mit einem Schwefelgehalt von über 0,1% (1000 ppm), usw. Flüssigkeiten mit höherer Leistung verwendet werden, als die in der vorliegenden Fachliteratur für typische Anwendungen aufgeführten Flüssigkeiten, bei denen die Minimalleistungsanforderungen ausreichend sein können. (Beispiel: Wenn Cat ECF-1-a, Cat ECF-2 oder Cat ECF-3 für typische Anwendungen vorgesehen ist, muss für Schwereinsätze ein Öl verwendet werden, dass der Cat ECF-3 Spezifikation entspricht, um maximale Leistung und Nutzungsdauer zu erzielen).

Anmerkung: Außerdem müssen in Bezug auf den Schwefelgehalt des Öls weitere Faktoren berücksichtigt werden. Siehe die verschiedenen Anschnitte zu "Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen" in der vorliegenden Fachliteratur. Siehe auch "Schwefelgehalt in Dieseldieselkraftstoff" in der vorliegenden Fachliteratur.

HINWEIS

Bei der Auswahl von Öl für einen Motor müssen immer sowohl die Ölviskosität als auch die Ölleistungskategorie/-Spezifikation entsprechend den Angaben des Motorenherstellers definiert und erreicht werden. Wird nur einer dieser Parameter berücksichtigt, ist das Öl für einen Motoreinsatz nicht ausreichend definiert.

Zur Bestimmung der richtigen Viskositätsklasse des Dieselmotoröls dient die Tabelle "Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur - Dieselmotoren mit Direkteinspritzung" in der vorliegenden Fachliteratur.

HINWEIS

API-klassifizierte Öle, die nicht den Anforderungen von wenigstens einer Cat ECF Spezifikation gerecht werden, können zu einer Verkürzung der Motornutzungsdauer führen.

HINWEIS

Wenn diese Schmierstoffempfehlungen nicht eingehalten werden, kann sich die Lebensdauer des Motors durch Kohleablagerungen an den Kolben und Lackbildung an den Laufbuchsen und/oder übermäßigen Verschleiß verkürzen.

Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Vorkammer-Dieselmotoren

Die Durchführung der Cat planmäßigen Öldiagnose wird dringend empfohlen, um die Nutzungsdauer des Öls zu bestimmen.

Anmerkung: Die folgende Information zur Ölnutzungsdauer in Bezug auf Gesamtbasenzahl (GBZ) dient nur zur allgemeinen Information und wird nicht zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer empfohlen. **Wenn, wie weiter unten beschrieben, die die Halbierung der GBZ des frischen Öls als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird, muss auch immer eine komplette Öldiagnose durchgeführt werden.**

Anmerkung: Die GBZ wird häufig auch als Basenzahl bezeichnet.

Anmerkung: API-klassifizierte Öle, die nicht den Anforderungen von wenigstens einer Cat ECF Spezifikation gerecht werden, können zu einer Verkürzung der Motornutzungsdauer führen.

Anmerkung: Einbereichs- und Mehrbereichsöle der Kategorie API CF sind für Vorkammer-Dieselmotoren zulässig, jedoch nicht zulässig zur Verwendung in Caterpillar-Dieselmotoren mit Direkteinspritzung. Wenn in Caterpillar-Dieselmotoren der Baureihe 3500, Baureihe C175 und kleineren Motoren mit Direkteinspritzung Öle verwendet werden, die nur der Klasse API CF entsprechen, treten übermäßige Kolbenablagerungen auf.

Der erforderliche Mindestwert für die Gesamtbasenzahl hängt vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs ab. Bei Verwendung von Destillatkraftstoffen in Motoren mit Direkteinspritzung muss die GBZ des frischen Öls mindestens 20 mal so hoch sein wie der Schwefelgehalt des Kraftstoffs. Die Gesamtbasenzahl wird normalerweise nach dem Verfahren *ASTM D2896* festgestellt.

Anmerkung: Unabhängig vom Schwefelgehalt im Kraftstoff muss frisches Öl mindestens eine GBZ von 7 aufweisen. Wenn die Gesamtbasenzahl auf die Hälfte ihres ursprünglichen Werts abgesunken ist, ist dies ein Anzeichen dafür, dass das Kühlmittel das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht hat. Zum besten Schutz Ihres Motors ist jedoch die Cat planmäßige Öldiagnose die bevorzugte Methode zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer. Wenn die Hälfte der ursprünglichen Gesamtbasenzahl als Richtwert zur Bestimmung der Ölnutzungsdauer verwendet wird ist es am besten, die beiden Testmethoden *ASTM D2896* und *ASTM D4739* zur Bestimmung der Gesamtbasenzahl des frischen und des alten Öls zu verwenden. Wenn das Öl aufgrund der Halbierung der GBZ des frischen Öls gewechselt wird, das Öl wechseln, wenn mit einem der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ festgestellt wurde.

Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D2896* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D2896* auf einen Wert von 5 gesunken ist, und Öl mit einer GBZ von 10 gemäß *ASTM D4739* muss gewechselt werden, wenn die GBZ gemäß des Prüfverfahrens für *ASTM D4739* auf einen Wert von 5 gesunken ist. Das Öl immer dann wechseln, wenn eine der beiden Prüfverfahren eine Halbierung der GBZ feststellt.

Öle mit hoher GBZ und/oder hohem Aschegehalt können starke Kolbenablagerungen verursachen. Diese Ablagerungen können zu höherem Ölverbrauch und Lackbildung in der Zylinderbohrung führen.

HINWEIS

Je nach Einsatzbeanspruchung, örtlichen Umweltverhältnissen und Wartungspraktiken kann der Betrieb von Dieselmotoren mit Direkteinspritzung und Vorkammer-Dieselmotoren mit Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von über 0,1 Prozent (1000 ppm) eine erhebliche Kürzung der Ölwechselintervalle erfordern, um ausreichenden Verschleißschutz zu gewährleisten. Weitere Informationen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur "Kraftstoffspezifikationen", Abschnitt "Schwefelgehalt in Dieselmotoren".

Anmerkung: Für Vorkammer-Dieselmotoren, die hauptsächlich im Jahr 1990 oder früher hergestellt wurden, muss die GBZ des frischen Öls mindestens 20 mal so hoch sein wie der Schwefelgehalt des Kraftstoffs. Die in der vorliegenden Fachliteratur für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung aufgeführten Ölsorten, Spezifikationen und Viskositätsgrade beziehen sich auch auf Vorkammer-Dieselmotoren.

Wenden Sie sich für das für Ihre Zwecke geeignete Prüfverfahren zum Bestimmen der Ölwechselintervalle bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Zum Schutz Ihres Motors und zur Optimierung der Ölwechselintervalle in Bezug auf Motoranwendung und Beanspruchung ist die Cat planmäßige Öldiagnose

- als selbstverständlich empfohlen
- dringend zur Bestimmung der Ölwechselintervalle empfohlen, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs zwischen 0,05% (500 ppm) and 0,5% (5000 ppm) liegt
- erforderlich, zur Bestimmung der Ölwechselintervalle wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs über 0,5% (5000 ppm) liegt.

Anmerkung: Die Einsatzverhältnisse des Motors spielen eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung, welchen Effekt der Schwefelgehalt des Kraftstoffs auf Motorablagerungen und Motorverschleiß hat. Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an den Caterpillar-Händler).

Empfehlungen zur Viskosität von Schmierstoffen für Vorkammer-Dieselmotoren

Die richtige Viskositätsklasse (nach SAE) des Öls wird durch die tiefste Umgebungstemperatur, bei der ein kalter Motor gestartet werden muss, und die höchste Umgebungstemperatur während des Motorbetriebs bestimmt.

Zur Bestimmung der notwendigen Ölviskosität für Kaltstarts siehe Tabelle 3 - Tiefsttemperatur.

Zur Bestimmung der Ölviskosität für den Betrieb des Motors bei der höchsten zu erwartenden Umgebungstemperatur siehe Tabelle 3 - Höchsttemperatur.

Generell ein Öl mit der höchsten Viskosität wählen, die für die Umgebungstemperatur beim Starten des Motors zulässig ist.

Anmerkung: Tabelle 3 bezieht sich nur auf Vorkammer-Dieselmotoren.

Tabelle 3

i02933515

Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur - Vorkammer-Dieselmotoren ⁽¹⁾⁽²⁾		
Viskositätsklasse	Umgebungstemperatur	
	Tiefsttemperatur	Höchsttemperatur
SAE 0W-30	-40 °C (-40 °F)	30 °C (86 °F)
SAE 0W-40	-40 °C (-40 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 5W-30	-30 °C (-22 °F)	30 °C (86 °F)
SAE 5W-40	-30 °C (-22 °F)	50 °C (122 °F)
SAE 10W-30	-18 °C (0 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 10W-40	-18 °C (0 °F)	50 °C (122 °F)
SAE 15W-40	-9,5 °C (15 °F)	50 °C (122 °F)
SAE 30 ⁽⁴⁾	0 °C (32 °F)	40 °C (104 °F)
SAE 40 ⁽⁴⁾	5 °C (41 °F)	50 °C (122 °F)

(1) Empfehlungen für Ölsorten finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Motoröl für Vorkammer-Dieselmotoren".

(2) Für extreme Kaltstarts unterhalb der tiefsten angegebenen Umgebungstemperatur wird zusätzliches Vorwärmen empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein. Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist.

(4) Nur Vorkammermotoren

Anmerkung: Für extreme Kaltstarts unterhalb der tiefsten angegebenen Umgebungstemperatur wird zusätzliches Vorwärmen empfohlen. Je nach Zusatzlast und anderen Faktoren kann auch für extreme Kaltstarts bei Temperaturen oberhalb der angegebenen Tiefsttemperatur zusätzliches Vorwärmen erforderlich sein. Extreme Kaltstarts sind gegeben, wenn der Motor längere Zeit nicht in Betrieb war, wodurch das Öl aufgrund der tieferen Umgebungstemperaturen zähflüssig geworden ist.

Für weitere Informationen siehe Abschnitte "Empfohlene Schmiermittel" und "Schmiermittel für Tieftemperaturen" in der vorliegenden Fachliteratur.

Schiffsgetriebeöl

SMCS-Code: 3080; 3300; 7581

Cat TDTO (Getriebe-/Kraftübertragungsöl) ist darauf abgestimmt, für die maximale Nutzungsdauer und Leistung des Reibwerkstoffs in Caterpillar-Getrieben zu sorgen. Cat TDTO übertrifft die Anforderungen der Caterpillar-Ölspezifikation TO-4, in der die Anforderungen für Reibung und Getriebeverschleiß genannt sind. Cat TDTO wird in verschiedenen Schmierstoffviskositätsklassen angeboten, damit die maximale Nutzungsdauer der Bauteile bei hohen Umgebungstemperaturen und hoher Beanspruchung erreicht wird.

Caterpillar empfiehlt Cat TDTO, damit das Getriebe die maximale Nutzungsdauer und Leistung erzielt.

Tabelle 4

Cat TDTO Schmierstoffviskosität und Betriebstemperaturen			
Getriebekühlung	Ölviskosität	Tiefsttemperatur	Höchsttemperatur
Roh-/Seewasser	SAE 30	-15 °C (5 °F)	80 °C (176 °F)
	SAE 50	-5 °C (23 °F)	95 °C (203 °F)
Umlaufkühlwasser	SAE 50	-5 °C (23 °F)	95 °C (203 °F)

Wegen der Bestellnummern und lieferbaren Gebindegrößen wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Diese Ölsorte ist nur für Komponenten der Kraftübertragung, jedoch nicht für Motoren geeignet. Die Lebensdauer der Motoren würde sich verkürzen.

HINWEIS

Cat GO (Getriebeöl) ist nicht dasselbe wie Cat TDTO und entspricht nicht den Caterpillar-Spezifikationen für Öl nach TO-4. Cat GO oder handelsübliche Getriebeöle nicht in Gehäusen verwenden, für die Öl nach TO-4 vorgeschrieben ist.

Caterpillar Getriebe-/Kraftübertragungsöle

Wenn nicht Cat TDTO verwendet wird, müssen bei Caterpillar-Schiffsgetrieben handelsübliche Öle verwendet werden, die der Caterpillar-Spezifikation TO-4 entsprechen. Nur Einbereichsöle der Spezifikation TO-4 verwenden.

Handelsübliche Schiffsgetriebe

Bei Schiffsgetrieben, die nicht von Caterpillar hergestellt wurden, sind die Schmierempfehlungen des Erstausrüsters (OEM) für das Schiffsgetriebe oder das Schiff zu beachten.

i03564281

Synthetische Grundöle

SMCS-Code: 1300; 1348; 7581

Die Verwendung von synthetischen Grundölen in Caterpillar -Motoren ist zulässig, **wenn sie die für das Motorgehäuse von Caterpillar spezifizierten Leistungsanforderungen erfüllen..**

Die synthetischen Grundöle erreichen im Allgemeinen in den folgenden beiden Bereichen eine bessere Leistung als herkömmliche Öle:

- Synthetische Grundöle zeichnen sich durch eine bessere Fließfähigkeit bei tiefen Umgebungstemperaturen, speziell unter arktischen Bedingungen, aus.
- Synthetische Grundöle sind oxidationsbeständiger, besonders bei hohen Betriebstemperaturen.

Einige synthetische Grundöle weisen Leistungsmerkmale auf, durch die das Öl eine längere Nutzungsdauer erreicht. Caterpillar empfiehlt jedoch für keine Ölsorte (weder für synthetische noch für nicht synthetische Öle) eine automatische Verlängerung der Ölwechselintervalle.

Ölwechselintervalle für Caterpillar-Motoren können nur nach einem Öldiagnoseprogramm geändert werden, das folgende Daten umfasst:

- Ölzustand, Ölverunreinigung und Abriebmetallanalyse (Caterpillars planmäßige Öldiagnose)
- Trendanalyse
- Kraftstoffverbrauch
- Ölverbrauch

Siehe Abschnitt *Verlängerte Ölwechselintervalle und Garantie* in der vorliegenden Fachliteratur

i03564290

Zweit raffinat-Grundöle

SMCS-Code: 1300; 1348; 7581

Zweit raffinat-Grundöle dürfen in Caterpillar-Motoren verwendet werden, **WENN sie die von Caterpillar aufgestellten Leistungsanforderungen erfüllen.**

Zweit raffinat-Grundöle können ausschließlich in fertigen Ölen oder in einer Kombination mit frischen Grundölen verwendet werden. Auch nach den US-Militärspezifikationen und den Spezifikationen anderer Schwermaschinenhersteller dürfen Zweit raffinate verwendet werden, wenn sie dieselben Bedingungen erfüllen.

Das Verfahren zur Herstellung von Zweitraffinaten muss alle metallischen Verschleißteilchen und Additive aus dem Altöl entfernen. Vakuumdestillation und das Hydrotreating des gebrauchten Öls sind zulässige Verfahren zur Herstellung eines Zweitraffinat-Grundöls.

Anmerkung: Filtrieren ist zur Herstellung von Zweitraffinat-Grundöl hoher Qualität aus gebrauchtem Öl nicht ausreichend.

i03564280

Zusätzliche Öladditive

SMCS-Code: 1300; 1348; 7581

Caterpillar empfiehlt nicht, dem Öl weitere im Handel erhältliche Additive beizufügen. Die Verwendung von Additiven anderer Hersteller ist nicht erforderlich, damit der Motor seine optimale Nutzungsdauer oder Nennleistung erreicht. Fertigöle bestehen aus Grundölen und handelsüblichen Additivpaketen. Diese Additivpakete werden den Grundölen in genauer Dosierung beigemischt, um ein Endprodukt zu erhalten, das in seinen Leistungsmerkmalen den Industrienormen entspricht.

Es gibt keine Branchennormen-Prüfungen, mit denen die Leistung oder Verträglichkeit der Additive anderer Hersteller im Fertigöl eingestuft werden kann. Handelsübliche Additive sind möglicherweise nicht mit den Additiven des Fertigöls verträglich, was die Leistung des Fertigöls beeinträchtigen kann. Die Additive anderer Hersteller vermischen sich unter Umständen nicht mit dem Fertigöl. Dadurch können sich schlammartige Ablagerungen im Kurbelgehäuse bilden. Caterpillar rät von der Verwendung handelsüblicher Additive in Fertigölen ab.

Damit der Caterpillar-Motor seine optimale Leistung erreicht, sind folgende Richtlinien einzuhalten:

- Das richtige Caterpillar-Öl oder handelsübliche Öl verwenden. Siehe die Informationen zur "Wahl eines handelsüblichen Öls" im Abschnitt "Schmiermittel" in der vorliegenden Fachliteratur.
- Die richtige Ölviskositätsklasse für einen Motor anhand der entsprechenden Tabelle *Schmierstoffviskosität und Umgebungstemperatur* in der vorliegenden Fachliteratur ermitteln.
- Motorgehäuse in den festgelegten Abständen warten. Geeignetes frisches Öl verwenden und entsprechenden neuen Ölfilter einsetzen.
- Wartung in den im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" angegebenen Wartungsintervallen durchführen.

i03564284

Schmierfett

SMCS-Code: 0645; 1000; 7000; 7581

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich für die aktuellsten Empfehlungen an Ihren Caterpillar-Händler.

Caterpillar bietet eine Vielzahl von Schmierfetten mit einem breiten Spektrum von mäßiger bis zu extrem hoher Leistungsfähigkeit an. Diese Schmierfette können bei allen Caterpillar-Produkten und den verschiedensten klimatischen Verhältnissen eingesetzt werden. Aus diesem Angebot an Caterpillar-Schmierfetten lässt sich für nahezu jeden Einsatz von Maschinen oder Geräten ein Caterpillar-Schmierfett finden, das die Leistungsanforderungen für nahezu jede OEM-Maschine und Anwendung erfüllt oder übertrifft.

Vor der Auswahl eines Schmierfetts müssen die Leistungsanforderungen bestimmt werden. Ziehen Sie die Schmierfetteempfehlungen des OEM für das Gerät zu Rate. Dann stellen Sie mit Ihrem Caterpillar-Händler eine Liste von Schmierfetten, die den Leistungsspezifikationen entsprechen, und von lieferbaren Gebindegrößen zusammen.

Anmerkung: Es muss immer ein Schmierfett gewählt werden, das die Empfehlungen des Erstausrüsters für den jeweiligen Einsatz erfüllt oder übertrifft.

Wenn eine Festlegung auf nur ein Schmierfett für alle Maschinen an einem Einsatzort notwendig ist, muss immer ein Schmierfett ausgewählt werden, das die Anforderungen des anspruchsvollsten Einsatzes erfüllt oder übertrifft. Denken Sie daran, dass Produkte, welche kaum die Mindest-Leistungsanforderungen erfüllen, wahrscheinlich auch nur für eine minimale Nutzungsdauer von Teilen gut sind. Wenn beim Kauf des Schmierfetts nur der Preis eine Rolle spielt, wird an der falschen Stelle gespart. Stattdessen ist das Schmierfett zu verwenden, bei dem die geringsten Gesamtbetriebskosten entstehen. Diese Betriebskosten werden aufgrund einer Analyse der Kosten von Teilen, Arbeit und Stillstandzeiten sowie der Kosten der benötigten Schmierfettmenge ermittelt.

HINWEIS

KEINE Kühlmittelfabrikate und/oder -sorten mischen.

Unterschiedliche Fabrikate und/oder Schmierfettarten sind unter Umständen nicht chemisch kompatibel.

Vor dem Umstellen von Schmierfettfabrikaten und/oder -sorten wird dringend empfohlen, das alte Schmierfett vollständig zu entfernen. Im Zweifelsfall immer sorgfältig reinigen!

Selbst wenn Schmierfettfabrikate und/oder -sorten chemisch kompatibel sind, kann Mischen die Eigenschaften des Schmierfetts, wie z.B. Penetrationsvermögen, Wasserauswaschung, Korrosionsbeständigkeit usw., negativ beeinflussen.

Um die Leistungsfähigkeit von Schmierfetten zu erhalten wird dringend empfohlen, Schmierfettfabrikate und/oder -sorten NICHT zu mischen.

Vor dem Umstellen von Schmierfettfabrikaten und/oder -sorten wird dringend empfohlen, das alte Schmierfett so weit wie möglich zu entfernen und die Schmierintervalle danach für eine kurze Zeit zu verkürzen.

Anmerkung: Obwohl alle Cat Schmierfette (mit Ausnahme von Cat "Highspeed Kugellagerschmierfett") chemisch kompatibel sind, ist zu beachten, dass sie für verschiedene Leistungsstufen konzipiert sind, und ihr Mischen die Schmierfettleistung beeinträchtigen kann.

Cat-Mehrzweckschmierfett

Cat-Mehrzweckschmierfett (Multipurpose Grease) ist ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2. Dieses Fett wird auf Erdölbasis mit einem Verdickungsmittel auf Lithiumbasis hergestellt. Cat-Mehrzweckschmierfett ist für Einsätze mit geringer bis mittlerer Beanspruchung bei gemäßigten Temperaturen bestimmt.

Das Cat-Mehrzweckschmierfett entspricht der NLGI-Einstufung *GC-LB*.

Anmerkung: Wenn für einen Einsatz ein Mehrzweckschmierfett benötigt wird und das Cat-Mehrzweckschmierfett nicht zur Verfügung steht, bieten die Schmierfett-Datenblätter Hilfe. Ersatzmittel verwenden, das die Leistungsmerkmale von Cat-Mehrzweckschmierfett erfüllt oder übertrifft.

Cat White Assembly Grease (Weißes Montagefett)

Unter der Bezeichnung "Cat White Assembly Grease" (Weißes Montagefett) ist das Cat-Mehrzweckschmierfett auch in einer besonders klebrigen Ausführung verfügbar. Cat White Assembly Grease (Weißes Montagefett) hat dieselbe Zusammensetzung und dieselbe Leistung wie normales Cat-Mehrzweckschmierfett. Ein Unterschied zwischen Cat-Mehrzweckschmierfett und Cat White Assembly Grease (Weißes Montagefett) ist die weiße Farbe. Außerdem wurde dieses Fett besonders klebrig konzipiert, damit Dichtungen, O-Ringe und Nadellager bei der Montage von Motoren und anderen Komponenten besser gehalten werden.

Cat Advanced 3Moly Grease

Cat Advanced 3Moly Grease ist ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2. Dieses Fett wird auf Erdölbasis mit einem Verdickungsmittel auf Lithiumbasis hergestellt. Das Fett hat außerdem drei Prozent Molybdändisulfid (MoS_2 bzw. "Moly"). Cat Advanced 3Moly Grease ist für Einsätze mit geringer bis hoher Beanspruchung bei gemäßigten Temperaturen bestimmt. Darüber hinaus ist das Molybdän im Cat Advanced 3Moly Grease eine besondere Sorte mit einer mittleren Partikelgröße von 3 Mikrometer, um die besonderen Anforderungen einiger Wälzlager zu erfüllen.

Cat Advanced 3Moly Grease entspricht der NLGI-Einstufung *GC-LB*.

Anmerkung: Wenn für einen Einsatz ein Mehrzweckschmierfett mit Molybdän benötigt wird und Cat Advanced 3Moly Grease nicht zur Verfügung steht, bieten die Schmierfett-Datenblätter Hilfe. Ersatzmittel verwenden, das die Leistungsmerkmale von Cat Advanced 3Moly Grease erfüllt oder übertrifft.

Schwereinsätze

Caterpillar bietet Schmierfette an, die mit einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt sind. Diese Art von Schmierfett ist eher für Schwereinsätze erforderlich. Diese Schmierfette bieten eine höhere Lastaufnahmefähigkeit (gegen Fressverschleiß), geringeren Verschleiß, längere Nutzungsdauer, ausgezeichnete Beständigkeit gegen Wasserauswaschung und Korrosionsbeständigkeit.

Cat Ultra 5Moly Grease

Es ist Cat Ultra 5Moly Grease der NLGI-Klassen 1 und 2 lieferbar. Die Cat-Molybdändisulfid-Fette "Ultra 5Moly" werden aus speziellen Mischungen von Ölen auf Erdölbasis und einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt. Diese Fette weisen fünf Prozent Molybdändisulfid (MoS_2 bzw. "Moly") und zusätzlich einen Klebrigmacher auf. Cat Ultra 5Moly Grease wird speziell zum Schutz vor Scheuern, Verschleiß und Korrosion der am stärksten belasteten Stellen in einem Caterpillar-Motor hergestellt. Dieser Schutz wird bei Arbeiten bei gemäßigten Temperaturen und bei nassen und trockenen Arbeitsbedingungen gewährleistet.

Cat Ultra 5Moly Grease wird mit speziellen Mischungen aus naphthenischen Ölen auf Erdölbasis mit niedrigen Pourpoints hergestellt. Dadurch lässt sich Cat Ultra 5Moly Grease bei niedrigeren Temperaturen pumpen. Die Pumpfähigkeit von Cat Ultra 5Moly Grease bei niedrigeren Temperaturen bietet zusätzliche Sicherheit, dass alle Schmierstellen des Motors ausreichend geschmiert werden, selbst wenn die Umgebungstemperatur unerwartet sinkt.

Es ist besonders schwierig, das Schmierfett bei niedrigen Temperaturen in die Gelenke zu pumpen. Sobald das Schmierfett sich im Gelenk befindet, muss es extrem hohe Beständigkeit gegen Fressen, Verschleiß, Scheuern, Wasserauswaschung und Korrosion bieten, um die hochbelasteten Gelenke hinreichend zu schützen.

Selbst unter extremer Belastung muss das Schmierfett eine sehr lange Nutzungsdauer haben. Zur Herstellung von Schmierfetten, die diesen erhöhten Anforderungen entsprechen, ist ein Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel mit einem korrekt gemischten naphthenischen Öl und/oder einem synthetischen Grundöl erforderlich. Aus diesem Grund verwendet Caterpillar diese Zutaten beim Cat Ultra 5Moly Grease.

Cat Ultra 5Moly Grease enthält außerdem 5 Prozent Moly statt der bei den meisten anderen Fetten zu findenden 0 bis 3 Prozent. Dieses zusätzliche Moly verbessert die Fähigkeit des Schmierfetts erheblich, die Teile bei hohen Stoßbelastungen vor Beschädigung zu schützen. Darüber hinaus ist das Moly im Cat Ultra 5Moly Grease eine besondere Sorte mit einer mittleren Partikelgröße von 3 Mikrometer, um die besonderen Anforderungen einiger Wälzlager zu erfüllen.

Cat Ultra 5Moly Grease wird zudem besonders klebrig gemacht. Bei einigen Anwendungen muss der Schmierfettfilm an senkrechten Oberflächen haften bleiben. Bei vielen herkömmlichen Schmierfetten reicht diese klebrige Eigenschaft nicht aus, um das Fett an seinem Platz zu halten. Außerdem sind die meisten dieser Fette nicht leistungsstark genug, um die Zahnradzähne bei diesen Einsätzen ausreichend zu schützen.

Cat Ultra 5Moly Grease übertrifft die NLGI-Einstufung *GC-LB*.

Anmerkung: Wenn für einen Einsatz Cat Ultra 5Moly Grease benötigt wird, Cat Ultra 5Moly Grease aber nicht zur Verfügung steht, konsultieren Sie bitte die Schmierfett-Datenblätter. Anhand dieser Datenblättern kann ein Ersatz ermittelt werden, der den Leistungsmerkmalen von Cat Ultra 5Moly Grease entspricht.

Cat Ultra 5Moly Grease wird ohne Blei, Antimon, Barium, Zink, Phosphor- und Chlor-Additive hergestellt. Wenn also Cat Ultra 5Moly Grease mit anderen Fettsorten verglichen wird, ist Cat Ultra 5Moly Grease umweltfreundlicher.

Cat Desert Gold Grease

Cat Desert Gold Grease wird zum Schutz der am stärksten belasteten Gelenke in Caterpillar-Maschinen vor Scheuern, Verschleiß und Korrosion hergestellt. Dieser Schutz wird bei Arbeiten bei gemäßigten bis sehr hohen Temperaturen und bei nassen und trockenen Arbeitsbedingungen gewährleistet.

Cat Desert Gold Grease ist ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2. Dieses Schmierfett wird mit einem synthetischen Grundöl mit sehr hoher Viskosität und einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt. Außerdem hat das Fett fünf Prozent Molybdändisulfid (MoS_2 bzw. "Moly") und einen Klebrigmacher.

Bei Temperaturänderungen verändert sich die Viskosität von Cat Desert Gold Grease nur geringfügig, weil das Grundöl ein synthetisches Öl ist. Da Cat Desert Gold Grease ein synthetisches Grundöl mit hoher Viskosität hat, bleibt bei Cat Desert Gold Grease auch bei sehr hohen Temperaturen ein dicker Schmierfilm erhalten.

Cat Desert Gold Grease wird mit einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt. Das gewährleistet den erforderlichen Schutz vor Fressen, Verschleiß, Scheuern, Wasserauswaschung und Korrosion. Cat Desert Gold Grease ist außerdem sehr langlebig. Dieses Schmierfett wird auch bei extrem hohen Belastungen im Einsatz nicht abgebaut. Dieser Schutz wird bei Arbeiten bei gemäßigten bis sehr hohen Temperaturen und bei nassen und trockenen Arbeitsbedingungen gewährleistet.

Cat Desert Gold Grease enthält 5 Prozent Molybdän statt der bei den meisten anderen Fetten zu findenden 0 bis 3 Prozent. Dieses zusätzliche Molybdän verbessert die Fähigkeit des Schmierfetts erheblich, die Teile bei hohen Stoßbelastungen vor Beschädigung zu schützen. Zudem ist das Molybdän im Cat Desert Gold Grease eine spezielle Sorte. Diese Sorte hat eine mittlere Partikelgröße von 3 Mikrometer, um den besonderen Anforderungen einiger Wälzlager zu entsprechen.

Cat Desert Gold Grease wird besonders klebrig gemacht. Bei einigen Anwendungen muss der Schmierfettfilm an senkrechten Oberflächen haften bleiben. Viele herkömmliche Schmierfette weisen nicht genügend Klebrigmacher auf, um das Fett an seinem Platz zu halten. Überdies genügt die Leistungsfähigkeit, vor allem bei hohen Umgebungstemperaturen, von vielen dieser Fette nicht, um die Zahnradzähne bei diesen Einsätzen ausreichend zu schützen.

Cat Desert Gold Grease kann Fressen und Verschleiß bei sehr hohen Temperaturen unter extrem schweren Lasten und Bedingungen verhindern. Bei gemäßigten Temperaturen kann Cat Desert Gold Grease bei solchen extrem schweren Einsätzen verwendet werden, wenn eine Verbesserung gegenüber Cat Ultra 5Moly Grease erwünscht ist.

Cat Desert Gold Grease kann bei Einsätzen verwendet werden, bei denen das Schmiermittel über sehr lange Zeit erhalten bleiben muss, weil dieses Schmierfett sich durch extrem hohe Leistung und lange Nutzungsdauer auszeichnet.

Cat Desert Gold Grease übertrifft die NLGI-Einstufung *GC-LB*.

Anmerkung: Wenn für einen Einsatz Cat Desert Gold Grease benötigt wird und Cat Desert Gold Grease nicht zur Verfügung steht, konsultieren Sie bitte die Schmierfett-Datenblätter. Aus diesen Datenblättern kann ein Ersatz ermittelt werden, der den Leistungsmerkmalen von Cat Desert Gold Grease entspricht. Je nach Einsatz kann Cat Ultra 5Moly Grease oder Cat Arctic Platinum Grease eine entsprechende Leistung bieten. Bei Verwendung dieser Schmierfette ist jedoch unter Umständen ein anderer Schmierplan erforderlich.

Cat Desert Gold Grease wird ohne Blei, Antimon, Barium, Zink, Phosphor- und Chlor-Additive hergestellt. Wenn also Cat Desert Gold Grease mit anderen Fettsorten verglichen wird, ist Cat Desert Gold Grease umweltfreundlicher.

Cat Arctic Platinum Grease

Cat Arctic Platinum Grease wird zum Schutz der am stärksten belasteten Gelenke in Caterpillar-Maschinen vor Scheuern, Verschleiß und Korrosion hergestellt. Abhängig von der Konsistenz des Schmierfetts bleibt dieser Schutz bei Arbeiten bei gemäßigten Temperaturen und bis zu einer Temperatur von -50 °C (-58 °F) erhalten. Außerdem können nasse oder trockene Bedingungen vorliegen. Cat Arctic Platinum Grease ist in der NLGI-Klasse 0 verfügbar.

Cat Arctic Platinum Grease wird mit einem synthetischen Grundöl mit sehr niedriger Viskosität und einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt. Die Leistung wird mit fünf Prozent Molybdändisulfid (MoS_2 bzw. "Moly") und einem Klebrigmacher verbessert.

Weil ein synthetisches Grundöl verwendet wird, verändert sich die Viskosität von Cat Arctic Platinum Grease nur sehr geringfügig, wenn die Temperatur sinkt. Wegen der sehr niedrigen Viskosität des synthetischen Grundöls von Cat Arctic Platinum Grease ist die Viskositätsänderung dieses Schmierfetts minimal und es ist leicht fließfähig, wenn die Temperatur fällt. Cat Arctic Platinum Grease lässt sich bei extrem tiefen Temperaturen leicht pumpen. So kann Cat Arctic Platinum Grease der NLGI-Klasse 0 durch übliche automatische Schmiersysteme an Maschinen bei Temperaturen bis zu -50 °C (-58 °F) gepumpt werden. Das bedeutet, dass das Schmierfett durch lange unbeheizte Leitungen in die jeweiligen Gelenke gepumpt werden kann.

Cat Arctic Platinum Grease wird mit einem Calcium-Sulfonatkomplex-Verdickungsmittel hergestellt, um den erforderlichen Schutz vor Fressen, Verschleiß, Scheuern, Wasserauswaschung und Korrosion zu bieten.

Cat Arctic Platinum Grease erbringt über lange Zeit gute Leistung. Dieses Schmierfett wird auch bei extrem hohen Belastungen nicht abgebaut. Der Schutz durch dieses Schmierfett bleibt bei nassen wie bei trockenen Bedingungen erhalten. Zudem bietet dieses Schmierfett bei gemäßigten Temperaturen ebenso Schutz wie bei extrem tiefen Temperaturen.

Cat Arctic Platinum Grease enthält 5 Prozent Molybdän statt der bei den meisten anderen Fetten zu findenden 0 bis 3 Prozent. Dieses zusätzliche Molybdän verbessert die Fähigkeit des Schmierfetts erheblich, um die Teile bei hohen Stoßbelastungen vor Beschädigung zu schützen. Zudem ist das Molybdän im Cat Arctic Platinum Grease eine spezielle Sorte. Dieses Molybdän hat eine mittlere Partikelgröße von 3 Mikrometer, um den besonderen Anforderungen einiger Wälzlager zu entsprechen.

Cat Arctic Platinum Grease wird besonders klebrig gemacht. Bei einigen Anwendungen muss der Schmierfettfilm an senkrechten Oberflächen haften bleiben. Viele herkömmliche Schmierfette weisen nicht genügend Klebrigmacher auf, um das Fett an seinem Platz zu halten. Diese Fähigkeit ist erforderlich, um die Zahnradzähne bei diesen Einsätzen ausreichend zu schützen.

Cat Arctic Platinum Grease kann Fressen und Verschleiß bei sehr tiefen Temperaturen unter extrem schweren Lasten und Bedingungen verhindern. Bei gemäßigten Temperaturen kann Cat Arctic Platinum Grease bei solchen Einsätzen dann verwendet werden, wenn das Gehäuse gut abgedichtet ist, damit das Fett nicht austritt.

Manchmal wird Cat Arctic Platinum Grease verwendet, wenn das Schmiermittel über sehr lange Zeit erhalten bleiben muss. Das beruht darauf, dass dieses Schmierfett sich durch extrem hohe Leistung und eine lange Nutzungsdauer auszeichnet.

Anmerkung: Wenn für einen Einsatz Cat Arctic Platinum Grease benötigt wird und Cat Arctic Platinum Grease nicht zur Verfügung steht, bieten die Schmierfett-Datenblätter Hilfe. Ein Ersatzmittel verwenden, das den Leistungsmerkmalen am ehesten entspricht.

Cat Arctic Platinum Grease wird ohne Blei, Antimon, Barium, Zink, Phosphor- und Chlor-Additive hergestellt. Wenn also Cat Arctic Platinum Grease mit anderen Fettsorten verglichen wird, ist Cat Arctic Platinum Grease umweltfreundlicher.

Cat Highspeed Kugellagerschmierfett

Cat Highspeed Kugellagerschmierfett ist ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2. Dieses Schmierfett wird auf Erdölbasis mit einem Polyharnstoff-Verdicker hergestellt. Dieses Schmierfett wird für Einsätze empfohlen, bei denen Rollenlager und Kugellager bei hoher Drehzahl wenig bis mäßig belastet werden.

Cat High Speed Ball Bearing Grease wird ohne Blei, Antimon, Barium, Zink, Phosphor- und Chlor-Additive hergestellt. Deshalb ist Cat Highspeed Kugellagerschmierfett, wenn Cat Highspeed Kugellagerschmierfett mit anderen Fetten verglichen wird, umweltfreundlicher.

Schmierfett-Anwendungstabelle

Caterpillar-Schmierfett	NLGI-Klasse	1Pumpfähigkeit bei tiefer Temp.	2Schwere Einsätze	2Schwere Einsätze	2Schwere Einsätze	2Schwere Einsätze mit extremen Belastungen	2Schwere Einsätze	3 Hochdruck (EP)	4Nutzungsdauer	5Umweltfreundlich	6Korrosionsschutz	7Wasser- auswasch- beständigkeit
Empfohlene Einsatzbedingungen		(In Zentral- (Autom.- Schmier-) Systemen)	Extrem tiefe bis tiefe Temp.	Tiefe bis gemäßigte Temp.	Gemäßigte bis hohe Temp.	Gemäßigte bis hohe Temp.	Hohe bis sehr hohe Temp.	(Verschleiß- schutz)	(Scherstabilität)			
Optimaler Temperaturbereich			-50 °C (-58 °F) bis -18 °C (0 °F)	-23 °C (-10 °F) bis +29 °C (+85 °F)	+18 °C (+65 °F) bis +60 °C (+140 °F)	+18 °C (+65 °F) bis +41 °C (+105 °F)	+38 °C (+100 °F) bis +232 °C (+450 °F)					
Desert Gold	2	über +35 °F	n e	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ausgezeichnet	sehr gut	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ja	ausgezeichnet	ausgezeichnet
Ultra 5Moly	2	über +20 °F	n e	ausgezeichnet	ausgezeichnet	sehr gut	gut	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ja	ausgezeichnet	ausgezeichnet
Ultra 5Moly	1	über 0 °F	gut	ausgezeichnet	gut	gut	brauchbar	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ja	ausgezeichnet	ausgezeichnet
Arctic Platinum 0	0	über -45 °F	ausgezeichnet	sehr gut	n e	n e	n e	ausgezeichnet	ausgezeichnet	ja	ausgezeichnet	ausgezeichnet
Advanced 3Moly	2	über 0 °F	n e	brauchbar	gut	gut	n e	sehr gut	gut	nein	brauchbar	brauchbar
Mehrzweckschmierfett	2	über -10 °F	n e	n e	n e	n e	n e	brauchbar	gut	nein	brauchbar	brauchbar
Highspeed- Kugellagerschmierfett	2	über 0 °F	n e	n e	n e	n e	n e	n e	sehr gut	nein	gut	gut

8. Je nach Einsatz

1 Nach 'USS Mobility'- und 'Lincoln Ventmeter'-Tests; Leistung kann sich je nach Schmieranlage und Leitungslänge ändern

2 Schwere Einsätze sind solche mit sehr hohen Belastungen, häufigen Schwingungen und hohen Stoßbelastungen

3 Hochdruck (EP) - siehe Vierkugel-Schweißpunkt im technischen Datenblatt (ASTM D 2596)

4 Nutzungsdauer - siehe % Veränderung nach 100000 Hüben im technischen Datenblatt (ASTM D 217)

5 Wird ohne Blei, Antimon, Barium, Zink, Phosphor- und Chlor-Additive hergestellt

6 Beständigkeit gegen Salzwasser und Salzsprühnebel (ASTM B 117)

7 Wasserauswaschbeständigkeit - siehe Rollstabilität bei Wasser, % Veränderung (ASTM D 1264)

n e - nicht empfohlen

Anmerkung: Für zusätzliche Leistungsdaten zu diesen Schmierfetten siehe den Abschnitt "Referenzliteratur" in der vorliegenden Fachliteratur.

Anmerkung: Das Schmierfett Cat Ultra 5Moly ist auch in der NLGI-Klasse 0 für die Verwendung in Zentralschmieranlagen bei mäßigen bis tiefen Umgebungstemperaturen erhältlich.

i03564277

Planmäßige Öldiagnose

SMCS-Code: 1000; 1348; 3080; 4070; 4250; 4300;
5095; 7000; 7542; 7581

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich für die aktuellsten Empfehlungen an Ihren Caterpillar-Händler.

Caterpillar hat ein Hilfsmittel für die Wartungsplanung entwickelt, mit dem die Alterung des Öls beurteilt wird und frühe Anzeichen von Verschleiß an den innenliegenden Komponenten festgestellt werden. Die von Caterpillar entwickelte Ölanalyse wird planmäßige Öldiagnose genannt und ist ein Teil des Programms der Flüssigkeitsdiagnosen. Bei der planmäßigen Öldiagnose wird die Ölanalyse in vier Kategorien eingeteilt:

- Komponenten-Verschleißquote
- Ölzustandsanalyse
- Ölverunreinigung
- Ölidentifizierung

Bei der Analyse der Komponenten-Verschleißquote wird der innerhalb des geschmierten Gehäuses herrschende Verschleiß beurteilt. Nach den Ergebnissen der Elementanalyse und der Teilchenzählung bewerten die Diagnosespezialisten den Verschleiß. Anhand der Trendanalyse und firmeneigenen Verschleißtabellen wird dann ermittelt, ob die Verschleißquoten normal sind oder nicht.

Mit Hilfe der Ölzustandsanalyse wird festgestellt, ob das Öl gealtert ist. Es werden Tests auf Oxidation, Sulfatierung und Viskosität des Öls durchgeführt. Der Diagnosespezialist legt nach anerkannten Richtlinien oder der Trendanalyse fest, ob das Öl das Ende seiner Nutzungsdauer erreicht hat.

Ölverunreinigungstests werden durchgeführt, um die Existenz von Schadstoffen im Öl festzustellen. Dieser Analyse liegen die Ergebnisse der folgenden Tests zugrunde: Elementanalyse, Ruß, Teilchenzählung, Kraftstoffverdünnung, Wasser und Glykol. Zum Programm der planmäßigen Flüssigkeitsdiagnosen gehören Richtlinien für den Verunreinigungsgrad, der bei einem Cat-Motor zulässig ist.

Ölidentifizierung ist ein weiterer sehr wichtiger Bestandteil des Programms der planmäßigen Öldiagnose. Das falsche Öl in einem Motor kann Hauptkomponenten erheblich beschädigen. Der Diagnosespezialist bestimmt anhand der Elementanalyse und der Viskositätsergebnisse wesentliche Merkmale der Öle.

Mit Hilfe dieser vier Analysearten wird der Zustand Ihres Geräts überwacht und Ihnen dabei geholfen, potenzielle Probleme zu erkennen. Mit einer richtig angewandten planmäßigen Öldiagnose können die für Reparaturen erforderlichen Kosten gesenkt und Stillstandzeiten verkürzt werden.

Das Programm der planmäßigen Öldiagnose umfasst eine Vielzahl von Tests, um den Zustand des Öls und des mit ihm geschmierten Gehäuses zu ermitteln.

Für diese Tests wurden Richtwerte aufgrund von Erfahrungswerten und der Zusammenhänge mit Ausfällen entwickelt. Die Richtwerte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Wenn einer oder mehrere dieser Richtwerte überschritten werden, kann das auf eine starke Degradation der Flüssigkeitsqualität oder einen bevorstehenden Ausfall eines Bauteils hinweisen. Ein Fachmann Ihres Caterpillar-Händlers muss die abschließende Analyse durchführen.

Anmerkung: Kühlsystemprobleme verkürzen ebenfalls die Nutzungsdauer des Motors. Die planmäßige Kühlmitteldiagnose und die planmäßige Öldiagnose bilden zusammen ein umfassendes und genaues Verfahren zur Überwachung des Zustands aller Motorsysteme. Siehe die Angaben zur planmäßigen Kühlmitteldiagnose in der vorliegenden Fachliteratur. Ein richtig angewandtes Programm der planmäßigen Flüssigkeitsdiagnosen führt zu einer Senkung der Reparaturkosten und verringert die Stillstandzeiten.

Tabelle 5

Richtwerte für planmäßige Öldiagnose	
Testparameter	Richtwert
Oxidation	(1)
Ruß	(1)
Sulfatierung	(1)
Verschleißmetalle	Trendanalyse und Cat-Verschleißstabellenwerte ⁽¹⁾ Spezifikationen
Wasser	max. 0,5 %
Glykol	0%
Kraftstoffverdünnung	nach Viskosität ⁽¹⁾ und GC ⁽²⁾ Kraftstoffverdünnung über 4%
Viskosität <i>ASTM D445</i> gemessen bei 100 °C (212 °F)	Änderung von +/-3 cSt im Vergleich zur Viskosität von frischem Öl

(1) Die zulässigen Werte für diese Parameter sind Eigendaten des Programms der planmäßigen Öldiagnose.

(2) Gaschromatograph

Wenden Sie sich um weitere Auskunft und Hilfe beim Zusammenstellen eines Programms der planmäßigen Öldiagnose an Ihren Caterpillar-Händler.

Probenentnahme für planmäßige Öldiagnose

Motor vor der Entnahme der Ölprobe laufen lassen, bis das Öl warm und gut durch das System zirkuliert ist. Ölprobe anschließend entnehmen.

Um eine geeignete Ölprobe zu erhalten, Probe nicht aus ablaufendem Öl entnehmen. Beim Ablaufstrom kann verschmutztes Öl vom Boden des Gehäuses abfließen und die Ölprobe verschmutzen. Ölprobe dementsprechend niemals einem Ölbehälter oder einem gebrauchten Filter entnehmen.

Es gibt zwei zulässige Methoden, Proben für eine planmäßige Öldiagnose zu entnehmen. **Nachfolgend sind die Methoden in der Reihenfolge aufgeführt, in der ihnen der Vorzug zu geben ist:**

- Probenentnahmeventil an der Druckleitung des Ölverteilers benutzen.
- Eine Vakuumpumpe in den Ölsumpf einsetzen.

Die bevorzugte Methode ist die Benutzung des Probenentnahmeventils. Bei dieser Methode ist das Risiko einer Verschmutzung der Proben am geringsten.

Um eine Ölprobe vom Motor zu bekommen, kann eine Erhöhung der Motordrehzahl erforderlich sein. Normalerweise wird die Ölprobe entnommen, wenn der Motor im unteren Leerlauf läuft. Wenn das Öl jedoch eine zu geringe Fließfähigkeit aufweist, muss die Motordrehzahl zur Probenentnahme auf oberen Leerlauf erhöht werden.

HINWEIS

Für die Entnahme von Ölproben und Kühlmittelproben stets jeweils eine eigene Pumpe benutzen. Wenn für die beiden Probenarten dieselbe Pumpe benutzt wird, können die gezogenen Proben verunreinigt werden. Eine solche Verunreinigung kann zu einer falschen Diagnose und fehlerhaften Auswertung führen, die Besorgnisse beim Kunden und Händler hervorrufen können.

Ölprobenentnahmeintervall

Empfohlene Intervalle für die Entnahme von Ölproben so genau wie möglich einhalten. Um den vollen Nutzen aus der planmäßigen Öldiagnose ziehen zu können, muß eine stetige Datenreihe erstellt werden. Damit eine sachdienliche Datenakte angelegt werden kann, müssen die Ölproben regelmäßig entnommen werden.

Tabelle 6

Intervall für die Probenentnahme für planmäßige Öldiagnose	
Gehäuse	Intervall ⁽¹⁾⁽²⁾
Kurbelgehäuse	alle 250 Betriebsstunden

(1) Bei Schwereinsätzen können kürzere Ölprobenentnahmeintervalle nötig sein.

(2) Unter bestimmten Bedingungen kann mit Zustimmung des Caterpillar-Händlers oder entsprechend dem Betriebs- und Wartungshandbuch ein längerer Zeitraum zwischen den Entnahmen der Ölproben zulässig sein.

Anmerkung: Die für Ihren Motor empfohlenen Ölwechselintervalle sind im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch aufgeführt.

Wenden Sie sich um weitere Auskunft und Hilfe beim Erstellen eines Programms der planmäßigen Öldiagnose an Ihren Caterpillar- Händler.

Häufigere Durchführung der planmäßigen Öldiagnose verbessert das Nutzungsdauer-Management

Seit langem sind Intervalle von 250 Stunden für die planmäßige Öldiagnose in Dieselmotoren eingeführt. Bei Schwereinsätzen wird jedoch empfohlen, die Proben häufiger zu entnehmen. Schwereinsätze für geschmierte Gehäuse sind hohe Belastungen, hohe Temperaturen und staubige Arbeitsbedingungen. Wenn eine dieser Bedingungen vorliegt, müssen Proben des Motoröls in Abständen von 125 Stunden entnommen werden. Diese zusätzlichen Proben erhöhen die Chance, eine mögliche Störung festzustellen.

Festlegen von optimalen Ölwechselintervallen

Die Untersuchung des Motoröls im Abstand von jeweils 125 Stunden liefert Informationen über den Ölzustand und die Ölleistung. Mit Hilfe dieser Informationen wird die optimale Nutzungsdauer eines bestimmten Öls ermittelt. Außerdem lassen mehr Daten eine genauere Überwachung der Verschleißquoten der Bauteile zu. Mit einer genauen Überwachung kann außerdem die maximale Nutzung des Öls erreicht werden. Nähere Informationen zur Optimierung der Ölwechselintervalle erhalten Sie bei Ihrem Caterpillar-Händler.

Optimierung der Nutzungsdauer von Bauteilen

Bei einer häufigeren Entnahme von Ölproben können die Trends der Daten in der Zeit zwischen den Ölwechseln besser bestimmt werden. Bei mehr Ölproben können die Verschleißmuster der Bauteile genau verfolgt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die Bauteile ihre volle Nutzungsdauer erreichen.

Kraftstoffspezifikationen

i03564289

Allgemeines zum Kraftstoff

SMCS-Code: 1250; 1280

HINWEIS

Wir sind bestrebt, genaue und aktuelle Informationen bereitzustellen. Mit der Benutzung des vorliegenden Dokuments erkennen Sie an, dass Caterpillar für Irrtümer nicht haftet.

Die bereitgestellten Informationen sind die aktuellsten Empfehlungen für die Caterpillar-Dieselmotoren, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind. Diese Information ersetzt alle früheren Empfehlungen, die für die von der vorliegenden Fachliteratur erfassten Caterpillar-Dieselmotoren veröffentlicht wurden. Für einige Motoren werden spezielle Flüssigkeiten benötigt, und diese Spezialprodukte müssen auf Dauer verwendet werden. Siehe das entsprechende Betriebs- und Wartungshandbuch.

Die vorliegende Fachliteratur ist eine Ergänzung des Betriebs- und Wartungshandbuchs. Diese Fachliteratur ersetzt nicht die Betriebs- und Wartungshandbücher für die jeweiligen Motoren.

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich für die aktuellsten Empfehlungen an Ihren Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Um Beschädigung Ihrer Cat-Maschine und/ oder Ihres Cat-Motors zu vermeiden, kaufen Sie Ihre Cat-Flüssigkeiten und Cat-Filter nur bei Ihrem Caterpillar-Händler oder bei einer von Caterpillar autorisierten Vertriebsstelle. Eine Liste der von Caterpillar autorisierten Vertriebsstellen ist bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich.

Wenn Sie bei einer nicht autorisierten Verkaufsstelle Flüssigkeiten und/oder Filter kaufen, die wie Cat-Flüssigkeiten und/oder Cat-Filter aussehen, ist die Gefahr groß, dass Sie nachgeahmte Produkte kaufen, die nur wie Caterpillar-Produkte "aussehen".

Obwohl nachgeahmte oder "gleich aussehende" Produkte äußerlich wie Originalprodukte von Cat erscheinen können, ist ihre Leistungsfähigkeit und Qualität typischerweise sehr gering.

Bei Verwendung von nachgeahmten oder "gleich aussehenden" Produkten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der Motor und/oder die Maschinenkomponenten beschädigt werden.

HINWEIS

Viele der in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen sind miteinander verknüpft. Vor der Anwendung der aufgeführten Information muss der Benutzer dieser Fachliteratur die Information vollständig gelesen und verstanden haben.

Wenden Sie sich für Fragen zu den in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Für zusätzliche Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen (einschließlich Wartungsintervallempfehlungen/-anforderungen) siehe das jeweilige produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Vor der Durchführung empfohlener bzw. vorgeschriebener Wartungsarbeiten muss der Benutzer dieser Fachliteratur alle Sicherheitsvorschriften der vorliegenden Fachliteratur und in den produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren bzw. Maschinen gelesen und verstanden haben.

Für Fragen zu den der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch oder wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

Bei der Durchführung von empfohlenen und/oder vorgeschriebenen Wartungsarbeiten und beim Betrieb von Motoren und/oder Maschinen müssen alle Branchennormen zu Sicherheitsvorkehrungen befolgt werden.

HINWEIS

Handelsübliche Produkte die vorgeben, dass sie Cat und/oder Caterpillar Anforderungen erfüllen, ohne aber die Erfüllung der spezifischen Cat Empfehlungen und/oder Anforderungen zu dokumentieren, bieten unter Umständen nicht akzeptable Leistung und können die Nutzungsdauer von Motoren und Maschinenkomponenten verringern. Für Caterpillar-Flüssigkeitsempfehlungen und -anforderungen siehe die Informationen in der vorliegenden Fachliteratur und im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch.

Anmerkung: Anweisungen zur Montage des Filters befinden sich an der Seite jedes Caterpillar-Anschraubfilters. Bei Fremdfiltern die Montageanweisungen des Filterherstellers befolgen.

HINWEIS

Um die erwartete Nutzungsdauer des Kraftstoffsystems zu erreichen, muss für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Common-Rail-Kraftstoffsystemen und für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Pumpe-Injektor-Kraftstoffsystemen ein Kraftstoffsicherheitsfilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer eingesetzt werden. Für alle anderen Caterpillar-Dieselmotoren (zumeist ältere Motoren mit einem Kraftstoffsystem mit Pumpe, Leitung und Einspritzdüse) wird die Verwendung eines Kraftstoffsicherheitsfilters mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer dringend empfohlen. Alle gegenwärtigen Caterpillar-Motoren sind ab Werk mit Caterpillar Feinfiltern mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer ausgestattet.

Für weitere Informationen zu Filterprodukten von Caterpillar siehe die Abschnitte "Referenzmaterial", "Filter" und "Verschiedenes" in der vorliegenden Fachliteratur und wenden Sie sich danach an Ihren Caterpillar-Händler für Filterempfehlungen für Ihren Caterpillar-Dieselmotor.

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

Allgemeine Empfehlungen und Richtlinien

Alle geltenden Industrienormen sowie alle relevanten Richtlinien, Verfahrensweisen, Bestimmungen und Anordnungen von behördlicher Seite zu Umweltschutz und Sicherheit befolgen.

Anmerkung: Diese allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien zur Wartung und Lagerung von Kraftstoff sind nicht allumfassend. **Wenden Sie sich für Sicherheitsmaßnahmen, Gesundheitsschutz und Wartungspraktiken bitte an Ihren Kraftstofflieferanten.** Die Anwendungen dieser allgemeinen Empfehlungen und Richtlinien enthebt den Eigentümer des Motors und/oder den Kraftstofflieferanten nicht von seiner Verantwortung, alle geltenden Branchennormen und Vorschriften bezüglich der Lagerung und Handhabung von Kraftstoff zu befolgen.

Anmerkung: Wenn Empfehlungen zum Ablassen von Wasser und/oder Bodensatz und/oder Schmutz gegeben werden, müssen diese Abfallstoffe gemäß den geltenden Vorschriften und Anweisungen entsorgt werden.

-
- Fragen, Probleme und Anforderungen in Bezug auf einen bestimmten Kraftstoff sind mit einem zuverlässigen Kraftstofflieferanten abzuklären.
 - Kraftstoff nur von zuverlässigen Lieferanten kaufen.
 - Kraftstoff verwenden, der den Caterpillar-Anforderungen für Destillat-Diesekraftstoff entspricht oder sie übertrifft. Siehe Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Diesekraftstoff".
 - Kraftstoff in einem vorschriftsmäßig ausgelegten und gewarteten Lagertank aufbewahren.
 - Bestätigung vom Filterhersteller einholen, dass der/die einzusetzende(n) Kraftstofffilter mit der zu filternden Kraftstoffsorte verträglich ist/sind.
 - Kraftstoff beim Einfüllen in den Lagertank mit einem Filter mit einer Filterfeinheit von mindestens 20 Mikrometer filtern.
 - Alle vorgeschriebenen Erdungs- und sonstigen Sicherheitsverfahren einhalten.
 - Regelmäßig Prüfungen auf mikrobielle Verunreinigung durchführen und, falls eine Verunreinigung vorliegt, geeignete Maßnahmen zu ihrer Beseitigung ergreifen. Abfälle von Reinigungsarbeiten gemäß den geltenden Vorschriften und Anweisungen ordnungsgemäß entsorgen.
 - Ordnungsgemäß ausgelegtes und geerdetes Spülschleifen-Filtriersystem zur Dauerfiltration des gelagerten Kraftstoffs am Lagertank montieren und vorschriftsmäßig warten. Filterelement(e) mit einer Filterfeinheit von mindestens 5 Mikrometer einsetzen. Kraftstofffilter gemäß den Herstellerempfehlungen wechseln.
 - Regelmäßig eine vollständige Diagnose des Lagerkraftstoffs durchführen gemäß Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Diesekraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Diesekraftstoff". Bei Bedarf Abhilfemaßnahmen ergreifen. Korrekturmaßnahmen können u.a. Kraftstoffbehandlung, Reinigung des Kraftstofflagertanks und/oder Kraftstoffsystems und Ersetzen des problematischen Kraftstoffs durch frischen Kraftstoff sein.
 - Kraftstoff-Lagertank frei von Wasser, Schmutz und Bodensatz halten.
 - Wasser und Bodensatz wöchentlich aus dem Kraftstoff-Lagertank ablassen. Wasser und Bodensatz ablassen, bevor der Tank erneut gefüllt wird.
 - Umgebung des Kraftstofftank-Einfüllstutzens sauber halten, damit kein Schmutz in den Kraftstofftank gelangt.
 - Bei Bedarf den Kraftstofftank des Motors und Kraftstoff-Lagertank innen reinigen.
 - Wasser und Bodensatz täglich aus dem Kraftstofftank des Motors ablassen. Wasser und Bodensatz jeweils zu Beginn einer Schicht aus dem Tank ablassen. Nach dem Auffüllen des Kraftstofftanks zehn Minuten warten, um den Kraftstoff zur Ruhe kommen zu lassen. So können sich Wasser und Bodensatz vom Kraftstoff absetzen. Anschließend Wasser und Bodensatz aus dem Tank ablassen.
 - Wasserabscheider sowohl an der Zapfstelle des Kraftstoff-Lagertanks als auch am Motor anbringen. Drahtnetz-Einsätze werden NICHT empfohlen.
 - Wasser aus den Wasserabscheidern täglich ablassen.
 - Für die mit Destillat-Kraftstoff betriebenen Dieselmotoren werden hochwirksame Caterpillar-(Kraftstofffeinfilter) benötigt, um dem Kraftstoffsystem die maximale Nutzungsdauer zu bieten.
 - Kraftstofffilter zu den planmäßigen Intervallen wechseln. Einen neuen Sicherheitskraftstofffilter vor der Montage niemals mit Kraftstoff füllen. Zum Entlüften des Systems Kraftstoffentlüftungspumpe benutzen.
 - Vier-Mikrometer-Entlüfterfilter sowohl an der Entlüftungsöffnung des Motor-Kraftstofftanks als auch an der Entlüftungsöffnung des Lagertanks montieren und vorschriftsmäßig warten. Trockenmittel-Entlüfterfilter werden ebenfalls empfohlen, um der in den Kraftstofftank eintretenden Luft Feuchtigkeit zu entziehen. Entlüfterfilter werden üblicherweise alle sechs Monate gewechselt, und Trockenmittel-Entlüfterfilter werden üblicherweise bei Sättigung gewechselt. Siehe Beschreibung, die dem Filter beigegeben war. Fragen Sie Ihren Filterlieferanten nach Trockenmittel-Entlüfterfiltern für ihre Anwendung.
 - Kraftstofftanks so oft auffüllen, wie es vernünftig durchführbar ist, um die Kondenswassermenge zu reduzieren.

- Eindringen von Schmutz und Wasser in Kraftstofftanks durch Schutzmaßnahmen verhindern.

Anmerkung: Caterpillar bietet für den Einsatz bei Kraftstoff-Lagertanks Koaleszer-Kraftstofffilter in vier verschiedenen Größen an, die sowohl Schmutz als auch Wasser herausfiltern. Die Filter haben eine Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer. Informationen über die von Cat lieferbaren Koaleszer-Filter sind beim Caterpillar-Händler erhältlich.

Anmerkung: Kraftstoff-Lagertanks müssen vor einer Umstellung auf extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff ULSD (max. 15 ppm Schwefel) und/oder Biodiesel/Biodiesel-Mischungen sorgfältig gereinigt werden. Durch eine Umstellung auf extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff ULSD und/oder Biodiesel/Biodiesel-Mischungen können sich Ablagerungen im Kraftstoffsystem und Kraftstoff-Lagertank lösen. Die Wechselintervalle für Spülschleifen- und Zapfstellenfilter sowie motoreigene Filter müssen unter Umständen für längere Zeit verkürzt werden, um diesem Reinigungseffekt Rechnung zu tragen.

Anmerkung: Caterpillar empfiehlt dringend, zur Filterung von Destillat-Dieselmotorkraftstoff und/oder Biodiesel/Biodiesel-Mischungen einen Filter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer einzusetzen. Diese Filterung muss am Gerät für die Kraftstoffzufuhr zum Kraftstofftank des Motors und ebenso am Gerät für die Kraftstoffzufuhr vom Lagertank erfolgen. Reihenfilterung wird empfohlen.

Anmerkung: Selbst wenn alle für Ihre Anwendung relevanten Kraftstofflagerungspraktiken befolgt werden, empfiehlt Caterpillar Destillat-Dieselmotorkraftstoffe höchstens ein Jahr lang und Biodiesel und Biodieselmischungen höchstens ein halbes Jahr lang zu lagern. Die Lagerfähigkeit von Biodiesel und Biodieselmischungen über B20 kann deutlich unter sechs Monaten liegen.

Kraftstoffinformation für mit Dieselkraftstoff betriebene Motoren

SMCS-Code: 1250; 1280

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, *Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar*. Wenden Sie sich auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Die beiden Hauptarten von Destillat-Dieselmotorkraftstoff sind Dieselmotorkraftstoff Nr. 2 und Nr. 1. Dieselmotorkraftstoff Nr. 2 ist die am weitesten verbreitete Kraftstoffklasse für den Einsatz im Sommer. Dieselmotorkraftstoff Nr. 1 ist eine Kraftstoffklasse für den Einsatz im Winter. Während der Wintermonate mischen Kraftstofflieferanten normalerweise Dieselmotorkraftstoff Nr. 1 und Nr. 2, um die Fließeigenschaften des Kraftstoffs an die tiefen Umgebungstemperaturen einer Region oder eines Gebiets anzupassen. Dieselmotorkraftstoff Nr. 2 ist schwerer als Nr. 1. Bei tiefen Umgebungstemperaturen können schwerere Kraftstoffprobleme bei Kraftstofffiltern, Kraftstoffleitungen, Kraftstofftanks und Kraftstofflagerung auftreten. Schwerere Dieselmotorkraftstoffe, zum Beispiel Nr. 2, können bei tiefen Umgebungstemperaturen in Dieselmotoren verwendet werden, wenn sie die richtige Menge Additiv zum Senken des Pourpoints enthalten. Weitere Angaben über Kraftstoffe, die eine Mischung aus Dieselmotorkraftstoff Nr. 1 und Nr. 2 enthalten, erhalten Sie bei Ihrem Kraftstofflieferanten.

Wenn Dieselmotorkraftstoff Nr. 2 oder andere schwerere Kraftstoffe verwendet werden, kann der erfolgreiche Betrieb bei tiefen Umgebungstemperaturen durch einige Kraftstoffeigenschaften beeinträchtigt werden. Weitere Informationen zu den Eigenschaften von Dieselmotorkraftstoff sind erhältlich. In diesen Informationen wird auch die Änderung der Dieselmotorkraftstoffeigenschaften erläutert. Die beim Betrieb bei kaltem Wetter störenden Kraftstoffeigenschaften lassen sich auf verschiedene Weise kompensieren, zum Beispiel durch die Verwendung von Starthilfen, Motorkühlmittel-Vorwärmgeräten, Kraftstoff-Vorwärmgeräten und Enteisungsmitteln. Außerdem kann der Kraftstoffhersteller Additive zum Verbessern der Fließfähigkeit bei tiefen Temperaturen beifügen und/oder Dieselmotorkraftstoff Nr. 1 und Nr. 2 in verschiedenem Prozentsatz mischen.

Diesekraftstoff wird nicht überall auf der Welt in die Klassen Nr. 1 und Nr. 2 klassifiziert. Die grundlegenden Prinzipien der Additivzugabe und/oder des Mischens von Kraftstoffen unterschiedlicher Dichte zum Kompensieren von störenden Kraftstoffeigenschaften bei kaltem Wetter sind jedoch die gleichen.

Starthilfen

Der Einsatz von Starthilfen ist eine häufig angewandte Methode zum Kaltstarten bei tiefen Umgebungstemperaturen. Für Caterpillar-Motoren sind verschiedene Starthilfen erhältlich. Die Anweisungen des jeweiligen Herstellers müssen befolgt werden. Zu beachten sind auch die Informationen im Vorwort der vorliegenden Fachliteratur, "Produkte anderer Hersteller und Garantieleistungen".

Kühlmittel-Vorwärmung

Diese Vorwärmgeräte erwärmen das Motorkühlmittel. Das warme Kühlmittel fließt durch den Zylinderblock. Dadurch wird der Motor warmgehalten. Ein warmer Motor lässt sich bei Kälte leichter starten. Die meisten Kühlmittel-Vorwärmgeräte werden elektrisch betrieben. Für diese Art von Vorwärmgeräten wird eine elektrische Stromquelle benötigt. Mit Kraftstoff betriebene Kühlmittel-Vorwärmgeräte sind ebenfalls erhältlich. Diese Vorwärmgeräte können anstelle von elektrisch betriebenen eingesetzt werden.

Bei jeder dieser Gerätearten sind Starthilfen und/oder Kraftstoffe mit höherer Cetanzahl nicht so wichtig, weil der Motor warm ist. Probleme mit dem Trübungspunkt können zum Verstopfen der Kraftstofffilter führen. Probleme mit dem Trübungspunkt können nicht durch Kühlmittel-Vorwärmgeräte behoben werden. Dies trifft vor allem auf luftgekühlte Kraftstofffilter zu.

Kraftstoffvorwärmung

Zwischen dem Trübungspunkt des Kraftstoffs und Filterproblemen besteht ein Zusammenhang. Das Kraftstoff-Vorwärmgerät erwärmt den Kraftstoff über den Trübungspunkt, bevor der Kraftstoff in den Kraftstofffilter gelangt. Dadurch wird das Zusetzen des Filters durch Paraffinkristalle verhindert. Kraftstoff kann durch Pumpen und Leitungen fließen, auch wenn die Temperatur unter dem Trübungspunkt liegt. Der Trübungspunkt eines Kraftstoffs liegt häufig über seinem Pourpoint. Während der Kraftstoff durch die Leitungen fließen kann, können die Paraffinkristalle im Kraftstoff immer noch den Filter verstopfen.

Bei einigen Motoranlagen können kleine Änderungen Probleme verhindern, die durch den Trübungspunkt hervorgerufen werden. Eine der folgenden Änderungen kann in vielen Situationen Probleme verhindern: Änderung der Lage der Kraftstofffilter und/oder der Förderleitungen und zusätzliche Isolierung. Bei extremen Temperaturen muss der Kraftstoff unter Umständen angewärmt werden, damit die Filter nicht verstopfen. Es werden verschiedene Arten von Kraftstoff-Vorwärmgeräten angeboten. Die Vorwärmgeräte nutzen üblicherweise entweder das Motorkühlmittel oder das Abgas als Wärmequelle. Diese System können die Paraffinansammlung im Filter ohne die Verwendung von Enteisungsmitteln oder Additiven zum Verbessern der Fließfähigkeit verhindern. Wenn der Kraftstoff sehr viel Schmutz oder Wasser enthält, haben diese Systeme unter Umständen keine Wirkung. Durch den Einsatz eines Kraftstoff-Vorwärmgeräts lassen sich einige der bei kaltem Wetter auftretenden Probleme beheben. Ein Kraftstoff-Vorwärmgerät muss so montiert sein, dass der Kraftstoff erwärmt wird, bevor er in den Kraftstofffilter gelangt.

Anmerkung: Bei extremen Kaltstarts sind Kraftstoff-Vorwärmgeräte unwirksam, sofern sie nicht durch eine externe Stromquelle betätigt werden können. Außen liegende Kraftstoffleitungen können Kraftstoff-Vorwärmgeräte erforderlich machen, die den Kraftstoff zirkulieren lassen.

Anmerkung: Es dürfen nur ausreichend dimensionierte Kraftstoff-Vorwärmgeräte eingesetzt werden, die thermostatgesteuert oder selbstregelnd sind. Thermostatisch geregelte Kraftstoff-Vorwärmgeräte erwärmen den Kraftstoff normalerweise auf 15,5 °C (60 °F). Bei warmen Temperaturen dürfen Kraftstoff-Vorwärmgeräte nicht eingesetzt werden.

Für auf Destillat-Kraftstoff ausgelegte Motoren empfiehlt Caterpillar eine Kraftstoffviskosität von 1,4 cSt bis 4,5 cSt bei Rotationskraftstoffeinspritzpumpen bzw. von 1,4 cSt bis 20 cSt bei allen anderen Kraftstoffeinspritzpumpen.

Anmerkung: Wenn ein Kraftstoff mit niedriger Viskosität verwendet wird, muss der Kraftstoff unter Umständen gekühlt werden, um eine Viskosität von mindestens 1,4 cSt an der Einspritzpumpe aufrechtzuerhalten. Bei Kraftstoffen mit hoher Viskosität kann unter Umständen eine Kraftstoffvorwärmung erforderlich sein, um die Viskosität auf 4,5 cSt oder weniger für Rotationskraftstoffeinspritzpumpen bzw. 20 cSt oder weniger für alle anderen Kraftstoffeinspritzpumpen zu senken.

HINWEIS

Der Kraftstoff darf nicht zu stark erwärmt werden, denn bei einer Temperatur über 52°C (125°F) wird die Leistung des Motors beeinträchtigt. Bei reinem Destillatkraftstoff dürfen 75°C (165°F) niemals überschritten werden. Hohe Kraftstofftemperaturen wirken sich auch auf die Kraftstoffviskosität aus. Sinkt die Kraftstoffviskosität unter 1,4 cSt, kann die Pumpe beschädigt werden.

**WARNUNG**

Zu starkes Anwärmen des Kraftstoffs oder des Kraftstofffilters kann zu schweren Verletzungen und/oder Motorschaden führen. Bei der Anwärmung von Kraftstoff und/oder Kraftstofffiltern mit äußerster Vorsicht vorgehen.

Ein Kraftstoff-Vorwärmgerät auswählen, das von der Bauweise her einfach ist, aber den Einsatzerfordernissen entspricht. Das Kraftstoff-Vorwärmgerät muss außerdem verhindern, dass der Kraftstoff zu warm werden kann. Bei warmer Witterung muss die Kraftstoffvorwärmung ausgeschaltet oder deaktiviert werden. Ein unzulässiger Verlust an Kraftstoffviskosität und Motorleistung tritt ein, wenn der zugeführte Kraftstoff zu warm wird.

Wenden Sie sich für weitere Informationen zu Kraftstoff-Vorwärmgeräten an Ihren Caterpillar-Händler.

Enteisungsmittel

Enteisungsmittel senken den Gefrierpunkt der Feuchtigkeit im Kraftstoff. Beim Einsatz eines Kraftstoff-Vorwärmgeräts werden normalerweise keine Enteisungsmittel benötigt. Lassen Sie sich bei Bedarf hinsichtlich geeigneter handelsüblicher Enteisungsmittel von Ihrem Kraftstofflieferanten beraten.

Eigenschaften von Dieselkraftstoff

SMCS-Code: 1250; 1280

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuellste Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, "Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar". Wenden Sie sich auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Schmierfähigkeit und schwefelarmer Dieselkraftstoff (LSD) sowie extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD)

In den USA hat schwefelarmer Dieselkraftstoff (LSD) einen Schwefelgehalt von maximal 0,05 Prozent (500 ppm). Bei extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff liegt der maximale Schwefelgehalt bei 0,0015 Prozent (15 ppm). Für weitere Informationen siehe diese Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" und "Eigenschaften von Dieselkraftstoff", "Schwefelgehalt in Dieselkraftstoff" und weitere relevante Themen. Für weitere Information siehe auch die aktuellste Ausgabe für *ASTM D975 (Standard Specification for Diesel Fuel Oils, Standard-Spezifikation für Dieselmotoröle)*.

Anmerkung: *ASTM D975* lässt gegenwärtig einen Biodieselanteil von bis zu 5 Prozent zu. Für Informationen zur Verwendung von Biodiesel siehe "Kraftstoffspezifikationen", Abschnitt "Biodiesel" in der vorliegenden Fachliteratur.

Der in Europa weit verbreitete Dieselkraftstoff hat einen Schwefelgehalt von höchstens 0,005 Prozent (50 ppm). In Europa enthält extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD) maximal 0,0010 % (10 ppm) "Schwefel", und wird üblicherweise als schwefelfrei bezeichnet. Für weitere Informationen siehe die aktuellste Ausgabe von *European Standard EN 590 (Automotive Fuels - Diesel - Requirements and Test Methods)*.

Anmerkung: *EN 590* lässt gegenwärtig einen Biodieselanteil von bis zu 5 Prozent zu. Für Informationen zur Verwendung von Biodiesel siehe "Kraftstoffspezifikationen", Abschnitt "Biodiesel" in der vorliegenden Fachliteratur.

Die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs ist bei schwefelarmem und extrem schwefelarmem Kraftstoff ein Problem. Zum Feststellen der Schmierfähigkeit des Kraftstoffs den Test nach *ASTM D6079 High Frequency Reciprocating Rig (HFRR)* anwenden. Die gemessene maximale zulässige Verschleißkerbengröße beträgt 0,52 mm (0,0205") bei 60 °C (140 °F) Wenden Sie sich an Ihren Kraftstofflieferanten, wenn die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs unter den Mindestanforderungen liegt. Dem Kraftstoff keine Zusätze begeben, ohne den Kraftstofflieferanten zu konsultieren. Einige Additive sind nicht miteinander verträglich. Diese Additive können Probleme im Kraftstoffsystem hervorrufen.

Der Schmierfähigkeit eines Kraftstoffs ist sehr wichtig. Die Kraftstoffschmierfähigkeit muss beim Einsatz von Ausrüstung in extrem hohen und extrem tiefen Temperaturen immer berücksichtigt werden. Ebenso muss die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs berücksichtigt werden, wenn Kraftstoff verwendet wird, der eine geringere Viskosität aufweist oder Hydrotreating unterzogen wurde. Wenden Sie sich an Ihren Kraftstoffhersteller, um sicherzustellen, dass der Kraftstoff die Mindestanforderungen von Caterpillar erfüllt.

Zur Modifizierung von Kraftstoffen gibt es verschiedene Additive im Handel. Wenn die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs eine Rolle spielt, lassen Sie sich von Ihrem Kraftstofflieferanten über geeignete Additive beraten. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotorkraftstoff", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieselmotorkraftstoff".

Mit Schmierfähigkeit wird die Fähigkeit einer Flüssigkeit bezeichnet, Reibung zwischen unter Last stehenden Oberflächen zu reduzieren. Diese Fähigkeit verringert reibungsbedingte Schäden. Kraftstoff-Einspritzsysteme erfordern schmierfähigen Kraftstoff. Vor der Festlegung von Schwefelgehaltsgrenzen wurde allgemein angenommen, dass die Schmierfähigkeit eines Kraftstoffs sich nach seiner Viskosität richtet.

Das am häufigsten angewandte Verfahren zum Entfernen von Schwefel aus dem Kraftstoff ist das sogenannte Hydrotreating. Dieses Verfahren ist auch das wirtschaftlichste. Rohöl enthält je nach Ursprung unterschiedliche Mengen Schwefel. Üblicherweise erfordert Rohöl Hydrotreating, damit der Schwefelgehaltswert von maximal 0,0015 Prozent eingehalten wird. Rohöl mit hohem Schwefelgehalt erfordert eine intensivere Behandlung.

Beim Hydrotreating werden neben dem Schwefel auch andere Stoffe aus dem Kraftstoff entfernt. Bei dem Verfahren werden Stickstoffverbindungen, polare Substanzen, bi- und polyzyklische Aromaten sowie Sauerstoffverbindungen entfernt. Zwar hat das Entfernen des Schwefels keine negativen Auswirkungen auf den Motor, aber das Ausscheiden anderer Substanzen hat die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs beeinträchtigt. Durch die verringerte Schmierfähigkeit verträgt der Kraftstoff weniger Verunreinigung durch Wasser und Schmutz. Die verminderte Schmierfähigkeit des Kraftstoffs kann als Reibungsverschleiß der Bestandteile des Kraftstoffsystems betrachtet werden. Kraftstoffe mit geringer Schmierfähigkeit bieten unter Umständen keine ausreichende Schmierung von Kolben, Zylindermänteln und Pumpendüsen. Bei der Verwendung von Kraftstoffmischungen, die für den Einsatz bei tiefen Umgebungstemperaturen geeignet sind, verschärft sich dieses Problem. Die leichtere Winter-Kraftstoffmischung weist die folgenden Merkmale auf: niedrigere Viskosität, niedrigerer Trübungspunkt und niedrigerer Pourpoint.

Bei Bedarf kann die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs durch Additive verbessert werden. Viele Kraftstofflieferanten setzen dem Kraftstoff diese Additive zu. Additive zur Verbesserung der Kraftstoff-Schmierfähigkeit erst nach Beratung mit dem Kraftstofflieferanten verwenden. Manche handelsübliche Additive sind möglicherweise nicht mit den bereits im Kraftstoff enthaltenen Additiven verträglich und einige können Abgasbegrenzungssysteme beschädigen. Einige vom Handel angebotene Additiv-Pakete sind unter Umständen nicht mit den Dichtungen verträglich, die bei den Kraftstoffsystemen einiger Dieselmotoren verwendet werden. Andere vom Handel angebotene Additiv-Pakete können bei hohen Temperaturen keine einwandfreie Leistung bieten. Diese Additive können aufgrund der hohen Temperaturen, die in Kraftstoffsystemen von Dieselmotoren herrschen, Ablagerungen hinterlassen.

Die maximale Nutzungsdauer des Kraftstoffsystems kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden: Zusammenarbeit mit einem zuverlässigen Kraftstofflieferanten und ordnungsgemäße Wartung des Kraftstoffsystems. Für die mit Dieselmotorkraftstoff betriebenen Dieselmotoren werden hochwirksame Caterpillar-Kraftstoffeffilter benötigt, um dem Kraftstoffsystem die maximale Nutzungsdauer zu bieten.

Anmerkung: In arktischem Klima werden häufig leichtere Kraftstoffe verwendet. Einige der leichteren Kraftstoffe sind: Jet A-1, JP-8, JP-5 und Kerosin. Zu den für diese Kraftstoffe geltenden Spezifikationen gehören keine Mindestanforderungen an die Schmierfähigkeit. Es darf nicht vorausgesetzt werden, dass ein Kraftstoff die Minimal-Spezifikation von Caterpillar erfüllt. Wenden Sie sich für sachkundige Beratung über Schmierfähigkeitsadditive an den Kraftstofflieferanten.

Anmerkung: Der Schwefelgehalt der Kraftstoffe Jet A, Jet A-1, JP-8, JP-5 und Kerosin überschreitet normalerweise die US-amerikanische Schwefelgrenze von 15 ppm für extrem schwefelarmen Kraftstoff (ULSD) und die Europäische Schwefelgrenze von 50 ppm für schwefelarmen Kraftstoff. Für weitere Informationen siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" und "Alternative Kraftstoffe - Einsätze unter arktischen Bedingungen".

Anmerkung: Damit optimale Ergebnisse erzielt werden können, sollte der Kraftstofflieferant den Kraftstoff behandeln, wenn Additive erforderlich sind. Für weitere Informationen siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieselmotoren".

Viskosität

Die Viskosität des Kraftstoffs ist von besonderer Bedeutung, weil der Kraftstoff die Komponenten des Kraftstoffsystems schmiert. Kraftstoff muss eine ausreichende Viskosität aufweisen. Der Kraftstoff muss das Kraftstoffsystem sowohl bei extremer Kälte als auch bei extremer Hitze schmieren. Wenn die kinematische Viskosität des Kraftstoffs beim Eintritt in die Einspritzpumpe oder Pumpendüse weniger als 1,4 cSt beträgt, kann dies zu übermäßigem Reibungsverschleiß und Festfressen der beweglichen Teile führen.

Für auf Destillat-Kraftstoff ausgelegte Motoren empfiehlt Caterpillar eine Kraftstoffviskosität von 1,4 cSt bis 4,5 cSt bei Rotationskraftstoffeinspritzpumpen bzw. von 1,4 cSt bis 20 cSt bei allen anderen Kraftstoffeinspritzpumpen.

Anmerkung: Wenn ein Kraftstoff mit niedriger Viskosität verwendet wird, muss der Kraftstoff unter Umständen gekühlt werden, um eine Viskosität von mindestens 1,4 cSt an der Einspritzpumpe aufrechtzuerhalten. Bei Kraftstoffen mit hoher Viskosität kann unter Umständen eine Kraftstoffvorwärmung erforderlich sein, um die Viskosität auf 4,5 cSt oder weniger für Rotationskraftstoffeinspritzpumpen bzw. 20 cSt oder weniger für alle anderen Kraftstoffeinspritzpumpen zu senken.

Cetanzahl

Die Cetanzahl des Kraftstoffs beeinflusst das Startvermögen des Motors. Die Cetanzahl beeinflusst auch die Zeitspanne, bis der Motor rundläuft. Eine um 10 Einheiten höhere Cetanzahl verbessert normalerweise die Startfähigkeit des Motors bei einer niedrigeren Temperatur. Eine Erhöhung der Cetanzahl um 10 entspricht einer Steigerung der Starttemperatur um etwa 7 bis 8 °C (12 bis 15 °F). Nach Erreichen der normalen Betriebstemperatur wirkt sich ein Wechsel bei der Cetanzahl von 40 auf 50 kaum auf die Motorleistung aus.

Die meisten Kraftstoffe mit einer Cetanzahl über 40 ermöglichen ein zufriedenstellendes Starten des Motors bei wärmeren Umgebungstemperaturen. Wenn der Motor warmgehalten wird, lässt er sich mit diesen Kraftstoffen problemlos starten. Der Motor kann entweder in einem beheizten Raum oder durch den Einsatz einer entsprechend dimensionierten Kühlmittelvorwärmung warmgehalten werden.

Bei durchschnittlichen Startbedingungen benötigen Dieselmotoren mit Direkteinspritzung eine Cetanzahl von mindestens 40. Unter Umständen ist eine höhere Cetanzahl erforderlich, wenn der Motor in großen Höhenlagen oder bei tiefen Umgebungstemperaturen betrieben werden soll. Für Vorkammer-Dieselmotoren ist eine Kraftstoff-Mindestcetanzahl von 35 erforderlich.

Ändern der Cetanzahl

Die Cetanzahl eines Kraftstoffs lässt sich durch das Mischen mit einem Kraftstoff mit einer anderen Cetanzahl ändern. Normalerweise ergibt sich die Cetanzahl der Mischung direkt aus dem Mischungsverhältnis der Kraftstoffe. Ihr Kraftstofflieferant kann Sie über die Cetanzahl eines bestimmten Kraftstoffs informieren.

Die Cetanzahl eines Kraftstoffs lässt sich auch durch das Beifügen von Additiven verbessern. Die Bewertung von Additiven erfolgt nach Tests in Prüfmotoren. Die Eigenschaften von Kraftstoffen mit Additiven entsprechen jedoch nicht denen von Kraftstoffen ohne Additive. Selbst bei gleicher Cetanzahl kann das Startverhalten zweier Kraftstoffe unterschiedlich sein.

Trübungspunkt

Es ist wichtig, den Unterschied zwischen dem Trübungspunkt und dem Pourpoint eines Kraftstoffs zu verstehen. Es gibt keine Beziehung zwischen dem Trübungspunkt und dem Pourpoint. Der Trübungspunkt bezeichnet den Temperaturwert, bei dem sich einige der schwereren Paraffin-Substanzen (Wachs) im Kraftstoff verfestigen. Dieses Wachs stellt keine Verunreinigung dar. Das Wachs ist ein wichtiger Bestandteil von Dieseldieselkraftstoff Nr. 2. Das Wachs weist einen hohen Energiegehalt und einen sehr hohen Cetanwert auf. Das Entfernen des schwereren Wachses senkt den Trübungspunkt des Kraftstoffs. Die Wachsbeseitigung führt auch zu höheren Kraftstoffkosten, weil die gleiche Menge Rohöl weniger Kraftstoff ergibt. Dieseldieselkraftstoff Nr. 1 ist im wesentlichen Dieseldieselkraftstoff Nr. 2 ohne dieses Wachs.

Der Trübungspunkt des Kraftstoffs ist wichtig, weil er die Leistung des Kraftstofffilters beeinträchtigen kann. Das Wachs kann die Kraftstoffeigenschaften bei kaltem Wetter verändern. Verfestigtes Wachs kann die Kraftstofffilter verstopfen. Das verfestigte Wachs verhindert, dass der Kraftstoff fließt. Kraftstofffilter sind erforderlich, um Schmutz aus dem Kraftstoff zu entfernen. Die Filter halten Fremdstoffe auf und schützen die Teile des Kraftstoffeinspritzsystems. Da der Kraftstoff durch die Filter fließen muss, lässt sich das Problem am einfachsten durch den Einsatz eines Kraftstoff-Vorwärmgeräts lösen. Ein Kraftstoff-Vorwärmgerät sorgt dafür, dass die Temperatur des Kraftstoffs auf dem Weg durch das Kraftstoffsystem über dem Trübungspunkt liegt. Das Kraftstoff-Vorwärmgerät lässt auch das Wachs mit dem Kraftstoff durch die Filter fließen.

Ändern des Trübungspunkts

Der Trübungspunkt eines Dieseldieselkraftstoffs kann durch Mischen des Dieseldieselkraftstoffs mit einem anderen Kraftstoff mit tieferem Trübungspunkt gesenkt werden. Zum Senken des Trübungspunkts eines Dieseldieselkraftstoffs kann man Dieseldieselkraftstoff Nr. 1 oder Kerosin verwenden. Diese Methode ist nicht sehr effizient, weil Mischungsverhältnis und Verbesserung des Trübungspunkts in keiner direkten Beziehung stehen. Da eine große Menge Kraftstoff mit tieferem Trübungspunkt benötigt wird, ist dieses Verfahren weniger zu empfehlen.

Anhand des nachfolgenden Diagramms kann das für einen bestimmten Trübungspunkt erforderliche Mischungsverhältnis zweier Kraftstoffe mit unterschiedlichen Trübungspunkten bestimmt werden. Zum richtigen Gebrauch des Diagramms muss der Trübungspunkt jedes der zum Mischen verwendeten Kraftstoffe genau bekannt sein. Der Trübungspunkt kann von einer Kraftstofflieferung zur anderen unterschiedlich sein. Der spezifische Trübungspunkt ist normalerweise vom Kraftstofflieferanten zu erfahren. Diese Methode kann nicht angewandt werden, wenn Kraftstoffe mit tieferem Trübungspunkt nicht erhältlich sind.

Der Kraftstoffhersteller kann dem Kraftstoff Additive als Fließverbesserer bei tiefen Temperaturen beifügen. Diese Fließverbesserer bei kalten Temperaturen verändern die Wachskristalle im Kraftstoff. Fließverbesserer verändern nicht den Trübungspunkt des Kraftstoffs. Allerdings sorgen die Fließverbesserer bei tiefen Temperaturen dafür, dass die Wachskristalle klein genug bleiben, um durch Standardkraftstofffilter zu fließen. Angaben zu Vorsichtsmaßnahmen beim Mischen finden sich im Abschnitt "Pourpoint".

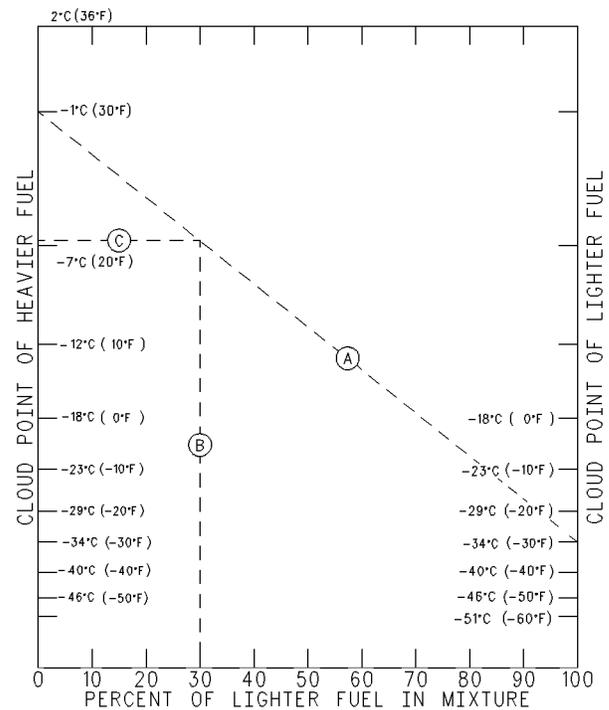


Abbildung 2

g00592741

Trübungspunkt von Kraftstoffmischungen

Normalerweise ist der Einsatz von Kraftstoff-Vorwärmgeräten die praktischste Methode zum Verhindern von trübungspunktbedingten Problemen bei tiefen Umgebungstemperaturen. In den meisten Fällen ist der Einsatz von Kraftstoff-Vorwärmgeräten kostengünstiger als die Verwendung von Kraftstoffmischungen.

Pourpoint

Der Pourpoint des Kraftstoffs ist ein Temperaturwert unterhalb des Trübungspunkts. Unterhalb des Pourpoints fließt der Kraftstoff nicht mehr. Der Pourpoint ist die Temperatur, bei der sich Kraftstoff nicht mehr pumpen lässt.

Zum Messen des Pourpoints wird die Temperatur des Kraftstoffs schrittweise um jeweils 3 °C (5 °F) unter den Pourpoint abgesenkt. Die Temperatur wird gesenkt, bis der Kraftstoff nicht mehr fließt. Der Pourpoint entspricht der letzten angezeigten Temperatur, bevor der Kraftstoff nicht mehr fließt. Am Pourpoint hat sich das Wachs aus dem Kraftstoff verfestigt. Der Kraftstoff befindet sich dann eher im festen als im flüssigen Zustand. Der Pourpoint des Kraftstoffs kann verbessert werden. Dazu ist es nicht notwendig, wichtige Bestandteile des Kraftstoffs zu entfernen. Es wird das gleiche Verfahren wie zum Verbessern des Trübungspunkts eines Kraftstoffs angewandt.

Der Pourpoint des Kraftstoffs muss um mindestens 6 °C (10 °F) unter der tiefsten Umgebungstemperatur liegen, die für das Starten und den Betrieb des Motors zulässig ist. Bei extrem tiefen Umgebungstemperaturen muss unter Umständen Kraftstoff Nr. 1 oder Nr. 1-D wegen des tieferen Pourpoints verwendet werden.

Ändern des Pourpoints

Der Pourpoint eines Kraftstoffs kann durch Beifügen von Additiven gesenkt werden. Der Pourpoint eines Dieseldieselkraftstoffs kann auch durch Mischen des Dieseldieselkraftstoffs mit einem anderem Kraftstoff mit tieferem Pourpoint gesenkt werden. Zum Senken des Pourpoints eines Dieseldieselkraftstoffs kann man Dieseldieselkraftstoff Nr. 1 oder Kerosin verwenden. Da eine große Menge Kraftstoff mit tieferem Pourpoint benötigt wird, ist dieses Verfahren weniger zu empfehlen.

Anhand des nachfolgenden Diagramms kann das für einen bestimmten Pourpoint erforderliche Mischungsverhältnis zweier Kraftstoffe mit unterschiedlichem Pourpoint bestimmt werden. Dies trifft nur zu, wenn die Kraftstoffe keine Additive enthalten, die den Pourpoint verändern. Damit das Diagramm richtig angewandt werden kann, muss der Pourpoint jedes Kraftstoffs genau bekannt sein. Dieser Wert kann von einer Kraftstofflieferung zur anderen unterschiedlich sein. Der Wert ist normalerweise vom Kraftstofflieferanten zu erfahren. Diese Methode kann nicht angewandt werden, wenn kein Kraftstoff mit tieferem Pourpoint verfügbar ist.

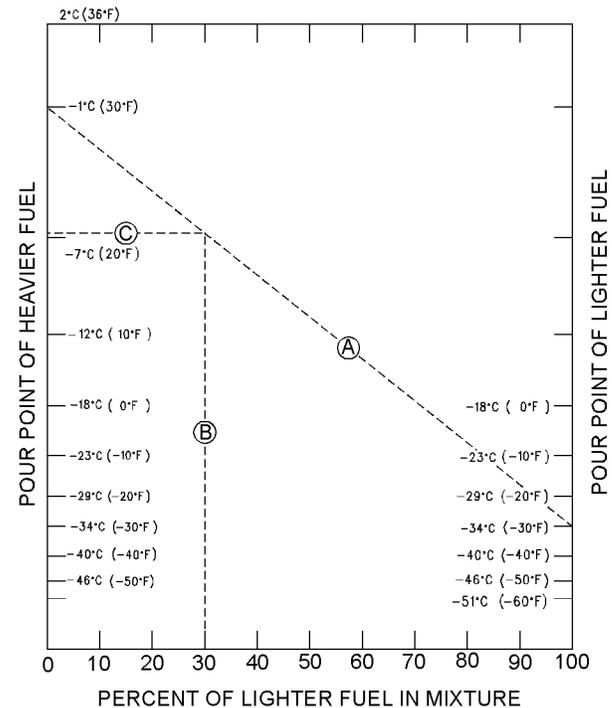


Abbildung 3

g01180699

Pourpoint von Kraftstoffmischungen

Um den benötigten Anteil des mit dem schwereren Kraftstoff zu vermischenden leichteren Kraftstoffs zu ermitteln, folgende Schritte durchführen:

1. Genauen Trübungspunkt bzw. Pourpoint beider Kraftstoffe beim Kraftstofflieferanten erfragen.
2. Trübungspunkt bzw. Pourpoint des schwereren Kraftstoffs auf der linken Seite des Diagramms ermitteln. Punkt im Diagramm markieren.
3. Trübungspunkt bzw. Pourpoint des leichteren Kraftstoffs auf der rechten Seite des Diagramms ermitteln. Punkt im Diagramm markieren.
4. Eine Linie zwischen den Punkten ziehen. Diese Linie mit "A" bezeichnen.
5. Tiefste zu erwartende Umgebungstemperatur bestimmen, bei der die Maschine betrieben wird. Diesen Wert links im Diagramm aufsuchen. Diesen Punkt markieren. Von diesem Punkt eine horizontale Linie ziehen. Die Linie endet am Schnittpunkt mit Linie "A". Neue Linie mit "C" bezeichnen.

6. Linie "C" und Linie "A" schneiden sich. Diesen Punkt markieren. Von diesem Punkt aus eine vertikale Linie ziehen. Die Linie endet am unteren Rand des Diagramms. Diese Linie mit "B" bezeichnen. Der Punkt am unteren Ende von Linie "B" zeigt in Prozent an, wie viel leichter Kraftstoff benötigt wird, um den Trübungspunkt bzw. Pourpoint zu ändern.

In obigem Beispiel beträgt der Anteil des leichteren Kraftstoffs 30 Prozent.

Additive sind zum Senken des Pourpoints eines Kraftstoffs gut geeignet. Zu diesen Additiven gehören Pourpoint-Erniedriger, Kaltfließverbesserer und Wachs-Modifizierer. Selbst bei einer geringen Konzentration dieser Additive kann der Kraftstoff durch Pumpen, Leitungen und Schläuche fließen.

Anmerkung: Diese Additive müssen bei Temperaturen, die über dem Trübungspunkt liegen, gründlich mit dem Kraftstoff vermischt werden. Wenden Sie sich an den Kraftstofflieferanten, um den Kraftstoff mit den Additiven zu mischen. Die Kraftstoffmischung kann in die Kraftstofftanks eingefüllt werden.

Schwefelgehalt in Dieselkraftstoff

HINWEIS

Für den empfohlenen und/oder vorgeschriebenen maximalen Schwefelgehalt Ihres Motors/Ihrer Maschine siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Die Verwendung von Kraftstoffen mit einem höheren als dem empfohlenen und/oder vorgeschriebenen Schwefelgehalt hat folgende Auswirkungen:

- Erhöher Verschleiß
- Erhöhere Korrosion
- Erhöhte Ablagerungen
- Verkürzung der Wartungsintervalle für die Nachbehandlungseinrichtungen
- Höherer Kraftstoffverbrauch
- Verkürzung der Ölwechselintervalle
- Erhöhte Betriebskosten

Je nach Einsatzverhältnissen und Wartungspraktiken können die folgenden in diesem HINWEIS beschriebenen Probleme auftreten, wenn der empfohlene bzw. vorgeschriebene maximale Schwefelgehalt unterschritten wird.

Caterpillar-Dieselmotoren erfüllen die geltenden Abgasemissionsvorschriften. Um diese Emissionsvorschriften zu erfüllen, werden die Motoren mit spezifischen Schwefelgehaltsstufen im Dieselkraftstoff entwickelt und getestet.

Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (Ultra-Low Sulfur Diesel, ULSD)

Die US-Umweltschutzbehörde (EPA) definiert extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD - S15) als einen Dieselkraftstoff in den USA mit einem Schwefelgehalt von nicht mehr als 15 ppm oder 0,0015 Gewichtsprozent.

Schwefelarmer Dieselkraftstoff (Low Sulfur Diesel, LSD)

Die US-Umweltschutzbehörde EPA definiert schwefelarmen Dieselkraftstoff (LSD - S500) als Dieselkraftstoff in den USA mit einem Schwefelgehalt von nicht mehr als 500 ppm oder 0,05 Gewichtsprozent. Der in Nordamerika weit verbreitete schwefelarme Dieselkraftstoff (LSD) enthält normalerweise höchstens 350 ppm Schwefel.

Anmerkung: Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD) und schwefelarmer Dieselkraftstoff (LSD) müssen die Anforderungen der aktuellen Ausgabe von *ASTM D975* erfüllen.

Schwefelfreier Kraftstoff

In Europa enthält extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff maximal 0,0010 % (10 ppm) Schwefel, und wird üblicherweise als "schwefelfrei" bezeichnet. Diese Schwefelgehaltsgrenze wird in der Europäischen Norm *EN 590:2004* definiert.

Anmerkung: Der in Europa am weitesten verbreitete Dieselkraftstoff hat einen Schwefelgehalt von höchstens 0,005 Prozent (50 ppm). Diese Schwefelgehaltsgrenze wird in der Europäischen Norm *EN 590:2004* definiert.

Anmerkung: DIESE FACHLITERATUR DARF NICHT ALS ALLEINIGE GRUNDLAGE ZUM BESTIMMEN DER ÖLWECHSELINTERVALLE VERWENDET WERDEN.

Diese Fachliteratur gibt keine Angaben zu spezifischen Ölwechselintervallen, sollte aber zusammen mit dem Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren/Maschinen zur Bestimmung akzeptabler Ölwechselintervalle hinzugezogen werden. Für weiteren Rat zur Optimierung und/oder Bestimmung zulässiger Ölintervalle und ähnlichen Themen siehe die produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbücher und wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Die Cat planmäßige Öldiagnose trägt zum Umweltschutz bei und ist bestens geeignet die Nutzungsdauer des Öls und des Motors zu optimieren. Wenden Sie sich für einen Test zur Bestimmung von sicheren, optimierten Ölwechselintervallen an Ihren Caterpillar-Händler.

Der Schwefelgehalt im Kraftstoff hat Auswirkungen auf die Schadstoffemissionen. Bei Kraftstoffen mit hohem Schwefelgehalt erhöht sich auch das Risiko der Korrosion der innenliegenden Teile. Ein Schwefelgehalt von mehr als 0,5 % (5000 ppm) kann zu einer wesentlichen Verkürzung des Ölwechselintervalls führen.

Anmerkung: Zusätzlich zum Schwefelgehalt werden Ölwechselintervalle durch viele andere Faktoren beeinflusst, die selbst bei Verwendung von Kraftstoff mit geringem Schwefelgehalt erheblich kürzere Wechselintervalle erfordern können.

Die in den Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren aufgeführten Ölwechselintervalle gelten für typische Anwendungen unter folgenden Bedingungen:

- Verwendung empfohlener Öle
- Verwendung guten Kraftstoffs
- Befolgung guter Wartungspraktiken nach geltenden Industrienormen
- Die für den jeweiligen Motor im Betriebs- und Wartungshandbuch aufgeführten Wartungsintervalle befolgen.

Schwereinsätze können kürzere Ölwechselintervalle erfordern, während leichtere Einsätze längere als die Standard-Ölwechselintervalle ermöglichen können. Hohe Lastfaktoren (über 75%), besonders im Zusammenhang mit hohem Schwefelgehalt, können eine deutliche Verkürzung der Standardölwechselintervalle erfordern.

Wenden Sie sich für das für Ihre Zwecke geeignete Prüfverfahren zum Bestimmen der Ölwechselintervalle bitte an Ihren Caterpillar-Händler.

Zum Schutz Ihres Motors und zur Optimierung der Ölwechselintervalle in Bezug auf Motoranwendung und Beanspruchung ist die Cat planmäßige Öldiagnose

- als selbstverständlich empfohlen
- dringend zur Bestimmung der Ölwechselintervalle empfohlen, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs zwischen 0,05% (500 ppm) and 0,5% (5000 ppm) liegt
- erforderlich, zur Bestimmung der Ölwechselintervalle wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs über 0,5% (5000 ppm) liegt.

Anmerkung: Die Einsatzverhältnisse des Motors spielen eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung, welchen Effekt der Schwefelgehalt des Kraftstoffs auf Motorablagerungen und Motorverschleiß hat. Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an den Caterpillar-Händler.

Der Schwefelgehalt des Kraftstoffs kann die Nutzungsdauer des Öls in einem Dieselmotor beeinflussen. Dieselmotorkraftstoffe mit höherem Schwefelgehalt können die Nutzungsdauer des Öls und des Motors verringern. Die Empfehlungen zu den Ölwechselintervallen in den Caterpillar Betriebs- und Wartungshandbüchern sind in starkem Maße vom Schwefelgehalt des Kraftstoffs abhängig.

Viele Faktoren beeinflussen den maximal vorgeschriebenen und/oder zulässigen Schwefelgehalt im Kraftstoff, u.a.:

- Motormodell /-konstruktion
- Motoranwendung
- Gesamtqualität des Kraftstoffs
- Verwendung der empfohlenen Flüssigkeiten
- Gesamtbasenzahl (GBZ) des Öls
- Umweltfaktoren und andere spezifische Verhältnisse am Einsatzort
- Kraftstoffkosten im Vergleich zur Motor-/ Motorkomponentennutzungsdauer
- Kraftstoffkosten im Vergleich zu verkürzten Ölwechselintervallen
- Abgasnachbehandlungseinrichtungstyp
- Wartungsintervalle und andere Wartungspraktiken
- Motorzertifizierung

- Gesetze, Bestimmungen und andere rechtliche Vorschriften

Anmerkung: Richtlinien zu Kraftstoffanforderungen in Ihrem Gebiet erhalten Sie bei Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden.

Anmerkung: Für Informationen zu u.a. zulässigen Ölwechselintervallen und zulässigem Schwefelgehalt im Kraftstoff siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor.

Die folgende Liste bietet eine kurze Übersicht zum zulässigen Schwefelgehalt in Dieselmotoren, die in Cat Einbau-Motoren und Motoren in Maschinen verwendet wird. Die ausschlaggebenden Dokumente sind jedoch das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor, die technische Literatur zur Nachbehandlungseinrichtung und alle relevanten Emissionsgesetze, Bestimmungen und Verordnungen.

- Der maximal zulässige Schwefelgehalt wird auch durch verschiedene Emissionsgesetze, Bestimmungen und Verordnungen geregelt. Richtlinien zu Kraftstoffanforderungen in Ihrem Gebiet erhalten Sie bei Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden.
- Für mit Dieselpartikelfilter ausgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen beträgt die zulässige Höchstgrenze 0,0015% (15 ppm).
- Für mit Dieseloxydationskatalysator ausgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen beträgt die empfohlene Höchstgrenze 0,005% (50 ppm). Einige der mit Dieseloxydationskatalysator ausgerüsteten Motoren **ERFORDERN** die Verwendung von Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von höchstens 0,005% (50 ppm). Für weitere Informationen siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.
- Für mit Dieseloxydationskatalysator ausgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen beträgt die zulässige Höchstgrenze 0,05% (500 ppm). Einige der mit Dieseloxydationskatalysator ausgerüsteten Motoren **ERFORDERN** die Verwendung von Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von höchstens 0,005% (50 ppm). Für weitere Informationen siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

- Für mit Nachbehandlungseinrichtung ausgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen, die in diesem Abschnitt nicht erwähnt werden, siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.
- Für mit Nachbehandlungseinrichtung nachgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen, siehe die technische Literatur zur Nachbehandlungseinrichtung.
- Der bevorzugte Schwefelgehalt für nicht mit Nachbehandlungseinrichtung nachgerüstete Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren beträgt 0,05% (500 ppm) oder weniger.

Anmerkung: "Nicht mit Dieseloxydationskatalysator und "nicht mit Dieselpartikelfilter ausgerüstet" bezieht sich auf Motoren, die ursprünglich nicht für die Verwendung mit Dieseloxydationskatalysator- und Dieselpartikelfilter-Nachbehandlung konstruiert wurden, und diese nicht ab Werk enthielten.

Wenn andere Faktoren es nicht ausschließen und bei Einkaufnahme potentieller Kompromisse, wie verkürzte Ölwechselintervalle, können **einige** der in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Motoren **EVENTUELL** zufriedenstellend mit einem Dieselmotoren-Schwefelgehalt von bis 1% (10,000 ppm) betrieben werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Alle Emissionsgesetze, -bestimmungen und vorschritten werden befolgt.
- Der Motor ist nicht mit Nachbehandlungseinrichtung(en) ausgerüstet.
- Alle im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch aufgeführten Wartungsintervalle werden eingehalten.
- Alle in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Richtlinien und Wartungspraktiken werden eingehalten.
- Betrieb bei niedriger oder mittelschwerer Belastung.
- Ihr Cat-Händler wurde konsultiert und hat seine Zustimmung gegeben.
- Für zusätzliche Information und Ausnahmen siehe diese Fachliteratur und das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Cat-Einbaumotor und/oder das Betriebs- und Wartungshandbuch für die jeweilige Cat-Maschine.

Zum Schutz Ihres Motors Folgendes beachten:

- Die Cat planmäßige Öldiagnose wird als selbstverständlich empfohlen.
- Die Cat planmäßige Öldiagnose wird dringend zur Bestimmung der Ölwechselintervalle empfohlen, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs zwischen 0,05% (500 ppm) und 0,5% (5000 ppm) liegt).
- Die Cat planmäßige Öldiagnose ist zur Bestimmung der Ölwechselintervalle vorgeschrieben, wenn der Schwefelgehalt des Kraftstoffs über 0,5% (5000 ppm) liegt).
- Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an Ihren Caterpillar-Händler).

Anmerkung: Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar, SGBU6385.

Feuchtigkeitsgehalt

Probleme bei Kraftstofffiltern können jederzeit auftreten. Die Ursache für solche Probleme kann Wasser im Kraftstoff oder Kondensat im Kraftstoff sein. Bei tiefen Temperaturen führt Kondensat zu besonderen Problemen. Im Kraftstoff kann Kondensat in drei Formen auftreten: gelöstes Kondensat (Kondensat in Lösung), freies und verteiltes Kondensat im Kraftstoff und freies und abgesetztes Kondensat unten im Tank.

Die meisten Dieselmotoren enthalten eine gewisse Menge Kondensat in gelöster Form. Wie bei Wasserdampf in der Luft kann auch Kraftstoff bei einer gegebenen Temperatur nur eine begrenzte Menge Kondensat aufnehmen. Mit sinkender Temperatur nimmt die Feuchtigkeitsmenge ab. Ein Kraftstoff könnte zum Beispiel bei 18 °C (65 °F) einen Anteil von 100 ppm (0,01 Prozent) Wasser gelöst enthalten. Der gleiche Kraftstoff kann bei 4 °C (40 °F) unter Umständen nur 30 ppm (0,003 Prozent) aufnehmen.

Wenn der Kraftstoff die größtmögliche Menge Wasser absorbiert hat, tritt das übrige Wasser in freier und verteilter Form auf. Freies und verteiltes Kondensat besteht aus kleinen, im Kraftstoff schwebenden Wassertröpfchen. Da Wasser schwerer als Kraftstoff ist, setzt sich das freie Wasser langsam am Tankboden ab. Im obigen Beispiel wurden 70 ppm Wasser frei und im Kraftstoff dispergiert, als die Kraftstofftemperatur von 18 °C (65 °F) auf 4 °C (40 °F) gesenkt wurde.

Die feinen Wassertröpfchen lassen den Kraftstoff trübe erscheinen. Bei langsamer Temperaturveränderung können die kleinen Wassertropfen sich am Tankboden absetzen. Wenn die Temperatur des Kraftstoffs schnell auf den Gefrierpunkt abgesenkt wird, erscheint die freigesetzte Feuchtigkeit in Form kleiner Eisteilchen anstelle von kleinen Wassertropfen.

Die Eispartikel sind leichter als der Kraftstoff und setzen sich nicht am Tankboden ab. Diese Art mit dem Kraftstoff vermisches Kondensat verstopft die Kraftstofffilter. Die Eiskristalle verstopfen die Kraftstofffilter auf die gleiche Weise wie Wachs.

Wenn der Filter verstopft und der Kraftstofffluss unterbrochen ist, folgendermaßen vorgehen, um die Ursache zu bestimmen:

1. Kraftstofffilter ausbauen.
2. Kraftstofffilter aufschneiden.
3. Kraftstofffilter kontrollieren, bevor sie erwärmen. Dadurch kann festgestellt werden, ob die Verstopfung auf Eis- oder auf Wachsteilchen beruht.

Die freie Feuchtigkeit, die sich am Tankboden abgesetzt hat, kann sich mit dem Kraftstoff vermischen. Alle Pumpvorgänge vermischen bei jedem Tankvorgang das Kondensat mit dem Kraftstoff. Dieses Kondensat wird dann freies und verteiltes Wasser. Dieses Kondensat kann zu Eis im Filter führen. Dieses Kondensat kann bei jeder Temperatur andere Störungen bei den Filtern hervorrufen. Die gleichen Kräfte, die das Wasser in den Kraftstoff mischen, vermischen auch Schmutz und Rost vom Tankboden mit dem Wasser. Dadurch entsteht ein schmutziges Gemisch aus Kraftstoff und Wasser, das ebenfalls die Filter verstopfen und den Kraftstofffluss unterbinden kann.

Anmerkung: Zusätzlich zu anderen Problemen, wie die Beeinträchtigung des Kraftstoffschutzfilms, kann zu viel Wasser im Kraftstoff zur Bildung von Schwefelsäure im Kraftstoff führen und dadurch potentiell die Korrosion der inneren Komponenten erhöhen. Für weitere Informationen siehe in der vorliegenden Fachliteratur "Eigenschaften von Dieselmotoren" und "Schwefelgehalt in Dieselmotoren". Für weitere Information siehe auch die aktuelle Ausgabe für *ASTM D975 (Standard Specification for Diesel Fuel Oils)*.

Relative Dichte / API-Grad

Die relative Dichte von Dieseldieselkraftstoff ist das Gewicht eines bestimmten Kraftstoffvolumens im Vergleich zum Gewicht von Wasser des gleichen Volumens bei derselben Temperatur. Eine höhere relative Dichte entspricht einem schwereren Kraftstoff. Schwerere Kraftstoffe enthalten mehr Energie oder Leistung je Volumeneinheit, die der Motor nutzen kann.

Anmerkung: Die Einstellungen für die Kraftstoffmischung dürfen nicht geändert werden, um einen Leistungsverlust zu kompensieren, der bei Verwendung von leichteren Kraftstoffen auftritt. Die Nutzungsdauer der Bauteile des Kraftstoffsystems kann sich verkürzen, wenn sehr leichte Kraftstoffe verwendet werden, weil die Schmierwirkung infolge der geringeren Viskosität weniger wirkungsvoll ist. Das Problem verstärkt sich, wenn der Kraftstoff keine ausreichende Schmierfähigkeit aufweist. Siehe "Schmierfähigkeit und schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff" in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieseldieselkraftstoff".

Der API-Grad des Kraftstoffs ist auch ein Maß für die Kraftstoffdichte oder das Verhältnis des Gewichts zum Volumen. Die Skala der API-Grade ist umgekehrt zur Skala für die relative Dichte. Der API-Grad ist höher, je leichter der Kraftstoff ist.

Leichtere Kraftstoffe erzeugen nicht die Nennleistung. Leichtere Kraftstoffe können auch eine Mischung aus Ethylalkohol oder Methylalkohol und Dieseldieselkraftstoff sein. Durch das Vermischen von Alkohol oder Benzin mit Dieseldieselkraftstoff wird eine explosive Atmosphäre im Kraftstofftank erzeugt. Außerdem kann die Wasserkondensation im Tank dafür sorgen, dass der Alkohol sich im Tank abscheidet.

WARNUNG

Wenn dem Dieseldieselkraftstoff Alkohol oder Benzin beigemischt wird, kann dies eine explosive Mischung im Kurbelgehäuse oder Kraftstofftank erzeugen.

Dies kann zu Körperverletzungen und Beschädigung des Motors führen. Caterpillar rät von diesem Verfahren ab.

HINWEIS

Wenn dem Dieseldieselkraftstoff Alkohol oder Benzin beigemischt wird, kann dies zu Motorschäden führen. Caterpillar rät von diesem Verfahren ab. Kondensieren des Wasser im Kraftstofftank kann dazu führen, dass sich der Alkohol absetzt, was den Motor beschädigen kann.

Schwerere Kraftstoffe haben die Tendenz, mehr Ablagerungen durch die Verbrennung zu erzeugen. Ablagerungen infolge von Verbrennung können ungewöhnlichen Verschleiß an den Zylinderlaufbuchsen und Kolbenringen hervorrufen. Dies ist bei kleineren Dieselmotoren am deutlichsten, die mit höheren Drehzahlen laufen.

Gums und Harze

Die Gums und Harze, die im Dieseldieselkraftstoff auftreten, entstehen aus gelösten Oxidationsprodukten im Kraftstoff, die nicht leicht verdunsten. Bei den Stoffen, die sich im Kraftstoff gelöst haben, kommt es auch zu keiner sauberen Verbrennung. Zu viel Gum im Kraftstoff bildet Schichten innen an den Kraftstoffleitungen, -pumpen und Einspritzelementen. Zu viel Gum schafft auch Probleme bei den knappen Toleranzen der sich bewegenden Teile des Kraftstoffsystems. Durch Gum und Harz im Kraftstoff verstopft auch der Filter sehr schnell. Während der Lagerung von Kraftstoff kommt es zu Oxidation und der Bildung von zusätzlichen Gums und Harzen. Die Lagerzeit von Kraftstoff muss so kurz wie möglich sein, um die Bildung von Gums und Harzen zu vermindern.

Anmerkung: Selbst wenn alle für Ihre Anwendung relevanten Kraftstofflagerungspraktiken befolgt werden, empfiehlt Caterpillar Destillat-Dieseldieselkraftstoffe höchstens ein Jahr lang und Biodiesel und Biodieselmischungen höchstens ein halbes Jahr lang zu lagern. Die Lagerfähigkeit von Biodiesel und Biodieselmischungen über der Stufe B20 kann deutlich unter sechs Monaten liegen.

Wärme- und Oxidationsbeständigkeit von Kraftstoff

Dieseldieselkraftstoffe können sich aus vielen Gründen schnell verschlechtern. Wenn der Kraftstoff belastet und für längere Zeit gelagert wird können Degradation und Oxidation auftreten. Degradation und Oxidation sind komplexe chemische Veränderungen. Im Kraftstoff enthaltene Kohlenwasserstoffe und schwefelhaltige Verbindungen führen zur Bildung von Ablagerungen und Bodensatz. Kraftstoffzusammensetzung und Umweltfaktoren beeinflussen diesen Prozess.

Dieseldieselkraftstoff wird in Hochdruckeinspritzungssystemen als ein Kühlmittel verwendet und ist dabei hohen Temperaturen ausgesetzt. Dies kann den Kraftstoff im Kraftstoffsystem thermisch beanspruchen. Die thermische Beanspruchung und ein Anstieg der Temperatur des umlaufenden Kraftstoffs sind häufig für die Degradation des Kraftstoffs und für die Bildung von Gums und Harzen und Bodensatz verantwortlich und können dadurch den Kraftstofffluss durch Kraftstofffilter und Einspritzsysteme behindern.

Einige Substanzen verbleiben über einen langen Zeitraum im Kraftstoff des Kraftstoffsystems. Dadurch wird der Kraftstoff Sauerstoff ausgesetzt. Komplexe Reaktionen zwischen Sauerstoff und Bestandteilen des Kraftstoffs kann zur Bildung von Partikeln im Kraftstoff führen. Diese Partikel im Kraftstoffsystem können zu schlammartigen Ablagerungen in Kraftstofftank, Kraftstoffleitungen und Kraftstofffiltern führen. Dadurch verschlechtert sich die Leistung des Kraftstoffsystems. Degradation führt auch zu verstopften Kraftstofffiltern, verengten Kraftstoffleitungen und Ablagerungen in den Einspritzdüsen.

Im Vergleich zu Erdöldestillat-Dieseldieselkraftstoffen haben Biodiesel und Biodieselmischungen eine schlechte Wärme- und Oxidationsbeständigkeit. Die Verwendung von Biodiesel und Biodieselmischungen kann die in der vorliegenden Fachliteratur beschriebenen Probleme verschlimmern. Die Verwendung von Biodieselmischungen über das zugelassene Mischungsverhältnis hinaus wird nicht empfohlen.

Degradation aufgrund von thermischer Beanspruchung und Oxidation kann zu einer Verdunklung des Öls führen. Die Färbung des Kraftstoffs ist nicht unbedingt ein Anzeichen auf übermäßige Degradation, die zu den dieser Fachliteratur beschriebenen Problemen führt. Dunkle Färbung kann jedoch eines der Anzeichen auf übermäßige Degradation sein. Deshalb muss der Kraftstoff in diesem Fall auf thermische Beanspruchung und Oxidation geprüft werden, um zu ermitteln, ob Degradation vorliegt.

Thermische Beanspruchung

Caterpillar empfiehlt die Verwendung des *Accelerated Fuel Oil Stability Test (ASTM D6468)*. Dieser Test bestimmt die Instabilität eines Kraftstoffs der thermischer Degradation ausgesetzt ist. Dieser Test unterzieht den Kraftstoff tatsächlichen Einsatzbedingungen bei denen der Kraftstoff die Injektoren während des Betriebs kühlt.

Dieser Test wird mit einem Spektralphotometer durchgeführt. Der Reflexionsgrad des Kraftstoffs darf nach drei Stunden Alterung und einer Temperatur von 150° C (302° F) nicht weniger als 80 Prozent betragen.

Oxidationsstabilitätstest

Caterpillar empfiehlt die Anwendung eines *Oxidationsstabilitätstests*. Dieser Test bestimmt wie lange Destillatkraftstoffe, wie z.B. Heizöle, Kerosin und Dieselöle gelagert werden können. Der Test eignet sich nicht für höchst flüchtige Kraftstoffe mit Flammpunkten unter 38° C (100° F). Dieser Test bestimmt die Lagerstabilität, bei Verwendung mit oder ohne Stabilisierungszusätzen.

Gemäß *EN590:2004 Automotive Fuels - Diesel* ist der in *ISO 12205 Petroleum products - Determination of the oxidation stability of middle distillate diesel fuels* aufgeführte Test zum direkten Messen der Oxidationsbeständigkeit geeignet. Die Kraftstoffprobe wird 16 Stunden lang auf 95° C (203° F) erwärmt, während Sauerstoffblasen durch die Probe geleitet werden. Danach werden die verschiedenen durch Oxidation entstehenden Nebenprodukt-Feststoffe gemessen. Dieser Test simuliert die Einwirkung von Sauerstoff auf den Kraftstoff während der Lagerungszeit. Bei Dieseldieselkraftstoff darf die Menge der gebildeten unlöslichen Substanzen höchstens 25g pro Kubikmeter betragen.

Caterpillar empfiehlt, bei Diesel, Biodiesel und Biodieselmischungen, die erst mehrere Monate nach dem Kauf verwendet werden sollen, eine Probe künstlich zu altern, um die Lagerstabilität zu bestimmen und die Probe danach zu weiter zu analysieren. Bei den meisten Destillatkraftstoffe bedeutet eine 7 Tage lange Alterung bei einer Temperatur von 80° C (176° F), dass sie bei typischen Umgebungstemperaturen 4 bis 8 Monate lang gelagert werden können. Eine Analyse des gealterten Kraftstoffs mit den in der vorliegenden Fachliteratur beschriebenen Tests kann dann zur Bestimmung der Kraftstoffstabilität nach mehreren Monaten Lagerung verwendet werden.

Ein Test zum Feststellen der Degradation von Biodiesel und Biodieselmischungen ist der Messen der Gesamtsäurezahl (Total Acid Number, TAN). Diese Zahl gibt die Säuremenge im Biodiesel oder in Biodieselmischungen an, die sich aufgrund von Degradation gebildet hat. Folgende Testmethoden können verwendet werden: *EN 14104 Fat and oil derivatives - Fatty Acid Methyl Esters (FAME) - Determination of Acid Value* oder *ASTM D664 Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration*. Für reinen Biodiesel (B100) darf dieser Wert 0,5 mg KOH/g nicht übersteigen. Für Biodieselmischungen, wie z.B. 20% Biodiesel und 80% Diesel (B20) darf dieser Wert 0,3 mg KOH/g nicht überschreiten. Biodiesel und Biodieselmischungen, die diese Werte überschreiten, liegen überhalb der Zulassungsgrenze, und weitere Tests sind nicht erforderlich. In Biodiesel und Biodieselmischungen, die den Wert von 0,16 mg KOH/g überschreiten, können sich degradationsbedingte Nebenprodukte bilden, die die in der vorliegenden Fachliteratur beschriebenen Probleme verursachen können. Proben, deren Wert 0,16 mg KOH/g überschreitet, jedoch unter 0,3 mg KOH/g liegt, sollten mit anderen Testmethoden geprüft werden, um die Wärme- und Oxidationsbeständigkeit des Kraftstoffs zu bestimmen.

i03564270

Kraftstoffempfehlungen

SMCS-Code: 1250; 1280

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler, um die neuesten Empfehlungen zu erhalten.

Dieselmotoren können mit den verschiedensten Kraftstoffen betrieben werden. Diese Kraftstoffe lassen sich in zwei allgemeine Gruppen unterteilen. Bei den beiden Gruppen handelt es sich um die bevorzugten Kraftstoffe und die zulässigen Kraftstoffe.

Bevorzugte Kraftstoffe gewährleisten optimale Nutzungsdauer und Motorleistung. Bei den bevorzugten Kraftstoffen handelt es sich um Destillatkraftstoffe. Diese Kraftstoffe werden gewöhnlich als Dieselmotorkraftstoff, Heizöl, Gasöl oder Kerosin bezeichnet. Diese Kraftstoffe müssen die "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotorkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" erfüllen, die in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotorkraftstoff" aufgeführt sind.

Anmerkung: Zu den zulässigen Kraftstoffen zählen einige aus Rohöl destillierte Kraftstoffe, einige Mischkraftstoffe aus Rohöl mit Destillatkraftstoff, einige Biodieselsorten sowie einige Schiffsdieselmotorkraftstoffe. **Diese Kraftstoffe eignen sich nicht für alle Motoreinsätze.** Die Zulässigkeit dieser Kraftstoffe muss von Fall zu Fall bestimmt werden. Eine vollständige Kraftstoffanalyse ist erforderlich. Weitere Informationen erhalten Sie bei Ihrem Caterpillar-Händler. Für weitere Informationen zu Biodiesel/Biodieselmischungen siehe diese Fachliteratur, "Biodiesel".

Anmerkung: Mit Ausnahme einiger Biodieselsorten sind die zulässigen Kraftstoffe für Einsätze in Straßenfahrzeugen nicht brauchbar.

HINWEIS

Die Verwendung von nur zulässigen Kraftstoffen kann zu höheren Wartungskosten und kürzerer Nutzungsdauer des Motors führen.

i03564293

Destillat-Dieselmotorkraftstoff

SMCS-Code: 1280

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuellste Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, *Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar*. Wenden Sie sich auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Caterpillar kann die vielen weltweiten Spezifikationen für Destillatkraftstoffe und ihre ständigen Revisionen, wie sie von staatlichen Behörden und Technologieverbänden veröffentlicht werden, nicht fortlaufend bewerten und überwachen.

Die "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" bietet eine bekannte, zuverlässige Grundlage zur Beurteilung der Leistung von Destillatkraftstoffen in Caterpillar-Dieselmotoren, für Dieselmotorkraftstoffe, die aus den herkömmlichen Grundstoffen (Rohöl, Schieferöl, Ölsand usw.) destilliert wurden.

Die Verwendung der Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotorkraftstoff als Bewertungsgrundlage macht es wesentlich einfacher, potentielle wirtschaftliche und/oder Leistungskompromisse sowie die Eignung von Kraftstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften und unterschiedlicher Qualität zu bestimmen.

- Falls erforderlich, den Dieseldieselkraftstoff, der verwendet wird oder verwendet werden soll, gemäß der Caterpillar-Spezifikationen für Destillat-Dieseldieselkraftstoff testen lassen.
- Verwenden Sie die Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieseldieselkraftstoff als Bewertungsgrundlage für die Ergebnisse von Kraftstoffqualitätsanalysen und zum Vergleich mit anderen Spezifikationen für Destillat-Dieseldieselkraftstoff.
- Angaben zu den allgemeinen Eigenschaften eines Kraftstoffs kann der Kraftstofflieferant machen.

Kraftstoffparameter die sich außerhalb der Cat-Kraftstoffspezifikation befinden, haben erklärbare Auswirkungen.

- Einige Kraftstoffparameter, die außerhalb der Spezifikation liegen, lassen sich kompensieren (so kann z. B. Kraftstoff niedriger Viskosität gekühlt werden).
- Andere Kraftstoffparameter, die außerhalb der Spezifikation liegen, können hingegen durch die Verwendung von bewährten Kraftstoffadditiven in geeigneter Menge verbessert werden. Für weitere Informationen siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieseldieselkraftstoff", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieseldieselzusatz".

Um eine optimale Leistung des Motors zu erreichen, muss vor dem Betrieb des Motors eine vollständige Kraftstoffanalyse durchgeführt werden. Bei der Kraftstoffanalyse müssen alle in Tabelle 7 "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieseldieselmotoren" aufgeführten Eigenschaften geprüft werden.

Anmerkung: Der Dieseldieselkraftstoff darf keine sichtbaren Anzeichen für Bodensatz, schwebende Teilchen oder ungelöstes Wasser aufweisen.

Dieseldieselkraftstoffe, die den Spezifikationen in Tabelle 7 entsprechen, tragen zu optimaler Nutzungsdauer und Leistung des Motors bei.

In Nordamerika erfüllt in der Regel Dieseldieselkraftstoff, der als *ASTM D975-08a* Klasse Nr. 1-D oder Nr. 2-D eingestuft ist (mit allen genannten Schwefelgehalt-Werten), die Anforderungen in Tabelle 7

In Europa erfüllen die in Tabelle 7 aufgeführten Anforderungen im Allgemeinen die *Europäische Norm EN590:2004*.

Tabelle 7 bezieht sich auf Dieseldieselkraftstoffe, die aus den herkömmlichen Grundstoffen (Rohöl, Schieferöl, Ölsand usw.) destilliert wurden. Dieseldieselkraftstoffe anderen Ursprungs können negative Eigenschaften aufweisen, die in diesen Spezifikationen nicht definiert oder behandelt werden.

HINWEIS

Extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff (ULSD) hat bei Anwendung der Prüfverfahren nach *ASTM D5453*, *ASTM D2622*, *ISO 20846* oder *ISO 20884* einen Schwefelgehalt von ≤ 15 ppm (0,0015 %). Bei bestimmten Einsätzen und/oder wegen Behördenvorschriften/Örtlichkeiten KANN die Verwendung von extrem schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff notwendig sein. Schadstoffreduzierte Dieseldieselmotoren und/oder Dieseldieselmotoren mit Abgasnachbehandlung KÖNNEN die Verwendung von extrem schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff erforderlich machen. Für Dieseldieselmotoren mit Dieseldieselpartikelfilter ist extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff vorgeschrieben. Richtlinien zu Kraftstoffanforderungen in Ihrem Gebiet erhalten Sie bei Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieseldieselkraftstoff", das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Wenn extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff verwendet wird, ist auf Kraftstoffviskosität, Schmierfähigkeit und Wärmebeständigkeit zu achten. Die in der "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieseldieselmotoren" aufgeführten Grenzwerte für Kraftstoffviskosität, Schmierfähigkeit und Wärmebeständigkeit beziehen sich auf diese Punkte. In Nordamerika erfüllt Dieseldieselkraftstoff, der als *ASTM D975 Grade No. 1-D S15* oder *ASTM D975 Grade No. 2-D S15* gekennzeichnet ist und der "Thermal Stability Guideline" (Richtlinie für Wärmebeständigkeit) X3.10.2.2 nach *ASTM D975* entspricht, im Allgemeinen die Caterpillar-Anforderungen an extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff.

Der in Europa verwendete Dieseldieselkraftstoff, der nach der *Europäischen Norm EN590:2004* maximal ≤ 10 ppm Schwefel enthält (und üblicherweise als "schwefelfrei") bezeichnet wird, erfüllt im Allgemeinen die Caterpillar-Anforderungen für extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff (Ultra Low Sulfur Diesel, ULSD).

Die Verwendung von Kraftstoffen mit einem höheren als dem empfohlenen Schwefelgehalt hat folgende Auswirkungen:

- Reduzierte Motorleistung und Motornutzungsdauer
- Verkürzte Intervalle für Nachbehandlungssulfatascheintervalle

- Beschädigung der Emissionsbegrenzungssysteme
- Kürzere Ölwechselintervalle
- Höherer Kraftstoffverbrauch

Für zusätzliche Informationen zu Schmierfähigkeit, Oxidationsbeständigkeit, Schwefelgehalt und Nachbehandlungseinrichtungen siehe diese Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselkraftstoff" Für weitere Informationen siehe auch *ASTM D975-08a*, das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuellste Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, *Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar*. Wenden Sie sich auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Caterpillar empfiehlt dringend, zur Filterung von Destillat-Kraftstoff und/oder Biodiesel/Biodieselmischungen einen Kraftstofffilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer einzusetzen. Diese Filterung muss am Gerät für die Kraftstoffzufuhr zum Kraftstofftank des Motors und ebenso am Gerät für die Kraftstoffzufuhr vom Lagertank erfolgen. Reihenfilterung wird empfohlen.

Die von Caterpillar hergestellten Motoren sind für die von der US-Umweltschutzbehörde EPA und im Rahmen der Europäischen Zertifizierung vorgeschriebenen Kraftstoffe zugelassen. Caterpillar lässt keine Motoren für irgendwelche anderen Kraftstoffe zu.

Anmerkung: Der Motorbetreiber ist dafür verantwortlich, den richtigen Kraftstoff zu verwenden, der vom Hersteller empfohlen und von der US-Umweltschutzbehörde EPA und anderen zuständigen Aufsichtsbehörden zugelassen ist.

HINWEIS

Die Verwendung von Kraftstoffen, die nicht den Empfehlungen von Caterpillar entsprechen kann folgende Auswirkungen haben: Startschwierigkeiten, verringerte Kraftstoffilternutzungsdauer, schlechte Verbrennung, Ablagerungen in den Kraftstoffinjektoren, verringerte Kraftstoffsystemnutzungsdauer, Ablagerungen in der Verbrennungskammer und verringerte Motornutzungsdauer.

HINWEIS

Die Fußnoten sind ein wichtiger Bestandteil der Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren für Off-Highway-Dieselmotoren". ALLE Fußnoten lesen.

Tabelle 7

Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren ⁽¹⁾			
Spezifikationen	Anforderungen	ASTM-Test	ISO-Test
Aromaten	max. 35 %	D1319	ISO 3837
Asche	max. 0,01% Gewichts-%	D482	ISO 6245
Kohlenstoffrückstand bei 10 % Bodenprodukt	max. 0,35 Gewichts-%	D524	ISO 4262
Cetanzahl ⁽²⁾	min. 40 (Direkteinspritzmotoren)	D613 oder D6890	ISO 5165
	min. 35 (Vorkammernmotoren)		
Trübungspunkt	Der Trübungspunkt darf nicht über der tiefsten zu erwartenden Umgebungstemperatur liegen.	D2500	ISO 3015
Kupferstreifenkorrosion	max. Nr. 3	D130	ISO 2160
Destillation	10 % bei 282 °C (540 °F) max.	D86	ISO 3405
	90 % bei 360 °C (680 °F) max.		
Flammpunkt	gesetzlicher Grenzwert	D93	ISO 2719
Wärmebeständigkeit	Mindestens 80 % Reflexionsvermögen nach 180 Minuten Alterung bei 150 °C (302 °F)	D6468	keine entsprechende Prüfung
API-Grad ⁽³⁾	min. 30	D287	keine entsprechende Prüfung
	max. 45		
Pourpoint	min. 6 °C (10 °F) unter Umgebungstemperatur	D97	ISO 3016
Schwefel	⁽¹⁾⁽⁴⁾	D5453 oder D2622	ISO 20846 oder ISO 20884

(Fortsetzung)

(Tabelle 7, Forts.)

Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren ⁽¹⁾			
Spezifikationen	Anforderungen	ASTM-Test	ISO-Test
Kinematische Viskosität ⁽⁵⁾	min. 1,4 cSt und max. 20,0 cSt an den Kraftstoffeinspritzpumpen	-	-
	min. 1,4 cSt und max. 4,5 cSt an den Rotationskraftstoffeinspritzpumpen		
Wasser und Bodensatz	max. 0,05%	D1796	ISO 3734
Wasser	max. 0,05%	D1744	keine entsprechende Prüfung
Bodensatz	max. 0,05 Gewichts-%	D473	ISO 3735
Gums und Harze ⁽⁶⁾	max. 10 mg pro 100 ml	D381	ISO 6246
Schmierfähigkeit ⁽⁷⁾	max. 0,52 mm (0,0205") bei 60 °C (140 °F)	D6079	keine entsprechende Prüfung

- (1) Für weitere Informationen zu den in dieser Tabelle aufgeführten Kraftstoffeigenschaften siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselmotoren". Diese Spezifikation enthält die Anforderungen für extrem schwefelarmen Dieselmotoren (ULSD). Extrem schwefelarmen Dieselmotoren (ULSD) hat bei Anwendung der Prüfverfahren nach ASTM D5453, ASTM D2622 oder ISO 20846, ISO 20884 einen Schwefelgehalt von ≤ 15 ppm (0,0015 %). Diese Spezifikation enthält die Anforderungen für schwefelarmen Dieselmotoren (LSD). Schwefelarmen Dieselmotoren hat bei Anwendung der Prüfverfahren nach ASTM D5453, ASTM D2622 oder ISO 20846, ISO 20884 einen Schwefelgehalt von ≤ 500 ppm (0,05 %). Nachbehandlungseinrichtungen können durch die Verwendung von Kraftstoff mit hohem Schwefelgehalt dauerhaft beschädigt werden. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselmotoren", das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.
- (2) Alternativ muss Destillat-Dieselmotoren zur Sicherstellung einer Mindest-Cetanzahl von 35 (Vorkammermotoren) bzw. 40 (Direkteinspritzmotoren) einen Cetanindex von mindestens 37,5 (Vorkammermotoren) bzw. 44,2 (Direkteinspritzmotoren) bei Anwendung des Prüfverfahrens nach ASTM D4737-96a aufweisen. Für den Betrieb in größeren Höhenlagen oder bei tieferen Temperaturen kann ein Kraftstoff mit einer höheren Cetanzahl erforderlich sein.
- (3) Nach Normentabellen liegen die äquivalenten kg/m^3 (Kilogramm pro Kubikmeter) bei der Prüftemperatur gemäß ASTM D287 von 15,56 °C (60 °F) für den minimalen API-Grad von 30 bei 875,7 kg/m^3 und für den maximalen API-Grad von 45 bei 801,3 kg/m^3 .
- (4) Die Einsatzverhältnisse des Motors spielen eine Schlüsselrolle bei der Bestimmung, welchen Effekt der Schwefelgehalt des Kraftstoffs auf Motorablagerungen und Motorverschleiß hat. Wenden Sie sich bei einem Schwefelgehalt des Kraftstoffs von mehr als 0,1 % (1000 ppm) an Ihren Caterpillar-Händler). Viele Faktoren beeinflussen die höchstzulässige Schwefelgehaltsgrenze. Der Schwefelgehalt im Kraftstoff hat Auswirkungen auf die
- (Fortsetzung)

(Tabelle 7, Forts.)

Schadstoffemissionen. Hoher Schwefelgehalt erhöht das Risiko der Korrosion der inneren Komponenten und kann die Nutzungsdauer des Öls und der Nachbehandlungseinrichtung verringern. Nachbehandlungseinrichtungen können durch die Verwendung von Kraftstoff mit hohem Schwefelgehalt dauerhaft beschädigt werden. Für weitere Information zum Schwefelgehalt im Kraftstoff, einschließlich Schwefelgehaltsgrenzen, siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselmotoren" und in der vorliegenden Fachliteratur, "Motoröl" und siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch sowie die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

- (5) Die Werte für die Kraftstoffviskosität gelten für den Kraftstoff, so wie er in die Einspritzpumpen gelangt. Um den Vergleich zu erleichtern, sollten die Kraftstoffe außerdem die Anforderungen an die minimale und maximale Viskosität bei 40 °C (104 °F) nach der Prüfmethode gemäß ASTM D445 oder ISO 3104 erfüllen. Wenn ein Kraftstoff mit niedriger Viskosität verwendet wird, muss der Kraftstoff unter Umständen gekühlt werden, um eine Viskosität von mindestens 1,4 cSt an der Einspritzpumpe aufrechtzuerhalten. Bei Kraftstoffen mit hoher Viskosität kann die Kraftstoffvorwärmung erforderlich sein, um die Viskosität auf 4,5 cSt oder weniger für Rotationskraftstoffeinspritzpumpen bzw. 20 cSt oder weniger für alle anderen Kraftstoffeinspritzpumpen zu senken.
- (6) Prüfbedingungen und -verfahren für Benzin (Motoren) anwenden.
- (7) Die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs ist bei schwefelarmem und extrem schwefelarmem Kraftstoff ein Problem. Zum Feststellen der Schmierfähigkeit des Kraftstoffs den Test nach ASTM D6079 High Frequency Reciprocating Rig (HFRR) anwenden. Zur Modifizierung von Kraftstoffen gibt es verschiedene Additive im Handel. Wenden Sie sich an Ihren Kraftstofflieferanten, wenn die Schmierfähigkeit des Kraftstoffs unter den Mindestanforderungen liegt. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselmotoren", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieselmotoren". Dem Kraftstoff keine Zusätze begeben, ohne vorher den Kraftstofflieferanten zu konsultieren. Einige Additive sind nicht miteinander verträglich. Diese Additive können Probleme im Kraftstoffsystem hervorrufen.

Es gibt viele andere Spezifikationen für Dieselmotoren, die von staatlichen Behörden und technischen Organisationen veröffentlicht werden. Normalerweise behandeln diese Spezifikationen nicht alle Anforderungen, die in der Tabelle 7 "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" berücksichtigt sind. Um eine optimale Leistung des Motors zu erreichen, muss vor dem Betrieb des Motors eine vollständige Kraftstoffanalyse durchgeführt werden. Bei der Kraftstoffanalyse müssen alle in Tabelle 7 "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" aufgeführten Eigenschaften geprüft werden.

Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD)

Caterpillar empfiehlt, dass alle Destillat-Dieselmotoren, einschließlich des extrem schwefelarmen Dieselkraftstoffs (ULSD) (≤ 15 ppm Schwefel nach *ASTM D5453*, *ASTM D2622* oder *ISO 20846*, *ISO 20884*) die Anforderungen der "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren für Off-Highway-Dieselmotoren" erfüllen sollten, die in Tabelle 7 aufgeführt sind.

Anmerkung: Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff hat eine geringere elektrische Leitfähigkeit als schwefelarmer Dieselkraftstoff. Alle üblichen Erdungs- und Sicherheitsverfahren einhalten.

HINWEIS

Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD) hat bei Anwendung der Prüfverfahren nach *ASTM D5453*, *ASTM D2622* oder *ISO 20846*, *ISO 20884* einen Schwefelgehalt von ≤ 15 ppm (0,0015 %). Bei bestimmten Einsätzen und/oder wegen Behördenvorschriften/Örtlichkeiten KANN die Verwendung von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff notwendig sein. Schadstoffreduzierte Dieselmotoren und/oder Dieselmotoren mit Abgasnachbehandlung KÖNNEN die Verwendung von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff erforderlich machen. Für Dieselmotoren mit Dieselpartikelfilter ist extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff vorgeschrieben. Richtlinien zu Kraftstoffanforderungen in Ihrem Gebiet erhalten Sie bei Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselkraftstoff", das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

Wenn extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff verwendet wird, ist auf Kraftstoffviskosität, Schmierfähigkeit und Wärmebeständigkeit zu achten. Die in der "Caterpillar-Spezifikation für Destillatkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" aufgeführten Grenzwerte für Kraftstoffviskosität, Schmierfähigkeit und Wärmebeständigkeit beziehen sich auf diese Punkte. In Nordamerika erfüllt Dieselkraftstoff, der als *ASTM D975 Grade No. 1-D S15* oder *ASTM D975 Grade No. 2-D S15* gekennzeichnet ist und der "Thermal Stability Guideline" (Richtlinie für Wärmebeständigkeit) X3.10.2.2 nach *ASTM D975* entspricht, im Allgemeinen die Caterpillar-Anforderungen an extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff.

Der in Europa verwendete Dieselkraftstoff, der nach der *Europäischen Norm EN590:2004* maximal ≤ 10 ppm Schwefel enthält (und üblicherweise als "schwefelfrei" bezeichnet wird), erfüllt im Allgemeinen die Caterpillar-Anforderungen für extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (Ultra Low Sulfur Diesel, ULSD).

Die Verwendung von Kraftstoffen mit einem höheren als dem empfohlenen Schwefelgehalt kann/wird zu folgenden Problemen führen:

- Reduzierte Motorleistung und Motornutzungsdauer
- Verkürzte Intervalle für Nachbehandlungs-Sulfatascheintervalle
- Beschädigung der Emissionsbegrenzungssysteme
- Kürzere Ölwechselintervalle
- Höherer Kraftstoffverbrauch

Für zusätzliche Informationen zu Schmierfähigkeit, Oxidationsbeständigkeit, Schwefelgehalt und Nachbehandlungseinrichtungen siehe diese Fachliteratur, "Eigenschaften von Dieselkraftstoff" Für weitere Informationen siehe auch *ASTM D975-08a*, das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die technische Literatur für die Nachbehandlungseinrichtung.

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, "Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar". Wenden Sie sich auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Die von Caterpillar hergestellten Motoren sind für die von der US-Umweltschutzbehörde und im Rahmen der Europäischen Zertifizierung vorgeschriebenen Kraftstoffe zugelassen. Caterpillar lässt keine Motoren für irgendwelche anderen Kraftstoffe zu.

Anmerkung: Der Motorbetreiber ist dafür verantwortlich, den richtigen Kraftstoff zu verwenden, der vom Hersteller empfohlen und von der US-Umweltschutzbehörde EPA und anderen zuständigen Aufsichtsbehörden zugelassen ist.

HINWEIS

Die Verwendung von Kraftstoffen, die nicht den Empfehlungen von Caterpillar entsprechen kann folgende Auswirkungen haben: Startschwierigkeiten, verringerte Kraftstoffilternutzungsdauer, schlechte Verbrennung, Ablagerungen in den Kraftstoffinjektoren, verringerte Kraftstoffsystemnutzungsdauer, Ablagerungen in der Verbrennungskammer und verringerte Motornutzungsdauer.

HINWEIS

Um die erwartete Nutzungsdauer des Kraftstoffsystems zu erreichen, muss für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Common-Rail-Kraftstoffsystemen und für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Pumpe-Injektor-Kraftstoffsystemen ein Kraftstoffsicherheitsfilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer eingesetzt werden. Für alle anderen Caterpillar-Dieselmotoren (zumeist ältere Motoren mit einem Kraftstoffsystem mit Pumpe, Leitung und Einspritzdüse) wird die Verwendung eines Kraftstoffsicherheitsfilters mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer dringend empfohlen. Alle gegenwärtigen Caterpillar-Motoren sind ab Werk mit Caterpillar-Feinfiltern mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer ausgestattet.

Anmerkung: Caterpillar empfiehlt dringend, zur Filterung von Destillat-Kraftstoff und/oder Biodiesel/Biodieselmischungen einen Kraftstofffilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer einzusetzen. Diese Filterung muss am Gerät für die Kraftstoffzufuhr zum Kraftstofftank des Motors und ebenso am Gerät für die Kraftstoffzufuhr vom Lagertank erfolgen. Reihenfilterung wird empfohlen.

Für zusätzliche Information zu von Caterpillar entwickelten und hergestellten Filtrierprodukten siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Referenzmaterial", "Filter" und "Verschiedenes" und wenden Sie sich für Empfehlungen für Ihre Caterpillar-Maschine an Ihren an Ihren Caterpillar-Händler.



WARNUNG

Wenn dem Dieselmotorkraftstoff Alkohol oder Benzin beigemischt wird, kann dies eine explosive Mischung im Kurbelgehäuse oder Kraftstofftank erzeugen.

Dies kann zu Körperverletzungen und Beschädigung des Motors führen. Caterpillar rät von diesem Verfahren ab.

Schweröl, Rückstandskraftstoff, Kraftstoffmischungen

HINWEIS

Schweröl, Restkraftstoff oder Mischkraftstoff dürfen in Caterpillar-Dieselmotoren **NICHT** verwendet werden (außer in Schwerkraftstoff-Motoren der Baureihe 3600). Mischkraftstoff ist ein Restkraftstoff, der mit einem leichteren Kraftstoff verdünnt wurde, so dass er fließt. Mischkraftstoffe werden auch als Schweröl bezeichnet. Die Verwendung von Schweröl in Motoren, die für Destillatkraftstoff ausgelegt sind, führt zu einem starken Verschleiß an den Bauteilen und einem Ausfall dieser Teile.

Alternative Kraftstoffe - Einsätze unter arktischen Bedingungen

Bei extrem tiefen Umgebungstemperaturen können die in Tabelle 8 aufgeführten Destillatkraftstoffe verwendet werden. Der gewählte Kraftstoff muss jedoch die Anforderungen erfüllen, die in der Tabelle 7 "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren" aufgeführt sind. Die Kraftstoffe sind so ausgelegt, dass sie bei Betriebstemperaturen bis zu -54 °C (-65 °F) verwendet werden können.

Anmerkung: Die in der Tabelle 8 aufgeführten Kraftstoffe haben typischerweise einen sehr viel höheren Schwefelgehalt als für extrem schwefelarmen Dieselmotorkraftstoff (ULSD) zulässig. Der Schwefelgehalt dieser Kraftstoffe übersteigt normalerweise 15 ppm bei weitem. Diese Kraftstoffe sind normalerweise nicht zulässig in Gebieten, wo ein Schwefelgehalt von höchstens 15 ppm vorgeschrieben ist.

Anmerkung: Die in der Tabelle 8 aufgeführten Kraftstoffe haben typischerweise einen sehr viel höheren Schwefelgehalt als die 50 ppm, die in der Europäischen Norm *EN 590:2004* vorgeschrieben sind. Der Schwefelgehalt dieser Kraftstoffe übersteigt normalerweise 50 ppm. Diese Kraftstoffe sind normalerweise nicht zulässig in Gebieten, wo ein Schwefelgehalt von höchstens 50 ppm vorgeschrieben ist.

Tabelle 8

Alternative Kraftstoffe - Einsatz unter arktischen Bedingungen ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
Spezifikation	Klasse
MIL-DTL-5624U	JP-5
MIL-DTL-83133F	JP-8
ASTM D1655-08a	Jet A ⁽³⁾ , Jet A-1 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Der gewählte Kraftstoff muss die Anforderungen erfüllen, die in der Tabelle 7 "Caterpillar- Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren für Off-Highway-Dieselmotoren" aufgeführt sind. Der Kraftstoff muss unter Umständen gekühlt werden, um eine Viskosität von mindestens 1,4 cSt an der Einspritzpumpe aufrechtzuerhalten. Auskunft über empfohlene Additive, um die vorschriftsmäßige Schmierfähigkeit des Kraftstoffs zu erhalten, gibt der Lieferant.

⁽²⁾ Die Kraftstoffspezifikationen in dieser Tabelle beziehen sich auf zulässige und/oder empfohlene Kraftstoffadditive, die von Caterpillar nicht für den Gebrauch in Caterpillar-Kraftstoffsystemen getestet wurden. Die Verwendung der in diesen Spezifikationen zugelassenen/empfohlenen Kraftstoffzusätze geschieht auf eigenes Risiko des Verbrauchers.

⁽³⁾ Jet A wird standardmäßig von den US-amerikanischen zivilen Luftfahrtgesellschaften für den Einsatz ihrer Flugzeuge in den USA verwendet. Jet A-1 hingegen ist der Standardkraftstoff, der weltweit von zivilen Luftfahrtgesellschaften verwendet wird. Gemäß ASTM D1655-08a, Tabelle 1 (Detailed Requirements of Aviation Turbine Fuels) weisen Jet A und Jet A-1 identische Anforderungen auf, ausgenommen bezüglich des Gefrierpunkts. Für Jet A wird ein Gefrierpunkt von -40 °C (-40 °F) vorgegeben, während für Jet A-1 ein Gefrierpunkt -47 °C (-52,6 °F) vorgegeben wird. Andere Gefrierpunkte können allerdings zwischen dem Käufer und dem Kraftstofflieferanten vereinbart werden.

Diese Kraftstoffe sind leichter als die Kraftstoffe der Kategorie Nr. 2. Die Cetanzahl der in Tabelle 8 aufgeführten Kraftstoffe muss mindestens 40 betragen. Wenn die Viskosität bei 40 °C (104 °F) unter 1,4 cSt liegt, den Kraftstoff nur bei Temperaturen unter 0 °C (32 °F) verwenden. Keinen Kraftstoff mit einer Viskosität von weniger als 1,2 cSt bei 40 °C (104 °F) verwenden.

Anmerkung: Es ist unter Umständen ein Kühlen des Kraftstoffs erforderlich, um eine Viskosität von mindestens 1,4 cSt an der Kraftstoffeinspritzpumpe zu gewährleisten.

Anmerkung: Diese Kraftstoffe sind eventuell nicht für alle Anwendungen zulässig.

Kraftstoffadditive anderer Hersteller

Es werden viele verschiedene Arten von Kraftstoffadditiven angeboten. Caterpillar empfiehlt im Allgemeinen nicht, dem Kraftstoff Additive beizufügen.

Unter besonderen Bedingungen hält Caterpillar die Verwendung von Kraftstoffadditiven allerdings für gerechtfertigt. Kraftstoffadditive müssen mit Vorsicht verwendet werden. Einige Additive sind unter Umständen nicht mit dem Kraftstoff verträglich. Manche Additive können sich abscheiden. Das führt zu Ablagerungen im Kraftstoffsystem. Die Ablagerungen können zum Festfressen von Teilen führen. Einige Additive können die Kraftstofffilter verstopfen. Einige Additive sind unter Umständen korrosiv und andere können schädliche Auswirkungen auf die Elastomere im Kraftstoffsystem haben. Manche Additive können Emissionsbegrenzungssysteme beschädigen. Einige Additive können den Schwefelgehalt über die in den USA zugelassene Grenze erhöhen. Die US-Umweltschutzbehörde EPA und/oder etwaige andere Aufsichtsbehörden Wenden Sie sich bei solchen Bedingungen an Ihren Kraftstofflieferanten, wenn Kraftstoffadditive benötigt werden. Ihr Kraftstofflieferant kann Ihnen empfehlen, welche Additive in welchem Ausmaß verwendet werden können.

Anmerkung: Metallische Additive können das Kraftstoffsystem (die Injektoren) und die Nachbehandlungseinrichtung verschmutzen. Für die meisten Anwendungen rät Caterpillar von der Verwendung metallischer Additive ab. Metallische Additive sollten nur für Anwendungen verwendet werden für die sie von Caterpillar ausdrücklich empfohlen werden.

Anmerkung: Die US-Umweltschutzbehörde EPA verbietet die Verwendung von metallischen Kraftstoffadditiven in Straßenfahrzeugen.

Anmerkung: Dieselmotorenadditive und -zusatzmittel können schlechte Dieselmotoreigenschaften oft nicht auf einen für den Einsatz akzeptablen Qualitätsstand bringen.

Anmerkung: Damit optimale Ergebnisse erzielt werden können, sollte der Kraftstofflieferant den Kraftstoff behandeln, wenn Additive erforderlich sind.

Cat-Dieselmotorenzusatz

Anmerkung: Cat-Dieselmotorenzusatz, ET-Nr. 256-4968, ist das einzige Kraftstoffzusatzmittel/Additiv für den Endverbraucher, das von Caterpillar zur Verwendung in Dieselmotoren geprüft und zugelassen worden ist.

Cat-Dieselsatz ist eine firmeneigene Mischung, die für die Verwendung in Destillat-Dieselskraftstoffen für Caterpillar-Dieselmotoren umfassend geprüft worden ist. Cat-Dieselsatz kann bei vielen Problemen, die weltweit bei verschiedenen Kraftstoffen in Bezug auf Kraftstoffnutzungsdauer/Kraftstoffstabilität, Motorstartfähigkeit, Injektorenablagerungen, Kraftstoffsystemnutzungsdauer und langfristige Motorleistung auftreten, von Nutzen sein.

Anmerkung: Dieselskraftstoffadditive und -zusatzmittel können schlechte Dieselskraftstoffeigenschaften oft nicht auf einen für den Einsatz akzeptablen Qualitätsstand bringen.

Anmerkung: Um einen optimalen Gesamtnutzen zu erzielen, beauftragen Sie Ihren Kraftstofflieferanten vor der Lieferung dem Kraftstoff Cat-Dieselsatz zu den empfohlenen Intervallen beizufügen, oder fügen Sie den Cat-Dieselsatz selbst bei. Alle einschlägigen nationalen, regionalen und lokalen Gesetze, Vorschriften und Regelungen zur Verwendung von Dieselskraftstoff-Zusatzmitteln/-Additiven müssen befolgt werden.

Cat-Dieselsatz ist ein Mehrzweck-Dieselsatz, der sich als äußerst leistungsstark bewährt hat, und zur Verbesserung folgender Faktoren entwickelt wurde:

- Kraftstoffverbrauch (durch Reinigung des Kraftstoffsystems)
- Schmierfähigkeit
- Oxidationsbeständigkeit
- Reinigungsvermögen/Dispergiervermögen
- Kondensatdispersion
- Korrosionsschutz
- Cetan (typischerweise 2-3 Cetanzahlen)

Tests im Labor und am Einsatzort haben bewiesen, dass Cat-Dieselsatz durch Reinigung des Kraftstoffsystems/der Injektoren den Kraftstoffverbrauch reduziert und Abgasemissionen verringert und außerdem die Motorleistung aufrechterhält. Beachten Sie bitte, dass die Reinigung des Kraftstoffsystems/der Injektoren über einen längeren Zeitraum erfolgt und ein fortlaufender Prozess ist.

Erfahrungswerte haben gezeigt, dass sich der Kraftstoffverbrauch bei herkömmlichen Maschinen um 2 bis 3 Prozent oder sogar mehr verbessern lässt. Beachten Sie jedoch bitte, dass solche Verbesserungen je nach Motorausführung, Alter und Zustand des Motors sowie Einsatz des Motors variieren können.

Cat-Dieselsatz vermindert auch das Risiko der Bildung von Gum, Harzen und Schlamm und sorgt zudem für die Dispersion unlöslicher Gums. Dies kann die Kraftstoffnutzungsdauer deutlich verlängern, kraftstoffabhängige Motorablagerungen und Korrosion vermindern sowie die Nutzungsdauer des Kraftstofffilters verbessern.

HINWEIS

Die Verwendung von Cat-Dieselsatz enthebt den Eigentümer des Motors und/oder den Kraftstofflieferanten nicht von seiner Verantwortung, alle geltenden Branchennormen und Vorschriften bezüglich der Lagerung und Handhabung von Kraftstoff zu befolgen. Für weitere Informationen siehe "Kraftstoffspezifikationen" in der vorliegenden Fachliteratur. Zudem enthebt die Verwendung von Cat-Dieselsatz den Eigentümer des Motors IN KEINER WEISE von seiner Verantwortung, die Verwendung eines geeigneten Dieselskraftstoffs zu gewährleisten. Für weitere Informationen siehe den Abschnitt "Kraftstoffspezifikationen" in der vorliegenden Fachliteratur.

Caterpillar empfiehlt dringend, den Cat Dieselsatz für Biodiesel und Biodieselmischungen zu verwenden. Cat -Dieselsatz ist für Biodiesel/Biodieselmischungen geeignet, die den Caterpillar-Empfehlungen und -Anforderungen für Biodiesel entsprechen. **Bitte beachten Sie, dass sich nicht alle Kraftstoffadditive für die Verwendung in Verbindung mit Biodiesel/Biodieselmischungen eignen.** Stets alle relevanten Anweisungen auf den Schildern lesen und befolgen. Siehe hierzu auch in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselskraftstoff". Dieser Abschnitt zu "Biodiesel" führt die Empfehlungen und Anforderungen von Caterpillar auf.

Sofern er gemäß den Anweisungen verwendet wird, ist Cat-Dieselsatz mit den bestehenden und nach der US-Umweltschutzbehörde EPA 2007 zertifizierten Katalysatoren zur Schadstoffbegrenzung in Dieselmotoren mit Straßenzulassung und Dieselpartikelfiltern kompatibel.

Anmerkung: Cat-Dieselsatz bewirkt keinen messbaren Anstieg des Schwefelgehalts in der Kraftstoff-/Additiv-Mischung, vorausgesetzt, er wird gemäß den Anweisungen verwendet. In den USA muss Cat-Dieselsatz in seiner derzeitigen Zusammensetzung bereits vom Kraftstofflieferanten/Händler im empfohlenen Mischungsverhältnis mit dem Kraftstoff vermischt werden, sofern er für Straßenfahrzeuge oder andere Anwendungen verwendet wird, die die Verwendung von ULSD-Kraftstoff (mit einem Schwefelgehalt von max. 15 ppm) vorschreiben. Alle einschlägigen nationalen, regionalen und lokalen Gesetze, Vorschriften und Regelungen zur Verwendung von Dieselsatz-Zusatzmitteln/-Additiven müssen befolgt werden.

HINWEIS

Cat-Dieselsatz bewirkt keinen messbaren Anstieg des Schwefelgehalts in der Kraftstoff-/Additiv-Mischung, vorausgesetzt, er wird gemäß den Anweisungen verwendet. In den USA dürfen **KEINE** Kraftstoffadditive mit mehr als 15 ppm Schwefel bei Einsätzen verwendet werden, für die extrem schwefelarmer Dieselsatz (ULSD) (höchstens 15 ppm Schwefel) vorgeschrieben ist. In der gegenwärtigen Zusammensetzung weist der Cat -Dieselsatz mehr als 15 ppm Schwefel auf. Alle einschlägigen nationalen, regionalen und lokalen Gesetze, Vorschriften und Regelungen zur Verwendung von Dieselsatz-Zusatzmitteln/-Additiven müssen eingehalten werden.

i03564294

Biodiesel

SMCS-Code: 1280

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler, um die aktuellsten Empfehlungen zu erhalten.

Anmerkung: Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, *Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar*.

Auf folgende Dokumente wurde Bezug genommen:

- *ASTM D6751 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels*

- *EN 14214 Automotive fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods*
- *ASTM D7467 Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend (B6 to B20)*
- *ASTM D975-08a Standard Specification for Diesel Fuel Oils* (enthält die Anforderungen für Biodieselmischungen B5 und Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt)
- *EN 590 Automotive fuels - Diesel - Requirements and test methods* (enthält die Anforderungen für Biodieselmischungen B5 und Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt)
- *EN 14078 Liquid petroleum products - Determination of fatty acid methyl esters (FAME) in middle distillates - Infrared spectroscopy method*
- *EN 14104 Fat and oil derivatives - Fatty Acid Methyl Esters (FAME) - Determination of Acid Value*
- *ASTM D664 Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration*
- *ASTM D6469 Standard Guide for Microbial Contamination in Fuels and Fuel Systems*

Anmerkung: Zum Zweck dieser Empfehlungen gelten die für Biodiesel (B100) geltenden Warnhinweise, Richtlinien und Empfehlungen auch für Biodieselmischungen (B2, B5, B20 usw.).

Anmerkung: Bei Verwendung der Biodieselmischungen B1 (1 Prozent) bis B19 (19 Prozent) wird die Durchführung des kompletten Programms der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar dringend empfohlen, und das komplette Programm der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar muss durchgeführt werden, wenn Biodiesel/Biodieselmischungen der Stufe B20 oder höher verwendet werden (vor der Öldiagnose muss die Stufe des verwendeten Biodiesels notiert werden (B5, B20, etc.)).

Anmerkung: DIESE FACHLITERATUR DARF NICHT ALS ALLEINIGE GRUNDLAGE ZUM BESTIMMEN DER ÖLWECHSELINTERVALLE VERWENDET WERDEN.

Diese Fachliteratur gibt keine Angaben zu spezifischen Ölwechselintervallen, sollte aber zusammen mit den Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren/Maschinen zur Bestimmung akzeptabler Ölwechselintervalle hinzugezogen werden. Wenden Sie sich für weitere Information zu u.a. der Bestimmung von optimalen bzw. zulässigen Ölwechselintervallen an das Betriebs- und Wartungshandbuch für Ihre Maschine/Ihren Motor und an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Die Cat planmäßige Öldiagnose trägt zum Umweltschutz bei und ist bestens geeignet die Nutzungsdauer des Öls und des Motors zu optimieren. Wenden Sie sich für einen Test zur Bestimmung von sicheren, optimierten Ölwechselintervallen an Ihren Caterpillar-Händler.

Biodiesel ist ein Kraftstoff, der aus einer Vielzahl von Rohstoffen hergestellt werden kann. Die wichtigsten Rohstoffe sind Sojaöl und Rapsöl. Ohne Veresterung gelieren diese Kraftstoffe im Kurbelgehäuse und Kraftstofftank. Diese Kraftstoffe sind unter Umständen mit vielen Elastomeren, die in heutzutage hergestellten Motoren verwendet werden, nicht verträglich. In ihrer ursprünglichen Form sind diese Öle nicht als Kraftstoffe für Kompressionsmotoren geeignet. Zu Alternativ-Grundstoffen für Biodiesel gehören Tiertalg, Abfallspeiseöle sowie eine Reihe anderer Rohstoffe. Um eines der oben aufgezählten Öle als Kraftstoff verwenden zu können, muss es verestert werden.

Es ist bekannt, dass Biodiesel und Biodieselmischungen erhöhte Ablagerungen im Kraftstoffsystem verursachen, wobei den Ablagerungen in den Kraftstoffeinspritzelementen besondere Bedeutung zukommt. Diese Ablagerungen können aufgrund verminderter oder modifizierter Kraftstoffeinspritzung die Leistung vermindern oder zu anderen Funktionsproblemen führen. Caterpillar-Dieselsatz kann diese Probleme begrenzen, indem es die Stabilität von Biodiesel und Biodieselmischungen verbessert, bestehende Ablagerungen beseitigt und die Bildung neuer Ablagerungen verhindert. **Deshalb wird die Verwendung von Caterpillar-Dieselsatz dringend empfohlen, wenn Motoren mit Biodiesel und Biodieselmischungen betrieben werden**, besonders wenn Mischungen Stufe B20 oder höher verwendet werden werden. Weitere Informationen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselsatz" und "Caterpillar-Dieselsatz".

Anmerkung: Die von Caterpillar hergestellten Motoren sind für die von der US-Umweltschutzbehörde EPA und im Rahmen der Europäischen Zertifizierung vorgeschriebenen Kraftstoffe zugelassen. Bei Verwendung anderer Kraftstoffe erteilt Caterpillar keine Zertifizierung für die betreffenden Motoren.

Anmerkung: Der Motorbetreiber ist dafür verantwortlich, den richtigen Kraftstoff zu verwenden, der vom Hersteller empfohlen und von der US-Umweltschutzbehörde EPA und anderen zuständigen Aufsichtsbehörden zugelassen ist.

Caterpillar kann nicht die vielen Arten von Biodiesel und ihre langfristigen Auswirkungen auf die Leistung, Beständigkeit und Einhaltung der Abgasvorschriften von Caterpillar-Produkten beurteilen.

Anmerkung: Biodiesel und Biodieselmischungen dürfen keine Entmischung, keinen Bodensatz und kein ungelöstes Wasser aufweisen.

Biodiesel und Biodieselmischungen dürfen keine Bestandteile, Additive oder andere Substanzen enthalten, die sie für die Verwendung in Dieselmotoren ungeeignet machen.

EN 14078 ist die bevorzugte Testmethode zur Bestimmung des Volumenprozentsatzes von Biodiesel in Biodieselmischungen.

HINWEIS

Aus der Verwendung von Kraftstoffen resultierende Defekte sind keine Caterpillar-Werksfehler. Deshalb sind die Reparaturkosten NICHT von der Caterpillar-Garantie für Material- und/oder Werksfehler abgedeckt.

Empfehlungen für die Verwendung von Biodiesel in Caterpillar-Dieselmotoren

Für Caterpillar-Dieselmotoren der Serie Serie C175 wenden Sie sich vor der Verwendung von Biodiesel und Biodieselmischungen an die Caterpillar Anwendungs- und Installationsgruppe oder an Ihren Caterpillar-Händler.

Für Off-Highway Caterpillar-Dieselmotoren mit ACERT-Konzept mit den folgende Typennummern C7, C9, C11, C13, C15, C18, C27 und C32 und auch für Caterpillar 3114, 3116, 3126, 3176, 3196, 3208, 3306, C-9, C-10, C-12, 3406, C-15, C-16, C-18, 3456, 3408, 3412, Serie Serie 3500, Serie Serie 3600, Serie Serie C280, CM20, CM25 und CM32ist Biodiesel, das die Anforderungen in der "Caterpillar Spezifikation für Biodiesel-Kraftstoff", *ASTM D6751*, oder *EN 14214* erfüllt, zulässig. Biodiesel kann in Mengen bis maximal 20 Prozent (B20) einem zulässigen Dieselmotorenkraftstoff beigemischt werden. Diese Mischung ist unter der Bedingung zulässig, dass der Biodiesel-Bestandteil vor dem Mischen die in Tabelle 9 aufgeführten Anforderungen erfüllt. Darüber hinaus muss die fertige Mischung den Anforderungen an Destillat-Dieselmotorenkraftstoff entsprechen, die in der Tabelle "Caterpillar--Spezifikation für Destillat-Dieselmotorenkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotorenkraftstoff" aufgeführt sind. Biodiesel, die die Anforderungen gemäß *ASTM D7467* (B6 bis B20), und Biodiesel die die Anforderungen *ASTM D975-08a* oder *EN 590* für B5 und Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt füllen, sind für die aufgeführten Motoren ebenfalls zulässig.

C0.5-C2.2, C4.4 und C4.4Dieselmotoren mit ACERT-Konzept und Dieselmotoren C6.6 mit ACERT-Konzept wurden, wie oben beschrieben, wie folgt freigegeben:

- C0.5-C2.2 Tier 4 Interim/Stufe IIIB, bei Modelleinführung im April 2007
- C4.4 (Mechanisch) Tier 3/Stufe IIIA, bei Modelleinführung im November 2007
- Elektronisch gesteuerte Dieselmotoren C4.4 mit ACERT-Konzept Tier 3/Stufe IIIA, die nach dem 1 Juli 2008 gebaut wurden, und folgende Seriennummern aufweisen:
 - Cat Machine Group - C4E05524-UP
 - Cat Industrial - 44404304-UP
- Elektronisch gesteuerte Dieselmotoren C6.6 mit ACERT-Konzept, die nach dem 1 Juli 2008 gebaut wurden, und folgende Seriennummern aufweisen:
 - Cat Machine Group - CE614624-UP
 - Cat Industrial - 66609016-UP

Anmerkung: Zur Herstellung von Biodieselmischungen zulässig sind Dieselmotorenkraftstoffe, die den Anforderungen der geltenden Fassungen der "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotorenkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren", der "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotorenkraftstoff für Straßenfahrzeuge", der Definition von Premium-Dieselmotoren der "National Conference on Weights and Measures (NCWM)", *EN 590* und/oder *ASTM 975 (No. 1-D, No. 2-D)* entsprechen. Diese Biodieselmischungen müssen den Caterpillar-Empfehlungen und -Anforderungen für Biodiesel entsprechen.

Anmerkung: Die Verdünnung des Kurbelwellenöls durch Kraftstoff kann wesentlich höher sein, wenn Biodiesel und/oder Biodieselmischungen verwendet werden.

Die erhöhte Verdünnung bei Verwendung von Biodiesel und/oder Biodieselmischungen beruht auf den für Biodiesel typischen niedrigeren Verdampfungsverlusten. Die in der Branche weit verbreiteten neuesten Motorkonstruktionen mit Emissionsbegrenzungsstrategien im Zylinder können zu einer höheren Biodieselmotorenkonzentration im Sumpf führen.

Die langfristigen Auswirkungen von Biodieselmotorenkonzentration in Kurbelwellenlageröl ist gegenwärtig nicht bekannt. Potenzielle Probleme sind:

- Höheres Risiko für Korrosion
- Höheres Risiko für Verschleiß
- Höheres Risiko für Kolbenablagerungen
- Entweder erhöhte oder verringerte Ölviskosität
- Verkürzte Sulfatasche-Serviceintervalle für Nachbehandlungseinrichtungen und/oder kürzere Nutzungsdauer der Nachbehandlungseinrichtungen.
- Verkürzte Ölnutzungsdauer (kürzere Ölwechselintervalle)

Bei Verwendung der Biodieselmischungen B19 und Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt wird die Durchführung des kompletten Programms der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar dringend empfohlen, und das komplette Programm der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar muss durchgeführt werden, wenn Biodiesel/Biodieselmischungen der Stufe B20 oder höher verwendet werden (vor der Öldiagnose muss die Stufe des verwendeten Biodiesels notiert werden (B20, B20, etc.)).

Bei Biodieselmischungen der Stufe B20 und höher konsultieren Sie bitte Ihren Caterpillar-Händler. Ein vollständiges Caterpillar-Programm der planmäßigen Öldiagnose ist erforderlich, wenn Biodiesel oder Biodieselmischungen der Stufe B20 oder höher verwendet werden. Die im Motor verwendete fertige Biodieselmischung muss den in der Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren" in dieser Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" aufgeführten Anforderungen entsprechen.

Für Caterpillar-Motoren C0.5 bis C2.2 und für C4.4 mechanische Motoren, die Tier2/Stufe2 oder frühere Emissionsbestimmungen erfüllen, für C4.4 Dieselmotoren (Maschinenmotorseriennummern C4E05523 und niedriger, und Industriemotorseriennummern 44404303 und niedriger und C6.6 (Maschinenmotorseriennummern CE614623 und niedriger, und Industriemotorseriennummern 66609015 und niedriger) Motoren mit ACERT-Konzept und für C3.4, 3003 bis 3034, 3044, 3046, 3054, 3056, 3064, und 3066, darf Biodiesel, das die Anforderungen der "Caterpillar-Spezifikation für Biodiesel-Kraftstoff", *ASTM D6751*, oder *EN 14214* erfüllt, mit einem zulässigen Dieselmotorenkraftstoff gemischt werden. Diese Mischung sollte zu maximal 5 Prozent aus Biodiesel und 95 Prozent aus einem zulässigen Dieselmotorenkraftstoff bestehen. Der Biodieselmotorenkraftstoff muss vor dem Mischen die in Tabelle 9 aufgeführten Anforderungen erfüllen. Biodiesel der die Anforderungen gemäß *ASTM D975-08a* oder *EN 590* für B5 oder Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt erfüllt, ist für die aufgeführten Motoren ebenfalls zulässig. Durch Verwendung von mehr als 5 Prozent Biodiesel kann es zu vorzeitigem Ausfällen kommen. Die bei diesen Ausfällen erforderlichen Reparaturen sind nicht von der Caterpillar-Garantie gedeckt.

Anmerkung: Wenn Biodiesel oder eine Biodieselmischung verwendet wird, obliegt es dem Benutzer, die einschlägigen lokalen, regionalen und/oder nationalen Ausnahmegenehmigungen zu beschaffen, die für die Verwendung von Biodiesel bei Caterpillar-Motoren benötigt werden, für die Emissionsvorschriften gelten. Bei Biodiesel, der die in der "Caterpillar-Spezifikation für Biodiesel-Kraftstoff", in *ASTM D6751* oder *EN 14214* aufgeführten Anforderungen erfüllt, sind keine größeren Probleme zu erwarten, wenn er bis zum aufgeführten maximalen Prozentsatz einem zulässigen Destillat-Dieselmotorenkraftstoff beigemischt wird. Bei Verwendung, wie empfohlen, von Biodiesel, der die Anforderungen gemäß *ASTM D7467* (B6 bis B20), oder Biodiesel, der die Anforderungen gemäß *ASTM D975-08a* oder *EN 590* für B5 oder Biodieselmischungen mit geringerem Biodieselgehalt erfüllt, sind keine größeren Probleme zu erwarten. Allerdings müssen die nachstehenden Empfehlungen beachtet werden.

Empfehlungen

Zum Zweck dieser Empfehlungen gelten die für Biodiesel (B100) geltenden Warnhinweise, Richtlinien und Empfehlungen auch für Biodieselmischungen (B2, B5, B20 usw.).

Anmerkung: Kraftstofflagertanks müssen vor der Umstellung auf Biodiesel/Biodieselmischungen gründlich gereinigt werden. Bei der Umstellung auf Biodiesel/Biodieselmischungen können die Ablagerungen im Kraftstoffsystem und im Lagertank gelöst werden. Die Wechselintervalle für Spülschleifen- und Zapfstellenfilter sowie motoreigene Filter müssen unter Umständen für längere Zeit verkürzt werden, um diesem Reinigungseffekt Rechnung zu tragen.

In Nordamerika muss Biodiesel von Herstellern, die nach *BQ-9000* anerkannt sind, und Händlern, die nach *BQ-9000* zertifiziert sind, verwendet werden. Achten Sie auf das Logo zur Bestätigung der *BQ-9000*-Biodiesel-Qualitätsakkreditierung, das Händler verwenden dürfen, die die Anforderungen nach *BQ-9000* erfüllen. Näheres zum Programm *BQ-9000* erfahren Sie unter "www.BQ-9000.org".

Anderorts muss Biodiesel verwendet werden, der nach *BQ-9000* oder von einer vergleichbaren Biodiesel-Qualitätsprüfstelle mit entsprechenden Qualitätssicherungsstandards für Biodiesel zugelassen und zertifiziert ist.

- Durch die Verwendung von Biodiesel kann das Ölwechselintervall nachteilig beeinflusst werden. Die Caterpillar planmäßige Öldiagnose durchführen, um den Zustand des Motoröls zu überwachen. Die Durchführung der planmäßigen Öldiagnose dient auch dazu, das optimale Ölwechselintervall zu bestimmen. Bei Verwendung der Biodieselmischungen B1 (1 Prozent) bis B19 (19 Prozent) wird die Durchführung des kompletten Programms der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar dringend empfohlen, und das komplette Programm der planmäßigen Öldiagnose von Caterpillar muss durchgeführt werden, wenn Biodiesel/Bodieselmischungen der Stufe B20 oder höher verwendet werden (vor der Öldiagnose muss die Stufe des verwendeten Biodiesels notiert werden (B5, B20, etc.)).
- Bestätigung vom Filterhersteller einholen, dass der/die einzusetzende(n) Kraftstofffilter mit Biodiesel verträglich ist/sind. Caterpillar-Kraftstofffilter erfüllen die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Qualitätsanforderungen.
- Die Umstellung auf Biodiesel kann Ablagerungen im Kraftstoffsystem lösen. Die Wechselintervalle für Kraftstofffilter müssen unter Umständen für längere Zeit verkürzt werden, um diesem Reinigungseffekt bei der Umstellung von gebrauchten Motoren auf Biodiesel Rechnung zu tragen.
- Zur Filterung von Biodiesel und Biodieselmischungen Kraftstofffilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer einsetzen. Diese Filterung muss am Gerät für die Kraftstoffzufuhr zum Kraftstofftank des Motors und ebenso am Gerät für die Kraftstoffzufuhr vom Lagertank erfolgen. Reihenfilterung wird empfohlen.
- Im Vergleich zu Destillatkraftstoffen weist Biodiesel 5 % bis 8 % weniger Energie je Mengeneinheit auf. NICHT die Motornennleistung ändern, um den Leistungsverlust auszugleichen. Dadurch werden Motorprobleme vermieden, wenn der Motor wieder mit 100 % Destillat-Dieselmotorkraftstoff betrieben werden soll.
- Die Verträglichkeit der Elastomere mit Biodiesel wird zur Zeit überwacht. Der Zustand der Dichtungen und Schläuche muss regelmäßig kontrolliert werden.
- Bei Biodiesel können sich bei Lagerung und bei Betrieb bei tiefen Umgebungstemperaturen Probleme ergeben. Bei tiefen Umgebungstemperaturen muss der Kraftstoff unter Umständen in einem beheizten Gebäude oder gewärmten Lagertank gelagert werden. Für das Kraftstoffsystem sind unter Umständen gewärmte Kraftstoffleitungen, Filter und Tanks erforderlich. Bei tiefen Umgebungstemperaturen können die Filter verstopfen und der Kraftstoff im Tank kann sich verfestigen, wenn keine Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Beraten Sie mit Ihrem Biodiesel-Lieferanten das Beimischen und wie der richtige Trübungspunkt für den Kraftstoff erreicht wird.
- Biodiesel weist nur eine geringe Oxidationsbeständigkeit auf, was zu Schwierigkeiten bei längerer Lagerung führen kann. Biodiesel muss innerhalb von sechs Monaten nach der Herstellung verbraucht werden. Die Lagerfähigkeit von Biodiesel und Biodieselmischungen über B20 kann deutlich unter sechs Monaten liegen. Infolge der geringen Oxidationsbeständigkeit kann sich die Oxidation des Kraftstoffs im Kraftstoffsystem beschleunigen. Das betrifft besonders Motoren mit elektronisch gesteuerten Kraftstoffsystemen, da sie im Betrieb höhere Temperaturen erreichen. Zusätzlich zu den in diesem Abschnitt enthaltenen Informationen "Biodiesel" siehe auch die Informationen zu Oxidationsstabilität und Kraftstoffadditiven in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotorkraftstoff", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieselmotorkraftstoff".
- Biodiesel kann aus verschiedenen Rohstoffen hergestellt werden. Das verwendete Rohmaterial kann sich auf die Leistung des Produkts auswirken. Zwei der betroffenen Kraftstoffeigenschaften sind Fließfähigkeit bei tiefen Temperaturen und Oxidationsbeständigkeit. Lassen Sie sich von Ihrem Kraftstofflieferanten beraten.
- Wegen der geringen Oxidationsbeständigkeit und anderer möglicher Probleme wird dringend empfohlen, dass bei Motoren mit begrenzter Betriebsdauer entweder kein/e Biodiesel/Bodieselmischung verwendet oder - wenn ein gewisses Risiko in Kauf genommen wird - die Verwendung von Biodiesel auf maximal B5 beschränkt wird. Einsätze, bei denen die Verwendung von Biodiesel beschränkt werden sollte, sind beispielsweise: Notstromaggregate und bestimmte Rettungsfahrzeuge

- Biodiesel-Kraftstoff ist ein ausgezeichnetes Medium für den Befall mit Mikroben und ihr Wachstum. Mikrobielle Verunreinigung und Mikrobewachstum können Korrosion im Kraftstoffsystem und vorzeitiges Verstopfen des Kraftstofffilters verursachen. Für die korrekte Verwendung antimikrobieller Additive siehe *ASTM D6469* und wenden Sie sich an Ihren Kraftstofflieferanten.
- Es muss darauf geachtet werden, dass das Wasser aus den Kraftstofftanks entfernt wird. Wasser beschleunigt die mikrobielle Verunreinigung und das Mikrobewachstum. Im Vergleich zu Destillatkraftstoffen ist Wasser im Biodiesel wahrscheinlicher.
- Weitere Empfehlungen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen, Allgemeines".

Saisonbetrieb

Es wird dringend empfohlen, bei Saisonbetrieb des Motors vor einer längeren Stilllegung das Kraftstoffsystem einschließlich des Kraftstofftanks mit herkömmlichem Dieselkraftstoff zu spülen. Ein Einsatz, bei dem das Kraftstoffsystem saisonal gespült werden muss, sind beispielsweise Schulbusse (USA.).

Vor einem Abstellen des Motors für längere Zeit folgende Punkte der Reihe nach erledigen:

1. Motor laufen lassen, bis der Kraftstoffstand im Tank sehr niedrig ist.
2. Kraftstofftank mit hochwertigem herkömmlichem Destillat-Dieselmotorkraftstoff auffüllen.
3. Obige Schritte mindestens zwei Mal wiederholen, bevor der Motor für längere Zeit abgestellt wird.

Biodiesel-Degradation

Biodiesel und Biodieselmischungen haben im Vergleich zu Dieselmotorkraftstoffen auf Erdölbasis schlechte Wärme- und Oxidationsbeständigkeit. Die Verwendung von Biodiesel und Biodieselmischungen kann die in der vorliegenden Fachliteratur beschriebenen Probleme verschlimmern. Die Verwendung von Biodieselmischungen über das zugelassene Mischungsverhältnis hinaus wird nicht empfohlen.

Ein Test zum Feststellen der Degradation von Biodiesel und Biodieselmischungen ist der Messen der Gesamtsäurezahl (Total Acid Number, TAN). Diese Zahl bezieht sich auf den degradationsbedingten Säuregehalt in Biodiesel und Biodieselmischungen. Folgende Testmethoden können verwendet werden: *EN 14104* oder *ASTM D664*. Für reinen Biodiesel (B100) darf dieser Wert 0,5 mg KOH/g nicht überschreiten. Für Biodieselmischungen, wie z.B. 20% Biodiesel und 80% Diesel (B20) darf dieser Wert 0,3 mg KOH/g nicht überschreiten. **Biodiesel und Biodieselmischungen, die diese Werte überschreiten, liegen überhalb der Zulassungsgrenze, und weitere Tests sind nicht erforderlich.** In Biodiesel und Biodieselmischungen, die den Wert von 0,16 mg KOH/g überschreiten, können sich degradationsbedingte Nebenprodukte bilden, die die in der vorliegenden Fachliteratur beschriebenen Probleme verursachen können. Proben, die den Wert von 0,16 mg KOH/g überschreiten, jedoch unter 0,3 mg KOH/g liegen sollten, mit anderen Testmethoden geprüft werden, um die Wärme- und Oxidationsbeständigkeit des Kraftstoffs zu bestimmen.

Unter folgenden Bedingungen können die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Einbau-Dieselmotoren und Dieselmotoren in Maschinen, zufriedenstellend mit Biodiesel der angegeben Mischstufe betrieben werden:

- Die Biodiesel und Biodieselmischungen müssen alle in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Anforderungen erfüllen.
- Alle relevanten Richtlinien und Wartungspraktiken im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch und in der vorliegenden Fachliteratur müssen befolgt werden.
- Die Motoren müssen in Anwendungen mit niedriger bis mittlerer Belastung eingesetzt werden.
- Es dürfen keine Faktoren vorliegen, die die Verwendung von Biodiesel untersagen.

Für zusätzliche Information und Ausnahmen siehe diese Fachliteratur und das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Cat-Einbaumotor und/oder das Betriebs- und Wartungshandbuch für die jeweilige Cat-Maschine.

HINWEIS

Um die erwartete Nutzungsdauer des Kraftstoffsystems zu erreichen, muss für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Common-Rail-Kraftstoffsystemen und für alle Caterpillar-Dieselmotoren mit Pumpe-Injektor-Kraftstoffsystemen ein Kraftstoffsicherheitsfilter mit einer Filterfeinheit von mindestens vier Mikrometer eingesetzt werden. Für alle anderen Caterpillar-Dieselmotoren (zumeist ältere Motoren mit einem Kraftstoffsystem mit Pumpe, Leitung und Einspritzdüse) wird die Verwendung eines Kraftstoff-Sicherheitsfilters mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer dringend empfohlen. Alle gegenwärtigen Caterpillar-Motoren sind ab Werk mit Caterpillar-Feinfiltern mit einer Filterfeinheit von mindestens 4 Mikrometer ausgestattet.

Für zusätzliche Information zu von Caterpillar entwickelten und hergestellten Filtrierprodukten siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Referenzmaterial", "Filter" und "Verschiedenes" und wenden Sie sich für Empfehlungen für Ihre Caterpillar-Maschine an Ihren an Ihren Caterpillar-Händler.

Kraftstoffsystem-Ablagerungen

Es ist bekannt, dass Biodiesel und Biodieselmischungen erhöhte Ablagerungen im Kraftstoffsystem verursachen, wobei den Ablagerungen in den Kraftstoffeinspritzelementen besondere Bedeutung zukommt. Diese Ablagerungen können aufgrund verminderter oder modifizierter Kraftstoffeinspritzung die Leistung vermindern oder zu anderen Funktionsproblemen führen. -Dieselzusatz kann diese Probleme begrenzen, indem es die Stabilität von Biodiesel und Biodieselmischungen verbessert, bestehende Ablagerungen beseitigt und die Bildung neuer Ablagerungen verhindert. **Deshalb wird die Verwendung von Caterpillar-Dieselzusatz dringend empfohlen, wenn Motoren mit Biodiesel und Biodieselmischungen** betrieben werden, besonders wenn Mischungen Stufe B20 oder höher verwendet werden werden. Weitere Informationen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" und "Caterpillar-Dieselzusatz".

Biodiesel-Spezifikation

Die im Motor verwendete fertige Biodieselmischung muss den in der Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren" in dieser Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" aufgelisteten Anforderungen entsprechen.

HINWEIS

Die Fußnoten sind ein wichtiger Bestandteil der Tabelle 9 "Caterpillar-Spezifikation für Biodiesel-Kraftstoff". ALLE Fußnoten lesen.

Tabelle 9

Caterpillar-Spezifikation für Biodiesel-Kraftstoff ⁽¹⁾				
Eigenschaft	Prüfmethode	Prüfmethode	Einheiten	Grenzwerte
	USA	International	Spezifische Kraftstoff- feigenschaften	
Dichte bei 15 °C	ASTM D1298	ISO 3675	g/cm ³	0,86-0,90
Viskosität bei 40 °C	ASTM D445	ISO 3104	mm ² /s (cSt)	1,9-6,0
Flammpunkt	ASTM D93	ISO 3679	°C	min. 93
Pourpoint - Sommer - Winter	ASTM D97	ISO 3016	°C	min. 6 °C (10 °F) unter Umge- bungstemperatur
Trübungspunkt	ASTM D2500		°C	zu ermitteln
Schwefelgehalt	ASTM D5453	ISO 20846 ISO 20884	Gewichts-%	max. 0,0015
Destillation - 10 % Verdampfung - 90 % Verdampfung	ASTM D1160		°C	zu ermitteln 360
Koksrückstand nach Conradson	ASTM D4530	ISO 10370	Gewichts-%	max. 0,05
Cetanzahl	ASTM D613	ISO 5165		min. 45
Sulfatasche	ASTM D874	ISO 3987	Gewichts-%	max. 0,02
Wasser-/Bodensatzgehalt	ASTM D2709	ISO 12937	Volumen-%	max. 0,05
Kupferkorrosion	ASTM D130	ISO 2160		1
Oxidationsbeständigkeit	EN 14112	EN 14112	min. 3	3 min. 3
Veresterung	EN 14103	EN 14103	Volumen-%	97,5 min. 3
Säuregrad	ASTM D664	EN 14104	mg NaOH/g	max. 0,5
Methanolgehalt	EN 14110	EN 14110	Gewichts-%	max. 0,2
Monoglyzeride	ASTM D6584	EN 14105	Gewichts-%	max. 0,8
Diglyzeride	ASTM D6584	EN 14105	Gewichts-%	max. 0,2
Triglyzeride	ASTM D6584	EN 14105	Gewichts-%	max. 0,2
Freies Glycerin	ASTM D6584	EN 14105	Gewichts-%	max. 0,02
Glycerin gesamt	ASTM D6584	EN 14105	Gewichts-%	max. 0,240
Phosphorgehalt	ASTM D4951	EN 14107	Gewichts-%	0,001
Calcium und Magnesium kombiniert	EN 14538	EN 14538	ppm	max. 5
Natrium und Kalium kombiniert	EN 14538	EN 14538	ppm	max. 5
Filterbarkeit vollständig ausgekühlten Öls	Anhang A1 in ASTM D6751		Sekunden	360 max. 360 ⁽²⁾

(1) Die im Motor verwendete fertige Biodieselmischung muss den in der Tabelle "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieselmotoren" in dieser Fachliteratur, "Destillat-Dieselmotoren" aufgelisteten Anforderungen entsprechen.

(2) B100 zum Mischen mit Dieselmotoren, der zum Einsatz bei Kraftstofftemperaturen von -12° C (10,4° F) und niedriger bestimmt ist, muss im vollständig ausgekühlten Zustand eine Filterzeit von höchstens 200 Sekunden aufweisen. Das Bestehen dieses ASTM D6751-Tests, der eine Filterzeit von höchstens 200 Sekunden vorschreibt, garantiert nicht die Leistungsfähigkeit aller Biodieselmotormischungen bei allen Kraftstofftemperaturen, aber Biodiesel, der diesen Test nicht besteht, führt aller Wahrscheinlichkeit nach zu Dieselmotormischungen, die bei Kraftstofftemperaturen unter -12° C (10,4° F) die Kraftstofffilter verstopfen.

Anmerkung: Kraftstoffe, die ASTM D6751 oder EN 14214 entsprechen, können einem zulässigen Destillatkraftstoff beigemischt werden. Es gelten die in diesem Biodiesel-Kapitel aufgeführten Bedingungen, Empfehlungen und Grenzwerte.

Kühlsystem

i03564291

Allgemeines

SMCS-Code: 1350; 1395

HINWEIS

Wir sind bestrebt, genaue und aktuelle Informationen bereitzustellen. Mit der Benutzung des vorliegenden Dokuments erkennen Sie an, dass Caterpillar für Irrtümer nicht haftet.

Die bereitgestellten Informationen sind die neuesten Empfehlungen für die Caterpillar-Dieselmotoren, die von der vorliegenden Fachliteratur erfasst sind. Diese Information ersetzt alle früheren Empfehlungen, die für die von der vorliegenden Fachliteratur erfassten Caterpillar-Dieselmotoren veröffentlicht wurden. Für einige Motoren werden eventuell spezielle Flüssigkeiten benötigt, und diese Spezialprodukte müssen auf Dauer verwendet werden. Siehe entsprechendes Betriebs- und Wartungshandbuch.

Die vorliegende Veröffentlichung ist eine Ergänzung des Betriebs- und Wartungshandbuchs. Die vorliegende Fachliteratur ersetzt nicht die Betriebs- und Wartungshandbücher für die jeweiligen Motoren.

HINWEIS

Diese Empfehlungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Wenden Sie sich für die aktuellsten Empfehlungen an Ihren Caterpillar-Händler.

HINWEIS

Um Beschädigung Ihrer Cat-Maschine und/ oder Ihres Cat-Motors zu vermeiden, kaufen Sie Ihre Cat-Flüssigkeiten und Cat-Filter nur bei Ihrem Caterpillar-Händler oder bei einer von Caterpillar autorisierten Vertriebsstelle. Eine Liste der von Caterpillar autorisierten Vertriebsstellen ist bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich.

Wenn Sie bei einer nicht autorisierten Verkaufsstelle Flüssigkeiten und/oder Filter kaufen, die wie Cat-Flüssigkeiten und/oder Cat-Filter aussehen, ist die Gefahr groß, dass Sie nachgeahmte Produkte kaufen, die nur wie Caterpillar-Produkte "aussehen".

Obwohl nachgeahmte oder "gleich aussehende" Produkte äußerlich wie Originalprodukte von Cat erscheinen können, ist ihre Leistungsfähigkeit und Qualität typischerweise sehr gering.

Bei Verwendung von nachgeahmten oder "gleich aussehenden" Produkten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der Motor und/oder die Maschinenkomponenten beschädigt werden.

HINWEIS

Viele der in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen sind miteinander verknüpft. Vor der Anwendung der aufgeführten Information muss der Benutzer dieser Fachliteratur die Information vollständig gelesen und verstanden haben.

Wenden Sie sich bei Fragen zu den in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen an Ihren Caterpillar-Händler.

Für zusätzliche Richtlinien, Empfehlungen und Anforderungen (einschließlich Wartungsintervallempfehlungen/-anforderungen) siehe das jeweilige produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Handelsübliche Produkte die vorgeben, dass sie Cat und/oder Caterpillar-Anforderungen erfüllen, ohne aber die Erfüllung der spezifischen Cat-Empfehlungen und/oder Anforderungen zu dokumentieren, bieten unter Umständen nicht akzeptable Leistung und können die Nutzungsdauer von Motoren und Maschinenkomponenten verringern. Für Caterpillar-Flüssigkeitsempfehlungen und -anforderungen siehe die Informationen in der vorliegenden Fachliteratur und im produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Vor der Durchführung empfohlener bzw. vorgeschriebener Wartungsarbeiten muss der Benutzer dieser Fachliteratur alle Sicherheitsvorschriften der vorliegenden Fachliteratur und in den produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbüchern für die jeweiligen Motoren bzw. Maschinen gelesen und verstanden haben.

Für Fragen zu den in der vorliegenden Fachliteratur enthaltenen Informationen siehe das produktspezifische Betriebs- und Wartungshandbuch oder wenden Sie sich an Ihren Caterpillar-Händler.

Bei der Durchführung von empfohlenen und/oder vorgeschriebenen Wartungsarbeiten und beim Betrieb von Motoren und/oder Maschinen müssen alle Branchennormen und Vorschriften zu Sicherheitsvorkehrungen befolgt werden.

Anmerkung: In der vorliegenden Fachliteratur wird der Begriff "Kühlmittel" synonym mit Begriffen wie z.B. "Frostschutz", "Kühlmittel/Frostschutz" und/oder "Frostschutz/Kühlmittel" verwendet.

HINWEIS

Nie Kühlmittel in einen überhitzten Motor einfüllen. Dies führt zu Motorschäden. Motor erst abkühlen lassen.

HINWEIS

Wenn der Motor an einem Ort gelagert oder an einen Ort transportiert werden soll, an dem die Temperaturen unter dem Gefrierpunkt liegen, muss das Kühlsystem zur Vermeidung von Schäden durch Gefrieren des Kühlmittels bis zu den tiefsten zu erwartenden Umgebungstemperaturen geschützt oder vollständig entleert werden.

HINWEIS

Spezifisches Gewicht des Kühlmittels häufig kontrollieren wegen ordnungsgemäßen Frostschutzes oder Überhitzungsschutzes.

Kühlsystem reinigen, wenn Folgendes festgestellt wird:

- Verschmutzung des Kühlsystems
- Überhitzen des Motors
- Schaumbildung im Kühlmittel
- Umstellen von herkömmlichen HD-Kühlmittel/Frostschutz auf Cat Langzeitkühlmittel ELC oder ELC-1.

Anmerkung: Wenn das Kühlsystem mit mehr als 20 l (5 US-Gall.) pro Minute befüllt wird, können sich Lufteinschlüsse bilden. Bei einigen kleineren Motortypen ist die empfohlene maximale Füllgeschwindigkeit für das Kühlsystem geringer. Ausnahmeregelungen sind dem Betriebs- und Wartungshandbuch des Motors zu entnehmen.

Nach dem Entleeren und Wiederbefüllen des Kühlsystems den Motor in Betrieb nehmen. Motor laufen lassen, ohne den Einfüllstutzendeckel aufzusetzen, bis der Kühlmittelstand sich stabilisiert hat. Darauf achten, dass der vorgeschriebene Kühlmittelstand stets eingehalten wird.

HINWEIS

Niemals einen Motor ohne Thermostat im Kühlsystem in Betrieb nehmen. Ein Thermostat hilft, das Motor-kühlmittel auf der ordnungsgemäßen Betriebstemperatur zu halten. Ohne Thermostat können sich Störungen des Kühlsystems entwickeln. Bei ausgebautem Thermostat kann Kühlmittel am Kühler vorbeiströmen, so dass Überhitzen möglich ist.

Anmerkung: Angaben zum richtigen Zeitpunkt für das Ersetzen des Wasserthermostaten des Kühlsystems finden sich im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den jeweiligen Motor.

Genauere Informationen finden sich in der Sonderanleitung, SGBD0518, "Das Kühlsystem" und Sonderanleitung, SEBD0970, "Coolant and Your Engine".

Motorausfälle stehen vielfach im Zusammenhang mit dem Kühlsystem. Ausfälle des Kühlsystems bringen folgende Probleme mit sich: Überhitzen, Lecken der Wasserpumpe, verstopfte Kühler oder Wärmetauscher und Lochfraß in den Zylinderlaufbuchsen.

Diese Ausfälle können durch die richtige Wartung des Kühlsystems vermieden werden. Die Wartung des Kühlsystems ist ebenso wichtig wie die Wartung des Kraftstoff- oder Schmiersystems. Die Qualität des Kühlmittels ist genauso wichtig wie die Qualität des Kraftstoffs und Schmieröls.

Kühlmittel bestehen normalerweise aus drei Bestandteilen: Wasser, Additiven und Glykol.

Wasser

HINWEIS

Niemals nur Wasser ohne Kühlmittelzusatz oder ohne Kühlmittel mit Inhibitoren verwenden. Wasser allein wirkt bei Motorbetriebstemperaturen korrosiv. Außerdem bietet Wasser allein keinen ausreichenden Schutz vor Sieden oder Gefrieren.

Anmerkung: Bei Kühlsystemen für Caterpillar-Dieselmotoren ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykollbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen. Mögliche Ausnahmen sind im Betriebs- und Wartungshandbuch für den Motor aufgeführt.

HINWEIS

Wasser allein und/oder eine Mischung aus Wasser und Kühlmittelzusatz ist nicht als Kühlmittel für Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher zugelassen. Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher-Kühlung erfordern mindestens 30 Prozent Glykol, um Kavitation der Kühlsystemkomponenten zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykollbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

HINWEIS

Bei allen Caterpillar-Dieselmotoren mit luftgekühltem Ladeluftkühler (ATAAC) ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich, um Kavitation der Wasserpumpe zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird dringend empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykollbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

Das Wasser dient im Kühlsystem zur Wärmeübertragung.

Anmerkung: Caterpillar empfiehlt, bei Dieselmotor-Kühlsystemen mindestens 30 Prozent Glykol zu verwenden. Ausnahmen sind im Betriebs- und Wartungshandbuch für den Motor aufgeführt.

Für die Verwendung in Kühlsystemen wird destilliertes oder vollentsalztes Wasser empfohlen.

Folgende Wassersorten NICHT im Kühlsystem verwenden: hartes Wasser, mit Salz enthärtetes Wasser und Meerwasser.

Wenn kein destilliertes oder vollentsalztes Wasser zur Verfügung steht, Wasser verwenden, das die in der Tabelle 10 aufgeführten Mindestanforderungen an zulässiges Wasser erfüllt oder übertrifft.

Tabelle 10

Von Caterpillar festgelegte Mindestanforderungen an Wasser		
Eigenschaft	Oberer Grenzwert	ASTM-Test
Chlor (Cl)	40 mg/l (2,4 Grain/US-Gall.)	D512, D4327
Sulfat (SO ₄)	100 mg/l (5,9 Grain/US-Gall.)	D516 D4327
Gesamthärte	170 mg/l (10 Grain/US-Gall.)	D1126
Feststoffe, gesamt	340 mg/l (20 Grain/US-Gall.)	D1888 Methode 2504B der US-Bundes- behörde ⁽¹⁾
Säuregrad	pH-Wert von 5,5 bis 9,0	D1293

(1) Gelöste Gesamt-Feststoffmenge, getrocknet bei 103° C (217° F) - 105° C (221° F), "Standard Method for the Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, www.apha.org, www.aphabookstore.org, (888) 320-APHA.

Wenden Sie sich für eine Wasseranalyse an eine der folgenden Stellen:

- Caterpillar-Händler
- kommunales Wasserwerk
- Lieferant von landwirtschaftlichen Ausrüstungen
- unabhängiges Labor

Anmerkung: Es wird empfohlen, das Wasser im Kühlsystem regelmäßig zu überprüfen. Die Wasserqualität wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, einschließlich fehlerhafte Wasserklärung, Erdbeben und Dürren.

Additive

Additive schützen die Metallflächen eines Kühlsystems. Eine unzureichende Konzentration oder das Fehlen von Additiven führt zu folgenden Problemen:

- Korrosion

- Bildung von mineralischen Ablagerungen
- Rost
- Kesselsteinbildung
- Lochfraß und Kavitationserosion an den Zylinderlaufbuchsen
- Schaumbildung im Kühlmittel

Viele Additive verbrauchen sich während des Motorbetriebs. Diese Additive müssen regelmäßig ersetzt werden. Dazu kann Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) zum Cat-Kühl-/Frostschutzmittel für Dieselmotoren (DEAC) oder ELC-Auffrischer zum Cat-Langzeit-Kühlmittel (ELC) hinzugefügt werden.

Additive müssen bis zur richtigen Konzentration beigefügt werden. Bei einer zu hohen Konzentration können sich die Hemmstoffe von der Lösung absetzen. Die Ablagerungen können folgende Probleme hervorrufen:

- Gelbfärbung
- Einschränkung der Wärmeübertragung
- Leckage an der Wasserpumpendichtung
- Verstopfung des Motorkühlers, sonstiger Kühler und enger Durchgänge

Glykol

Das Glykol im Kühlmittel sorgt für Schutz vor folgenden Zuständen:

- Sieden
- Einfrieren
- Kavitation der Wasserpumpe (Motoren mit luftgekühltem Ladeluftkühler)

Für optimale Ergebnisse empfiehlt Caterpillar eine Mischung aus gleichen Teilen destilliertem oder vollentsalztem Wasser mit entsprechenden Inhibitoren und Glykol.

Anmerkung: Eine Mischung verwenden, die Schutz bei der tiefsten zu erwartenden Umgebungstemperatur bietet.

Anmerkung: 100 % reines Ethylenglykol gefriert bei einer Temperatur von -23 °C (-9 °F).

In den meisten herkömmlichen HD-Kühl-/Frostschutzmitteln wird Ethylenglykol verwendet. Propylenglykol kann ebenfalls verwendet werden. Bei einer Mischung mit gleichen Teilen Wasser bieten Ethylenglykol und Propylenglykol vergleichbaren Frost- und Siedeschutz. Siehe Tabellen 11 und 12.

Tabelle 11

Ethylenglykol-Konzentration		
Konzentration	Schutz vor Gefrieren	Schutz vor Sieden ⁽¹⁾
50 %	-37 °C (-34 °F)	106 °C (223 °F)
60 %	-52 °C (-62 °F)	111 °C (232 °F)

⁽¹⁾ Der Schutz vor Sieden wird durch den Einsatz eines Druck-Kühlers verbessert.

HINWEIS

Propylenglykol wegen seiner verminderten Wärmeübertragungsfähigkeit nicht in Konzentrationen mit einem Glykolanteil von über 50 Prozent verwenden. Unter Bedingungen, die zusätzlichen Schutz vor Sieden oder Gefrieren erfordern, Ethylenglykol verwenden. Ethylenglykol nicht in Konzentrationen mit einem Glykolanteil von über 60 Prozent verwenden.

Tabelle 12

Propylenglykol-Konzentration		
Konzentration	Schutz vor Gefrieren	Schutz vor Sieden ⁽¹⁾
50 %	-32 °C (-26 °F)	106 °C (223 °F)

⁽¹⁾ Der Schutz vor Sieden wird durch den Einsatz eines Druck-Kühlers verbessert.

Anmerkung: In Kühlsystemen von Caterpillar-Dieselmotoren verwendetes Propylenglykol muss ASTM D6210-06, *Fully-Formulated Glycol-Based Engine Coolant for Heavy-Duty Engines* entsprechen. Wenn Propylenglykol-Kühlmittel bei HD-Dieselmotoren verwendet wird, muss zum Schutz vor Kavitation der Laufbuchsen regelmäßig Kühlmittelzusatz beigefügt werden. Weitere Angaben erhalten Sie von Ihrem Caterpillar-Händler.

Anmerkung: In Kühlsystemen für Caterpillar-Dieselmotoren verwendetes Ethylenglykol oder Propylenglykol muss die Anforderungen gemäß ASTM E1177-06, *Standard Specification for Engine Coolant Grade Glycol (Standardnorm für Motorkühlmittelglykol)* erfüllen.

Prüfen der Glykol-Konzentration

Glykol-Konzentration mit dem Refraktometer für Kühlmittel-/Batterieprüfung 245 - 5829 überprüfen. Das Prüfgerät kann sofort in Grad Celsius bzw. Fahrenheit abgelesen werden und ist genau. Das Prüfgerät ist sowohl für Ethylen- als auch für Propylenglykol geeignet.

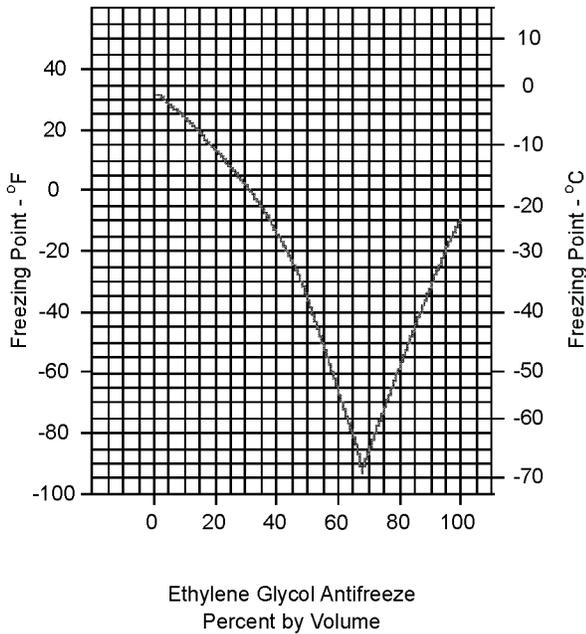


Abbildung 4 g01189253
Gefrierpunktkurve für eine typische Ethylenglykol-Lösung

Tabelle 13

Schutz vor Gefrieren für Frostschutzkonzentrationen ⁽¹⁾	
Schutz bis:	Konzentration
-15 °C (5 °F)	30 % Glykol 70 % Wasser
-24 °C (-12 °F)	40 % Glykol 60 % Wasser
-37 °C (-34 °F)	50 % Glykol 50 % Wasser
-52 °C (-62 °F)	60 % Glykol 40 % Wasser

⁽¹⁾ Frostschutzmittel auf Ethylenglykol-Basis.

Anmerkung: Alternative Produkte zum Frost- und Siedeschutz für Motorkühlmittel sind unter anderem "1,3 Propandiol" (PDO), Glycerin und Mischungen dieser Alternativen mit Glykol. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieser Publikation gab es keine ASTM, -Spezifikationen für Kühlmittel, die diese Chemikalien verwenden. **Bis zur Veröffentlichung von Spezifikationen und ihrer anschließenden Bewertung durch Caterpillar wird empfohlen, Kühlmittel mit Propandiol (PDO), Glycerin oder Glycerin/Glykol-Mischungen nicht in Caterpillar-Kühlsystemen zu verwenden.**

Terminologie zu Kühlmitteln, Kühlmittelzusätzen und Auffrischern

Herkömmliches Kühlmittel – Ein Kühlmittel (oft auch HD-Kühlmittel, HD-Fertigkühlmittel oder herkömmliches Kühlmittel genannt), das größtenteils anorganische Korrosions- und Kavitationshemmstoffe, wie z.B. Silikat und Nitrit, verwendet. Zur Verwendung in den meisten Caterpillar-Kühlsystemen, müssen herkömmliche Kühlmittel die Spezifikationen in *ASTM D4985-05* oder *ASTM D6210-06* erfüllen. Cat DEAC ist ein herkömmliches Kühlmittel.

Organische Additivtechnologie (Organic Additive Technology, OAT) Kühlmittel – Ein Kühlmittel, das Carboxylat-Hemmstoffe für Korrosions- und Kavitationsschutz verwendet. Cat ELC ist ein OAT Kühlmittel, das Nitrit und Molybdat als Kavitationsschutz enthält.

- OAT-Kühlmittel nicht mit mehr als 125 ppm Silikon (im Kühlmittel als Silikat enthalten) verwenden.
- OAT-Kühlmittel, die Silikat enthalten, erfüllen nicht die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten zusätzlichen Anforderungen für EC-1.

Hybrid-organische Additivtechnologie (Hybrid Organic Additive Technology coolant, HOAT) – Dieses Kühlmittel ist dem OAT-Kühlmittel ähnlich, enthält aber zusätzliche Hemmstoffe, wie z.B. Silikat, die typischerweise in herkömmlichen HD-Kühlmitteln enthalten sind, nicht aber in der Nicht-Hybridversion OAT.

- HOAT-Kühlmittel, die Silikat enthalten, erfüllen nicht die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten zusätzlichen Anforderungen für EC-1.
- HOAT-Kühlmittel nicht mit mehr als 125 ppm Silikon (im Kühlmittel als Silikat enthalten) verwenden.
- Für HOAT-Kühlmittel die die Anforderungen gemäß *ASTM D4985-05* oder *ASTM D6210-06* erfüllen, kann der in der vorliegenden Fachliteratur empfohlene maximale Ölwechselintervall für Kühlmittel, die die Spezifikation *ASTM* erfüllen, verwendet werden.

Kühlmittelzusatz (SCA) – Kühlmittelzusatz ist ein Allgemeinbegriff für ein Hemmstoffpaket, das dem Kühlsystem beigefügt wird. Kühlmittelzusatz wird aus drei Gründen beigefügt: zur Vorbereitung eines frischen Kühlmittels, das noch nicht voll gebrauchsfertig ist, zum Korrosionsschutz in Wasser/Kühlmittelzusatzsystemen und um herkömmliche Kühlmittel zur Wartung aufzufrischen. Normalerweise erfordern herkömmliche Kühlmittel alle 250 bis 300 Betriebsstunden das Beifügen von Kühlmittelzusatz.

Auffrischer – Auffrischer sind Hemmstoffe, die einem Kühlmittel, typischerweise OAT oder HOAT, während seiner Nutzungsdauer beigefügt werden, um es zu regenerieren. Auffrischer, wie z.B. Cat-Auffrischer müssen dem Kühlmittel Cat ELC normalerweise nur einmal, bei halber Nutzungsdauer, beigefügt werden.

i03564286

Kühlmittel-Empfehlungen

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

HINWEIS

KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen

Mischen von Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) mit anderen Produkten vermindert den Wirkungsgrad des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC) und verkürzt die Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC). Nur Caterpillar-Produkte oder handelsübliche Produkte verwenden, die die Anforderungen der Cat EC-1 Spezifikation für gebrauchsfertige Kühlmittel oder Kühlmittelkonzentrate erfüllen und die zusätzlichen Anforderungen für EC-1, wie im Kühlmittelabschnitt dieser Fachliteratur beschrieben, ebenfalls erfüllen. Mit Cat ELC Auffrischer nur Cat ELC verwenden. KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusätze und Auffrischer mischen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

HINWEIS

Nur zugelassene Kühlmittelzusätze und Auffrischer verwenden.

Herkömmliche Kühlmittel erfordern die Zugabe von Kühlmittelzusatz während ihrer gesamten Nutzungsdauer. KEINE Kühlmittelzusätze verwenden, wenn dies nicht ausdrücklich vom Kühlmittellieferant zugelassen wurde. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Um die erwartete Leistung beizubehalten, benötigen Kühlmittel der Spezifikation EC-1 nach halber Nutzungsdauer ein einmaliges Beifügen von Auffrischern. Mit dem Kühlmittel KEINEN Auffrischer verwenden, es sei denn, der Auffrischer ist vom Hersteller des Kühlmittels ausdrücklich für dieses Kühlmittel zugelassen. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

Die folgenden beiden Kühlmittelarten dürfen in Caterpillar-Dieselmotoren verwendet werden:

Bevorzugt – Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) oder ein handelsübliches Langzeitkühlmittel, das der Caterpillar EC-1 Spezifikation (Engine Coolant -1) entspricht. Zur Verwendung in Caterpillar-Dieselmotoren nach dem in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Wartungsintervall für EC-1 Kühlmittel, müssen handelsübliche EC-1 Kühlmittel auch die zusätzlichen Anforderungen für Kühlmittel der EC-1 Spezifikation erfüllen, die im Abschnitt Kühlsystem der vorliegenden Fachliteratur aufgeführt sind.

Zulässig – Cat-Frostschutz-/Kühlmittel für Dieselmotoren (DEAC) oder ein handelsübliches HD-Frostschutz-/Kühlmittel, das den Spezifikationen *ASTM D4985* oder *ASTM D05* entspricht.

Chemische Anforderungen für frische Kühlmittel (auf 50 Volumenprozent verdünnt)

Bevorzugte Kühlmittel – Cat ELC oder EC-1

- Organische Additivtechnologie (Organic Additive Technology, OAT) basiert auf einer Kombination von einer Monocarbonsäure und einer Dicarbonsäure.
- Frei von Phosphat, Borat und and Silikat

- Typischer Tolytriazolgehalt vom mindestens 900ppm
- Typischer Nitritgehalt vom mindestens 500 ppm
- Vom Hersteller vorverdünnte Kühlmittel müssen mit Wasser verdünnt werden, das Reagenz 4 nach (ASTM D1193) entspricht.

Zulässige Kühlmittel – Cat DEAC, ASTM D6210-06, oder ASTM D4985-05 (nach dem Hinzufügen des gemäß der Spezifikation bei der Vorbereitung erforderlichen Kühlmittelzusatzes)

- Eine maximale Nitritkonzentration (als NO₂) von 1200 ppm
- Eine maximale Silikonkonzentration von 100 ppm
- Eine maximale Silikonkonzentration von 275 ppm
- Vom Hersteller vorverdünnte Kühlmittel müssen mit Wasser verdünnt werden, das Reagenz 4 nach (ASTM D1193) entspricht.

Anmerkung: ASTM D4985 und ASTM D6210 erfordern, dass Kühlmittel, die korrekt mit Kühlmittelzusatz versehen sind, bei normalen Einsatzverhältnissen in einem vorschriftsmäßig gewarteten Kühlsystem eine Nutzungsdauer von mindestens einem Jahr (ASTM D4985) bzw. 2 Jahren (ASTM D6210) erreichen. **Der Kühlmittel- und der Kühlmittelzusatzhersteller sind dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass die Nutzungsanforderungen erfüllt werden.** Wenden Sie sich für an den Hersteller des jeweiligen Kühlmittels/Kühlmittelzusatzes, um sicherzustellen, dass ihre Produkte für den beabsichtigten Einsatz geeignet sind.

HINWEIS

Kein handelsübliches Kühl-/Frostschutzmittel verwenden, das nur der Spezifikation ASTM D3306 entspricht. Diese Art von Kühl-/Frostschutzmittel dient nur für leichte Kfz-Anwendungen.

Nur das empfohlene Kühl-/Frostschutzmittel verwenden.

Caterpillar empfiehlt eine Mischung aus gleichen Teilen destilliertem oder vollentsalztem Wasser mit entsprechenden Inhibitoren und Glykol. Dieses Gemisch bietet beste HD-Leistung als Kühl-/Frostschutzmittel.

Anmerkung: Bei Verwendung von Cat DEAC braucht bei der Erstfüllung kein Kühlmittelzusatz (SCA) zugegeben zu werden. Bei einem handelsüblichen HD-Kühl-/Frostschutzmittel, das nur der Spezifikation ASTM D4985 entspricht, MUSS jedoch bei der Erstfüllung ein Kühlmittelzusatz zugegeben werden. Ein handelsübliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel, das der Spezifikation ASTM D6210 entspricht, erfordert NICHT die Zugabe eines Kühlmittelzusatzes bei der Erstfüllung. Lesen Sie das Etikett oder die Anweisungen des Herstellers des handelsüblichen HD-Kühl-/Frostschutzmittels.

Anmerkung: Wenn einem Kühl-/Frostschutzmittel, das nur die Anforderungen gemäß ASTM D4985 erfüllt, erstmalig Kühlmittelzusatz beigefügt wird, sicherstellen, dass der Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist. Beispielsweise ist ein HOAT-Kühlmittel, das die Anforderungen gemäß der Spezifikation ASTM D4985 erfüllt, unter Umständen nicht mit einem Kühlmittelzusatz für herkömmliche Kühlmittel kompatibel. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Lieferanten für kompatible Kühlmittelzusätze anzubieten. Der Kühlmittel- und der Kühlmittelzusatzhersteller sind dafür verantwortlich nachzuweisen, dass ihre Produkte gegen Kavitationserosion in Dieselmotoren schützen.

Anmerkung: Diesen Kühlmitteln MUSS zur Wartung regelmäßig Kühlmittelzusatz beigefügt werden.

Anmerkung: Wenn einem Kühl-/Frostschutzmittel, das nur die Anforderungen gemäß ASTM D4985 erfüllt, erstmalig Kühlmittelzusatz beigefügt wird, müssen der Benutzer und der Kühlmittelhersteller sicherstellen, dass der Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist. Eines der Testverfahren zum Prüfen der Kompatibilität des Kühlmittelzusatzes mit dem Frostschutz-/Kühlmittelkonzentrat ist ASTM D5828-97. 6% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 34% Wasser und 6% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 0,1 ml unlöslicher Substanzen enthalten. 12% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 28% Wasser und 12% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 2 ml unlöslicher Substanzen enthalten. Der Hersteller des Kühlmittelzusatzes ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass der Kühlmittelzusatz die in der vorliegenden "Fachliteratur" und in ASTM D6210-06, Tabelle X1.1, aufgeführten *Wassermindestqualitätsanforderungen* erfüllt.

Für stationäre Motorausführungen und Schiffsmotoren, die keinen Siede- oder Frostschutz erfordern, ist eine Mischung aus Kühlmittelzusatz und Wasser zulässig. **Caterpillar empfiehlt für diese Kühlsysteme eine mindestens 6- bis höchstens 8-prozentige Konzentration des Cat-Kühlmittelzusatzes.** Destilliertes oder vollentsalztes Wasser wird bevorzugt. Wenn kein destilliertes oder vollentsalztes Wasser zur Verfügung steht, Wasser verwenden, das die Mindestanforderungen für zulässiges Wasser erfüllt oder übertrifft, die in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlsystem" (Abschnitt Wartung) aufgeführt sind.

Anmerkung: Bei Kühlsystemen für Caterpillar-Dieselmotoren ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen. Mögliche Ausnahmen sind im Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor aufgeführt.

HINWEIS

Wasser allein und/oder eine Mischung aus Wasser und Kühlmittelzusatz ist nicht als Kühlmittel für Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher zugelassen. Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher-Kühlung erfordern mindestens 30 Prozent Glykol, um Kavitation der Kühlsystemkomponenten zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

HINWEIS

Bei allen Caterpillar-Dieselmotoren mit luftgekühltem Ladeluftkühler (ATAAC) ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich, um Kavitation der Wasserpumpe zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird dringend empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

Tabelle 14

Kühlmittel-Nutzungsdauer	
Kühlmittel	Nutzungsdauer ⁽¹⁾⁽²⁾
Cat ELC	12 000 Betriebsstunden oder 6 Jahre ⁽³⁾
Handelsübliches Kühlmittel, das der Caterpillar-Spezifikation EC-1 entspricht	6000 Betriebsstunden oder 6 Jahre ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
Cat DEAC	3000 Betriebsstunden oder 3 Jahre
Handelsübliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel nach ASTM D6210	3000 Betriebsstunden oder 2 Jahre
Handelsübliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel nach ASTM D4985	3000 Betriebsstunden oder 1 Jahr
Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) ⁽⁶⁾ und Wasser ⁽⁷⁾	3000 Betriebsstunden oder zwei Jahre
Handelsüblicher Kühlmittelzusatz ⁽⁸⁾ und Wasser ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾	3000 Betriebsstunden oder 1 Jahr

- (1) Es gilt der zuerst eintretende Zeitpunkt.
- (2) Angaben zum richtigen Zeitpunkt für das Ersetzen des Wasserthermostaten des Kühlsystems finden sich im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den Motor.
- (3) Cat-ELC-Auffrischer muss nach 6000 Betriebsstunden oder der Hälfte der Nutzungsdauer von Cat ELC hinzugefügt werden.
- (4) Ein Kühlmittel-Auffrischer muss nach 3000 Betriebsstunden bzw. der Hälfte der Nutzungsdauer des Kühlmittels hinzugefügt werden.
- (5) Zur Verwendung in Caterpillar-Dieselmotoren nach dem in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Wartungsintervall für EC-1 Kühlmittel, **müssen** handelsübliche EC-1 Kühlmittel auch die zusätzlichen Anforderungen für Kühlmittel der EC-1 Spezifikation erfüllen, die im Abschnitt Kühlsystem der vorliegenden Fachliteratur aufgeführt sind.
- (6) Bei Verwendung von Cat-Kühlmittelzusatz und Wasser in einem Kühlsystem muss die Konzentration des Cat-Kühlmittelzusatzes zwischen 6 und 8 Volumenprozent liegen.
- (7) Die im entsprechenden Abschnitt in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlsystem" erläuterten Anforderungen an das Wasser sind zu beachten.
- (8) Bei Verwendung von handelsüblichem Kühlmittelzusatz Gebrauchsanweisung vom Lieferanten anfordern. Außerdem sind die zusätzlichen Informationen in der vorliegenden Fachliteratur, "Wasser/Kühlmittelzusatz (SCA)" zu beachten.

Anmerkung: Diese Kühlmittelwechselintervalle lassen sich nur erreichen, wenn jährlich die planmäßige Kühlmitteldiagnose der Stufe 2 nach Kühlmittel-Probenentnahme durchgeführt wird.

Cat ELC kann zu herkömmlichem Kühlmittel wiederaufbereitet werden.

Cat ELC, Cat DEAC, Cat-Auffrischer und Cat-Kühlmittelzusatz sind in verschiedenen Gebindegrößen lieferbar.

Tabelle 15

Kühlmittel-Bestellnummern		
Bezeichnung	Menge	Bestellnummer ⁽¹⁾
Cat DEAC (Konzentrat)	Großmenge	2P-9868 oder 156-2649
	208,2 l (55 US-Gall.)	8C-3686 238-8653 ⁽²⁾
	3,8 l (1 US-Gall.)	8C-3684 238-8651 ⁽²⁾
Cat ELC (gebrauchsfertige Mischung - 50/50)	Großmenge	156-2653
	208,2 l (55 US-Gall.)	101-2845 238-8650 ⁽²⁾
	18,9 l (5 US-Gall.)	129-2151 238-8649 ⁽²⁾
	3,8 l (1 US-Gall.)	101-2844 238-8648 ⁽²⁾
Cat ELC (Konzentrat)	3,8 l (1 US-Gall.)	119-5150 238-8647 ⁽²⁾
Cat- Langzeitkühlmittel- Auffrischer	0,946 l (1 qt) 3,8 l (1 US-Gall.)	119-5152 210-0786

- (1) Die Verfügbarkeit ist regional unterschiedlich. Wenden Sie sich bitte an Ihren Caterpillar-Händler.
(2) Mit Bitterstoff. Das Versetzen mit Bitterstoffen verleiht dem Kühlmittel einen schlechten Geschmack. Das geschieht, um Mensch und Tier von der versehentlichen Aufnahme des Kühl-/Frostschutzmittels abzuhalten.

i03564275

Langzeitkühlmittel

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

Cat ELC

Caterpillar bietet das Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) für folgende Einsatzbereiche an:

- HD-Dieselmotoren
- Straßenfahrzeuge

Cat-Langzeitkühlmittel hat im Vergleich zu herkömmlichen Kühlmitteln das Cat-ELC-Antikorrosionspaket, das auf einem vollkommen anderen Additivsystem beruht. Cat-Langzeitkühlmittel wird mit den richtigen Mengen dieser Additive hergestellt, so dass ein hervorragender Korrosionsschutz für alle Metallteile in Motorkühlsystemen gewährleistet ist.

Cat ELC verlängert die Nutzungsdauer des Kühlmittels auf 12000 Betriebsstunden oder sechs Jahre. Das Cat-Langzeitkühlmittel erübrigt das häufige Beifügen von Kühlmittelzusatz (SCA). Die einzige zusätzlich notwendige Wartung ist das Beifügen eines Auffrischers nach 6000 Betriebsstunden oder der Hälfte der Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels.

Das Cat-Langzeitkühlmittel ist in einer gebrauchsfertigen Mischung mit 50 Prozent destilliertem Wasser erhältlich. Das gebrauchsfertige Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) bietet Frostschutz bis -37 °C (-34 °F). Das gebrauchsfertige Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) wird für die Erstfüllung des Kühlsystems empfohlen. Außerdem wird das gebrauchsfertige Cat Langzeitkühlmittel (ELC) zum Nachfüllen des Kühlsystems empfohlen.

Cat-ELC-Konzentrat ist ebenfalls erhältlich. Das Cat-ELC-Konzentrat kann verwendet werden, um bei arktischen Bedingungen den Gefrierpunkt auf -52 °C (-62 °F) zu senken.

Es sind Gebinde in verschiedenen Größen lieferbar. Gebindegrößen und Bestellnummern sind aufgeführt in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlmittel-Empfehlungen".

Anmerkung: Das Cat-Langzeitkühlmittel kann bei den meisten OEM-Motoren der folgenden Arten verwendet werden: Dieselmotoren und Benzinmotoren. Cat Langzeitkühlmittel (ELC) erfüllt die Leistungsanforderungen gemäß *ASTM D4985* und *ASTM D6210* für silikatarmer HD-Frostschutz-/Kühlmittel. Cat ELC erfordert keine Behandlung mit herkömmlichem Kühlmittelzusatz. Außerdem entspricht das Cat-Langzeitkühlmittel den Leistungsanforderungen gemäß *ASTM D3306* für Einsätze in Straßenfahrzeugen.

i03564279

Wartung eines mit Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

Korrekte Zugaben zum Cat-Langzeitkühlmittel (ELC)

HINWEIS

Nur Caterpillar-Produkte oder handelsübliche Produkte verwenden, die der Caterpillar EC-1 Spezifikation für gebrauchsfertige Kühlmittel und Kühlmittelkonzentration entsprechen. Zur Verwendung in Caterpillar-Dieselmotoren nach dem in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Wartungsintervall für EC-1 Kühlmittel **müssen** handelsübliche EC-1 Kühlmittel auch die zusätzlichen Anforderungen für Kühlmittel der Spezifikation EC-1 erfüllen, die im Abschnitt Kühlsystem in dieser Fachliteratur aufgeführt sind.

Für Cat-Langzeitkühlmittel nur Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer (ELC Extender) verwenden.

KEINEN herkömmlichen Kühlmittelzusatz für Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) verwenden. Das Mischen von Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) mit herkömmlichen Kühlmitteln und/oder herkömmlichem Kühlmittelzusatz verkürzt die Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC).

KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten und/oder Auffrischerfabrikate oder -sorten mischen. Für verschiedene Fabrikate bzw. Sorten können zur Erfüllung der Anforderungen des Kühlsystems unterschiedliche Additivpakete eingesetzt werden. Zwischen den verschiedenen Fabrikaten bzw. Sorten können Unverträglichkeiten bestehen.

Keine Kühlmittelfabrikate oder -sorten mit anderen Kühlmittelzusatz- oder Auffrischerfabrikaten oder -sorten mischen. Cat Auffrischer ist mit Cat ELC kompatibel. Falls kein Cat EC-1 Kühlmittel verwendet wird, wenden Sie sich für Information zu kompatiblen Auffrischern bitte an den Kühlmittelhersteller.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann die Nutzungsdauer von Kühlsystemkomponenten verringert werden, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Um die richtige Mischung aus Frostschutzmittel und Additiven zu gewährleisten, muss die empfohlene Konzentration des Langzeitkühlmittels beibehalten werden. Eine Verringerung der Frostschutzmittelkonzentration verringert die Konzentration der Additive. Dies vermindert die Fähigkeit des Kühlmittels, das System vor Lochfraß, Kavitation, Erosion und Ablagerungen zu schützen.

Zum Auffüllen des Kühlsystems bei der täglichen Wartung gebrauchsfertiges Cat-Langzeitkühlmittel verwenden. Damit kann das Kühlmittel auf den richtigen Stand gebracht werden. Spezifische Dichte beim Kühlsystem mit dem Refraktometer für Kühlmittel-/Batterieprüfung 245 - 5829 kontrollieren. Dieses Prüfgerät kann sofort in Grad Celsius bzw. Fahrenheit abgelesen werden und ist genau. Cat-ELC-Konzentrat verwenden, um die richtige Glykolkonzentration im Kühlsystem wieder herzustellen. Dies muss geschehen, bevor der Motor Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ausgesetzt wird.

HINWEIS

Ein mit Cat-Langzeitkühlmittel gefülltes Kühlsystem nicht mit herkömmlichem Kühlmittel auffüllen.

Keinen herkömmlichen Kühlmittelzusatz verwenden. In Kühlsystemen, die mit Cat-Langzeitkühlmittel gefüllt sind, nur Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer verwenden.

Das Kühlsystem nicht mit Wasser auffüllen, es sei denn, die richtige Glykolkonzentration im Kühlsystem muss wiederhergestellt werden. Wenn das Kühlsystem aufgefüllt werden muss, wird normalerweise eine Mischung aus 50% Wasser und 50% Glykol empfohlen.

Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer

Der Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer wird dem Kühlsystem zur Hälfte der Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels beigefügt. Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer dem Kühlsystem nach 6000 Betriebsstunden oder der Hälfte der Nutzungsdauer des Kühlmittels beifügen. Lieferbare Gebindegrößen und Bestellnummern sind aufgeführt in der Tabelle "Kühlmittel-Bestellnummern" in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlmittel-Empfehlungen".

Richtige Menge Cat-ELC-Auffrischer für das Kühlsystem mit der Formel in Tabelle 16 ermitteln. Das Fassungsvermögen des Kühlsystems ist im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Füllmengen" angegeben.

Tabelle 16

Formel für die Zugabe von Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer zu Cat-Langzeitkühlmittel
$V \times 0,02 = X$
V stellt das Gesamtfassungsvermögen des Kühlsystems dar.
X stellt die erforderliche Menge Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer dar.

Tabelle 17 enthält ein Beispiel für die Anwendung der Formel in Tabelle 16.

Tabelle 17

Beispiel für die Berechnung der Zugabemenge von Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer zu Cat-Langzeitkühlmittel		
Gesamtinhalt des Kühlsystems (V)	Multiplikator Faktor	Erforderliche Menge Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer (X)
946 l (250 US-Gall.)	× 0,02	19 l (5 US-Gall.)

HINWEIS

Wenn Cat-Langzeitkühlmittel verwendet wird, keine herkömmlichen Kühlmittelzusätze oder - falls vorhanden - Kühlmittelzusatz-Wartungselemente verwenden. Um bei einem System mit Langzeitkühlmittel eine Verunreinigung mit Kühlmittelzusatz zu vermeiden, Kühlmittelzusatz-Elementsockel entfernen und Kühlmittelleitungen absperrern oder umgehen.

Reinigen eines mit Cat-Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems

Anmerkung: Bei Kühlsystemen, die bereits Cat-Langzeitkühlmittel enthalten, brauchen beim Kühlmittelwechsel keine Reinigungsmittel verwendet zu werden. Reinigungsmittel sind nur erforderlich, wenn das System durch das Hinzufügen eines anderen Kühlmittels oder durch eine Beschädigung des Kühlsystems verschmutzt wurde.

Zum Durchspülen nur sauberes Wasser verwenden, nachdem das Cat-Langzeitkühlmittel aus einem ordnungsgemäß gewarteten Kühlsystem abgelassen wurde.

Nach Ablassen des Kühlmittels und nach dem erneuten Füllen des Kühlsystems den Motor bei abgenommenem Kühlsystem-Einfüllstuzendeckel laufen lassen. Motor laufen lassen, bis die normale Betriebstemperatur erreicht ist und der Kühlmittelstand sich stabilisiert hat. Kühlmittel-Gemisch nach Bedarf nachfüllen, um den korrekten Stand zu erreichen.

Nach der Reinigung und dem Wiederbefüllen des Kühlsystems wird eine planmäßige Kühlmitteldiagnose empfohlen, um sicherzustellen, dass die Additive in ausreichender Menge vorhanden sind und keine übermäßige Kontamination durch physische oder chemische Verunreiniger vorliegt.

Wiederaufbereitung von Cat ELC

Cat-Langzeitkühlmittel kann zu herkömmlichem Kühlmittel wiederaufbereitet werden. Dabei werden Ethylenglykol und Wasser durch Destillation aus dem Altkühlmittel ausgeschieden. Das Ethylenglykol und das Wasser können wiederverwendet werden. Im Destillat sind nicht die Additive enthalten, die für eine Einstufung als Cat ELC oder Cat DEAC erforderlich sind. Weitere Auskünfte erhalten Sie bei Ihrem Caterpillar-Händler. Wiederaufbereitete Kühlmittel müssen die Anforderungen gemäß *ASTM D6210-06* erfüllen.

Umstellen auf Cat-Langzeitkühlmittel

Zum Umstellen von einem HD-Kühl-/Frostschutzmittel auf Cat-Langzeitkühlmittel folgendermaßen vorgehen:

HINWEIS

Darauf achten, dass bei Inspektionen, Wartungs-, Prüf-, Einstell- und Reparaturarbeiten keine Flüssigkeiten auslaufen. Zum Auffangen von Flüssigkeiten geeignete Behälter bereithalten, wenn Gehäuse geöffnet oder Flüssigkeiten enthaltende Bauteile zerlegt werden.

Werkzeuge und Artikel, die sich zum Auffangen und Aufbewahren von Flüssigkeiten in Caterpillar-Produkten eignen, werden aufgeführt in Fachliteratur, NENG2500, "Caterpillar Dealer Service Tool Catalog" und Fachliteratur, GECJ0003, "Cat Shop Supplies and Tools".

Sämtliche Flüssigkeiten gemäß den geltenden Vorschriften und Anweisungen entsorgen.

1. Kühlmittel in einen geeigneten Behälter ablassen.
2. Kühlmittel gemäß den örtlichen Bestimmungen entsorgen.
3. Gegebenenfalls leeres Kühlmittelzusatz-Wartungselement und Elementsockel entfernen. Kühlmittelleitungen verschließen oder umgehen.

HINWEIS

Kein leeres Kühlmittelzusatz-Wartungselement bei einem System belassen, das mit Cat-Langzeitkühlmittel befüllt ist.

Das Elementgehäuse kann korrodieren und lecken und so einen Ausfall des Motors hervorrufen.

Sockel des Kühlmittelzusatzelements entfernen und Kühlmittelleitungen mit Stopfen verschließen oder umgehen.

4. System mit sauberem Wasser durchspülen, um jeglichen Schmutz zu entfernen.
5. Zum Reinigen des Kühlsystems Caterpillar-Kühlsystemreiniger verwenden. Anweisungen auf dem Etikett befolgen. Wenden Sie sich für die korrekte Reinigersorte und die entsprechende Bestellnummer an Ihren Caterpillar-Händler.
6. Reinigungsmittel in einen geeigneten Behälter ablaufen lassen. Kühlsystem mit sauberem Wasser durchspülen.

Anmerkung: Ablagerungen, die im System verbleiben, können durch das Cat-Langzeitkühlmittel gelöst und abgetragen werden.

7. Bei Systemen mit starken Ablagerungen kann es notwendig sein, die Schläuche abzunehmen. Ablagerungen und Schmutz aus den Schläuchen und Armaturen entfernen. Schläuche montieren und Armaturen festziehen. Die vorgeschriebenen Anziehdrehmomente finden sich in Technische Daten, SGNR3130, *Anziehdrehmomente*. Gegebenenfalls auch Rohrgewinde reinigen und abdichten. Gewinde mit Teflon-Dichtmittel 5P-3413 abdichten.
 8. Kühlsystem mit sauberem Wasser füllen und Motor laufen lassen, bis eine Temperatur von 49 °C bis 66 °C (120 °F bis 151 °F) erreicht ist.
-

HINWEIS

Unsachgemäßes oder unvollständiges Spülen des Kühlsystems kann Schäden an Kupfer- und anderen Metallteilen verursachen.

Um Schäden am Kühlsystem zu vermeiden, das Kühlsystem unbedingt vollständig mit reinem Wasser durchspülen. Das System so lange durchspülen, bis das Reinigungsmittel vollständig beseitigt ist.

9. Inhalt des Kühlsystems in einen geeigneten Behälter ablaufen lassen und Kühlsystem mit sauberem Wasser durchspülen.

HINWEIS

Der Kühlsystemreiniger muss gründlich aus dem Kühlsystem ausgespült werden. Durch Kühlsystemreiniger, der im System verbleibt, wird das Kühlmittel verunreinigt. Durch den Kühlsystemreiniger kann außerdem das Kühlsystem korrodieren.

10. Schritte 8 und 9 wiederholen, bis das System vollständig gereinigt ist.

11. Kühlsystem mit Cat-Langzeitkühlmittel befüllen.

12. Motor laufen lassen, bis er angewärmt ist. Motor auf Lecks kontrollieren, während er läuft. Schlauchschellen und -verbindungen festziehen, um alle Lecks zu beseitigen.

13. Anhänger (Fachliteratur, PMP5027, "Label") am Kühlsystem-Einfüllstutzen für den Motor anbringen, um die Verwendung von Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) anzuzeigen.

Anmerkung: Zum Durchspülen nur sauberes Wasser verwenden, nachdem das Cat-Langzeitkühlmittel aus einem ordnungsgemäß gewarteten Kühlsystem abgelassen wurde.

14. Nach dem Umstellen auf Cat-Langzeitkühlmittel wird eine planmäßige Kühlmitteldiagnose empfohlen, um sicherzustellen, dass die Additive in ausreichender Menge vorhanden sind und keine übermäßige Kontamination durch physische oder chemische Verunreiniger vorliegt.

Verunreinigung eines mit Cat-Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems

HINWEIS

Mischen von Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) mit anderen Produkten vermindert den Wirkungsgrad des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC) und verkürzt die Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC). Für Cat-Langzeitkühlmittel nur Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer verwenden. Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

Kühlsysteme mit Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) können mit maximal zehn Prozent herkömmlichem HD- Kühl-/Frostschutzmittel und/oder Kühlmittelzusatz verunreinigt sein, bevor die Vorteile des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC) reduziert werden. Wenn die Verunreinigung mehr als 10 % vom Gesamtinhalt beträgt, EINES der folgenden Verfahren durchführen:

- Wird die Verunreinigung des Kühlsystems durch einen Schaden am Kühlsystem hervorgerufen, die im Abschnitt "Umstellen auf Cat-Langzeitkühlmittel" beschriebenen Verfahren befolgen. Die im Abschnitt "Umstellen auf Cat-Langzeitkühlmittel" beschriebenen Verfahren sind auch zu befolgen, wenn der Motor seit der Verunreinigung mit mehr als zehn Prozent herkömmlichem HD-Kühl-/Frostschutzmittel und/oder Kühlmittelzusatz gelaufen ist. Gewisse Arten von Kühlsystemverunreinigung können das Zerlegen des Kühlsystems und manuelle Reinigen der Bauteile erfordern.
- Wenn das Kühlsystem mit mehr als zehn Prozent herkömmlichem HD-Kühl-/Frostschutzmittel und/oder Kühlmittelzusatz verunreinigt ist, der Motor aber nicht in Betrieb war, den Inhalt des Kühlsystems in einen geeigneten Behälter ablaufen lassen. Kühlmittel gemäß den örtlichen Bestimmungen entsorgen. System mit klarem Wasser sorgfältig durchspülen. System mit gebrauchsfertigem Cat-Langzeitkühlmittel befüllen.
- System wie bei herkömmlichem DEAC (Dieselmotoren-Frostschutz-/Kühlmittel) oder einem anderen herkömmlichen Kühlmittel warten. Wenn die Kühlmittelzusatz-Konzentration unter drei Prozent liegt, Kühlmittelzusatz dem System hinzufügen. Im Kühlmittel ist eine Konzentration von drei bis sechs Prozent Kühlmittelzusatz zu erhalten. Kühlmittel zu dem für Cat DEAC empfohlenen Zeitpunkt bzw. zu dem für das handelsübliche herkömmliche Kühlmittel empfohlenen Zeitpunkt wechseln.

HINWEIS

KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen

Mischen von Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) mit anderen Produkten vermindert den Wirkungsgrad des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC) und verkürzt die Nutzungsdauer des Cat-Langzeitkühlmittels (ELC). Nur Caterpillar-Produkte oder handelsübliche Produkte verwenden, die die Anforderungen der Cat EC-1 Spezifikation für gebrauchsfertige Kühlmittel oder Kühlmittelkonzentrate erfüllen und die zusätzlichen Anforderungen für EC-1, wie im Kühlmittelabschnitt dieser Fachliteratur beschrieben, ebenfalls erfüllen. Mit Cat ELC Auffrischer nur Cat ELC verwenden. KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Auffrischmittelfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusätze und Auffrischer mischen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

HINWEIS

Nur zugelassene Kühlmittelzusätze und Auffrischer verwenden.

Herkömmliche Kühlmittel erfordern die Zugabe von Kühlmittelzusatz während ihrer gesamten Nutzungsdauer. KEINE Kühlmittelzusätze verwenden, wenn dies nicht ausdrücklich vom Kühlmittellieferant zugelassen wurde. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Um die erwartete Leistung beizubehalten, benötigen Kühlmittel der Spezifikation EC-1 nach halber Nutzungsdauer ein einmaliges Beifügen von Auffrischern. Mit dem Kühlmittel KEINEN Auffrischer verwenden, es sei denn, der Auffrischer ist vom Hersteller des Kühlmittels ausdrücklich für dieses Kühlmittel zugelassen. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

Handelsübliches Langzeitkühlmittel

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

Zur Verwendung in den meisten Cat Dieselmotor-Kühlsystemen nach dem in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Wartungsintervall für herkömmliches Kühlmittel, das die Cat Spezifikation EC-1 erfüllt, muss das Langzeitkühlmittel folgende Anforderungen erfüllen:

- Cat EC-1 Spezifikation
- Die Leistungsanforderungen der Spezifikation *ASTM D6210*.
- Die zusätzlichen Anforderungen für EC-1 Kühlmittel, die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführt sind.

In Cat Dieselmotoren darf Langzeitkühlmittel, das die Cat EC-1 Spezifikation und die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten zusätzlichen Anforderungen für EC-1 nicht erfüllt, nicht gemäß den in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten Wartungsintervallen für handelsübliche Kühlmittel, die die Cat EC-1 Spezifikation erfüllen, gewartet werden. Bei Verwendung eines handelsüblichen Langzeitkühlmittels die Wartungsanleitung des Kühlmittelherstellers befolgen. Nach halber Nutzungsdauer des Kühlmittels einen vom EC-1Kühlmittellieferanten empfohlenen Auffrischer verwenden. Die Caterpillar-Richtlinien für die Wasserqualität und die vorgeschriebenen Kühlmittelwechselintervalle einhalten.

Kühlmittel, die die Anforderungen der Cat EC-1 Spezifikation und die in der vorliegenden Fachliteratur aufgeführten zusätzlichen Anforderungen erfüllen, haben eine empfohlene Nutzungsdauer von 482 803 Kilometern (300 000 Meilen), 6000 Betriebsstunden oder 6 Jahren, was immer zuerst eintritt.

Anmerkung: Kühlmittel, die die Cat EC-1 Spezifikation erfüllen, erfüllen nur die Mindestanforderungen, die Caterpillar an Langzeitkühlmittel stellt.

Anmerkung: Kühlmittel, von denen nur behauptet wird, dass sie die Anforderungen der Cat EC-1 Spezifikation erfüllen, erfüllen die Anforderungen der EC-1 Spezifikation unter Umständen nicht, da sie nicht auf Erfüllung der Cat EC-1 Spezifikation getestet wurden.

Anmerkung: Die Cat EC-1 Spezifikation beschreibt die Mindestanforderungen für Langzeitkühlmittel.

HINWEIS

Weil Caterpillar bestrebt ist, Motorleistung und Motornutzungsdauer ständig zu verbessern, wurden die folgenden zusätzlichen Anforderungen für EC-1 Kühlmittel erstellt, die für die meisten Kühlsysteme in Caterpillar-Dieselmotoren gelten und dazu dienen, optimalen Schutz zu bieten:

- Organische Additivtechnologie (Organic Additive Technology, OAT) basiert auf einer Kombination von einer Monocarbonsäure und einer Dicarbonsäure.
- Frei von Phosphat, Borat und and Silikat
- Typischer Tolyltriazolgehalt mindestens 900 ppm für frische Kühlmittel
- Typischer Nitritgehalt mindestens 500 ppm für frische Kühlmittel
- Ein einmaliges Beifügen eines Auffrischers nach halber Nutzungsdauer, um einen Nitritgehalt von 300 – 600 ppm beizubehalten

HINWEIS

Um als Produkt vermarktet zu werden, dass die Anforderungen für Cat EC-1 erfüllt, müssen **alle** Anforderungen für die Cat EC-1 Spezifikation erfüllt werden, u.a. in Bezug auf Folgendes:

- Physische und chemische Eigenschaften
 - Kompatibilitätseigenschaften
 - Laborprüfung
 - Prüfung am Einsatzort (einschließlich der Verwendung der vorgeschriebenen Kühlertypen, Einhaltung der vorgeschriebenen Prüfungsdauer, Verwendung der vorgeschriebenen Mindestanzahl von Dieselmotoren und Verwendung der vorgeschriebenen Caterpillar-Dieselmotoren mit der vorgeschriebenen Mindestnennleistung.)
-

i03564272

Frostschutz-/Kühlmittel für Dieselmotoren

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

Caterpillar empfiehlt die Verwendung von Cat DEAC (Diesel Engine Antifreeze/Coolant) für Kühlsysteme, die ein herkömmliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel erster Güte erfordern. Beim Cat DEAC handelt es sich um ein alkalisches einphasiges Frostschutz- und Kühlmittel auf Ethylenglykolbasis, das Korrosionshemmer und Schaumverhinderungsmittel enthält.

Cat DEAC weist die richtige Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) auf. Bei der Erstfüllung keinen Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) begeben, wenn Cat DEAC in der empfohlenen 1:1- oder einer höheren Konzentration mit einem empfohlenen Wasser verwendet wird.

Es sind Gebinde in verschiedenen Größen lieferbar. Gebindegrößen und Bestellnummern sind in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlmittel-Empfehlungen" aufgeführt; für die Bestellnummern wenden Sie sich bitte auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Wenn Cat DEAC als Konzentrat verwendet wird, empfiehlt Caterpillar, das Konzentrat mit destilliertem oder vollentsalztem Wasser zu mischen. Wenn kein destilliertes oder vollentsalztes Wasser verfügbar ist, Wasser mit den erforderlichen Eigenschaften verwenden. Angaben zu den Wassereigenschaften finden sich in der vorliegenden Broschüre, "Kühlsystem".

Anmerkung: Das konzentrierte Cat DEAC und das empfohlene Wasser müssen vor dem Füllen des Kühlsystems gründlich gemischt werden.

i03564269

Kühlmittelzusatz

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

HINWEIS

KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusätze und Auffrischer mischen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

HINWEIS

Nur zugelassene Kühlmittelzusätze verwenden.

Herkömmliche Kühlmittel erfordern die Zugabe von Kühlmittelzusatz während ihrer gesamten Nutzungsdauer. KEINE Kühlmittelzusätze verwenden, wenn dies nicht ausdrücklich vom Kühlmittellieferant zugelassen wurde. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann es zu einer Verkürzung der Nutzungsdauer der Kühlsystemteile kommen.

Kühlmittelzusatz (SCA) – Kühlmittelzusatz ist ein Allgemeinbegriff für einen Hemmstoffzusatz, der dem Kühlsystem beigefügt wird. Kühlmittelzusatz wird aus drei Gründen beigefügt: zur Vorbereitung eines frischen Kühlmittels, das noch nicht voll gebrauchsfertig ist, zum Korrosionsschutz in Wasser/Kühlmittelzusatzsystemen und um herkömmliche Kühlmittel zur Wartung aufzufrischen. Normalerweise erfordern herkömmliche Kühlmittel alle 250 bis 300 Betriebsstunden das Beifügen von Kühlmittelzusatz.

Durch die Verwendung von Kühlmittelzusatz wird Folgendes verhindert:

- Korrosion
- Bildung von mineralischen Ablagerungen
- Kavitationserosion an den Zylinderlaufbuchsen
- Schaumbildung im Kühlmittel

Cat DEAC (Dieselmotoren-Frostschutz-/Kühlmittel) weist die richtige Menge Cat-Kühlmittelzusatz auf. Wenn bei der Erstfüllung des Kühlsystems Cat DEAC verwendet wurde, ist das Nachfüllen von Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) erst erforderlich, wenn die Konzentration von Cat SCA auf ein unzulässiges Niveau gefallen ist. Um sicherzustellen, dass das Kühlsystem die richtige Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) enthält, muss die Konzentration des Cat-Kühlmittelzusatzes regelmäßig geprüft werden. Siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" (Wartungsabschnitt) für Ihren Motor.

Gebinde mit Cat-Kühlmittelzusatz sind in verschiedenen Größen lieferbar. Gebindegrößen und die Bestellnummern sind in der vorliegenden Fachliteratur, "Wartung des Kühlsystems bei der Verwendung von herkömmlichem Kühl- und Frostschutzmittel" aufgeführt.

Anmerkung: Eine Konzentration von 6 Prozent Kühlmittelzusatz darf nicht überschritten werden. Im Kühlmittel muss eine Konzentration von drei bis sechs Prozent Kühlmittelzusatz aufrechterhalten werden.

i03564292

Wartung des Kühlsystems bei der Verwendung von herkömmlichem Kühl- und Frostschutzmittel

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

HINWEIS

KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusätze und Auffrischer mischen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann sich die Nutzungsdauer der Kühlsystemkomponenten verkürzen.

HINWEIS

Nur zugelassene Kühlmittelzusätze verwenden. Herkömmliche Kühlmittel erfordern die Zugabe von Kühlmittelzusatz während ihrer gesamten Nutzungsdauer. KEINE Kühlmittelzusätze verwenden, wenn dies nicht ausdrücklich vom Kühlmittellieferant zugelassen wurde. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann sich die Nutzungsdauer der Kühlsystemkomponenten verkürzen.

Anmerkung: Cat SCA ist mit Cat DEAC kompatibel. Wenn kein Cat-Kühlmittel verwendet wird, wenden Sie sich für Informationen zu kompatibelem Kühlmittelzusatz an den Kühlmittelhersteller.

Anmerkung: Das Kühlsystem nicht mit Wasser auffüllen, es sei denn, die richtige Glykolkonzentration im Kühlsystem muss wiederhergestellt werden. Wenn das Kühlsystem aufgefüllt werden muss, wird normalerweise eine Mischung aus 50% Wasser und 50% Glykol empfohlen.

HINWEIS

Den Motor nur in Betrieb nehmen, wenn das Kühlsystem mit Wasserthermostaten versehen ist. Wasserthermostate tragen dazu bei, dass das Kühlmittel seine richtige Betriebstemperatur beibehält. Beim Fehlen von Wasserthermostaten können sich Kühlsystem-Probleme entwickeln.

Anmerkung: Angaben zum richtigen Zeitpunkt für das Ersetzen des Wasserthermostaten des Kühlsystems finden sich im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den jeweiligen Motor.

HINWEIS

KEINE Kühlmittelfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten und/oder Auffrischerfabrikate oder -sorten mischen. Für verschiedene Fabrikate bzw. Sorten können zur Erfüllung der Anforderungen des Kühlsystems unterschiedliche Additivpakete eingesetzt werden. Zwischen den verschiedenen Fabrikaten bzw. Sorten können Unverträglichkeiten bestehen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann die Nutzungsdauer von Kühlsystemkomponenten verringert werden, sofern keine geeigneten Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Kühl-/Frostschutzmittel (Glykol-Konzentration) kontrollieren, um ausreichenden Schutz vor Sieden und Gefrieren zu gewährleisten. Caterpillar empfiehlt, die Glykol-Konzentration mit einem Refraktometer zu prüfen. Refraktometer für Kühlmittel-/Batterieprüfung 245-5829 einsetzen. Das Prüfgerät kann sofort in Grad Celsius bzw. Fahrenheit abgelesen werden und ist genau. Das Prüfgerät ist sowohl für Ethylen- als auch für Propylenglykol geeignet.

Caterpillar-Motorkühlsysteme alle 250 Stunden oder in den Intervallen der vorbeugenden Wartung, Stufe 1, auf den Gehalt an Kühlmittelzusatz (SCA) prüfen. Kühlmittelzusatz-Prüfsätze sind bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich. Alle 250 Betriebsstunden oder bei der vorbeugenden Wartung der Stufe 1 (PM 1) die Konzentration des Kühlmittelzusatzes prüfen oder dem Caterpillar-Händler eine Kühlmittelprobe liefern. Weitere Informationen dazu finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Planmäßige Kühlmitteldiagnose".

Beigaben von Kühlmittelzusatz richten sich nach den Ergebnissen der Prüfung oder der Kühlmitteldiagnose. Kühlmittelzusatz kann alle 250 Betriebsstunden oder bei der vorbeugenden Wartung der Stufe 1 notwendig sein.

Anmerkung: Bei Verwendung von herkömmlichem HD-Kühl-/Frostschutzmittel aller Art MUSS regelmäßig Kühlmittelzusatz hinzugegeben werden.

Anmerkung: Aufgrund der unterschiedlichen Motoreinsätze müssen die Wartungsmethoden für das Kühlsystem regelmäßig neu überdacht werden, damit die richtige Kühlsystemmischung beibehalten wird.

Bestellnummern und Mengen von Kühlmittelzusatz-Wartungselementen und/oder flüssigem Kühlmittelzusatz sind den Tabellen 18 und 19 zu entnehmen.

Tabelle 18

Flüssiger Caterpillar-Kühlmittelzusatz⁽¹⁾	
Bestell-Nr.	Gebindegröße
6V-3542	0,24 l (8 oz)
8T-1589	0,47 l (16 oz)
3P-2044	0,94 l (32 oz)
217-0616	1 l (34 oz)
237-7673	5 l (1,3 US-Gall.)
8C-3680	19 l (5 US-Gall.)
217-0617	20 l (5,3 US-Gall.)
5P-2907	208 l (55 US-Gall.)
217-0618	208 l (55 US-Gall.)

⁽¹⁾ Die Verfügbarkeit der Bestellnummer ist von Region zu Region unterschiedlich.

Tabelle 19

Erforderlicher Caterpillar-Kühlmittelzusatz für HD-Kühl-/Frostschutzmittel				
Kühlsysteminhalt	bei Erstfüllung ⁽¹⁾	alle 250 Stunden oder Intervalle der vorbeugenden Wartung - Stufe 1 ⁽²⁾⁽³⁾	Anschraubelement - 250 Stunden oder bei vorbeugender Wartung (Stufe 1) ⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾	Anzahl der Elemente
22 - 30 l (6 - 8 US-Gall.)	0,95 l (32 fl oz)	0,24 l (8 fl oz)	111 - 2370	1
31 - 38 l (9 - 10 US-Gall.)	1,18 l (40 fl oz)	0,36 l (12 fl oz)	111 - 2369	1
39 - 49 l (11 - 13 US-Gall.)	1,42 l (48 fl oz)	0,36 l (12 fl oz)	111 - 2369	1
50 - 64 l (14 - 17 US-Gall.)	1,90 l (64 fl oz)	0,47 l (16 fl oz)	9N-3368	1
65 - 83 l (18 - 22 US-Gall.)	2,37 l (80 fl oz)	0,60 l (20 fl oz)	111 - 2371	1
84 - 114 l (23 - 30 US-Gall.)	3,32 l (112 fl oz)	0,95 l (32 fl oz)	9N-3718	1
115 - 163 l (31 - 43 US-Gall.)	4,75 l (160 fl oz)	1,18 l (40 fl oz)	111 - 2371	2
164 - 242 l (44 - 64 US-Gall.)	7,60 l (256 fl oz)	1,90 l (64 fl oz)	9N-3718	2

(1) Bei der Erstfüllung des Kühlsystems ist kein Kühlmittelzusatz erforderlich, wenn Cat DEAC oder gebrauchsfertige Kühlmittel verwendet werden, die der Spezifikation *ASTM D6210* entsprechen.

(2) Konzentration von 6 % nicht überschreiten. Konzentration des Kühlmittelzusatzes mit einem Prüfsatz für Kühlmittelzusätze kontrollieren oder Konzentration des Kühlmittelzusatzes im Rahmen einer planmäßigen Kühlmitteldiagnose von Cat prüfen.

(3) Kühlmittelzusatz-Erhaltungselement und flüssigen Kühlmittelzusatz nicht gleichzeitig verwenden.

(4) Anschraubelemente sind eventuell nicht für alle Einsätze verfügbar.

Kühlsysteme mit größerem Inhalt

Beifügen von Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei Erstfüllung

Anmerkung: Bei der Verwendung von nicht von Caterpillar angebotenen Kühlmitteln, die die von Cat veröffentlichten Mindestanforderungen erfüllen, vor der Verwendung von Cat Kühlmittelzusatz sicherstellen, dass der Cat Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist.

Anmerkung: Bei der Erstfüllung des Kühlsystems ist kein Kühlmittelzusatz erforderlich, wenn Cat DEAC oder gebrauchsfertige Kühlmittel verwendet werden, die der Spezifikation *ASTM D6210* entsprechen, sofern sie im empfohlenen Verhältnis von 1:1 oder höherer Konzentration mit empfohlenem Wasser verwendet werden.

Anmerkung: Konzentration von 6 % nicht überschreiten. Konzentration des Kühlmittelzusatzes mit einem Prüfsatz für Kühlmittelzusätze kontrollieren oder Konzentration des Kühlmittelzusatzes im Rahmen einer planmäßigen Kühlmitteldiagnose von Cat prüfen.

Bei handelsüblichem HD-Kühl-/Frostschutzmittel, das nur der Spezifikation *ASTM D4985* entspricht, MUSS Kühlmittelzusatz bei der Erstfüllung beifügt werden. Lesen Sie das Etikett oder die Anweisungen des Herstellers des handelsüblichen HD-Kühl-/Frostschutzmittels.

Menge des Cat-Kühlmittelzusatzes, die benötigt wird, wenn die Flüssigkeit für die Erstfüllung des Kühlsystems nur der Spezifikation *ASTM D4985* entspricht, mit der Gleichung in Tabelle 20 ermitteln.

Anmerkung: Wenn einem Kühl-/Frostschutzmittel, das nur die Anforderungen gemäß *ASTM D4985* erfüllt, erstmalig Kühlmittelzusatz beigefügt sicherstellen, dass der Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist. Beispielsweise ist ein HOAT-Kühlmittel, das die Anforderungen gemäß der Spezifikation *ASTM D4985* erfüllt, unter Umständen nicht mit einem Kühlmittelzusatz für herkömmliche Kühlmittel kompatibel. **Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Lieferanten für kompatible Kühlmittelzusätze anzubieten. Der Kühlmittel- und der Kühlmittelzusatzhersteller sind dafür verantwortlich nachzuweisen, dass ihre Produkte gegen Kavitationskorrosion in Dieselmotoren schützen.**

Anmerkung: Wenn einem Kühl-/Frostschutzmittel, das nur die Anforderungen gemäß *ASTM D4985* erfüllt, erstmalig Kühlmittelzusatz beigefügt wird, müssen der Benutzer und der Kühlmittelhersteller sicherstellen, dass der Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist. Eines der Testverfahren zum Prüfen der Kompatibilität von Kühlmittelzusatz mit dem Frostschutz-/Kühlmittelkonzentrat ist *ASTM D5828-97*. 6% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 34% Wasser und 6% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 0,1 ml unlöslicher Substanzen enthalten. 12% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 28% Wasser und 12% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 2 ml unlöslicher Substanzen enthalten. Der Hersteller des Kühlmittelzusatzes ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass der Kühlmittelzusatz die in der vorliegenden "Fachliteratur" und in *ASTM D6210-06*, Tabelle X1.1, aufgeführten *Wassermindestqualitätsanforderungen* erfüllt.

Außerdem müssen Kühlmittelhersteller und Kühlmittelzusatzhersteller sicherstellen, dass ihre Produkte das Kühlsystem nicht beschädigen, wenn sie vorschriftsmäßig verwendet werden.

Tabelle 20

Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei Erstfüllung
$V \times 0,045 = X$
V stellt das Gesamtfassungsvermögen des Kühlsystems dar.
X stellt die erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) dar.

Tabelle 21 enthält ein Fallbeispiel für die in Tabelle 20 angeführte Gleichung.

Tabelle 21

Beispiel für Anwendung der Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei Erstfüllung		
Gesamtinhalt des Kühlsystems (V)	Multiplikator Faktor	Erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (X)
946 l (250 US-Gall)	× 0,045	43 l (11 US-Gall)

Beifügen von Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei der Wartung

Bei Verwendung von herkömmlichen HD-Kühl-/Frostschutzmitteln MUSS regelmäßig Kühlmittelzusatz hinzugefügt werden.

Kühl-/Frostschutzmittel regelmäßig auf die Konzentration des Kühlmittelzusatzes prüfen. Das Wartungsintervall ist im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den Motor aufgeführt. Kühlmittelzusatz-Prüfsätze sind bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich. Konzentration des Kühlmittelzusatzes prüfen oder Kühlmittelprobe bei Ihrem Caterpillar-Händler einreichen. Siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Planmäßige Kühlmitteldiagnose".

Beigaben von Kühlmittelzusatz richten sich nach den Ergebnissen der Prüfung oder der Kühlmitteldiagnose. Es hängt von der Größe des Kühlsystems ab, wie viel Kühlmittelzusatz erforderlich ist.

Menge des gegebenenfalls benötigten Cat-Kühlmittelzusatzes mit der Gleichung in Tabelle 22 ermitteln.

Tabelle 22

Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei der Wartung
$V \times 0,014 = X$
V stellt das Gesamtfassungsvermögen des Kühlsystems dar.
X stellt die erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) dar.

Tabelle 23 enthält ein Fallbeispiel für die in Tabelle 22 angeführte Gleichung.

Anmerkung: Aufgrund der unterschiedlichen Motoreinsätze müssen die Wartungsmethoden für das Kühlsystem regelmäßig neu überdacht werden, damit die richtige Kühlsystemmischung beibehalten wird.

Tabelle 23

Beispiel für Anwendung der Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu herkömmlichem Kühl-/Frostschutzmittel bei der Wartung		
Gesamthalt des Kühlsystems (V)	Multiplikator Faktor	Erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (X)
946 l (250 US-Gall)	× 0,014	9 l (4 US-Gall)

Tabelle 19 enthält die Bestellnummern und die Gebindegrößen des Cat-Kühlmittelzusatzes, die bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich sind.

Reinigen des Kühlsystems bei Verwendung von HD-Kühl-/Frostschutzmittel

Bevor Caterpillars Kühlmittelzusatz wirksam werden kann, muss das Kühlsystem frei von Rost, Kesselstein und anderen Ablagerungen sein. Vorbeugendes Reinigen hilft, Stillstandzeit zu vermeiden, die bei extrem verschmutzten und vernachlässigten Kühlsystemen durch die erforderlichen teuren Reinigungsarbeiten nach einem Ausfall verursacht wird.

Caterpillar-Kühlsystemreiniger:

- Löst oder vermindert Kesselstein, Korrosionsstoffe, leichte Ölverschmutzung und Schlamm.
- Reinigt das Kühlsystem, wenn das gebrauchte Kühlmittel abgelassen wurde oder bevor das Kühlsystem mit frischem Kühlmittel gefüllt wird.
- Reinigt das Kühlsystem, sobald das Kühlmittel verschmutzt ist oder sich Schaum im Kühlmittel bildet.
- Die "Standardversion" des Caterpillar-Kühlsystemreinigers reinigt das Kühlsystem, während es in Betrieb ist.
- Verkürzt Stillstandzeit und senkt Reinigungskosten.
- Vermeidet kostspielige Reparaturen wegen Lochfraßes und anderer Störungen im Innern, die durch mangelhafte Wartung des Kühlsystems hervorgerufen werden.
- Verwendbar mit Frostschutzmittel auf Glykolbasis.
- Das empfohlene Wartungsintervall ist im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den Motor aufgeführt.

Der Standard-Kühlsystemreiniger von Caterpillar ist auf die Beseitigung von schädlichem Kesselstein und Korrosion beim Kühlsystem ausgelegt, ohne dass der Motor außer Betrieb gesetzt werden müsste. Sowohl der "Standard"- als auch der "Schnellspül"-Reiniger kann bei jedem Caterpillar-Motorkühlsystem verwendet werden. Die Bestellnummern erfragen Sie bitte beim Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Diese Reiniger dürfen nicht in vernachlässigten Systemen oder solchen mit starken Kesselsteinablagerungen verwendet werden. Für diese Systeme wird ein stärkeres handelsübliches Lösungsmittel benötigt, das bei örtlichen Händlern erhältlich ist.

Anweisungen zum richtigen Gebrauch befolgen.

Wiederaufbereitung von Cat DEAC

Cat DEAC kann wiederaufbereitet werden. Dabei werden Ethylenglykol und Wasser durch Destillation aus dem Altkühlmittel ausgeschieden. Das Ethylenglykol und das Wasser können wiederverwendet werden. Im Destillat sind nicht die Additive enthalten, die für eine Einstufung als Cat ELC oder Cat DEAC erforderlich sind. Weitere Auskünfte erhalten Sie bei Ihrem Caterpillar-Händler.

Wenn wiederaufbereitete Kühlmittel verwendet werden, nur aus Langzeit-, HD- oder Krafffahrzeug-Kühlmittel zurückgewonnene Kühlmittel verwenden, die ursprünglich aus einfachem Ethylen- oder Propylenglykol hergestellt waren.

Wiederaufbereitete Kühlmittel müssen die Anforderungen gemäß *ASTM D6210-06* erfüllen.

i03564295

Handelsübliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel und Kühlmittelzusatz (SCA)

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

HINWEIS

Caterpillar übernimmt keine Garantie für die Qualität oder Leistung von Flüssigkeiten, die nicht von Caterpillar stammen.

HINWEIS

KEINE Kühlmittelzusatzfabrikate oder -sorten mischen. KEINE Kühlmittelzusätze und Auffrischer mischen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann sich die Nutzungsdauer der Kühlsystemkomponenten verkürzen.

HINWEIS

Nur zugelassene Kühlmittelzusätze verwenden. Herkömmliche Kühlmittel erfordern die Zugabe von Kühlmittelzusatz während ihrer gesamten Nutzungsdauer. KEINE Kühlmittelzusätze verwenden, wenn dies nicht ausdrücklich vom Kühlmittellieferant zugelassen wurde. Der Kühlmittelhersteller ist dafür verantwortlich, Kompatibilität und akzeptable Leistung sicherzustellen.

Wenn diese Empfehlungen nicht befolgt werden, kann sich die Nutzungsdauer der Kühlsystemkomponenten verkürzen.

Wenn nicht Cat DEAC (Kühl-/Frostschutzmittel für Dieselmotoren) verwendet wird, ein silikatarmes Kühl-/Frostschutzmittel für Schwereinsätze auswählen, das den Spezifikationen nach *ASTM D6210-06* oder *ASTM D4985-05* entspricht.

Anmerkung: Wird NICHT Cat DEAC (oder ein Kühlmittel, das die Cat-Spezifikation EC-1 erfüllt) verwendet, muss das Kühlsystem jährlich entleert werden. Bei dieser Gelegenheit muss das Kühlsystem auch durchgespült werden.

Anmerkung: Wenn einem Kühl-/Frostschutzmittel, das nur die Anforderungen gemäß *ASTM D4985* erfüllt, erstmalig Kühlmittelzusatz beigelegt wird, müssen der Benutzer und der Kühlmittelhersteller sicherstellen, dass der Kühlmittelzusatz mit dem Kühl-/Frostschutzmittel kompatibel ist. Eines der Testverfahren zum Prüfen der Kompatibilität von Kühlmittelzusatz mit dem Frostschutz-/Kühlmittelkonzentrat ist *ASTM D5828-97*. 6% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 34% Wasser und 6% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 0,1 ml unlöslicher Substanzen enthalten. 12% Kühlmittelzusatz in einer Lösung, die aus 60% Frostschutz-/Kühlmittel, 28% Wasser und 12% Kühlmittelzusatz besteht, darf nicht mehr als 2 ml unlöslicher Substanzen enthalten. Der Hersteller des Kühlmittelzusatzes ist dafür verantwortlich, sicherzustellen, dass der Kühlmittelzusatz die in der vorliegenden Fachliteratur und in *ASTM D6210-06*, Tabelle X1.1, aufgeführten "Wassermindestqualitätsanforderungen" erfüllt.

Außerdem müssen Kühlmittelhersteller und Kühlmittelzusatzhersteller sicherstellen, dass ihre Produkte das Kühlsystem nicht beschädigen, wenn sie vorschriftsmäßig verwendet werden.

Anmerkung: Keine Kühlmittelfabrikate oder -sorten mit anderen Kühlmittelzusatz- oder Auffrischerfabrikaten oder -sorten mischen. Cat-Kühlmittelzusatz ist mit Cat DEAC kompatibel. Falls kein Cat EC-1 Kühlmittel verwendet wird, wenden Sie sich für Information zu kompatiblen Auffrischern bitte an den Kühlmittelhersteller

Wenn ein HD-Kühl-/Frostschutzmittel verwendet wird, und die Kompatibilität mit Cat-Kühlmittelzusatz bestätigt wurde, dem Kühlsystem 3 - 6 Volumen-% Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) begeben. Die Konzentration des Kühlmittelzusatzes im Kühlsystem muss zwischen drei und sechs Prozent gehalten werden. Weitere Informationen finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Wartung des Kühlsystems bei der Verwendung von herkömmlichem Kühl- und Frostschutzmittel".

Wenn kein Cat-Kühlmittelzusatz verwendet wird, ist ein handelsüblicher Kühlmittelzusatz zu wählen. Der handelsübliche Kühlmittelzusatz muss in der gebrauchsfertigen Kühlmittelmischung einen Nitritanteil von mindestens 1400 mg/l oder 1400 ppm (82 Grain/US-Gall.) herbeiführen.

Die Nitritkonzentration im Kühlsystem muss zwischen 1200 ppm (70 Grain/US-Gall.) und 2400 ppm (140 Grain/US-Gall.) gehalten werden.

Bei einem Kühl-/Frostschutzmittel für Schwereinsätze, das nur der Spezifikation *ASTM D4985* entspricht, MUSS bei der Erstfüllung Kühlmittelzusatz beigegeben werden. Diesen Kühlmitteln MUSS zur Wartung Kühlmittelzusatz zugesetzt werden.

Bei Kühl-/Frostschutzmitteln, die der Spezifikation *ASTM D6210* entsprechen, ist bei der Erstfüllung kein Kühlmittelzusatz erforderlich, sofern sie im empfohlenen Verhältnis von 1:1 oder besser mit empfohlenem Wasser verwendet werden. Kühlmittelzusatz **MUSS** zur Wartung zugesetzt werden.

Wenn konzentriertes Kühl-/Frostschutzmittel beigelegt wird, empfiehlt Caterpillar, das Konzentrat mit destilliertem oder vollentsalztem Wasser zu mischen. Wenn kein destilliertes oder vollentsalztes Wasser verfügbar ist, kann Wasser verwendet werden, das die erforderlichen Eigenschaften aufweist. Angaben zu den Wassereigenschaften finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlsystem".

i03564287

Wasser/Kühlmittelzusatz (SCA)

SMCS-Code: 1350; 1352; 1395

Anmerkung: Bei Kühlsystemen für Caterpillar-Dieselmotoren ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen. Mögliche Ausnahmen sind im Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor aufgeführt.

HINWEIS

Wasser allein und/oder eine Mischung aus Wasser und Kühlmittelzusatz ist nicht als Kühlmittel für Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher zugelassen. Schiffsmotoren C7-C32 mit Wärmetauscher-Kühlung erfordern mindestens 30 Prozent Glykol, um Kavitation der Kühlsystemkomponenten zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

HINWEIS

Bei allen Caterpillar-Dieselmotoren mit luftgekühltem Ladeluftkühler (ATAAC) ist ein Anteil von mindestens 30 Prozent Glykol erforderlich, um Kavitation der Wasserpumpe zu verhindern. Ein Anteil von 50% Glykol wird dringend empfohlen. Nur Kühlmittel auf Glykolbasis verwenden, die in der vorliegenden Fachliteratur als bevorzugt oder zulässig definiert sind und die zusätzlichen Anforderungen in der vorliegenden Fachliteratur (z.B. in Bezug auf chemische Zusammensetzung, Verwendung von Kühlmittelzusatz, Auffrischer, usw.) erfüllen.

HINWEIS

Niemals nur Wasser ohne Kühlmittelzusatz verwenden. Wasser allein wirkt bei Motorbetriebstemperaturen korrosiv. Außerdem bietet Wasser allein keinen ausreichenden Schutz vor Sieden oder Gefrieren.

Für Motorkühlsysteme, die nur Wasser enthalten, empfiehlt Caterpillar die Verwendung von Cat-Kühlmittelzusatz (SCA). Cat-Kühlmittelzusatz verhindert Folgendes:

- Korrosion
- Bildung von mineralischen Ablagerungen
- Kavitationserosion an den Zylinderlaufbuchsen
- Schaumbildung im Kühlmittel

Wenn kein Cat-Kühlmittelzusatz verwendet wird, ist ein handelsüblicher Kühlmittelzusatz zu wählen. Der handelsübliche Kühlmittelzusatz muss in der gebrauchsfertigen Kühlmittelmischung einen Nitritanteil von mindestens 2400 mg/l oder 2400 ppm (140 Grain/US-Gall.) bieten.

Bei Kühlsystemen dieser Art ist die Wasserqualität ein sehr wichtiger Faktor. Für die Verwendung in Kühlsystemen wird destilliertes oder vollentsalztes Wasser empfohlen. Wenn kein destilliertes oder vollentsalztes Wasser zur Verfügung steht, Wasser verwenden, das die in der Tabelle für empfohlene Wassereigenschaften in der vorliegenden Fachliteratur, "Kühlsystem, Allgemeines" aufgeführten Mindestanforderungen erfüllt oder übertrifft.

Ein Kühlsystem mit einer Mischung aus reinem Wasser und Kühlmittelzusatz erfordert mehr Kühlmittelzusatz als ein Kühlsystem, in dem eine Mischung aus Glykol und Wasser verwendet wird. Die Konzentration des Kühlmittelzusatzes muss bei einem Kühlsystem mit Kühlmittelzusatz und Wasser 6 - 8 % des Kühlsysteminhalts betragen.

Anmerkung: Eine maximale Konzentration von 8 % nicht überschreiten. Konzentration des Cat-Kühlmittelzusatzes mit einem Kühlmittelnitrit-Prüfsatz 298-5311 für Kühlmittelzusatz prüfen oder eine planmäßige Kühlmitteldiagnose durchführen. Der Prüfsatz umfasst: Prüfgerät, 30 Nitrit-Testampullen, Anleitung und Koffer. 294-7420 enthält Nachfüllampullen für den Kühlmittelnitrit-Prüfsatz 298-5311.

Anmerkung: Der Kühlmittelnitrit-Prüfsatz 298-5311 ist NICHT dazu geeicht, den Nitritgehalt von herkömmlichen Kühlmitteln oder Langzeitkühlmitteln zu prüfen.

Bestellnummern und Gebindegrößen des Kühlmittelzusatzes sind in der Tabelle 24 aufgeführt.

Tabelle 24

Flüssiger Caterpillar-Kühlmittelzusatz ⁽¹⁾	
Bestell-Nr.	Gebindegröße
6V-3542	0,24 l (8 oz)
8T-1589	0,47 l (16 oz)
3P-2044	0,94 l (32 oz)
217-0616	1 l (34 oz)
237-7673	5 l (1,3 US-Gall.)
8C-3680	19 l (5 US-Gall.)
217-0617	20 l (5,3 US-Gall.)
5P-2907	208 l (55 US-Gall.)
217-0618	208 l (55 US-Gall.)

⁽¹⁾ Die Verfügbarkeit der Bestellnummer ist von Region zu Region unterschiedlich.

Cat-Kühlmittelzusatz auf die gleiche Weise warten wie ein Kühlsystem, das mit HD-Kühl-/Frostschutzmittel gefüllt ist. Wartung der Menge des beigefügten Cat-Kühlmittelzusatzes anpassen.

Zugabe von Cat- Kühlmittelzusatz zu Wasser bei Erstfüllung

Menge des für die Erstfüllung benötigten Cat-Kühlmittelzusatzes mit der Gleichung in Tabelle 25 ermitteln. Diese Gleichung gilt für Mischungen allein aus Cat-Kühlmittelzusatz und Wasser.

Tabelle 25

Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu Wasser bei der Erstfüllung
$V \times 0,07 = X$
V stellt das Gesamtfassungsvermögen des Kühlsystems dar.
X stellt die erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) dar.

Tabelle 26 enthält ein Fallbeispiel für die in Tabelle 25 angeführte Gleichung.

Tabelle 26

Beispiel für die Anwendung der Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu Wasser bei der Erstfüllung		
Gesamthinhalt des Kühlsystems (V)	Multiplikator Faktor	Erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (X)
946 l (250 US-Gall)	× 0,07	66 l (18 US-Gall)

Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu Wasser bei der Wartung

Das empfohlene Wartungsintervall ist im Betriebs- und Wartungshandbuch, "Wartungsintervalle" für den Motor aufgeführt.

Eine Kühlmittelprobe an Ihren Caterpillar-Händler schicken. Siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Planmäßige Kühlmitteldiagnose".

Beigaben von Cat-Kühlmittelzusatz richten sich nach den Ergebnissen der Kühlmitteldiagnose. Durch die Größe des Kühlsystems wird bestimmt, wie viel Cat-Kühlmittelzusatz erforderlich ist.

Menge des bei der Wartung gegebenenfalls benötigten Cat-Kühlmittelzusatzes mit der Gleichung in Tabelle 27 ermitteln:

Tabelle 27

Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) zu Wasser bei der Wartung
$V \times 0,023 = X$
V stellt das Gesamtfassungsvermögen des Kühlsystems dar.
X stellt die erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) dar.

Tabelle 28 enthält ein Fallbeispiel für die in Tabelle 25 angeführte Gleichung.

Tabelle 28

Beispiel für die Anwendung der Gleichung für die Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz (SCA) zu Wasser bei der Wartung		
Gesamthinhalt des Kühlsystems (V)	Multiplikator Faktor	Erforderliche Menge Cat-Kühlmittelzusatz (X)
946 l (250 US-Gall)	× 0,023	22 l (6 US-Gall)

Anmerkung: Aufgrund der unterschiedlichen Motoreinsätze müssen die Wartungsmethoden für das Kühlsystem regelmäßig neu überdacht werden, damit die richtige Kühlsystemmischung beibehalten wird.

Tabelle 24 enthält die Bestellnummern und die Gebindegrößen der Cat-Kühlmittelzusätze, die bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich sind.

i03564271

Planmäßige Kühlmitteldiagnose

SMCS-Code: 1350; 1395; 7542

Das Kühlmittel muss geprüft werden, um sicherzustellen, dass der Motor innen vor Kavitation und Korrosion geschützt ist. Mit der Kühlmitteldiagnose wird außerdem geprüft, wie das Kühlmittel des Motors vor Sieden und Gefrieren geschützt ist. Die planmäßige Kühlmitteldiagnose kann bei Ihrem Caterpillar-Händler durchgeführt werden. Mit einer Prüfung im Rahmen der planmäßigen Kühlmitteldiagnose von Caterpillar kann der Zustand des Kühlmittels und des Kühlsystems am besten überwacht werden. Die planmäßige Kühlmitteldiagnose ist ein Programm auf der Grundlage von regelmäßig entnommenen Proben.

HINWEIS

Ölproben und Kühlmittelproben nicht mit derselben Probenentnahme-Vakuumpumpe entnehmen.

In der Pumpe können geringe Mengen der jeweiligen Probe zurückbleiben und zu einer falschen positiven Diagnose für die entnommene Probe führen.

Für die Entnahme von Ölproben und Kühlmittelproben jeweils eine eigene Pumpe benutzen.

Ansonsten kann es zu falschen Diagnosen kommen, die zu Besorgnissen beim Kunden und Händler führen können.

Neue Systeme, wieder aufgefüllte Systeme und umgestellte Systeme

Zu folgenden Wartungszeitpunkten eine planmäßige Kühlmitteldiagnose (Stufe 2) durchführen:

- jährlich
- nach den ersten 500 Betriebsstunden

Analyse zum zuerst eintretenden Zeitpunkt für neue, wieder aufgefüllte und umgestellte Systeme durchführen, bei denen Cat-Langzeitkühlmittel (ELC) oder Cat DEAC (Dieselmotoren-Frostschutz-/Kühlmittel) verwendet wird. Bei dieser Kontrolle nach 500 Stunden wird auch auf Rückstände von Reinigungsmitteln kontrolliert, die das System möglicherweise verunreinigt haben.

Empfohlene Intervalle für planmäßige Kühlmitteldiagnose

Tabelle 29

Empfohlenes Intervall		
Kühlmittel	Stufe 1	Stufe 2
Cat DEAC	alle 250 Betriebsstunden ⁽¹⁾⁽²⁾	jährlich ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Cat ELC	optional ⁽³⁾	jährlich ⁽³⁾

(1) Dieses Intervall wird auch für die Probenentnahme bei allen handelsüblichen Kühlmitteln empfohlen, die der Cat-Motorkühlmittelspezifikation 1 (EC-1) entsprechen.

(2) Dieses Intervall wird auch für die Probenentnahme bei allen herkömmlichen HD-Kühl-/Frostschutzmitteln empfohlen.

(3) Kühlmitteldiagnose der Stufe 2 früher durchführen, wenn ein Problem vermutet oder festgestellt wird.

Anmerkung: Kühlmittelzusatz (SCA) bei herkömmlichem Kühlmittel bei jedem Ölwechsel oder alle 250 Betriebsstunden überprüfen. Prüfung beim zuerst eintretenden Zeitpunkt durchführen.

Planmäßige Kühlmitteldiagnose (Stufe 1)

Bei der Diagnose der Stufe 1 werden die Eigenschaften des Kühlmittels überprüft.

Folgende Eigenschaften des Kühlmittels werden geprüft:

- Glykol-Konzentration als Gefrier- und Siedeschutz
- Fähigkeit, vor Erosion und Korrosion zu schützen
- pH-Wert
- Leitfähigkeit
- optischer Eindruck
- Geruch

Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst, der auch die entsprechenden Empfehlungen enthält.

Planmäßige Kühlmitteldiagnose (Stufe 2)

Bei der Diagnose der Stufe 2 wird eine umfassende chemische Bewertung des Kühlmittels vorgenommen. Im Rahmen dieser Diagnose wird außerdem der Gesamtzustand des Kühlsystems kontrolliert.

Die planmäßige Kühlmitteldiagnose der Stufe 2 umfasst Folgendes:

-
- Komplette Kühlmitteldiagnose der Stufe 1
 - Feststellung von Metallkorrosion und Schadstoffen
 - Feststellung der Ansammlung von Verunreinigungen, die Korrosion verursachen
 - Feststellung der Ansammlung von Verunreinigungen, die Kesselstein hervorrufen
 - Bestimmung der Möglichkeit von Elektrolyse im Kühlsystem des Motors

Die Ergebnisse werden in einem Bericht zusammengefasst, der auch die entsprechenden Empfehlungen enthält.

Wenden Sie sich um weitere Auskunft über die planmäßige Kühlmitteldiagnose an Ihren Caterpillar-Händler.

Zusätzliche Information

Referenzliteratur

i03564288

Häufig gestellte Fragen (Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD))

SMCS-Code: 1000; 7000

HINWEIS

Wir sind bestrebt, genaue und aktuelle Informationen bereitzustellen. Mit der Benutzung des vorliegenden Dokuments erkennen Sie an, dass Caterpillar für Irrtümer nicht haftet.

HINWEIS

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe das Betriebs- und Wartungshandbuch für den jeweiligen Motor und die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, *Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar*. Wenden Sie sich bitte auch an Ihren Caterpillar-Händler.

Anmerkung: Für weitere Informationen zu extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff (ULSD) siehe die vorliegende Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen".

1. Was ist extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff und wie unterscheidet er sich von schwefelarmem Dieselkraftstoff?

Die US-Umweltschutzbehörde (EPA) definiert extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD - S15) als einen Dieselkraftstoff in den USA mit einem Schwefelgehalt von nicht mehr als 15 ppm oder 0,0015 Gewichtsprozent. Schwefelarmer Dieselkraftstoff (LSD - S500) wird in den USA als Dieselkraftstoff mit einem Schwefelgehalt von nicht mehr als 500 ppm oder 0,05 Gewichtsprozent definiert. Der in Nordamerika weit verbreitete schwefelarme Dieselkraftstoff enthält normalerweise höchstens 350 ppm Schwefel. Schwefelarmer Dieselkraftstoff (LSD) und extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD) müssen die in der aktuellen Ausgabe von *ASTM D975* aufgeführten Anforderungen erfüllen.

Anmerkung: In Europa enthält extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff maximal 0,0010 % (10 ppm) Schwefel, und wird üblicherweise als "schwefelfrei" bezeichnet. Der in Europa am weitesten verbreitete Dieselkraftstoff hat einen Schwefelgehalt von höchstens 0,005 Prozent (50 ppm). Diese Schwefelgrenzwerte sind in der Europäischen Norm *EN 590:2004* festgelegt.

2. Warum wird der Schwefelgehalt von Dieselkraftstoff in den USA auf 15 ppm reduziert?

Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff (ULSD) muss nach den Vorschriften der Umweltschutzbehörde EPA für Straßenfahrzeuge sicherstellen, dass diese Fahrzeuge die Emissionsnormen zur Verbesserung der Luftqualität erfüllen. In Kalifornien sind noch weitere Eigenschaften für Dieselkraftstoff in Straßenfahrzeugen vorgeschrieben, um zur Verringerung von Smog beizutragen.

Für die Anforderungen an Flüssigkeiten für Straßenfahrzeug-Dieselmotoren siehe die aktuelle Ausgabe der Fachliteratur, SGBU6385, "Empfehlungen für Motorflüssigkeiten für Skw-Dieselmotoren von Caterpillar".

3. Ist die Verwendung von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff (ULSD) bei Nicht-Straßenfahrzeugmotoren erlaubt?

Ja. Für Informationen zur Verwendung von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff (ULSD) siehe die Abschnitte "Häufig gestellte Fragen" und "Kraftstoffspezifikationen" in der vorliegenden Fachliteratur.

4. Muss ich mir Sorgen wegen der Schmierfähigkeit von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff machen?

Die Schmierfähigkeit von Dieselkraftstoff ist erforderlich, um Verschleiß an Kraftstoffpumpen und Einspritzelementen zu minimieren. Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff braucht Zusatzmittel für gute Schmierfähigkeit und Korrosionsschutz, um Motorverschleiß zu verhindern. In den USA werden dem extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD) vor dem Verkauf an den Endverbraucher je nach Bedarf Additive zur Verbesserung der Schmierfähigkeit und als Korrosionshemmer hinzugefügt. Mit diesen Additiven dürfte der extrem schwefelarme Dieselkraftstoff eine ebenso gute Leistung erbringen wie der schwefelarme Kraftstoff. **Sämtliche Caterpillar-Motoren mit elektronischer Steuerung ab Baujahr 2000 sind für den Betrieb mit extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff geeignet.**

Anmerkung: Der Kraftstofflieferant sollte bestätigen, dass der extrem schwefelarme Dieseldieselkraftstoff (ULSD) Kraftstoff den aktuellen Bestimmungen zur Schmierfähigkeit gemäß *ASTM D975* und/oder *EN 590* entspricht.

In Nordamerika erfüllt Dieseldieselkraftstoff, der als *ASTM D975* Grade No. 2-D S15 oder *ASTM D975* Grade No. 1-D S15 gekennzeichnet ist und der "Thermal Stability Guideline" (Richtlinie für Wärmebeständigkeit) X3.10.2.2 nach *ASTM D975* entspricht, im Allgemeinen die Anforderungen der "Caterpillar-Spezifikation für Destillat-Dieseldieselkraftstoff für Off-Highway-Dieselmotoren" für extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff (ULSD).

Dieseldieselkraftstoffe, die nach *EN 590:2004* "schwefelfrei" sind (einen Schwefelgehalt von höchstens 10 ppm aufweisen), und Dieseldieselkraftstoffe die nach *ASTM D975-08a* höchstens 15 ppm aufweisen, ("S15") erfüllen im Allgemeinen die Caterpillar-Anforderungen für extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff (ULSD).

Anmerkung: Die aktuelle Ausgabe von *EN 590* und *ASTM D975* lässt bis zu 5 Prozent Biodiesel (B5) zu. Für Informationen zur Verwendung von Biodiesel siehe in der vorliegenden Fachliteratur "Kraftstoffspezifikationen" und "Biodiesel".

5. Wird der extrem schwefelarme Dieseldieselkraftstoff durch eine besondere Farbe oder Einfärbung gekennzeichnet sein?

Wegen des zur Herstellung von extrem schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff notwendigen Verfahrens kann die Farbe stark variieren - vom herkömmlichen farblosen bis bernsteinfarbenen Ton bis zu allem Möglichen von einem hellen Grün, Gelb, Orange bis Rosa. Bei bestimmten Lichtverhältnissen kann die Farbe leicht fluoreszierend erscheinen.

In den USA muss der für die Off-Highway-Verwendung bestimmte Dieseldieselkraftstoff nach gesetzlichen Vorschriften rot eingefärbt sein. Die Verwendung dieses rot eingefärbten Kraftstoffs bei Straßenfahrzeugen ist verboten. Es gibt derzeit keine Vorschriften, nach denen Dieseldieselkraftstoff für Straßenfahrzeuge eingefärbt sein muss.

Es besteht kein Zusammenhang zwischen der natürlichen Farbe von Dieseldieselkraftstoff und solchen erwünschten Eigenschaften des Kraftstoffs wie Wärmeinhalt, Viskosität, Trübungspunkt, Cetanzahl und Destillationsverlauf. Die Farbe von Dieseldieselkraftstoff ändert sich je nach Rohölquelle, Raffinerieverfahren und Verwendung von Farbstoffen. Wenn aber der Kraftstoff während der Lagerung deutlich nachdunkelt, kann dies auf Oxidation und/oder Verunreinigung mit Schmutz, Wasser, Algen, Bakterien oder anderem hinweisen, was Betriebsstörungen hervorrufen kann.

6. Beeinflusst extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff die Dichtungen des Kraftstoffsystems?

Caterpillar hat die Technologie des Motorkraftstoffsystems und die Systemverträglichkeit mit extrem schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff für Straßenfahrzeug- und Off-Highway-Motoren überprüft. Elektronisch gesteuerte Motoren, die nach Baujahr 2000 hergestellt und vorschriftsmäßig gewartet wurden, eignen sich für Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt von weniger als 50 ppm entsprechend *ASTM D975* Grade No. 2-D S15 oder *ASTM D975* Grade No. 1-D S15 oder *EN 590* "schwefelfrei" (Schwefelgehalt von 10 ppm oder weniger). Für weitere Informationen siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen".

Bei älteren Motoren, einschließlich solcher mit mechanischen Kraftstoffsystemen, muss auf Dichtheit nach außen geachtet werden. Es wird angenommen, dass nur wenige Dichtungen des Kraftstoffsystems betroffen sein könnten. Entstehende Leckstellen werden sich wohl normalerweise durch geringfügiges Aussickern, Nässen oder Tröpfeln zeigen. Wenn ein Leck auftritt, kann es eventuell durch Festziehen der Verbindung und/oder des Anschlusses mit dem vorgeschriebenen Anziehdrehmoment behoben werden. Wird ein Leck festgestellt, setzen Sie sich bitte mit Ihrem Caterpillar-Händler oder einem autorisierten Servicebetrieb in Verbindung, um eine Reparatur zu planen. Als bester Schutz gegen Leckstellen beim Kraftstoffsystem wird die Verwendung von Viton-Dichtmaterialien und -Schläuchen, die für Dieseldieselkraftstoff geeignet sind, dringend empfohlen.

- Anmerkung:** Kraftstoffadditive können Dichtungsleckstellen, Aussickern, Nässen oder Tröpfeln aufgrund der Umstellung auf extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff nicht beenden und nicht verhindern.
7. Kann ich die derzeitigen Caterpillar-Kraftstofffilter verwenden?

Ja - der extrem schwefelarme Dieseldieselkraftstoff lässt sich ohne Einschränkung mit der derzeitigen Kraftstofffiltertechnik vereinbaren. Extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff tendiert dazu, den Kraftstofftank und andere Teile des Kraftstoffsystems wirksam zu reinigen, was zu Beginn der Übergangszeit zum Verstopfen der Kraftstofffilter führen kann. In der Übergangsphase vom schwefelarmen zum extrem schwefelarmen Dieseldieselkraftstoff können häufigere Kraftstofffilterwechsel erforderlich sein.

Extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff hat üblicherweise einen geringfügig höheren Paraffingehalt als schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff. Lassen Sie sich von Ihrem Kraftstofflieferanten bestätigen, dass die Mischung des Kraftstoffs seine Fließfähigkeit bei den in Ihrer Region auftretenden Umgebungstemperaturen sicherstellt. In den USA sind Dieseldieselkraftstoffe normalerweise gemischt, um Kälteleistung nach den in *ASTM D975* aufgeführten Richtlinien zu bieten.

8. Sind Kraftstoffadditive aus dem Handel bei extrem schwefelarmem Dieseldieselkraftstoff zu empfehlen?

Es gibt viele verschiedene Arten von Kraftstoffadditiven. Caterpillar empfiehlt im Allgemeinen nicht, dem Kraftstoff Additive beizufügen.

Unter besonderen Bedingungen hält Caterpillar die Verwendung von Kraftstoffadditiven allerdings für gerechtfertigt. Kraftstoffadditive müssen mit Vorsicht verwendet werden. Einige Additive sind unter Umständen nicht mit dem Kraftstoff verträglich. Einige Additive können sich abscheiden und Ablagerungen im Kraftstoffsystem verursachen. Die Ablagerungen können zum Festfressen von Teilen führen. Einige Additive können die Kraftstofffilter verstopfen. Einige Additive sind unter Umständen korrosiv und andere können schädliche Auswirkungen auf die Elastomere im Kraftstoffsystem haben. Einige Additive können Emissionsbegrenzungssysteme beschädigen. Einige Additive können den Schwefelgehalt des Kraftstoffs über die von der US-Umweltschutzbehörde EPA und/oder etwaigen anderen Aufsichtsbehörden zugelassene Höchstgrenze erhöhen. Wenden Sie sich bei solchen Bedingungen an Ihren Kraftstofflieferanten, wenn Kraftstoffadditive benötigt werden. Ihr Kraftstofflieferant kann Ihnen empfehlen, welche Additive in welchem Ausmaß verwendet werden können. Damit optimale Ergebnisse erzielt werden können, sollte der Kraftstofflieferant den Kraftstoff behandeln, wenn Additive erforderlich sind. Weitere Informationen finden sich in der Antwort auf Frage 4. Siehe auch in der vorliegenden Fachliteratur die Informationen zu "Kraftstoffspezifikationen", "Kraftstoffadditive anderer Hersteller" und "Cat-Dieseldieselzusatz".

9. Kann Biodieseldieselkraftstoff als extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff hergestellt werden?

Biodieseldieselkraftstoff kann als schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff oder als extrem schwefelarmer Dieseldieselkraftstoff hergestellt werden.

Weitere Informationen finden sich im Abschnitt "Kraftstoffspezifikationen" und im Artikel "Biodieseldiesel" in der vorliegenden Fachliteratur.

Der Motorbetreiber ist dafür verantwortlich, den richtigen Kraftstoff zu verwenden, der vom Hersteller empfohlen und von der US-Umweltschutzbehörde EPA und anderen zuständigen Aufsichtsbehörden zugelassen ist.

10. Wie wirkt sich das Mischen von gebrauchtem Schmieröl zu Dieseldieselkraftstoff auf die Motorleistung und Kraftstoffqualität aus?

Generell **wird dieses Vorgehen nicht empfohlen**. Es kann Qualitätsmerkmale des Kraftstoffs nachteilig beeinflussen und zu Ablagerungen im Kraftstoffsystem und an den Kolben, zu verstärkten Emissionen und zum Verstopfen der Kraftstofffilter führen. Dieses Vorgehen kann auch dazu führen, dass der Kraftstoff den Anforderungen der US-Umweltschutzbehörde EPA und/oder etwaiger anderer Aufsichtsbehörden nicht mehr entspricht.

Anmerkung: Durch Mischen von extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff mit Schmieröl kann der Schwefelgehalt über 15 ppm angehoben werden.

Verwenden Sie **keinen** mit Schmieröl gemischten Dieselkraftstoff bei den folgenden Einsätzen:

- Straßenfahrzeug-Dieselmotoren ab Baujahr 2007. Die Verwendung von Kraftstoff-/Ölmischungen bei Straßenfahrzeug-Dieselmotoren ab dem Baujahr 2007 (Umweltschutzbehörde EPA 2007 Zertifizierung) und/oder EURO IV Zertifizierung) kann zu Motorschäden führen.
- Mit Nachbehandlungseinrichtung ausgerüstete Motoren. Die Verwendung von Kraftstoff-/Ölmischungen in Dieselmotoren mit Nachbehandlungseinrichtung kann häufigeres Reinigen notwendig machen, zum Verstopfen der Nachbehandlungseinrichtung beitragen und die Nachbehandlungseinrichtung beschädigen.

Der Motorbetreiber ist dafür verantwortlich, den richtigen Kraftstoff zu verwenden, der vom Hersteller empfohlen und von der US-Umweltschutzbehörde EPA und anderen zuständigen Aufsichtsbehörden zugelassen ist. Dem Benutzer obliegt es außerdem, die einschlägigen lokalen, regionalen und/oder nationalen Ausnahmegenehmigungen einzuholen, die für die Verwendung von Kurbelgehäuseöl-/Kraftstoffmischungen in Caterpillar-Motoren benötigt werden, für die Emissionsvorschriften gelten.

11. Wie steht es mit Spezialkraftstoffen wie (JP-5, JP-8, Kerosin, Jet A, Jet A-1)?

Diese Kraftstoffe haben normalerweise einen wesentlich höheren Schwefelgehalt als von der US-Umweltschutzbehörde EPA für extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD) zugelassen. Der Schwefelgehalt dieser Kraftstoffe übersteigt normalerweise 15 ppm.

Diese Kraftstoffe haben normalerweise einen wesentlich höheren Schwefelgehalt als von der Europäischen Norm 590:2004 zugelassen. Der Schwefelgehalt dieser Kraftstoffe übersteigt normalerweise 50 ppm.

12. Wirkt sich extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff auf Motorleistung und Sparsamkeit im Kraftstoffverbrauch aus?

Dieselmotorenlieferanten geben an, dass der neue extrem schwefelarme Dieselkraftstoff mehr Paraffin enthält, aber um 0 % bis 2 % schlechtere Verbrauchswerte erreicht (durchschnittlich etwa 1 %). Wie ist das möglich?

Dieselmotorenbetreiber glauben häufig, dass Paraffin im Dieselkraftstoff liefert einen großen Teil der Energie des Kraftstoffs. Das wird angenommen, weil bei leichteren Kraftstoffen wie Nr. 1D und Kerosin normalerweise keine Wachsprobleme im Winter auftreten und weil Nr. 1D und Kerosin weniger sparsam im Verbrauch sind.

Bei der Entschwefelung wird ein Prozentsatz der aromatischen und naphthenischen Bestandteile des Kraftstoffs in weniger dichte Paraffinwachse umgewandelt. Es gibt nun mehr Paraffin, aber die Kraftstoffdichte ist geringer. Die geringere Kraftstoffdichte des extrem schwefelarmen Dieselkraftstoffs hat zur Folge, dass weniger Energie je Liter vorhanden ist.

13. Welche Spezifikationsanforderungen an Dieselkraftstoff muss ich vor allem beachten?

Cetanzahl (Zündwilligkeit), Sauberkeit, Tieftemperatur-Betriebsfähigkeit, Stabilität und Schmierfähigkeit sind die wesentlichen Dieselkraftstoffanforderungen für den Endverbraucher.

Weitere Informationen dazu finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, "Kraftstoffspezifikationen".

Anmerkung: Für Anwendungen, die die Verwendung von extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD) erfordern, muss der Kraftstofflieferant bestätigen, dass alle Caterpillar-Anforderungen für Destillat-Dieselmotoren und/oder die Anforderungen zu "schwefelfrei" der aktuellen Ausgabe von *ASTM D975 S15* und/oder *EN 590* erfüllt sind.

Anmerkung: *ASTM D975-08a* und *EN 590* lassen gegenwärtig bis zu 5 Prozent (B5) Biodiesel zu. Für Informationen zur Verwendung von Biodiesel siehe in der vorliegenden Fachliteratur "Kraftstoffspezifikationen" und "Biodiesel".

Anmerkung: Extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff hat eine geringere elektrische Leitfähigkeit als schwefelarmer Dieselkraftstoff. Alle üblichen Erdungs- und Sicherheitsverfahren einhalten.

14. Muss extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff anders gelagert werden?

Nein. Wenn der Kraftstofflieferant ordnungsgemäß ein Kraftstoffstabilitätsadditiv beigefügt hat, kann normalerweise sowohl schwefelarmer als auch extrem schwefelarmer Dieselkraftstoff bis zu einem Jahr gelagert werden. Bei extrem schwefelarmem Dieselkraftstoff sind dieselben üblichen und anerkannten Wartungsverfahren für den Lagertank anzuwenden wie bei schwefelarmem Dieselkraftstoff. Die für schwefelarmen Dieselkraftstoff (LSD) häufig benutzten Lagertanks und Behälter eignen sich auch für extrem schwefelarmen Dieselkraftstoff (ULSD).

i03564276

Referenzmaterial

SMCS-Code: 1000; 7000

Die folgenden Veröffentlichungen sind bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich.

Anmerkung: Die Angaben in den aufgeführten Veröffentlichungen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden.

Anmerkung: Empfehlungen für den Produkteinsatz finden sich in der vorliegenden Fachliteratur, den entsprechenden Produkt-Datenblättern, der entsprechenden übrigen Fachliteratur und dem produktspezifischen Betriebs- und Wartungshandbuch.

HINWEIS

Um Beschädigung Ihrer Cat-Maschine und/oder Ihres Cat-Motors zu vermeiden, kaufen Sie Ihre Cat-Flüssigkeiten und Cat-Filter nur bei Ihrem Caterpillar-Händler oder einer von Caterpillar autorisierten Verkaufsstelle. Eine Liste der von Caterpillar autorisierten Vertriebsstellen ist bei Ihrem Caterpillar-Händler erhältlich.

Wenn Sie bei einer nicht autorisierten Verkaufsstelle Flüssigkeiten und/oder Filter kaufen, die wie Cat-Flüssigkeiten und/oder Cat-Filter aussehen, ist die Gefahr groß, dass Sie nachgeahmte Produkte kaufen, die nur wie Caterpillar-Produkte "aussehen".

Obwohl nachgeahmte oder "gleich aussehende" Produkte äußerlich wie Originalprodukte von Cat erscheinen können, ist ihre Leistungsfähigkeit und Qualität typischerweise sehr gering.

Bei Verwendung von nachgeahmten oder "gleich aussehenden" Produkten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der Motor und/oder die Maschinenkomponenten beschädigt werden.

Kühlmittel

- Fachliteratur, P MEP5027, "Etikett - Cat ELC Radiator (Etikett: Kühler mit Cat ELC)"
- Datenblatt, PEHJ0067, "Cat ELC (Extended Life Coolant)" (weltweit)
- Datenblatt, PEHP9554, "Cat DEAC (Diesel Engine Antifreeze/Coolant)" (Konzentrat)

Dieselmotoröl

- Datenblatt, PEHJ0159, "Cat DEO-ULS (SAE 15W-40)" (Nordamerika - Kanada, Mexiko und USA)
- Datenblatt, PEHJ0059, "Cat DEO (SAE 10W-30 and SAE 15W-40)" (Nordamerika - Kanada, Mexiko und USA)
- Datenblatt, PEHJ0021, "Cat DEO (SAE 10W-30 and SAE 15W-40)" (weltweit - außer Nordamerika, Ägypten, Saudi-Arabien und Brasilien)
- Datenblatt, PEHJ0072, "Cat DEO (SAE 10W-30 and SAE 15W-40)" (Brasilien)
- Datenblatt, PEHJ0091, "Cat DEO (SAE 10W-30 and SAE 15W-40)" (Ägypten und Saudi-Arabien)
- Datenblatt, PEHP7062, "Cat DEO SYN (SAE 5W-40)"

- Datenblatt, PEHJ0093, "Cat DEO (SAE 30 and SAE 40)" (zur Verwendung in Dieselmotoren der Baureihen 3600 und C280 sowie bei älteren Vorkammer-Dieselmotoren; NICHT bei den Baureihen 3500 und C175 sowie kleineren Dieselmotoren mit Direkteinspritzung verwenden)
- Datenblatt, PEHP9516, "Cat SAEO (SAE30 and SAE40)" (zur Verwendung bei bestimmten Schiffsdieselmotoren Cat 3116 und 3126 mit mechanischer Kraftstoffeinspritzung; siehe in der vorliegenden Fachliteratur, "Motoröl (Schiffsmotoren 3116 und 3126)"; NICHT bei anderen Motoren verwenden)
- Datenblatt, PEHJ0008, "Cat Arctic DEO (SAE 0W-30)" (Kanada und USA)

Schmierfett

- Fachliteratur, PEGJ0035, "Grease Selection Guide"
- Datenblatt, PEHP0002, "Cat Advanced 3Moly Grease" (NLGI grade 2)
- Datenblatt, NEHP6010, "Cat Ultra 5Moly Grease" (NLGI grades 1 and 2)
- Datenblatt, NEHP6011, "Cat Arctic Platinum Grease" (NLGI grade 0)
- Datenblatt, NEHP6012, "Cat Desert Gold Grease" (NLGI grade 2)
- Datenblatt, NEHP6015, "Cat High Speed Ball Bearing Grease" (NLGI grade 2)
- Datenblatt, PEHJ0088, "Cat Multipurpose Grease" (NLGI grade 2)

Planmäßige Flüssigkeitsdiagnosen

- Fachliteratur, PEHP0191, "S-O-S Coolant Analysis"
- Fachliteratur, PEHP0047, "How To Take A Good Oil Sample"
- Fachliteratur, PEDP7036, "S-O-S Fluids Analysis Cornerstone"
- Fachliteratur, PEHP7076, "Understanding S-O-S Services Tests"
- Fachliteratur, PEHP7052, "Making the Most of S-O-S Services"
- Fachliteratur, PEGJ0045, "Reporting Particle Count by ISO Code"

- Fachliteratur, PEGJ0046, "Understanding Your S-O-S Services Results"

Filter

- Datenblatt, PEHP6028, "Cat Ultra High Efficiency Air Filters"
- Datenblatt, PEHP7032, "Radial Seal Air Filters"
- Datenblatt, PEHP7077, "Cat Turbine Pre-Cleaners"
- Datenblatt, PEHP9013, "Air Filter Service Indicator"
- Datenblatt, PEHJ0082, "Cat Fuel/Water Separators and Prime Time Priming Pumps"
- Datenblatt, PEHP7046, "Fuel Contamination Control"
- Datenblatt, PEHJ0068, "Cat Advanced Efficiency Engine Oil Filter"
- Datenblatt, PEHJ0165, "Open Crankcase Ventilation Filter"

Verschiedenes

- Fachliteratur, PECP9067, "One Safe Source"
- Fachliteratur, AECQ1042, "Caterpillar Product Line Brochure"
- Fachliteratur, PEWJ0074, "Cat Filter and Fluid Application Guide"
- Datenblatt, PEHJ0030, "Cat Synthetic GO (SAE 75W-140)"
- Datenblatt, PEHP7058, "Cat GO (SAE 80W-90 and SAE 85W-140)"
- Fachliteratur, NENG2500, "Caterpillar Dealer Service Tool Catalog"
- Fachliteratur, GECJ0003, "Cat Shop Supplies and Tools" (Katalog)
- Fachliteratur, SGNR3130, "Anziehdrehmomente"
- Fachliteratur, SENR9620, "Improving Fuel System Durability" (Packung zu 10 Stück)
- Fachliteratur, SEBF1018, "Improving Component Durability - Engines" (Packung zu 10 Stück)
- Fachliteratur, SEBF1020, "Improving Component Durability - Managing Fluid Cleanliness" (Packung zu 10 Stück)

-
- Fachliteratur, SGBD0349, "Caterpillar Performance Handbook" (Edition 39)
 - *ASTM D6469 Standard Guide for Microbial Contamination in Fuels and Fuel Systems*

(GMKarl)

Stichwortverzeichnis

A

Allgemeine Schmiermittelinformationen	5
Caterpillar-Flüssigkeiten	7
Allgemeines	66
Additive	68
Glykol	69
Terminologie zu Kühlmitteln, Kühlmittelzusätzen und Auffrischern	70
Wasser	68
Allgemeines zum Kraftstoff	34
Allgemeine Empfehlungen und Richtlinien	35

B

Biodiesel	58
Biodiesel-Degradation	63
Biodiesel-Spezifikation	64
Empfehlungen	61
Empfehlungen für die Verwendung von Biodiesel in Caterpillar-Dieselmotoren	59
Kraftstoffsystem-Ablagerungen	64
Saisonbetrieb	63

D

Destillat-Dieselmotoren	50
Alternative Kraftstoffe - Einsätze unter arktischen Bedingungen	55
Cat-Dieselmotoren	56
Extrem schwefelarmer Dieselmotoren (ULSD) ..	54
Kraftstoffadditive anderer Hersteller	56
Schweröl, Rückstandskraftstoff, Kraftstoffmischungen	55

E

Eigenschaften von Dieselmotoren	39
Cetanzahl	41
Feuchtigkeitsgehalt	47
Gums und Harze	48
Oxidationsstabilitätstest	49
Pourpoint	43
Relative Dichte / API-Grad	48
Schmierfähigkeit und schwefelarmer Dieselmotoren (LSD) sowie extrem schwefelarmer Dieselmotoren (ULSD)	39
Thermische Beanspruchung	49
Trübungspunkt	42
Viskosität	41
Wärme- und Oxidationsbeständigkeit von Kraftstoff	48
Empfohlene Schmiermittel	13
Wahl der Viskositätsklasse	13

F

Frostschutz-/Kühlmittel für Dieselmotoren	80
---	----

H

Handelsübliches HD-Kühl-/Frostschutzmittel und Kühlmittelzusatz (SCA)	85
Häufig gestellte Fragen (Extrem schwefelarmer Dieselmotoren (ULSD))	91

I

Inhaltsverzeichnis	3
--------------------------	---

K

Kraftstoffspezifikationen	34
Kraftstoffempfehlungen	50
Kraftstoffinformation für mit Dieselmotoren betriebene Motoren	37
Starthilfen	38
Kühlmittel-Empfehlungen	71
Chemische Anforderungen für frische Kühlmittel (auf 50 Volumenprozent verdünnt)	71
Kühlmittelzusatz	80
Kühlsystem	66

L

Langzeitkühlmittel	74
Cat ELC	74

M

Motorenöl (Schiffsmotoren 3116 und 3126)	16
Empfehlungen	16
Empfehlungen zur Schmierstoffviskosität (Schiffsmotoren 3116 und 3126)	18
Gesamtbasenzahl (GBZ) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung (DI) (Schiffsmotoren 3116 und 3126)	17
Handelsübliche Öle (Schiffsmotoren 3116 und 3126)	16

Motoröl (Empfehlungen zu Kurbelgehäuse- Flüssigkeiten für alle Caterpillar- Direkteinspritzmotoren der Baureihen 3500, C175 und kleineren Direkteinspritzmotoren) 7	Schmiermittel..... 5
Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung 10	Schmiermittel für Tieftemperaturen 14
Cat DEO (Dieselmotoröl) 7	Synthetische Grundöle 24
Empfehlungen zur Schmierstoffviskosität für Dieselmotoren mit Direkteinspritzung 12	
Handelsübliche Öle..... 9	
Motoröl für Vorkammer-Dieselmotoren (Empfehlungen für alle Caterpillar Vorkammer- Dieselmotoren der Baureihe 3500 und kleiner) ... 18	V
Alkaligehalt (GBZ = Gesamtbasenzahl) und Schwefelgehalt von Kraftstoffen für Vorkammer-Dieselmotoren 21	Vorwort 4
Cat DEO (Dieselmotoröl) 18	Informationen zu dieser Veröffentlichung..... 4
Handelsübliche Öle..... 20	Sicherheit 4
	Wartung 4
P	W
Planmäßige Kühlmitteldiagnose 89	Wartung 5
Empfohlene Intervalle für planmäßige Kühlmitteldiagnose..... 89	Wartung des Kühlsystems bei der Verwendung von herkömmlichem Kühl- und Frostschutzmittel..... 81
Neue Systeme, wieder aufgefüllte Systeme und umgestellte Systeme..... 89	Kühlsysteme mit größerem Inhalt 83
Planmäßige Kühlmitteldiagnose (Stufe 1)..... 89	Reinigen des Kühlsystems bei Verwendung von HD-Kühl-/Frostschutzmittel 85
Planmäßige Kühlmitteldiagnose (Stufe 2)..... 89	Wiederaufbereitung von Cat DEAC 85
Planmäßige Öldiagnose 31	Wartung eines mit Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems 75
Ölprobenentnahmeintervall..... 32	Cat-Langzeitkühlmittel-Auffrischer 75
Probenentnahme für planmäßige Öldiagnose ... 32	Handelsübliches Langzeitkühlmittel 78
	Korrekte Zugaben zum Cat-Langzeitkühlmittel (ELC)..... 75
R	Reinigen eines mit Cat-Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems 76
Referenzliteratur 91	Umstellen auf Cat-Langzeitkühlmittel 76
Referenzmaterial 95	Verunreinigung eines mit Cat-Langzeitkühlmittel gefüllten Kühlsystems 77
Dieselmotoröl 95	Wiederaufbereitung von Cat ELC 76
Filter 96	Wasser/Kühlmittelzusatz (SCA) 87
Kühlmittel 95	Zugabe von Cat- Kühlmittelzusatz zu Wasser bei Erstfüllung 88
Planmäßige Flüssigkeitsdiagnosen 96	Zugabe von Cat-Kühlmittelzusatz zu Wasser bei der Wartung 88
Schmierfett..... 96	Wichtige Hinweise zur Sicherheit 2
Verschiedenes 96	Z
	Zusätzliche Information 91
S	Zusätzliche Öladditive 25
Schiffsgetriebeöl 23	Zweitraffinat-Grundöle 24
Caterpillar Getriebe-/Kraftübertragungsöle 24	
Handelsübliche Schiffsgetriebe..... 24	
Schmierfett 25	
Cat Advanced 3Moly Grease 26	
Cat Arctic Platinum Grease..... 28	
Cat Desert Gold Grease 27	
Cat Highspeed Kugellagerschmierfett 29	
Cat Ultra 5Moly Grease 27	
Cat White Assembly Grease (Weißes Montagefett) 26	
Cat-Mehrzweckschmierfett 26	

Produkt- und Händlerinformation

Anmerkung: Für die Lage der Produkt-Identnummer und Seriennummern siehe Abschnitt "Produkt-Identinformation" im Betriebs- und Wartungshandbuch.

Lieferdatum: _____

Produkt-Identinformation

Modell: _____

Produkt-Identnummer: _____

Seriennummer des Motors: _____

Seriennummer des Getriebes: _____

Seriennummer des Generators: _____

Seriennummern der Arbeitsgeräte: _____

Arbeitsgeräteinformation: _____

Kundennummer: _____

Händlernummer: _____

Händlerinformation

Name: _____ Niederlassung: _____

Adresse: _____

Kontaktperson beim Händler

Telefon

Dienststunden

Verkauf: _____

Ersatzteile: _____

Service: _____

