

5

Umweltverträgliches Schmierfett für Stahlseile

10

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein umweltverträgliches Schmierfett für Stahlseile, insbesondere verzinkte Stahlseile. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung des Schmierfetts sowie seine Verwendung.

15

Schmiermittel für Stahlseile werden eingesetzt, um die einzelnen Seillitzen durch einen Schmierfilm voneinander zu trennen, d. h. zu schmieren und dadurch den Verschleiß zu vermindern, sowie um das Stahlseil als Ganzes gegen Korrosion zu schützen. In Abhängigkeit von ihrem jeweiligen

20 Anwendungsgebiet müssen die Schmiermittel noch verschiedene zusätzliche Aufgaben erfüllen. So ist es beispielsweise im Bereich der Marineindustrie sowie in der Öl- und Gasindustrie notwendig, dass die Schmiermittel sowohl eine gute Schmierwirkung zeigen als auch in einem breiten Temperaturbereich und auch in Gegenwart von Wasser einsetzbar sind. Werden verzinkte
25 Stahlseile eingesetzt, so dürfen die Schmiermittel ferner keinen negativen Einfluss auf die Zinkschicht des Stahlseils haben.

Darüber hinaus existiert prinzipiell ein steigender Bedarf nach umweltverträglichen Schmiermitteln, insbesondere Schmiermitteln, die die

30 Voraussetzungen für umweltverträgliche Schmiermittel (EAL = Environmentally

Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit erfüllen und daher auch für Komponenten verwendbar sind, die in Kontakt mit Seewasser kommen können. Umweltverträgliche Schmiermittel müssen biologisch abbaubar sein und dürfen nur eine minimale Toxizität sowie keine

5 Bioakkumulierbarkeit aufweisen.

In der Literatur werden die verschiedensten Schmiermittel für Stahlseile beschrieben.

- 10 Die CH 540331 A beschreibt ein Schmiermittel für Stahlseile, das als hauptsächliche Komponente eine gesättigte oder ungesättigte Fettsäure mit 5-30 C-Atomen oder einen Ester einer solchen Säure oder ein Gemisch davon enthält.
- 15 Die EP 0108536 A1 beschreibt eine Korrosionsschutzzusammensetzung, umfassend einen Korrosionsinhibitor, ein Verdickungsmittel und ein thixotropes Gel. Die Korrosionsschutzzusammensetzung kann zur Behandlung von mehrdrähtigen elektrischen Leitern, Drahtseilen oder Kabeln eingesetzt werden.
- 20 US 4589990 A beschreibt eine Schmiermittelzusammensetzung, die spezifische synthetische Ester, nämlich Polyolester, Trimellitatester und polymere Fettsäureester und eine Mischung von Polyisobutylpolymeren mit unterschiedlichen Molekulargewichten enthält. Die
- 25 Schmiermittelzusammensetzung kann unter anderem auch zur Behandlung von Drahtseilen verwendet werden.

US 4486319 A beschreibt eine mikroporöse Schmierzusammensetzung, die ein Ionomerpolymer und ein flüssiges Schmiermittel enthält. Das Ionomerpolymer

30 kann mit anderen Polymeren kombiniert werden, und die Zusammensetzung

kann verschiedene Additive enthalten, um die Leistung und Eigenschaften der gebildeten Zusammensetzung zu modifizieren. Die geformte Zusammensetzung kann zur Schmierung von mechanischen Komponenten einschließlich Drahtseilen und Lagern, wie z. B. Gleitlagern eingesetzt werden.

5

CA 2364200 beschreibt eine Schmierzusammensetzung zur Schmierung von Drahtseilen umfassend: (a) zwischen 50 und 95 Volumenprozent einer Basisflüssigkeit; (b) zwischen 1 und 8 Volumenprozent eines Schmiermittels mit niedrigem Säuregehalt; (c) zwischen 0,2 und 5,0 Volumenprozent eines
10 Korrosionsinhibitors mit geringer Azidität; (d) zwischen 0,1 und 10 Volumenprozent eines Extremdruckmittels; und (e) zwischen 0,1 und 10 Volumenprozent eines Antiverschleißmittels.

US6329073 B1 beschreibt einen Stahlgegenstand, behandelt mit einer
15 korrosionshemmenden und haftungsbeständigen Zusammensetzung, wobei die Zusammensetzung umfasst: A) einen öligen oder wachsartigen Träger als Träger von aktiven Komponenten und B) aktive Komponenten, umfassend: B1) einen Korrosionsinhibitor in Form eines Sulfonats der Gruppe IIA; B2) einen Co-Korrosionsinhibitor, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: (a) einer
20 oder mehreren Fettsäuren mit 6 bis 24 Kohlenstoffatomen, aromatischen Säuren und Naphthensäuren, wobei die Säuren die freie Säureform oder die Salzform aufweisen (b) ein oder mehrere Imidazolinderivate mit einer C6-24-Alkyleinheit; und (c) eine oder mehrere von C6-24-Alkylbernsteinsäureanhydrid-Verbindungen; und (d) Mischungen von einer oder mehreren der unter (a), (b)
25 und (c) definierten Verbindungen oder Mischungen von Mehrfachformen der unter (a), (b) und (c) definierten Verbindungen; und C) gegebenenfalls eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: C1) einem wasserabweisenden Mittel; C2) einem synthetischer Ester, der von einem C1-10-Alkohol mit 1-12 Hydroxylgruppen und C6-24-Fettsäuren abgeleitet ist; und
30 C3) einem C6-18-Alkohol; und C4) einer Mischung aus einer oder mehreren

der unter C1), C2) und C3) definierten Verbindungen oder Mischungen mehrerer Formen der unter C1), C2) und C3) definierten Verbindungen; wobei das längliche Stahlobjekt ein hartgezogener Stahldraht ist.

- 5 US 6010985 A beschreibt eine nicht toxische Schmiermittel-, Fett- oder Gelzusammensetzung, umfassend eine Kombination von: mindestens einem Grundöl von etwa 45 bis etwa 90 Gew.%; mindestens ein Polymer von etwa 10 bis etwa 20 Gew.%, das mindestens teilweise mit dem mindestens einen Basisöl mischbar ist; und etwa 1 bis etwa 50 Gew.% mindestens eines
- 10 silikatischen Verdickungsmittels, das mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminiumsilicat, Magnesiumsilicat, Natriumsilicat, Calciumsilicat, Kaliumsilicat, Lithiumsilicat und Ammoniumsilicat umfasst.
- 15 CN 102102047 A beschreibt eine Schutzfettzusammensetzung für ein hochtemperaturbeständiges Stahldrahtseil und ein Herstellungsverfahren dafür. Die Schmierfettzusammensetzung wird aus Grundöl (hochviskoses Mineralöl oder synthetisches Öl), einem Verdickungsmittel, einem Additiv und einem Deckmittel hergestellt. Das Schmierfett für das Stahldrahtseil wird durch
- 20 Verdicken des Grundöls mit einem festen Kohlenwasserstoffverdickungsmittel hergestellt. Das Verdickungsmittel ist Bentonit. Es werden ein hochmolekularer Klebrigmacher und ein Schmierfett als fester Füllstoff eingesetzt, um die Leistungsfähigkeit, die Hochtemperaturbeständigkeit und die Haftfestigkeit von Bentonit-Schmierfett zu verbessern. Das Schutzfett für das Stahldrahtseil wird
- 25 speziell zum Schutz von Stahldrahtseilen in einer extremen Hochtemperaturumgebung eingesetzt.

- CN 102618371 A beschreibt Stahlseilfett mit hohem Tropfpunkt und eine Aufbereitungsmethode des Stahlseilfettes. Das Stahlseilfett besteht aus
- 30 folgenden Komponenten (in Gewichtsprozenten): 65%-85% Grundöl, 5%-20%

Verdickungsmittel, 2%-15% Haftmittel, 1%-6% Rostschutzmittel, 0-5% Antioxidans, 0-5% polares Additiv und 0,5%-6% Festschmierstoff.

CN 102827678 A beschreibt eine Drahtseil-Schmierfettzusammensetzung, die neben einer Schmierung auch Korrosionsschutz bietet. Die Zusammensetzung besteht aus den folgenden Komponenten: 51,0 % bis 72,5 % Calciumsulfonat-Verbundfett Nr. 2, 25,0 bis 38,0 % Grundöl, 0,2 bis 1,0 % Diphenylamin, 1,3 bis 5,5 % kolloidaler Graphit und 1,0 bis 4,5 % Ozocerit. Das Produkt eignet sich zur Schmierung und zum Schutz verschiedener Drahtseile unter ozeanischen Klimabedingungen wie Seehafen, Seeschiff, Offshore-Bohrplattformen, etc.

Die vorgenannten Schmierstoffe erfüllen jedoch nicht sämtliche der oben genannten Voraussetzungen, nämlich neben einer guten Schmierwirkung in einem breiten Temperaturbereich und auch in Gegenwart von Wasser einsetzbar zu sein und darüber hinaus die Voraussetzungen für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit zu erfüllen.

Der Erfindung liegt mithin die Aufgabe zu Grunde, ein Schmiermittel bereitzustellen, das die vorgenannten Voraussetzungen erfüllt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein umweltverträgliches Schmierfett, umfassend:

- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.% eines biologisch abbaubaren Grundöls, insbesondere eines biologisch abbaubaren Esters als Grundöl,
- b) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% und/oder 7 Gew.% bis 20 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
 - b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.% biologisch abbaubare Calciumseife,

- b2) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% und/oder 3,5 Gew.% bis 20 Gew.%
und/oder 4 Gew.% bis 12 Gew.% Bentonite,
- b3) und Gemischen hiervon,
- c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.%, vorzugsweise von 7 Gew.% bis 40 Gew.%
5 Additive, umfassend
 - c1) von 1 Gew.% bis 12 Gew.% und/oder 4 Gew.% bis 12 Gew.%
pyrogenes Siliciumdioxid und/oder Polytetrafluorethylen und
Gemische hiervon,
 - c2) von 2 Gew.% bis 45 Gew.% und/oder 2 Gew.% bis 25 Gew.%
10 eines Polymers ausgewählt aus Polyisobutylen, Polyisobutylen-/
Buten-Copolymer, Polymethacrylaten, Polyestern, vorzugsweise
Komplexestern, insbesondere Komplexestern aus
Neopentylglykol/Dimersäure/2-Ethylhexanol und Gemischen
hiervon,
 - c3) von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder 1 Gew.% bis 10 Gew.%
15 eines Festschmierstoffs.

In umfangreichen Versuchen wurde von der Anmelderin herausgefunden, dass
es mit einem Schmierfett der vorgenannten Zusammensetzung möglich ist, ein
20 umweltverträgliches Schmiermittel bereitzustellen, das herausragende
Schmiereigenschaften bei der Anwendung auf Stahlseilen, insbesondere
verzinkten Stahlseilen, mit einer Einsetzbarkeit auch in Gegenwart von Wasser
und in einem breiten Temperaturbereich kombiniert.

25 So weist das Schmierfett in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
einen Tropfpunkt gemäß Norm DIN ISO 2176 von über 150 °C, beispielsweise
von 150°C bis 300°C und/oder von 170°C bis 300°C und/oder von 200°C bis
290°C, auf. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist
das Schmierfett eine obere Gebrauchstemperatur (OGT) gemäß Norm DIN

58397 Teil 1 von mindestens 150°C, beispielsweise von 150°C bis 200°C und/oder von 150°C auf.

Erfindungsgemäß bevorzugt bestehen mindestens 75 Gew.%, beispielsweise
5 von 75 Gew.% bis 100 Gew.%, noch bevorzugter mindestens 80 Gew.%,
beispielsweise von 80 Gew.% bis 100 Gew.% und/oder von 85 Gew.% bis 100
Gew.% und/oder von 75 Gew.% bis 90 Gew.% des Schmierfetts aus biologisch
abbaubaren und nicht toxischen Inhaltsstoffen. Das Schmierfett kann auch bis
zu 25 Gew.% nicht biologisch abbaubare Komponenten enthalten, sofern diese
10 nicht bioakkumulierend und/oder nur minimal toxisch sind. Mithin erfüllt das
erfindungsgemäße Schmierfett die Kriterien für umweltverträgliche
Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix
A des 2013 Vessel General Permit. Somit kann das Schmierfett auch für
Anwendungen verwendet werden, die in Kontakt mit Seewasser kommen
15 können.

Darüber hinaus wurde gefunden, dass die Komponenten a) bis c) keinen
negativen Einfluss auf die Zinkschicht von verzinkten Stahlseilen haben und
insbesondere keine Reaktion mit der Zinkschicht eingehen.

20

Als Komponente a) enthält das Schmierfett mindestens 50 Gew.%,
beispielsweise von 50 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter von mindestens
60 Gew.%, beispielsweise von 60 Gew.% bis 80 Gew.%, und insbesondere von
65 Gew.% bis 75 Gew.% eines biologisch abbaubaren Grundöls, insbesondere
25 eines biologisch abbaubaren Esters als Grundöl. Dabei ist der Anteil der
Komponente a) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

Unter einem biologisch abbaubaren Grundöl bzw. einem biologisch abbaubaren
Ester ist erfindungsgemäß ein Grundöl und/oder ein Ester zu verstehen, der
30 gemäß Norm OECD 301 A – F oder OECD 306 biologisch abbaubar ist.

Erfindungsgemäß können auch Gemische verschiedener Grundöle und/oder verschiedene Ester eingesetzt werden. Damit der Schmierstoff die Anforderungen für EAL erfüllen kann, darf das Grundöl bzw. der Ester darüber hinaus keine Toxizität aufweisen.

5

Erfindungsgemäß kann eine Vielzahl an biologisch abbaubaren Grundölen und insbesondere an biologisch abbaubaren Estern als Komponente a) eingesetzt werden, sofern diese eine ausreichende thermische Stabilität aufweisen.

Bevorzugte biologisch abbaubare Grundöle sind Grundöle und insbesondere

- 10 Ester, die eine thermische Stabilität, bestimmbar über TGA (DIN 51006; Verdampfungsverlust größer 1 Gew.% heißt thermisch instabil) von über 150°C, beispielsweise im Bereich 150°C bis 200°C aufweisen.

- Vorzugsweise weist das Grundöl und insbesondere der Ester ferner eine eher
15 geringe Flüchtigkeit auf. Mithin sind bevorzugte biologisch abbaubare Grundöle Grundöle und insbesondere Ester, die eine Flüchtigkeit, gemessen nach DIN 58397 nach 7d, 150°C von <10 Gew.%, vorzugsweise <5 Gew.% aufweisen.

- Vorzugsweise weist das Schmierfett ebenfalls eine eher geringe Flüchtigkeit
20 auf. Mithin sind bevorzugte Schmierfette Schmierfette, die eine Flüchtigkeit, gemessen nach DIN 58397 nach 7d, 150°C von <10 Gew.%, vorzugsweise <5 Gew.% aufweisen.

- Darüber hinaus zeigt das Grundöl und insbesondere der Ester bevorzugt eine
25 hohe hydrolytische Stabilität. Aus diesem Grund sind bevorzugte biologisch abbaubare Grundöle Grundöle und/oder Ester, die gemessen nach DIN ASTM D-2619 (mit verlängerter Laufzeit von 400 h, 93°C) ein TAN Delta (Veränderung im Säuregehalt) von 0,0 mg KOH/g bis 20, noch bevorzugter von 0,0 bis 15 mg KOH/g aufweisen.

30

Schließlich zeigen die Grundöle und insbesondere die Ester bevorzugt einen niedrigen Säuregehalt (TAN) nach DIN EN 12634, wobei bevorzugte biologisch abbaubare Grundöle und insbesondere Ester einen Säuregehalt (TAN), von kleiner 5 mg KOH/g, beispielsweise von 0,01 mg bis 5 mg KOH/g, noch
5 bevorzugter von kleiner 1 mg KOH/g, beispielsweise von 0,01 mg KOH/g bis 1 mg KOH/g, aufweisen.

Die Viskosität des biologisch abbaubaren Grundöls beträgt vorzugsweise mindestens 18 mm²/s, beispielsweise von 18 mm²/s bis 1200 mm²/s und/oder
10 mindestens 100 mm²/sec, beispielsweise von 100 mm²/sec bis 1200 mm²/s und/oder von 120 bis 500 mm²/sec und/oder von 120 bis 300 mm²/sec, jeweils gemessen nach DIN EN ISO 3104 bei 40°C.

Die Viskosität bevorzugter Gemische aus Grundölen gemessen nach DIN
15 51562 part 1 bei 40°C beträgt mindestens 18 mm²/s, beispielsweise von 18 mm²/s bis 1200 mm²/s und/oder 18 mm²/s bis 500 mm²/s und/oder 18 bis 200 mm²/s.

Die Viskosität bevorzugter biologisch abbaubarer Ester beträgt vorzugsweise
20 mindestens 50 mm²/sec, beispielsweise von 50 mm²/sec bis 1000 mm²/s und/oder von 50 mm²/sec bis 1200 mm²/s, noch bevorzugter mindestens 100 mm²/sec, beispielsweise von 100 mm²/sec bis 1000 mm²/s und/oder von 100 mm²/sec bis 1200 mm²/s und insbesondere von 130 bis 1000 mm²/sec und/oder von 130 mm²/sec bis 1200 mm²/s, jeweils gemessen nach DIN EN
25 ISO 3104 bei 40°C.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der biologisch abbaubare Ester ein synthetischer Ester. Ferner ist der Ester besonders bevorzugt ein Ester auf nachwachsender Basis. Ein erfindungsgemäß
30 besonders bevorzugter Ester ist ein Polyolester, insbesondere

(Trimethylolpropan)ester, Pentaerytritester, Gemische und/oder Komplexester hiervon. Besonders bevorzugte (Trimethylolpropan)ester sind Ester aus Trimethylolpropan und verzweigten oder unverzweigten sowie gesättigten oder ungesättigten C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren. Die Säuren können Mono- und/oder

5 Dicarbonsäuren sein. Werden Dicarbonsäuren eingesetzt, können Komplexester erhalten werden. Besonders bevorzugte Pentaerytritester sind Ester aus Pentaerythrit und verzweigten oder unverzweigten sowie gesättigten oder ungesättigten C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren. Ganz besonders bevorzugte Ester sind Ester aus Trimethylolpropan oder Pentaerythrit mit gesättigten oder

10 ungesättigten verzweigten C₁₈-Carbonsäuren, insbesondere mit Ölsäure, Isostearinsäure Gemische und/oder Komplexester hiervon. Ebenfalls besonders bevorzugte Ester sind Ester aus Trimethylolpropan mit gesättigten oder ungesättigten, verzweigten oder unverzweigten, C₈-C₂₀-Carbonsäuren, und/oder C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren, insbesondere mit Sebacinsäure, Stearinsäure

15 und Isostearinsäure, Gemische und/oder Komplexester hiervon.

Ebenfalls besonders bevorzugte Ester sind Komplexester aus Trimethylolpropan mit gesättigten, verzweigten oder unverzweigten, C₈-C₂₀-Carbonsäuren und/oder C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren, insbesondere mit

20 Sebacinsäure, Stearinsäure und Isostearinsäure, und/oder Gemische hiervon. Ebenfalls besonders bevorzugte Ester sind Komplexester aus Trimethylolpropan mit einem Gemisch aus mindestens zwei gesättigten oder ungesättigten, verzweigten oder unverzweigten, C₈-C₂₀-Carbonsäuren und/oder C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren, wobei mindestens eine erste Carbonsäure eine

25 gesättigte oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Dicarbonsäure und/oder C₁₀-C₂₂-Dicarbonsäure und mindestens eine zweite Säure eine gesättigte oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Carbonsäure und/oder C₁₀-C₂₂-Carbonsäure ist. Ebenfalls besonders bevorzugte Ester sind Komplexester aus Trimethylolpropan mit einem Gemisch

30 aus mindestens zwei gesättigten, verzweigten oder unverzweigten, C₈-C₂₀-

- Carbonsäuren und/oder C₁₀-C₂₂-Carbonsäuren, wobei mindestens eine erste Carbonsäure eine gesättigte, unverzweigte C₈-C₁₂-Dicarbonsäure, insbesondere Sebacinsäure, und mindestens eine zweite Säure eine gesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₁₅-C₂₀-Carbonsäure, insbesondere
- 5 Stearinsäure, Isostearinsäure oder ein Gemisch hiervon, ist.

- In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Komponente a) kein Triglycerid, da Triglyceride zumindest für einige Anwendungen eine nicht zufrieden stellende hydrolytische und oxidative bzw. chemische Stabilität
- 10 aufweisen.

Ebenfalls geeignete biologisch abbaubare Grundöle sind Polyalphaolefine und/oder Polyglykole.

- 15 Besonders bevorzugte biologisch abbaubare Polyalphaolefine weisen eine Viskosität gemessen nach DIN 51562 part 1 bei 100 °C von höchstens 6 mm²/s, beispielsweise von 2 mm²/s bis 6 mm²/s und/oder 2 mm²/s bis 5 mm²/s und/oder 2 bis 4 mm²/s auf.
- 20 Besonders bevorzugte biologisch abbaubare Polyglykole sind öllösliche Polyglykole. Diese weisen vorzugsweise eine Viskosität gemessen nach DIN 51562 part 1 bei 40 °C von höchstens 150 mm²/s, beispielsweise von 18 mm²/s bis 150 mm²/s und/oder 18 mm²/s bis 68 mm²/s und/oder 18 bis 46 mm²/s auf.
- 25 Als Komponente b) enthält das Schmierfett ein Verdickungsmittel ausgewählt aus biologisch abbaubaren Calciumseifen (b1)) in einer Menge von 3 bis 12 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, insbesondere von 4 Gew.% bis 7 Gew.%, Bentoniten (b2)) in einer Menge von 3 Gew.% bis 25 Gew.% und/oder 3,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder 4 bis 12 Gew.%, noch
- 30 bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.% und Gemischen hiervon. Der Anteil

des Verdickungsmittels beträgt erfindungsgemäß 3 Gew.% bis 25 Gew.% und/oder 7 Gew.% bis 20 Gew.%. Dabei ist der Anteil der Komponente b) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

- 5 Vorteilhaft an der Verwendung von Calciumseife als Verdickungsmittel ist, dass es insbesondere in Kombination mit der Komponente c2) die Beständigkeit gegenüber Wasser erhöht.

Unter einer biologisch abbaubaren Calciumseife ist erfindungsgemäß eine
10 Calciumseife zu verstehen, die gemäß Norm OECD 301 A-F und/oder OECD 306 biologisch abbaubar ist. Damit der Schmierstoff den Anforderungen für EAL erfüllen kann, darf die Calciumseife darüber hinaus keine oder nur eine minimale Toxizität aufweisen. Bevorzugte Calciumseifen sind wasserbeständig, insbesondere weisen sie eine statische Wasserbeständigkeit nach DIN 51807
15 T1 auf. Erfindungsgemäß sind Calciumseifen gegenüber Bentoniten bevorzugt, da sie eine höhere Verdickungswirkung und bessere biologische Abbaubarkeit haben. Es können auch Gemische verschiedener Calciumseifen oder Bentonite eingesetzt werden.

- 20 Besonders bevorzugt sind Calciumseifen von Fettsäuren, insbesondere C8-C26 Fettsäuren, insbesondere Calcium-12-hydroxystearat.

Grundsätzlich können auch Gemische aus Calciumseifen und Bentoniten eingesetzt werden. Diese Ausführungsform ist jedoch, zumindest bei der
25 Verwendung von verzinkten Stahlseilen, weniger bevorzugt, da verglichen mit dem isolierten Einsatz von Calciumseifen oder Bentoniten die Zinkkorrosion verschlechtert wird.

- Es ist denkbar, dass das Grundöl als Komponente c) von 1 Gew.% bis 40
30 Gew.% Additive enthält. Erfindungsgemäß enthält das Grundöl 4 Gew.% bis 40

Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 40 Gew.% , noch bevorzugter von 7 Gew.% bis 40 Gew.% und insbesondere von 10 Gew.% bis 35 Gew.% Additive. Dabei ist der Anteil der Komponente c) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

5

Die Additive der Komponente c) umfassen erfindungsgemäß von 1 bis 12 Gew.% und/oder 4 bis 12 Gew.%, bevorzugt von 4 Gew.% bis 10 Gew.% pyrogenes Siliciumdioxid und/oder Polytetrafluorethylen als Komponente c1). Dabei ist der Anteil der Komponente c1) jeweils auf die Gesamtmenge des

10 Schmierfetts bezogen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das pyrogene Siliciumdioxid ausgewählt aus Kieselsäure mit einer spezifischen Oberfläche von 90 bis 130 m²/g. Ebenfalls bevorzugt ist hydrophobierte

15 pyrogene Kieselsäure, insbesondere eine mittels Dichlordimethylsilan hydrophobierte Kieselsäure.

Die Komponente c1) trägt zur Verbesserung des Tropfpunkts des Schmierfetts und hierdurch zu dessen Temperaturbeständigkeit im Sinne einer Erhöhung der

20 oberen Gebrauchstemperatur (OGT) bei. Darüber hinaus weist Komponente c1) den Vorteil auf, dass sie als Co-Verdicker fungieren und hierdurch zu einer Stabilisierung des Verdickersystems beitragen kann.

Als Komponente c2) umfassen die Additive der Komponente c) erfindungsgemäß ein Polymer ausgewählt aus Polyisobutylen, Polyisobutylen-/

25 Buten-Copolymer, Polymethacrylaten, Polyestern, vorzugsweise Komplexestern, insbesondere Komplexestern aus Neopentylglykol/Dimersäure/2-Ethylhexanol und Gemischen hiervon. Unter einem Komplexester wird erfindungsgemäß ein Polyester verstanden, der

30 durch Reaktion von Polyolen mit Dicarbonsäuren, sowie gegebenenfalls

Monocarbonsäuren hergestellt wird. Der Anteil der Komponente c2) beträgt 2 Gew.% bis 45 Gew.%, vorzugsweise von 2 Gew.% bis 25 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 7 Gew.% bis 17 Gew.%, jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

5

Die Polymere der Komponente c2) weisen vorzugsweise eine Viskosität, gemessen nach DIN 51562 part 1 bei 100 °C von mindestens 600 mm²/s, noch bevorzugter von mindestens 800 mm²/s und/oder mindestens 1000 mm²/s und/oder mindestens 1500 mm²/s und/oder mindestens 4000 mm²/s, 10 beispielsweise von 4000 mm²/s bis 10000 mm²/s und/oder von 4000 mm²/s bis 6000 mm²/s, insbesondere von 4000 bis 4700 mm²/s auf. Eine hohe Viskosität ist vorteilhaft, da hierdurch die Einsatzmenge gering gehalten werden kann. Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist Polyisobutylene und/oder Polyisobutylene-/ Buten-Copolymer, da diese preisgünstige Rohstoffe sind und 15 keine hydrolysierbaren Gruppen, wie beispielsweise Estergruppen, aufweisen. Ebenfalls bevorzugt sind Polymere, die biologisch abbaubar sind.

Die Verwendung der Komponente c2) ist vorteilhaft, da sie als toxikologisch unbedenklicher Haftverbesserer die Haftung, gemessen nach ASTM D 4049 20 von < 50 Gew% Verlust, beispielsweise von <30 Gew% Verlust noch bevorzugter von < 25% Gew% Verlust zwischen Schmierfett und Stahlseil, verbessern kann.

Erfindungsgemäß bevorzugt weist mithin das Schmierfett einen Gewichtsverlust 25 bei einem Water Spray-off Test nach ASTM D 4049 von < 50 Gew% Verlust, beispielsweise von <30 Gew% Verlust noch bevorzugter von < 25% Gew% auf.

Als Komponente c3) umfassen die Additive der Komponente c) erfindungsgemäß von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder 1 Gew.% bis 10 30 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 9 Gew.% und insbesondere von

1,5 Gew.% bis 8 Gew.% eines Festschmierstoffs, vorzugsweise ausgewählt aus Erdalkalisalzen, insbesondere Calciumcarbonat, Calciumstearat, Grafit, Melamincyanurat, Zinksulfid (ZnS), Molybdänsulfid (MoS₂) und Gemischen hiervon. Dabei ist der Anteil der Komponente c3) jeweils auf die Gesamtmenge
5 des Schmierfetts bezogen.

Die Verwendung der vorgenannten Festschmierstoffe, insbesondere von Calciumcarbonat, Grafit, Melamincyanurat und Calciumstearat als Komponente c3), ist besonders vorteilhaft, da diese Verbindungen toxikologisch
10 unbedenklich sind und die Reibeigenschaften des Stahlseils deutlich verbessern können.

Erfindungsgemäß weniger bevorzugte Festschmierstoffe sind Dithiocarbamate, insbesondere aschefreie Dithiocarbamate, Bis-stearoyl-ethylendiamin und
15 Gemische hiervon. In praktischen Versuchen wurde gefunden, dass sich die Verwendung dieser Verbindungen negativ auf die Korrosion der Zinkschicht auswirkt. Dies ist auch aus umwelttechnischer Sicht von Nachteil, da Zinkoxid für Wasserorganismen giftig ist, welches bei der Korrosion von Zink entsteht.

20 Ebenfalls denkbar ist, dass das Schmierfett von 0,5 Gew.% und insbesondere von 0,5 bis 2,8 Gew.% Bernsteinsäurederivate als erstes Korrosionsschutzmittel, insbesondere amidisierte Bernsteinsäurehalbester als Komponente c4) enthält. Dabei ist der Anteil der Komponente c4) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen. Vorzugsweise weist die
25 Komponente c4) eine Neutralisationszahl (NZ) (DIN 53402) von 70 bis 100 mg KOH/g auf.

Die Verwendung der Bernsteinsäurederivate ist vorteilhaft, da sie biologisch abbaubar sind und eine hohe Korrosionsschutzwirkung haben.

- In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält das Schmierfett als Komponente c5) ein zweites Korrosionsschutzmittel, vorzugsweise ausgewählt aus Erdalkalioxiden, insbesondere Calciumoxid und/oder Magnesiumoxid, sowie Calcium-, Magnesium-, und/oder Natriumsulfonate bzw.
- 5 -salze von C₈-C₂₀ Dicarbonsäuren, insbesondere Dinatriumsebacat. Vorteilhaft an den vorgenannten Komponenten ist, dass sie einen guten Korrosionsschutz bieten und nicht toxisch sind. Besonders bevorzugt sind Magnesiumoxid, Dinatriumsebacat und/oder Gemische hiervon. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Komponente c5) eine
- 10 Teilchengrößenverteilung d₁₀ von 1 bis 10 µm, noch bevorzugter von 3 bis 8 µm noch bevorzugter von 4 bis 6 µm und insbesondere von 5 µm und/oder eine Teilchengrößenverteilung d₅₀ von 10 bis 30 µm, noch bevorzugter von 13 bis 22 µm, noch bevorzugter von 15 bis 20 µm und insbesondere von 17 µm und/oder eine Teilchengrößenverteilung d₉₀ von 30 bis 50 µm, noch
- 15 bevorzugter von 35 bis 45 µm und insbesondere von 40 µm auf. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Komponente c5) eine Teilchengrößenverteilung d₅₀ von weniger als 25 µm, beispielsweise von 5 µm bis 25 µm und/oder von 5 µm bis 20 µm auf.
- 20 Vorteilhaft an der Verwendung der Komponente c5) ist, dass sie zusätzlich zu einer Erhöhung des Korrosionsschutzes des Schmierfetts als basische Reserve fungieren kann. Darüber hinaus wurde in praktischen Versuchen gefunden, dass Magnesiumoxid als Komponente c5) in Kombination mit c4) synergistisch wirkt.
- 25 Bevorzugt liegt der Anteil der Komponente c5) im Bereich von 0,3 bis 5 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2,5 Gew.% und insbesondere von 1 Gew.% bis 2,3 Gew.%. Dabei ist der Anteil der Komponente c5) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

Das Schmierfett kann darüber hinaus noch weitere übliche Additive, beispielsweise Antioxidantien, enthalten, sofern sich diese nicht negativ auf die Umweltverträglichkeit des Schmierfetts auswirken. So enthält das Schmierfett in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als Komponente c6) einen

5 Antioxidanten. Dieser ist vorzugsweise ausgewählt aus nicht oder nur minimal toxischen Antioxidanten. Bevorzugt liegt der Anteil des Antioxidanten im Bereich von 0,3 bis 3 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2 Gew.%, und insbesondere von 0,8 Gew.% bis 1,5 Gew.%. Dabei ist der Anteil der Komponente c6) jeweils auf die Gesamtmenge des Schmierfetts bezogen.

10 Erfindungsgemäß besonders bevorzugte Antioxidantien sind phenolische und/oder aminische Antioxidantien.

In einer Ausführungsform der Erfindung umfasst das Schmierfett:

- 15
- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.% eines biologisch abbaubaren Esters als Grundöl,
 - b) von 7 Gew.% bis 20 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
 - b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.% biologisch abbaubarer Calciumseife,
 - 20 b2) von 4 Gew.% bis 12 Gew.% Bentonite,
 - c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.% Additive, umfassend
 - c1) von 4 Gew.% bis 12 Gew.% pyrogenes Siliciumdioxid und/oder Polytetrafluorethylen und Gemische hiervon,
 - c2) von 2 Gew.% bis 25 Gew.% eines Polymers ausgewählt aus
 - 25 Polyisobutylen, Polyisobutylen-/ Buten-Copolymer, Polymethacrylaten, Komplexeestern aus Neopentylglykol/Dimersäure/2-Ethylhexanol und Gemischen hiervon,
 - c3) von 1 Gew.% bis 10 Gew.% eines Festschmierstoffs.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Schmierfett:

- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter von 60 Gew.% bis 80 Gew.%, noch bevorzugter von 65 Gew.% bis 75 Gew.%,
5 Pentaerythritester, insbesondere Pentaerythritester aus Pentaerythrit und Isostearinsäure, als Grundöl,
- b) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
 - b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 7 Gew.%, Ca-12-Hydroxystearat,
10
- c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 7 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 10 Gew.% bis 35 Gew.% Additive, umfassend
 - c1) von 1 Gew.% bis 12 Gew.% und/oder von 4 Gew.% bis 12 Gew.%,
15 bevorzugt von 4 Gew.% bis 10 Gew.% pyrogenes Siliciumdioxid,
 - c2) von 2 Gew.% bis 45 Gew.% und/oder von 2 Gew.% bis 25 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 7 Gew.% bis 17 Gew.%, Polyisobutylene,
 - c3) von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder von 1 Gew.% bis 10
20 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 9 Gew.% und insbesondere von 1,5 Gew.% bis 8 Gew.% Calciumcarbonat als Festschmierstoff.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das
25 Schmierfett:

- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter von 60 Gew.% bis 80 Gew.%, noch bevorzugter von 65 Gew.% bis 75 Gew.%,
Pentaerythritester, insbesondere Pentaerythritester aus Pentaerythrit und
30 Isostearinsäure, als Grundöl,

- b) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
- b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 7 Gew.%, Ca-12-Hydroxystearat,
- 5 c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 7 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 10 Gew.% bis 35 Gew.% Additive, umfassend
- c1) von 1 Gew.% bis 12 Gew.% und/oder von 4 Gew.% bis 12 Gew.%, bevorzugt von 4 Gew.% bis 10 Gew.% pyrogenes Siliciumdioxid,
- 10 c2) von 2 Gew.% bis 45 Gew.% und/oder von 2 Gew.% bis 25 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 7 Gew.% bis 17 Gew.%, Polyisobutylene,
- c3) von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 9 Gew.% und
- 15 insbesondere von 1,5 Gew.% bis 8 Gew.% Calciumcarbonat als Festschmierstoff,
- c5) von 0,3 bis 5 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2,5 Gew.% und insbesondere von 1 Gew.% bis 2,3 Gew.% Magnesiumoxid als Korrosionsschutzmittel,
- 20 c6) von 0,3 bis 3 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2 Gew.%, und insbesondere von 0,8 Gew.% bis 1,5 Gew.% eines phenolischen Antioxidanten.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das

25 Schmierfett:

- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter von 60 Gew.% bis 80 Gew.%, noch bevorzugter von 65 Gew.% bis 75 Gew.% Komplexester, insbesondere Komplexester aus Trimethylolpropan mit einem Gemisch
- 30 aus mindestens zwei gesättigten oder ungesättigten, verzweigten oder

- unverzweigten, C₈-C₂₀-Carbonsäuren, wobei mindestens eine erste Carbonsäure eine gesättigte oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Dicarbonsäure, und mindestens eine zweite Säure eine gesättigte oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Carbonsäure ist, als Grundöl,
- 5 b) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
- b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 7 Gew.%, Ca-12-Hydroxystearat,
- 10 c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 7 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 10 Gew.% bis 35 Gew.% Additive, umfassend
- c1) von 1 Gew.% bis 12 Gew.% und/oder von 4 Gew.% bis 12 Gew.%, bevorzugt von 4 Gew.% bis 10 Gew.% pyrogenes Siliciumdioxid,
- 15 c2) von 2 Gew.% bis 45 Gew.% und/oder von 2 Gew.% bis 25 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 7 Gew.% bis 17 Gew.%, Polyisobutylene,
- c3) von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 9 Gew.% und
- 20 insbesondere von 1,5 Gew.% bis 8 Gew.% Calciumcarbonat als Festschmierstoff.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Schmierfett:

25

- a) von 50 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter von 60 Gew.% bis 80 Gew.%, noch bevorzugter von 65 Gew.% bis 75 Gew.% Komplexester, insbesondere Komplexester aus Trimethylolpropan mit einem Gemisch aus mindestens zwei gesättigten, oder ungesättigten, verzweigten oder
- 30 unverzweigten, C₈-C₂₀-Carbonsäuren, wobei mindestens eine erste

Carbonsäure eine gesättigte, oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Dicarbonsäure, und mindestens eine zweite Säure eine gesättigte oder ungesättigte, verzweigte oder unverzweigte C₈-C₂₀-Carbonsäure ist als Grundöl,

- 5 c) von 3 Gew.% bis 25 Gew.% eines Verdickungsmittels ausgewählt aus
- b1) von 3 Gew.% bis 12 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 4 Gew.% bis 7 Gew.%, Ca-12-Hydroxystearat,
- c) von 4 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 7 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 10 Gew.% bis 35 Gew.% Additive, umfassend
- 10 c1) von 1 Gew.% bis 12 Gew.% und/oder von 4 Gew.% bis 12 Gew.%, bevorzugt von 4 Gew.% bis 10 Gew.%, pyrogenes Siliciumdioxid,
- c2) von 2 Gew.% bis 45 Gew.% und/oder von 2 Gew.% bis 25 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 7 Gew.% bis 17 Gew.%, Polyisobutylene,
- 15 c3) von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und/oder von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 9 Gew.% und insbesondere von 1,5 Gew.% bis 8 Gew.% Calciumcarbonat als Festschmierstoff,
- 20 c5) von 0,3 bis 5 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2,5 Gew.% und insbesondere von 1 Gew.% bis 2,3 Gew.% Magnesiumoxid als Korrosionsschutzmittel,
- c6) von 0,3 bis 3 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 bis 2 Gew.%, und insbesondere von 0,8 Gew.% bis 1,5 Gew.% eines phenolischen Antioxidanten.
- 25

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung des Schmierfetts zur Beschichtung von Stahlseilen, insbesondere verzinkten Stahlseilen. Mit dem erfindungsgemäßen Schmierfett versehene Stahlseile

30

eignen sich aufgrund ihrer hohen Beständigkeit hervorragend für die verschiedensten Anwendungen, bei denen hochleistungsfähige Seile benötigt werden, beispielsweise in der Marineindustrie sowie in der Öl- und Gasindustrie.

5

Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Beispiele näher erläutert. Sämtliche Beispiele zeigen herausragende Schmiereigenschaften bei der Anwendung auf Stahlseilen. Ferner weisen sie eine Einsetzbarkeit auch in Gegenwart von Wasser und in einem breiten Temperaturbereich auf.

10

Beispiel 1: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 1)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten

15 a), b1), c1), c2) und c3) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	75,0
b1)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	6,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	5,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	11,0
c3)	Calciumcarbonat	Festschmierstoff	3,0

Sämtliche Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 1 sind

biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar, dann nicht

20 bioakkumulierend und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin

erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 1 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

In Tabelle 1 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 1 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 20%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,01%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	<5%

5

Beispiel 2: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 2)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten

10 a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	70,0
b1)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	5,5
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	4,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	15,0
c3)	Calciumcarbonat	Festschmierstoff	2,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,5
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 2 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und

15 weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 1 die Kriterien für umweltverträgliche

Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

In Tabelle 2 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 2

5 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 20%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,01%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	<5%

Beispiel 3: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts

10 (Schmierfett 3)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), b2), c1), c2) und c3) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	68,0
b1) (b3)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	5,0
b2) (b3)	Bentonit	Verdicker	4,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	4,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	6,0
c2)	Komplexester	Haftverbesserer	10,0
c3)	Zinksulfid	Festschmierstoff	3,0

15

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 3 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und

weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 3 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

5

In Tabelle 3 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 3 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 10%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,05%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

10

Beispiel 4: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 4)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten

15 a), b1), b2) c1), c2) und c3) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	71,0
b1) (b3)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	5,0
b2) (b3)	Bentonit	Verdicker	3,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	4,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	9,0
c2)	Polymethacrylat	Haftverbesserer	4,0
c3)	Zinksulfid	Festschmierstoff	4,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 4 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 4 die Kriterien für umweltverträgliche

- 5 Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

In Tabelle 4 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 4 gezeigt:

10

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 10% (7%)
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,1% (0,06%)
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 5: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 5)

15

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), c1), c2) und c3) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	75
b1)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	4
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	6,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	8,0
c2)	Polymetacrylat	Haftverbesserer	2,0
c2)	Komplexester	Haftverbesserer	3,0

c3)	Zinksulfid	Festschmierstoff	2,0
-----	------------	------------------	-----

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 5 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin erfüllt das

- 5 erfindungsgemäße Schmierfett 5 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

In Tabelle 5 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 5

- 10 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	>200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	1
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 30%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,02%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 6: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts

- 15 (Schmierfett 6)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), b2) c1), c2), c3), c4), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	64,0
b1) (b3)	Calcium-12-hydroxystearat	Verdicker	4,0
b2) (b3)	Bentonit	Verdicker	7,0

c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	4,0
c2)	Isobutylen-/Buten-Copolymer	Haftverbesserer	10,0
c3)	Calciumstearat	Festschmierstoff	7,0
c4)	Bernsteinsäurederivat	Korrosionsschutz	2,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	1,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 6 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Mithin erfüllt das

- 5 erfindungsgemäße Schmierfett 6 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

- 10 In Tabelle 6 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 6 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 10%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,1%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 7: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 7)

15

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b2), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
------------	-----------------	----------	---------------

a)	Pentaerytrestester	Grundöl	71,0
b2)	Bentonit	Verdicker	12,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	2,0
c2)	Komplexester	Haftverbesserer	4,0
c2)	Polymethacrylat	Haftverbesserer	3,0
c3)	Calciumstearat	Festschmierstoff	5,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

- Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 7 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das
- 5 erfindungsgemäße Schmierfett 7 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

- In Tabelle 7 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 7
- 10 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	1
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 20%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,05%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 8: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 8)

15

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Pentaerytrestester aus Pentaerythrit und Isostearinsäure	Grundöl	70,0
b1)	Ca-12-Hydroxystearat	Verdicker	6,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	6,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	13,0
c3)	Calciumcarbonat	Festschmierstoff	2,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 8 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 8 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

10 In Tabelle 8 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 8 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 10%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,01%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 9: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts

15 (Schmierfett 9)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Komplexester auf Basis Trimethylolpropan, Sebacinsäure, Stearinsäure und Isostearinsäure	Grundöl	70,0
b1)	Ca-12-Hydroxystearat	Verdicker	7,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	5,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	11,0
c3)	Calciumcarbonat	Festschmierstoff	4,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

- 5 Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 9 sind biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 9 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix
- 10 A des 2013 Vessel General Permit.

In Tabelle 9 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 9 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	> 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 5%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,01%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%

Beispiel 10: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 10)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten

- 5 a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Öllösliches Polyglykol	Grundöl	68,0
b1)	Ca-12-Hydroxystearat	Verdicker	8,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	5,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	14,0
c3)	Calciumcarbonat	Festschmierstoff	2,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 10 sind

biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht

- 10 bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 10 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

- 15 In Tabelle 10 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 10 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	≥ 150°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 65%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,0005%

Beispiel 11: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 11)

Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten

- 5 a), b2), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	70,0
b2)	Bentonit	Verdicker	18,0
c1)	Polytetrafluorethylen	Additiv	1,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	2,0
c3)	Calciumstearat	Festschmierstoff	6,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 11 sind

biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht

- 10 bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 11 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

- 15 In Tabelle 11 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 11 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	≥ 200°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	1
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 15%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,05%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 10%

Beispiel 12: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 12)

- 5 Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	70,0
b1)	Ca-12-Hydroxystearat	Verdicker	7,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	1,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	17,0
c3)	Calciumstearat	Festschmierstoff	2,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

- Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 12 sind
- 10 biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 12 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

15

In Tabelle 12 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 12 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	≥ 150°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0
ASTM D 4049	Water Spray-off	< 20%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,005%

DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%
--------------	---------------------	------

Beispiel 13: Herstellung eines erfindungsgemäßen Schmierfetts (Schmierfett 13)

- 5 Es wird ein erfindungsgemäßes Schmierfett durch Mischen der Komponenten a), b1), c1), c2), c3), c5) und c6) erhalten.

Komponente	Zusammensetzung	Funktion	Menge (Gew.%)
a)	Polyolester	Grundöl	60,0
b1)	Ca-12-Hydroxystearat	Verdicker	3,0
c1)	Pyrogenes Siliciumdioxid	Additiv	8,0
c1)	Polytetrafluorethylen	Additiv	4,0
c2)	Polyisobutylene	Haftverbesserer	5,0
c3)	Calciumstearat	Festschmierstoff	17,0
c5)	Magnesiumoxid	Korrosionsschutz	2,0
c6)	Phenolischer Antioxidant	Antioxidant	1,0

Auch die Komponenten des erfindungsgemäßen Schmierfetts 13 sind

- 10 biologisch abbaubar, wenn nicht biologisch abbaubar dann nicht bioakkumulierend, und weisen keine oder nur minimale Toxizität auf. Darüber hinaus erfüllt das erfindungsgemäße Schmierfett 13 die Kriterien für umweltverträgliche Schmierstoffe (EAL = Environmentally Acceptable Lubricants) gemäß Appendix A des 2013 Vessel General Permit.

15

In Tabelle 13 sind physikalisch-chemische Eigenschaften des Beispiels 13 gezeigt:

Norm	Testbezeichnung	Ergebnis
DIN ISO 2176	Tropfpunkt	≥ 150°C
DIN 51807	Statische Wasserbeständigkeit	0

ASTM D 4049	Water Spray-off	< 20%
KL-PN 010	Zinkkorrosion	<0,02%
DIN 58397 T1	Verdampfungsverlust	< 5%