



(11)

EP 4 186 966 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2023 Patentblatt 2023/22

(21) Anmeldenummer: **21210197.6**(22) Anmeldetag: **24.11.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C10M 171/06 (2006.01) **C10M 169/02** (2006.01)
C10N 20/06 (2006.01) **C10N 30/00** (2006.01)
C10N 50/10 (2006.01) **C10N 20/02** (2006.01)
C10N 30/06 (2006.01) **C10N 40/00** (2006.01)
C10N 40/02 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
(C-Sets verfügbar)
C10M 171/06; C10M 169/02; C10M 2203/1025;
C10M 2205/0285; C10M 2205/173;
C10M 2207/0406; C10M 2207/127;
C10M 2207/2835; C10M 2207/2855;
C10M 2207/2865; C10M 2207/401;
C10M 2209/1006; C10M 2209/101;
C10M 2209/1016; C10M 2209/1033; (Forts.)

(84) Benannte Vertragsstaaten:	AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA ME Benannte Validierungsstaaten: KH MA MD TN
(71) Anmelder:	Klüber Lubrication München SE & Co. KG 81379 München (DE)
(72) Erfinder:	<ul style="list-style-type: none"> • SCHWEIGKOFLER, Martin 86316 Fiedberg (DE)

- **SCHMIDT-AMELUNXEN, Martin
85244 Röhrmoos/Arzbach (DE)**
- **KILTHAU, Thomas
82538 Geretsried (DE)**
- **EGERSDÖRFER, Karl
81477 München (DE)**
- **LODERER, Dirk
82205 Gilching (DE)**
- **KRAUCH, Tilmann
69118 Heidelberg (DE)**

(74) Vertreter: **Kuhn, Daniela
Freudenberg Technology
Innovation SE & Co. KG
Hoehnerweg 2-4
69469 Weinheim (DE)**

(54) HOCHTEMPERATURSCHMIERFETT

(57) (A) 20 bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls,
(B) 1 Gew.% bis 55 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus
(B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hier-

von;
(B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trithion;
(B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6(1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

wobei das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC): (Forts.)

C10M 2213/043; C10M 2217/042;
C10M 2217/0446; C10M 2221/04;
C10M 2229/0415; C10M 2229/0425;
C10N 2020/02; C10N 2020/06; C10N 2030/06;
C10N 2030/62; C10N 2040/02; C10N 2040/38;
C10N 2050/10

C-Sets

C10M 2203/1025, C10N 2020/02

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochtemperaturschmierfett, das ausgewählte fluorfreie Materialien aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung des Hochtemperaturschmierfetts sowie seine Verwendung zur Schmierung von tribologischen Systemen, insbesondere von tribologischen Systemen in Anwendungen, bei denen eine hohe obere Gebrauchstemperatur notwendig ist.

[0002] Bei der Schmierung von tribologischen Systemen bei einer hohen oberen Gebrauchstemperatur, beispielsweise bei Betriebstemperaturen von über 160°C und keiner kontinuierlichen Nachschmiermöglichkeit, werden üblicherweise per- oder polyfluorierte Produkte mit hoher Temperaturbeständigkeit eingesetzt, wie z.B. polyfluorierte Polyether oder (fluorierte) Silikonöle als Grundöle und Polytetrafluorethylen (PTFE)-Mikropulver als Verdickungsmittel.

[0003] Auch in Anwendungen mit Kontakt zu Lebensmitteln oder Trinkwasser wird in der Praxis oft auf PTFE-Mikropulver zurückgegriffen aufgrund der bedingt durch die chemische Inertheit geringen toxikologischen Effekte. Grundsätzlich unterliegen lebensmittelverträgliche Schmierstoffe gesetzlichen Vorschriften, wie der Zertifizierung nach NSF/H1 oder NSF/H2. Die Einstufung "H1" ist von Schmierstoffen zu erzielen, die in "incidental food contact", das heißt in einem gelegentlichen technisch unvermeidbaren Kontakt mit Lebensmitteln stehen.

[0004] Ein beabsichtigter oder dauerhafter Kontakt ist jedoch auch bei der Verwendung von "H1"-Schmierstoffen auszuschließen. Eine "H2"-Klassifikation können Schmierstoffe erzielen, die nicht toxisch und nicht kanzerogen sind. Bei der Verwendung von "H2"-Schmierstoffen ist dennoch jeglicher Kontakt mit dem Lebensmittel auszuschließen.

[0005] PTFE weist bekanntermaßen eine exzellente Schmierwirkung bedingt durch sehr niedrige und konstante Reibwerte auch unter hohen Belastungen auf, kann Ruckgleiten (stick slip) wirksam verhindern und zeigt eine gute Stabilität auch bei Einsatz unter hoher Scherbeanspruchung. Darüber hinaus hat es eine gute chemische Inertheit gegenüber Sauerstoff. Damit können die bei Schmierfetten häufig auftretenden oxidationsbedingten Ablagerungen durch Reaktion des Verdickungsmittels mit Luftsauerstoff verhindert und eine gleichmäßige und langdauernde Schmierwirkung erzielt werden. Auch ist durch die sehr günstigen toxikologischen Eigenschaften bedingt durch die gute chemische und thermische Beständigkeit von PTFE ein hohes Maß an Sicherheit im Schmierstoffbetrieb gegeben, und selbst Anwendungen mit unvermeidbarem Lebensmittelkontakt lassen sich damit bedienen.

[0006] Nachteilig an der Verwendung von per- oder polyfluorierten Produkten ist, dass sie aus Umweltschutzgründen problematisch sind.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Hochtemperaturschmierfett bereitzustellen, das auf die Verwendung von PTFE verzichten kann und dennoch niedrige und konstante Reibwerte auch unter hohen Belastungen zeigt, das Ruckgleiten (stick slip) wirksam verhindern kann und eine gute Stabilität auch bei Einsatz unter hoher Scherbeanspruchung hat.

[0008] Ferner soll das Schmierfett NS/H1-tauglich gefertigt werden können.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Hochtemperaturschmierfett umfassend

(A) 20 bis 88 Gew.%, vorzugsweise 30 Gew.% bis 88 Gew.%, noch bevorzugter 50 Gew.% bis 88 %, insbesondere 60 Gew.% bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls, (B) 1 Gew.% bis 55 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, beispielsweise von 1 µm bis 80 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 50 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 20 µm, insbesondere von 1 µm bis 15 µm, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

(B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist; fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;

(B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;

(B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

wobei das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts, enthält.

[0010] Der Begriff "fluorfreies Material" wird erfindungsgemäß im üblichen Sinne verstanden. So werden unter einem fluorfreiem Material Materialien verstanden, die keine Fluoratome in ihrer chemischen Zusammensetzung enthalten.

[0011] Der Begriff "fluorfreies Polymer" wird erfindungsgemäß ebenfalls im üblichen Sinne verstanden. So werden

unter einem fluorfreiem Polymer Polymere verstanden, die aus Monomeren aufgebaut sind, die keine Fluoratome in ihrer chemischen Zusammensetzung enthalten.

[0012] Der Begriff "Schmierfett" wird ebenfalls erfindungsgemäß im üblichen Sinne verstanden. So werden unter Schmierfetten feste bis halbfüssige Stoffe verstanden, die durch Dispersion eines Eindickungsmittels in einen flüssigen Schmierstoff hergestellt werden können. Schmierfette können neben dem Eindickungsmittel auch andere Zusatzstoffe enthalten, die dem Schmierfett besondere Eigenschaften verleihen. Schmierfette sind in der Norm ASTM D217-21, Ausgabe 2021.07 erläutert. Der Begriff "Hochtemperaturfett" wird ebenfalls erfindungsgemäß im üblichen Sinne verstanden. Insbesondere wird unter einem Hochtemperaturfett ein Fett verstanden, das nach DIN 58397-1, Ausgabe Juli 2011 bei Lagerung über 168 h bei einer Prüftemperatur von mindestens 160°C einen Verdampfungsverlust von maximal 10 Gew.% aufweist.

[0013] Überraschenderweise wurde gefunden, dass mit dem erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfett auf die Verwendung von PTFE verzichtet werden kann und dennoch niedrige und konstante Reibwerte auch unter hohen Belastungen erzielt werden können, dass Ruckgleiten (stick slip) wirksam verhindert und eine gute Stabilität auch bei Einsatz unter hoher Scherbeanspruchung erhalten werden kann.

[0014] Insbesondere wurde gefunden, dass mit dem im erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfett eingesetzten fluorfreien Material eine dem PTFE gleichwertige und sogar teilweise überlegene Performance erzielt werden kann. So konnten in praktischen Versuchen eine dem PTFE vergleichbare Verdickerwirkung und sogar im Vergleich zu PTFE deutlich niedrigere Reibwerte erzielt werden, was eine nochmals erhöhte Energieeffizienz ermöglicht.

[0015] Ferner wurde gefunden, dass dem PTFE gleichwertige oder sogar deutlich niedrigere Ölabscheidungswerte, selbst bei Temperaturen von 160°C, erzielt werden können. Diese wichtige Kenngröße für konsistente Schmierstoffe zeigt, dass mit dem erfindungsgemäß verwendeten spezifischen fluorfreien Material verglichen mit PTFE sogar eine verlängerte Schmierwirksamkeit selbst bei hohen Temperaturen erzielt werden kann.

[0016] Weiter vorteilhaft ist, dass das erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfett NS/H1-tauglich gefertigt werden kann sowie dass es zur Schmierung von tribologischen Systemen in Anwendungen, bei denen eine hohe obere Ge-
brauchstemperatur notwendig ist, eingesetzt werden kann.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das fluorfreie Material ein fluorfreies Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist (Option B1). Das fluorfreie Polymer kann als eine Substanz vorliegen oder als Mischung verschiedener Substanzen, wie es dem üblichen Verständnis entspricht.

[0018] Besonders bevorzugt weist das fluorfreie Polymer einen zahlenmäßigen Anteil von aromatischen Kohlenstoffatomen und/oder von in heteroaromatischen Strukturen enthaltenen Kohlenstoffatomen von mindestens 20 %, beispielsweise von 20 % bis 100 %, noch bevorzugter von mindestens 50 %, beispielsweise von 50 % bis 100 % und insbesondere von mindestens 70 %, beispielsweise von 70 % bis 100 %, jeweils bezogen auf die Gesamtanzahl von Kohlenstoffatomen im fluorfreien Polymer, auf. Der hohe Anteil an aromatischen Kohlenstoffatomen und/oder von in heteroaromatischen Strukturen enthaltenen Kohlenstoffatomen wirkt sich positiv auf die Hochtemperaturstabilität des Schmierfetts aus.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das fluorfreie Polymer ein Zahlenverhältnis von aromatischen Kohlenstoffatomen und/oder von in heteroaromatischen Strukturen enthaltenen Kohlenstoffatomen zu aliphatischen Kohlenstoffatomen von mindestens 1:5, noch bevorzugter von mindestens 1:1 und insbesondere von mindestens 5:1 auf.

[0020] Bevorzugte heteroaromatische Gruppen und/oder heterocyclische Gruppen enthalten unabhängig voneinander Stickstoff, Sauerstoff und/oder Schwefel.

[0021] Die aromatischen, heteroaromatischen und/oder heterocyclischen Gruppen können auch mit Heteroatomen, insbesondere mit Schwefel und/oder Phosphor modifiziert sein. Dabei können die Heteroatome in der heteroaromatischen und/oder heterocyclischen Struktur der heteroaromatischen und/oder heterocyclischen Gruppen eingebaut sein. Die Heteroatome können aber auch die heteroaromatischen und/oder heterocyclischen Gruppen überbrücken und/oder als Substituent vorliegen. Ferner können die Heteroatome die aromatischen Gruppen überbrücken und/oder als Substituent vorliegen.

[0022] Erfindungsgemäß besonders bevorzugt ist das fluorfreie Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyaryletherketon (PAEK), bevorzugt Polyetheretherketon (PEEK), noch bevorzugter vernetztem PAEK, insbesondere vernetztem PEEK, Polyphenylsulfid (PPS), Polyethersulfon (PES), Poly(amid)imid (PAI), Perylenimid, Polycarbonat (PC), Polychinolin, Polychinoxalin, Morpholin, Phthalocyanin, Melaminharz und Blends hiervon. Ebenfalls denkbar sind Copolymeren der vorgenannten Gruppen.

[0023] Besonders bevorzugt ist das fluorfreie Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyaryletherketon (PAEK), bevorzugt Polyetheretherketon (PEEK), noch bevorzugter vernetztem PAEK, insbesondere vernetztem PEEK, Polyphenylsulfid (PPS), Melaminharz, Polyethersulfon (PES), Perylenimid und Blends hiervon. Ebenfalls denkbar sind Copolymeren der vorgenannten Gruppen.

[0024] Das PAEK kann beispielsweise ein Polyetheretherketon (PEEK), ein Polyetherketon (PEK), ein Poly(etherketonketon) (PEKK), ein Poly(etheretheretherketon) (PEEEK), ein Poly(etherketonetherketonketon) (PEKEKK) oder ein

Poly(etheretherketonketon) (PEEKK) sein. Dabei ist PEEK erfindungsgemäß bevorzugt.

[0025] Ganz besonders bevorzugt ist das fluorfreie Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyaryletherketon (PAEK), bevorzugt Polyetheretherketon (PEEK), noch bevorzugter vernetztem PAEK, insbesondere vernetztem PEEK, Polyphenylsulfid (PPS), Melaminharz und Blends hiervon. Ebenfalls denkbar sind Copolymeren der vorgenannten Gruppen.

[0026] Ganz besonders bevorzugt ist das fluorfreie Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyaryletherketon (PAEK), bevorzugt Polyetheretherketon (PEEK), noch bevorzugter vernetztem PAEK, insbesondere vernetztem PEEK, Polyphenylsulfid (PPS) und Blends hiervon. Ebenfalls denkbar sind Copolymeren der vorgenannten Gruppen.

[0027] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das fluorfreie Polymer vernetztes PAEK, insbesondere vernetztes PEEK. Es wurde gefunden, dass vernetztes PAEK und insbesondere vernetztes PEEK besonders vorteilhafte Eigenschaften hinsichtlich Flexibilität und Temperaturstabilität aufgrund seines erhöhten Glasübergangsbereichs aufweist.

[0028] Das vernetzte PAEK, bevorzugt das vernetzte PEEK, ist vorzugsweise erhältlich aus der Vernetzung von PAEK, bevorzugt von PEEK mit wenigstens einem Vernetzer, der zur thermischen Vernetzung mit den Ketogruppen des PAEK und/oder PEEK unter Ausbildung von wenigstens zwei Imingruppen pro Vernetzermolekül befähigt ist. Dabei ist der Vernetzer vorzugsweise ausgewählt unter

a) Oligo-/Polymeren, die wenigstens zwei Amidgruppen oder wenigstens eine Amidgruppe und wenigstens eine primäre Aminogruppe oder wenigstens zwei Imidgruppen oder wenigstens eine Imidgruppe und wenigstens eine primäre Aminogruppe aufweisen,

b) von a) verschiedenen gesättigten, alicyclische Verbindungen, die wenigstens zwei primäre Aminogruppen aufweisen,

und Mischungen davon.

[0029] Der Vernetzer unter a) ist bevorzugt.

[0030] Weiter bevorzugt ist der Vernetzer ausgewählt unter Polyamiden, Polyimiden, aminierten Dimerfettsäuren, Oligo-/Polymeren, die aminierte Dimerfettsäuren einpolymerisiert enthalten und Mischungen davon.

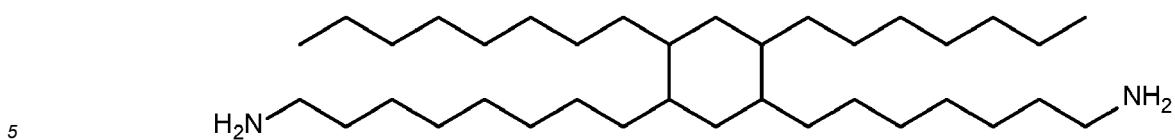
[0031] Weiter bevorzugt ist der Vernetzer ein Oligo-/Polymer, das wenigstens zwei Amidgruppen aufweist, wobei das Oligo-/Polymer Monomere in einpolymerisierter Form enthält, die ausgewählt sind unter unsubstituierten oder substituierten aromatischen Dicarbonsäuren und Derivaten von unsubstituierten oder substituierten aromatischen Dicarbonsäuren und aliphatischen oder cycloaliphatischen Diaminen.

[0032] Die aromatischen Dicarbonsäuren sind vorzugsweise ausgewählt unter jeweils unsubstituierter oder substituierter Phthalsäure, Terephthalsäure, Isophthalsäure, Naphthalindicarbonsäuren oder Diphenyldicarbonsäuren und den Derivaten und Mischungen der zuvor genannten aromatischen Dicarbonsäuren.

[0033] Die aliphatischen oder cycloaliphatischen Diamine sind vorzugsweise ausgewählt unter Ethylenediamin, Propylenediamin, Tetramethylendiamin, Pentamethylendiamin, Hexamethylendiamin, Heptamethylendiamin, Octamethylenediamin, Nonamethylendiamin, 2-Methyl-1,8-octamethylendiamin, Decamethylendiamin, Undecamethylendiamin, Dodecamethylendiamin, 2-Methylpentamethylendiamin, 2,2,4-Trimethylhexamethylendiamin, 2,4,4-Trimethylhexamethylendiamin, 5-Methylnonamethylendiamin, 2,4-Dimethyloctamethylendiamin, 5-Methylnonandiamin, Bis(4-aminocyclohexyl)-methan, 2,2-Bis(4-aminocyclohexyl)-propan, 1,3-Bis-(aminomethyl)-cyclohexan und 1,4-Bisaminomethylcyclohexan, 5-Amino-2,2,4-trimethyl-1-cyclopentanmethylamin, 5-Amino-1,3,3-trimethylcyclohexanmethylamin (Isophorondiamin), 3,3'-Dimethyl-4,4'-Diaminodicyclohexylmethan, [3-(Aminomethyl)-2-bicyclo[2.2.1]heptanyl]methanamin, aminierten Dimerfettsäuren und Mischungen davon.

[0034] Insbesondere ist der Vernetzer ausgewählt unter PA 4.T, PA 5.T, PA 6.T, PA 9.T, PA 8.T, PA 10.T, PA 12.T, PA 6.I, PA 8.I, PA 9.I, PA 10.1, PA 12.1, PA 6.T/6, PA 6.T/10, PA 6.T/12, PA 6.T/6.I, PA 6.T/8.T, PA 6.T/9.T, PA 6.T/10.T, PA 6.T/12.T, PA 12.T/6.T, PA 6.T/6.I/6, PA 6.T/6.I/12, PA 6.T/6.1/6.10, PA 6.T/6.I/6.12, PA 6.T/6.6, PA 6.T/6.10, PA 6.T/6.12, PA 10.T/6, PA 10.T/11, PA 10.T/12, PA 8.T/6.T, PA 8.T/66, PA 8.T/8.I, PA 8.T/8.6, PA 8.T/6.I, PA 10.T/6.T, PA 10.T/6.6, PA 10.T/10.I, PA 10T/10.I/6.T, PA 10.T/6.I, PA 4.T/4.I/46, PA 4.T/4.I/6.6, PA 5.T/5.I, PA 5.T/5.I/5.6, PA 5.T/5.I/6.6, PA 6.T/6.I/6.6, PA MXDA.6, PA 6.T/IPDA.T, PA 6.T/MACM.T, PA T/PACM.T, PA 6.T/MXDA.T, PA 6.T/6.I/8.T/8.I, PA 6.T/6.1/10.T/10.1, PA 6.T/6.I/IPDA.T/IPDA.I, PA 6.T/6.I/MXDA.T/MXDA.I, PA 6.T/6.I/MACM.T/MACM.I, PA 6.T/6.I/PACM.T/PACM.I, PA 6.T/10.T/IPDA.T, PA 6.T/12.T/IPDA.T, PA 6.T/10.T/PACM.T, PA 6.T/12.T/PACM.T, PA 10.T/IPDA.T, PA 12.T/IPDA.T, PA 4.6, PA 6.6, PA 6.12, PA 6.10 und Copolymeren und Gemischen davon.

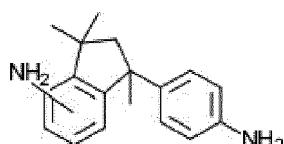
[0035] Weiter bevorzugt ist der Vernetzer eine gesättigte, alicyclische Verbindung, die wenigstens zwei primäre Aminogruppen aufweist, ausgewählt unter aminisierten Dimerfettsäuren, Oligo-/Polymeren, die aminierte Dimerfettsäuren einpolymerisiert enthalten und Mischungen davon, insbesondere die Verbindung



oder Oligo-/Polymeren, die diese Verbindung einpolymerisiert enthalten.

[0036] Die Menge des Vernetzers kann im Hinblick auf den gewünschten Vernetzungsgrad eingestellt werden. Bevorzugt beträgt der Anteil des Vernetzers 0,5 Gew.% bis 20 Gew.%, vorzugsweise 1 Gew.% bis 10 Gew.%, insbesondere 4 Gew.% bis 10 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht aus Vernetzer und PAEK. Es wurde gefunden, dass die Stabilität des Produktes mit einem solchen Vernetzeranteil besonders vorteilhaft sein kann. Insbesondere kann bei einer Einstellung der Vernetzermenge in diesem Bereich eine besonders gute Flexibilität und Temperaturstabilität erzielt werden.

[0037] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Vernetzer eine Di(aminophenyl)verbindung, bei der die beiden Aminophenylringe über eine aliphatische Gruppe, die einen carbocyclischen Rest aufweist, miteinander verbunden sind. Ganz besonders bevorzugt ist der Vernetzer eine Verbindung der Formel



[0038] Erfindungsgemäß weist das fluorfreie Polymer einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C, beispielsweise von 200°C bis 400°C, noch bevorzugter von 220°C bis 400°C, insbesondere von 240°C bis 400°C auf.

[0039] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das fluorfreie Material ein Phthalocyanin (Option B1). Dabei kann das Phthalocyanin als eine Substanz vorliegen oder als Mischung verschiedener Substanzen, wie es dem üblichen Verständnis entspricht.

[0040] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das fluorfreie Material ein Melaminderivat, vorzugsweise Melamincyanurat, Melaminphosphat, insbesondere Melaminmonophosphat, und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion (Option B2). Das Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion kann als eine Substanz vorliegen oder als Mischung verschiedener Substanzen, wie es dem üblichen Verständnis entspricht. Schmierfette, die diese fluorfreien Materialien enthalten, weisen sehr günstige Reibwertniveaus auf und zumindest zum Teil (insbesondere Melaminphosphat) im Vergleich zu PTFE nochmals verbesserte Verschleißschutzeigenschaften. Insbesondere die Verwendung von Melaminphosphat in einem Schmierstoff führt im Vergleich zu PTFE zu einer verringerten Scherviskosität und damit verbunden zu einer erhöhten Energieeffizienz.

[0041] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das fluorfreie Material ein Gemisch, das ein fluorfreies Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist und/oder fluorfreies Phthalocyanin (Option B1) und ein Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion enthält (Option B3).

[0042] Erfindungsgemäß weist das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße D50 von unter 80 µm, beispielsweise von 1 µm bis 80 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 50 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 20 µm, insbesondere von 1 µm bis 15 µm auf, jeweils gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01, auf. Vorzugsweise werden die Proben trocken bei einem Prüfdruck von 4 bar gemessen. Ein geeignetes Messgerät ist z.B. ein Mastersizer 3000 der Firma Malvern.

[0043] Vorteilhaft an der Verwendung des fluorfreien Materials mit einer mittleren Partikelgröße von unter 80 µm ist, dass sich das Material sehr gut und homogen im Hochtemperaturschmierfett verteilen lässt, da es aufgrund der hierdurch erhöhten spezifischen Oberfläche (BET-Oberfläche) eine verbesserte Verdickerwirkung aufweist und besonders gut zur Reibstelle gelangen kann.

[0044] Erfindungsgemäß weist das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, auf. Dies ist aus Umweltschutzgründen vorteilhaft.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Hochtemperaturschmierfett ferner keine per- oder polyfluorierten Produkten und/oder per- oder polyfluorierte Produkte lediglich in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch

bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, auf.

[0046] Der Gehalt an Polytetrafluorethylen in dem Hochtemperaturschmierfett wird vorzugsweise anhand der Schmelzenthalpie von PTFE unter Verwendung der Norm DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04 bestimmt. Die Messung wird zweckmäßigerweise wie folgt durchgeführt: Die Ölphase des Hochtemperaturschmierfetts inklusive der löslichen Anteile an Additiven wird durch Extraktion mit einem geeigneten Lösemittel von festen, unlöslichen Bestandteilen (z.B. Verdicker, unlöslichen Additiven und/oder Festschmierstoffen) getrennt, da dies die Messgenauigkeit erhöht. Das Polytetrafluorethylen ist Teil der unlöslichen Bestandteile. Als Lösemittel eignen sich je nach verwendetem Grundöl insbesondere Spezialbenzin 80/110, Ethanol und/oder Methyl-perfluorbutylether. Spezialbenzin 80/110 eignet sich insbesondere für Schmierfette, deren Grundöl Mineralöle, PAO, alkylierte Aromaten, Phenylether, Ester, Silikonöle und Polyglykole mit keinem oder geringem Gehalt an Ethylenoxid und deren Mischungen enthalten. Ethanol eignet sich insbesondere für Schmierfette, die Grundöle aus Polyglykolen mit einem hohen Gehalt an Ethylenoxid enthalten. Methyl-perfluorbutylether eignet sich insbesondere für Schmierfette, die Perfluorpolyether als Grundöle enthalten. Schmierfette, die zwei nicht mischbare Öle enthalten, werden vorzugsweise zwei Extraktionen unterworfen. Solche Fette werden gewöhnlich als Hybridfette bezeichnet. Beispielsweise können solche Hybridfette sowohl Perfluorpolyether als auch bevorzugt Ester enthalten. Solch ein Hybridfett wird daher vorzugsweise sowohl mit Spezialbenzin 80/110 als auch mit Methyl-perfluorbutylether extrahiert, um beide Öle und die darin löslichen Additive abzutrennen. Von dem erhaltenen Rückstand werden die Lösungsmittelreste abgezogen. Der dadurch erhaltene getrocknete Rückstand wird in Bezug zur eingesetzten Menge

Hochtemperaturschmierfett gesetzt. Man erhält den Anteil des Rückstands in Gew.%. Von dem trockenen Rückstand werden 20 mg in einen DSC Tiegel aus Aluminium mit 25 µl Füllmenge eingewogen und bei einer Heizrate von 10 K/min auf 600°C aufgeheizt. Das endotherme Signal zwischen 300 und 450°C wird integriert, die Fläche des Peaks (Enthalpie Probe) ist der Menge an PTFE in dem Rückstand proportional. Zur Kalibrierung wird ein reines PTFE Mikropulver (Teilchengröße D50 nach ASTM D4894 = 5 µm, Schmelzflussindex bei 372°C/2,16 kg/2.095 mm nach ASTM D1238) = 0,5 g/10 min) analog vermessen (Enthalpie Referenz). Der Gehalt an PTFE im Hochtemperaturschmierfett ergibt sich nach folgender Gleichung: (Enthalpie Probe)/(Enthalpie Referenz)* Anteil Rückstand in Gew.% = PTFE-Gehalt in Gew.%

[0047] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das fluorfreie Material, insbesondere das fluorfreie Polymer und/oder das Hochtemperaturschmierfett NSF/H1-tauglich. Das fluorfreie Material, insbesondere das fluorfreie Polymer, ist mithin vorzugsweise so ausgewählt, dass eine Zulassung als Schmierstoff mit Kontakt zu Lebensmitteln möglich ist. Besonders bevorzugt sind sämtliche Rohstoffe des Hochtemperaturschmierfetts so ausgewählt, dass eine Zulassung nach NSF-H1 möglich ist. Dies ermöglicht es, das erfundungsgemäße Hochtemperaturschmierfett in Anwendungen einzusetzen, bei denen es in einem gelegentlichen technisch unvermeidbaren Kontakt mit Lebensmitteln steht.

[0048] Der Anteil des fluorfreien Materials, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, beträgt erfundungsgemäß 1 Gew.% bis 55 Gew.%. In einer bevorzugten Ausführungsform fungiert das fluorfreie Material als Verdicker. Dabei kann das fluorfreie Material zusätzlich als Additiv zur Reibwertsenkung fungieren. In dieser Ausführungsform beträgt der Anteil des fluorfreien Materials, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, vorzugsweise von 10 bis 55 Gew.%, noch bevorzugter von 20 bis 50 Gew.%, insbesondere von 25 bis 50 Gew.%.

[0049] Ein Gegenstand der Erfindung ist mithin ein Hochtemperaturschmierfett umfassend

(A) 20 bis 88 Gew.%, vorzugsweise 30 Gew.% bis 88 Gew.%, noch bevorzugter 50 Gew.% bis 88 %, insbesondere 60 Gew.% bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls,

(B) 10 Gew.% bis 55 Gew.%, noch bevorzugter von 20 bis 50 Gew.%, insbesondere von 25 bis 50 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, beispielsweise von 1 µm bis 80 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 50 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 20 µm, insbesondere von 1 µm bis 15 µm, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

(B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder hetererocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;

(B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;

(B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melamin-derivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

wobei das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

[0050] Dabei umfassen bevorzugte Ausführungsformen des vorgenannten Hochtemperaturschmierfetts die im Rahmen der Erfindung beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen mutatis mutandis.

5 **[0051]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist ein Hochtemperaturschmierfett, das das fluorfreie Material als Verdicker aufweist, einen weiteren Verdicker auf, der ein anderer ist als das erfindungsgemäß verwendete fluorfreie Material. Vorzugsweise ist der weitere Verdicker dabei ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Metallseifen, vorzugsweise Metall-Einfachseifen der Elemente der ersten und zweiten Hauptgruppe des Periodensystems, Metall-Komplexseifen der Elemente der ersten und zweiten Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumseife, Lithiumkomplexseifen, Aluminiumkomplexseifen, Natriumkomplexseifen, Calciumkomplexseifen, Bornitrid, amorphem Siliciumdioxid, vorzugsweise Aerosil, Silikaten, vorzugsweise Bentonit, Talcum, Glimmer, alkylierten und/oder arylierten (Oligo)Harnstoffen, Wachs, insbesondere Polyethylen (PE)-, Polypropylen (PP)-, Polyamid (PA)-Wachs, wobei das Wachs einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1 Ausgabe 2008.04 von höher als 100°C aufweist; Ruß, Graphit, Metallsulfonatverdickern, insbesondere Calciumsulfonatverdickern, Metallchalcogeniden, insbesondere Molybdändisulfid, Wolframdisulfid, Metallselenide, Metallphosphaten insbesondere Zinkpyrophosphat, Calciumphosphat, Zirkonhydrogenphosphat, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

10 **[0052]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der weitere Verdicker ein (Oligo)Harnstoff, insbesondere ein alkylierter und/oder arylierter (Oligo)Harnstoff. Dabei sind (Oligo)Harnstoffe Reaktionsprodukte aus einem Diisocyanat, vorzugsweise 2,4-Diisocyanatotoluol, 2,6-Diisocyanatotoluol, 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 2,4'-Diisocyanatophenyl-methan, 4,4'-Diisocyanatodi-phenyl, 4,4'-Diisocyanato-3-3'-dimethylphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethylphenylmethan, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können, mit einem Amin der allgemeinen Formel R'2-N-R, oder einem Diamin der allgemeinen Formel R'2-N-R-NR'2, wobei R ein Aryl-, Alkyl- oder Alkylenrest mit 2 bis 22 Kohlenstoffatomen ist und R' identisch oder verschieden ein Wasserstoff, ein Alkyl-, Alkylen- oder Arylrest ist, oder mit Gemischen aus Aminen und Diaminen.

15 **[0053]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der weitere Verdicker ein Calciumsulfonatverdicker. Calciumsulfonatverdicker enthalten kristallines Calciumcarbonat in Form von Calcit und Calciumsalze von Säuren, insbesondere aromatischen Sulfonsäuren, ganz besonders bevorzugt Alkylbenzolsulfonsäuren, Carbonsäuren insbesondere Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Essigsäure, Borsäure und deren Gemische.

20 **[0054]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der weitere Verdicker eine Metallseife, insbesondere eine Lithiumseife und/oder eine Lithiumkomplexseife. Unter einer Lithiumseife versteht man Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren. Besonders bevorzugt sind Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 14 bis 20 Kohlenstoffatomen. Besonders bevorzugte Lithiumseifen sind Lithiumsalze von Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Monohydroxybenzoësäure, insbesondere Salicylsäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren.

25 **[0055]** Unter einer Lithiumkomplexseife versteht man Mischungen aus Lithiumsalzen von monofunktionellen Carbonsäuren mit Lithiumsalzen von Dicarbonsäuren und/oder Tricarbonsäuren. Bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 14 bis 20 Kohlenstoffatomen auf. Besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Monohydroxybenzoësäure, insbesondere Salicylsäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren auf. Ebenfalls besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Dicarbonsäuren mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 8 bis 12 Kohlenstoffatomen auf. Ganz besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Azelainsäure, Sebacinsäure, Dodecandisäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren auf. Darüber hinaus kann die Lithiumkomplexseife noch weitere Komponenten aufweisen, beispielsweise Lithiumsalze von kurzkettigen Carbonsäuren wie Essigsäure und Milchsäure und/oder Phosphor enthaltende Säuren und/oder Borsäure.

30 **[0056]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der weitere Verdicker eine Kombination zweier oder mehrerer der vorgenannten weiteren Verdicker.

35 **[0057]** Falls verwendet, beträgt der Anteil des weiteren Verdickers vorzugsweise von 3 Gew.% bis 30 Gew.%, noch bevorzugter von 3 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere von 3 Gew.% bis 10 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts.

40 **[0058]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform fungiert das fluorfreie Material als Additiv zur Reibwertsenkung. Dabei kann das Material, je nach vorhandener Menge, zusätzlich als Verdicker fungieren. In dieser Ausführungsform beträgt der Anteil des fluorfreien Materials, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, vorzugsweise von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 7 Gew.%, insbesondere von 1 Gew.% bis 5 Gew.%.

45 **[0059]** In dieser Ausführungsform, in der das fluorfreie Material als Additiv zur Reibwertsenkung fungiert, weist das Hochtemperaturschmierfett vorzugsweise ein Verdickungsmittel auf, das ein anderes ist als das erfindungsgemäß verwendete fluorfreie Material. Vorzugsweise ist das Verdickungsmittel dabei ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Metallseifen, vorzugsweise Metall-Einfachseifen der Elemente der ersten und zweiten Hauptgruppe des Periodensystems, Metall-Komplexseifen der Elemente der ersten und zweiten Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumseife, Lithiumkomplexseifen, Aluminiumkomplexseifen, Natriumkomplexseifen, Calciumkomplexseifen, Bornitrid,

amorphe Siliciumdioxid, vorzugsweise Aerosil, Silikaten, vorzugsweise Bentonit, Talkum, Glimmer, alkylierte und/oder arylierte (Oligo)Harnstoffen, Wachs, insbesondere Polyethylen (PE)-, Polypropylen (PP)-, Polyamid (PA)-Wachs, wobei das Wachs einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1 Ausgabe 2008.04 von höher als 100°C aufweist; Ruß, Graphit, Metallsulfonatverdickern, insbesondere Calciumsulfonatverdickern, Metallchalcogeniden, insbesondere Molybdändisulfid, Wolframdisulfid, Metallselenide, Metallphosphaten insbesondere Zinkpyrophosphat, Calciumphosphat, Zirkonhydrogenphosphat, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0060] (Oligo)Harnstoffe sind dabei Reaktionsprodukte aus einem Diisocyanat, vorzugsweise 2,4-Diisocyanatotoluol, 2,6-Diisocyanatotoluol, 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 2,4'-Diisocyanatophenyl-methan, 4,4'-Diisocyanatodi-phenyl, 4,4'-Diisocyanato-3-3'-dimethylphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethylphenylmethan, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können, mit einem Amin der allgemeinen Formel R'2-N-R, oder einem Diamin der allgemeinen Formel R'2-N-R-NR'2, wobei R ein Aryl-, Alkyl- oder Alkenrest mit 2 bis 22 Kohlenstoffatomen ist und R' identisch oder verschieden ein Wasserstoff, ein Alkyl-, Alken- oder Arylrest ist, oder mit Gemischen aus Aminen und Diaminen.

[0061] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel ein Calciumsulfonatverdicker. Calciumsulfonatverdicker enthalten kristallines Calciumcarbonat in Form von Calcit und Calciumsalze von Säuren, insbesondere aromatischen Sulfonsäuren, ganz besonders bevorzugt Alkylbenzolsulfonsäuren, Carbonsäuren insbesondere Stearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Essigsäure Borsäure und deren Gemische.

[0062] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel eine Metallseife, insbesondere eine Lithiumseife und/oder eine Lithiumkomplexseife. Unter einer Lithiumseife versteht man Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren. Besonders bevorzugt sind Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 14 bis 20 Kohlenstoffatomen. Besonders bevorzugte Lithiumseifen sind Lithiumsalze von Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Monohydroxybenzoësäure, insbesondere Salicylsäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren.

[0063] Unter einer Lithiumkomplexseife versteht man Mischungen aus Lithiumsalzen von monofunktionellen Carbonsäuren mit Lithiumsalzen von Dicarbonsäuren und/oder Tricarbonsäuren. Bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von monofunktionellen Carbonsäuren mit 8 bis 22 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 14 bis 20 Kohlenstoffatomen auf. Besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Monohydroxybenzoësäure, insbesondere Salicylsäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren auf. Ebenfalls besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Dicarbonsäuren mit 2 bis 20 Kohlenstoffatomen, noch bevorzugter 8 bis 12 Kohlenstoffatomen auf. Ganz besonders bevorzugt weist die Lithiumkomplexseife Lithiumsalze von Azelainsäure, Sebacinsäure, Dodecanisäure und/oder Lithiumsalze von Gemischen der vorgenannten Säuren auf. Darüber hinaus kann die Lithiumkomplexseife noch weitere Komponenten aufweisen, beispielsweise Lithiumsalze von kurzkettigen Carbonsäuren wie Essigsäure und Milchsäure und/oder Phosphor enthaltende Säuren und/oder Borsäure.

[0064] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel eine Kombination zweier oder mehrerer der vorgenannten weiteren Verdicker. Bevorzugt ist das Verdickungsmittel eine Metallseife. Bevorzugte Metallseifen sind die oben im Bezug auf den weiteren Verdicker beschriebenen Metallseifen.

[0065] Vorzugsweise beträgt der Anteil des Verdickungsmittels dabei von 3 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 6 Gew.% bis 30 Gew.% und insbesondere von 8 Gew.% bis 25 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts.

[0066] Ein Gegenstand der Erfindung ist mithin ein Hochtemperaturschmierfett umfassend

(A) 20 bis 88 Gew.%, vorzugsweise 30 Gew.% bis 88 Gew.%, noch bevorzugter 50 Gew.% bis 88 %, insbesondere 60 Gew.% bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls, (B) 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 5 Gew.% bis 7 Gew.%, insbesondere von 1 Gew.% bis 5 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, beispielsweise von 1 µm bis 80 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 50 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 20 µm, insbesondere von 1 µm bis 15 µm aufweist, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

50 (B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;

(B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;

55 (B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

(C) 3 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter von 6 Gew.% bis 30 Gew.% und insbesondere von 8 Gew.% bis 25

Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts, eines Verdickungsmittels, das ein anderes ist als das fluorfreie Material,

wobei das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

[0067] Dabei umfassen bevorzugte Ausführungsformen des vorgenannten Hochtemperaturschmierfetts die im Rahmen der Erfindung beschriebenen Ausführungsformen mutatis mutandis.

[0068] Es wurde gefunden, dass mit den bevorzugten Mengen an fluorfreiem Material, die den bei PTFE üblicherweise verwendeten Mengen vergleichbar sind, besonders konsistente Schmierstoffe erhalten werden können.

[0069] Erfindungsgemäß weist das Hochtemperaturschmierfett 20 bis 88 Gew.%, vorzugsweise 30 Gew.% bis 88 Gew.%, noch bevorzugter 50 Gew.% bis 88 %, insbesondere 60 Gew.% bis 88 Gew.% eines Grundöls auf, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts.

[0070] Bevorzugt ist das Grundöl ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Estern, bevorzugt Dipentaerythrityester, Trimellithsäureester, Hemimellithsäureester, Pyromellitsäureester, Estoliden, Pentaerytritester, Dimersäureester, Trimmersäureester, Trimethylolpropanester (TMP-Ester); Ethern, bevorzugt Polyphenylether, Diarylether, Triarylether, Polyglycolen, linearen oder verzweigten Perfluorpolyetherölen (PFPE-Ölen); synthetischen Kohlenwasserstoffen, bevorzugt alkylierte Naphthaline, Polyalphaolefine (PAOs), metallocene Polyalphaolefine (mPAOs); unbehandelte und chemisch modifizierte pflanzliche Öle; Gruppe III Ölen; Gas to Liquid (GTL) Ölen; Dimethylsilikonölen; arylierten Silikonölen, bevorzugt Alkylarylsilikonöle, insbesondere Methyl/Aryl-Silikonöle und vollständig arylierte Silikonöle, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0071] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Grundöl ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Estern, bevorzugt Dipentaerythrityester, Trimellithsäureester, Hemimellithsäureester, Pyromellitsäureester, Estoliden, Pentaerytritester, Dimersäureester, Trimmersäureester; Ethern, bevorzugt Polyphenylether, Diarylether, Triarylether, linearen oder verzweigten Perfluorpolyetherölen (PFPE-Ölen); synthetischen Kohlenwasserstoffen bevorzugt alkylierte Naphthaline, Polyalphaolefine (PAOs), metallocene Polyalphaolefine (mPAOs); Gruppe III Ölen; arylierten Silikonölen, bevorzugt Alkylarylsilikonöle, insbesondere Methyl/Aryl-Silikonöle und vollständig arylierte Silikonöle, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0072] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Grundöl ein fluorfreies Grundöl, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Dipentaerythrityester, Trimellithsäureester, Hemimellithsäureester, Pyromellitsäureester, Estoliden, Pentaerytritester, Dimersäureester, Trimmersäureester; Polyphenylether, Diarylether, Triarylether, synthetischen Kohlenwasserstoffen, bevorzugt alkylierte Naphthaline, Polyalphaolefine (PAOs), metallocene Polyalphaolefine (mPAOs); arylierten Silikonölen, bevorzugt Alkylarylsilikonöle, insbesondere Methyl/Aryl-Silikonöle und vollständig arylierte Silikonöle, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0073] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Grundöl eine kinematische Viskosität, bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014, bei 40°C von 30 mm²/sec bis 2000 mm²/sec, noch bevorzugter bei 40°C von 50 mm²/sec bis 1200 mm²/sec, insbesondere bei 40°C von 50 mm²/sec bis 400 mm²/sec auf.

[0074] In einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Grundöl ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Estern, bevorzugt Dipentaerythrityester, Trimellithsäureester, Hemimellithsäureester, Pyromellitsäureester, Estoliden, Pentaerytritester, Dimersäureester, Trimmersäureester, jeweils mit einer kinematischen Viskosität bei 40°C bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014 von 50 mm²/sec bis 1200 mm²/sec; Ethern, bevorzugt Polyphenylether, Diarylether, Triarylether, linearen oder verzweigten Perfluorpolyetherölen (PFPE-Ölen), jeweils mit einer kinematischen Viskosität bei 40°C bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014 von 30 mm²/sec bis 1200 mm²/sec; synthetischen Kohlenwasserstoffen, bevorzugt alkylierte Naphthaline, Polyalphaolefine (PAOs), metallocene Polyalphaolefine (mPAOs), jeweils mit einer kinematischen Viskosität bei 40°C bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014 von 30 mm²/sec bis 20000 mm²/sec; Gruppe III Ölen, arylierten Silikonölen bevorzugt Alkylarylsilikonöle, insbesondere Methyl/Aryl-Silikonöle und vollständig arylierte Silikonöle, jeweils mit einer kinematischen Viskosität bei 40°C bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014 von 30 mm²/sec bis 1200 mm²/sec und/oder jeweils mit einer kinematischen Viskosität bei 25°C bestimmt nach DIN 53019, Ausgabe 2008.09 von 30 bis 2000000 mm²/sec, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0075] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Hochtemperaturschmierfett Additive gegen Verschleiß, Oxidation, Korrosion, Additive zur Verringerung der Reibung, Additive zur Verbesserung der Hochdruckeigenschaften, des PourPoints und/oder der Viskosität auf.

[0076] Falls verwendet, liegen die Additive vorzugsweise in einem Anteil von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, noch bevorzugter von 1 Gew.% bis 8 Gew.%, und insbesondere von 1 Gew.% bis 5 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts vor.

[0077] Als Antioxidationsmittel werden insbesondere Antioxidationsmittel verwendet, ausgewählt aus der Gruppe be-

stehend aus aromatischen aminischen Antioxidantien, wie alkyliertem Phenyl-alpha-Naphthylamin, Dialkyldiphenylamin, aralkyliiertem Diphenylamin, sterisch gehinderten Phenolen, wie Butylhydroxytoluol (BHT), die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0078] Das Verschleißschutzmittel wird vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Amin neutralisierten Phosphaten, alkylierten und nicht alkylierten Triarylphosphaten, alkylierten und nicht alkylierten Triarylthiophosphaten, Zink-, Molybdän oder Wolfram-dialkyldithiophosphaten, Carbamaten, Thiocarbamaten, Zink-, Molybdän oder Wolfram-dithiocarbamaten, Dimercapto-Thiadiazol, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0079] Das Korrosionsschutzmittel wird vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Additiven auf Basis von Calciumsulfonate, bevorzugt "overbased" Ca-Sulfonaten mit einer Basenzahl (TBN) von 100 bis 500 mg KOH/g, amin-neutralisierten Phosphaten, alkylierten Ca-Naphthalinsulfonaten, Oxazolin-Derivaten, Imidazol-Derivaten, Bernsteinsäurehalbestern, N-alkylierten Benzotriazolen, Benzotriazol die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0080] Bevorzugte Hochdruckadditive sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Thiophosphaten, geschwefelten Verbindungen, vorzugsweise geschwefelten Fettsäureestern, alkylierten Polysulfiden, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0081] Bevorzugte Additive zur Verbesserung des PourPoints und/oder der Viskosität sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus linearen oder verzweigten, alkylierten, acrylierten und/oder aliphatischen Polymeren, Copolymeren, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

[0082] In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Hochtemperaturschmierfett eine Walkpenetration gemessen nach DIN-ISO 2137, Ausgabe 12/2016 von 200 1/10 mm bis 400 1/10 mm, bevorzugt von 220 1/10 mm bis 340 1/10 mm, noch bevorzugter von 250 bis 340 1/10 mm, insbesondere von 265 1/10 mm bis 295 1/10 mm auf.

[0083] Vorzugsweise ist das Schmierfett ein konsistentes Schmierfett. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist das Hochtemperaturschmierfett ein Schmierfett der NLGI-Klasse 1 bis 3, vorzugsweise 2 gemäß DIN 51818, Ausgabe 1981.12.

[0084] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung des Hochtemperaturschmierfetts umfassend das Vermengen folgender Komponenten:

(A) 20 Gew.% bis 88 Gew.%, vorzugsweise 30 Gew.% bis 88 Gew.%, noch bevorzugter 50 Gew.% bis 88 %, insbesondere 60 Gew.% bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls,

(B) 1 Gew.% bis 55 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, beispielsweise von 1 µm bis 80 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 50 µm, noch bevorzugter von 1 µm bis 20 µm, insbesondere von 1 µm bis 15 µm aufweist, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

(B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;

(B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;

(B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

wobei das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 4 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 2 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 1 Gew.%, noch bevorzugter weniger als 0,5 Gew.% und insbesondere weniger als 0,1 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

[0085] Dabei umfassen bevorzugte Ausführungsformen des vorgenannten Verfahrens die im Rahmen der Erfindung im Bezug auf das erfindungsgemäße Hochtemperaturfett beschriebenen Ausführungsformen mutatis mutandis.

[0086] Die Erfindung betrifft ferner die Verwendung des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfetts zur Schmierung von tribologischen Systemen, insbesondere von tribologischen Systemen in Anwendungen, bei denen eine hohe obere Gebrauchstemperatur, von vorzugweise über 160°C, noch bevorzugter über 180°C, insbesondere über 200°C, notwendig ist.

[0087] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfett zur Schmierung von Gleitlagern, insbesondere von Ketten, Wälzlagern und/oder zum Antrieb von Produktionsanlagen in der chemischen Industrie, verwendet, die zumindest zeitweise bei Temperaturen von über 160°C, noch bevorzugter über 180°C, insbesondere über 200°C, betrieben werden.

[0088] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfett als Hochtemperaturfett für Wälzlagieranwendungen ausgebildet. Dabei wird unter einem Hochtemperaturfett für Wälzlagieranwendungen ein Fett verstanden, das in Anlehnung an DIN 51825:2004-06 bei 3000 rpm, 1500 N Last und Einbaulage B bei mindestens 160°C, beispielsweise von 160°C bis 240°C, und/oder bei 160°C bis 200°C, seine obere Gebrauchstemperatur erreicht. Die obere Gebrauchstemperatur ist erreicht, wenn bei der Prüftemperatur mindestens 50% eines Lagerkollektivs (mindestens 5 Prüflager) eine Laufzeit von mindestens 100 h erreicht.

[0089] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung umfasst die Verwendung des erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfetts zur Schmierung von Gleitlagern, insbesondere Gasarmaturen, Aktuatoren, Linearführungen, Regel- und Steuerklappen im Ansaugkrümmer, Kupplungen, Schrauben, Bolzen, Fittings, Ketten für die Lebensmittelindustrie, insbesondere in Brot- und Waffelbackautomaten; von Wälzlagern, insbesondere Wälzlagern für Holzpress- oder Wellpappalagen und/oder zum Antrieb von Produktionsanlagen in der Chemischen Industrie. Dabei werden die Gleitlager, die Wälzlager und/oder die Produktionsanlagen in der Chemischen Industrie vorzugsweise zumindest zeitweise bei Temperaturen von über 160°C, noch bevorzugter über 180°C, insbesondere über 200°C, betrieben.

[0090] Bevorzugte Ausführungsformen für die erfindungsgemäße Verwendung umfassen die in Bezug auf das erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfett beschriebenen Ausführungsformen.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0091]

- Fig. 1: zeigt die Reibungskoeffizienten, gemessen als Reibzahl μ , zweier erfindungsgemäßer Hochtemperaturschmierfette auf Basis von Perfluorpolyetheröl und PPS-Mikropulver bzw. PEEK-Mikropulver, gemessen am Tannert-Gleitreibungsprüfstand, im Vergleich zu einem PTFE enthaltenden Vergleichsfett.
- Fig. 2: zeigt die Reibungskoeffizienten, gemessen als Reibzahl μ , zweier erfindungsgemäßer Hochtemperaturschmierfette auf Basis von Li-12-Hydroxystearat, PAO und PPS-Mikropulver bzw. PEEK-Mikropulver, gemessen am Tannert-Gleitreibungsprüfstand, im Vergleich zu einem PTFE enthaltenden Vergleichsfett.

[0092] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von die Erfindung nicht beschränkenden Versuchen näher erläutert. Zur Herstellung der nachfolgend beschriebenen Fette wird der Speedmixer DAC 700.1 FVZ von der Fa. Hauschild verwendet. Es wird immer bei für 5 min bei 1000 rpm gemischt.

1. Herstellung der erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfette 1 und 2

[0093] Es werden zwei erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfette wie folgt hergestellt:

Beispiefett 1: In einem Behälter werden 71,5 g Perfluorpolyetheröl bestehend aus Perfluorpropylenoxid als Monomer, erhältlich als Aflunox 400 V der Viskosität 430 mm²/sec bei 40 cst mit 26,5 g PPS-Mikropulver mit Schmelzpunkt 280°C und mittlerer Partikelgröße D50=5 µm und 2 g Dinatriumsebacat als Korrosionsschutzadditiv bei 1000 rpm für 5 min in einem Speedmixer gerührt und über einen Dreimalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 250 1/10 mm) erhalten wird.

Beispiefett 2: In einem Behälter werden 71,7 g Perfluorpolyetheröl mit 26,3 g PEEK-Mikropulver mit Schmelzpunkt 340°C und mittlerer Partikelgröße D50=10 µm und 2 g Dinatriumsebacat bei 1000 rpm für 5 min in einem Speedmixer gerührt und über einen Dreimalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 280 1/10 mm) erhalten wird.

2. Bestimmung der tribologischen Eigenschaften

[0094] Die tribologischen Eigenschaften der im Beispiel 1 hergestellten Hochtemperaturschmierfette werden am Tannert-Gleitreibungsprüfstand untersucht. Es handelt sich hierbei um ein in der Tribotechnik übliches Prüfgerät, beschrieben z.B. in T. Mang (Editor), Encyclopedia of Lubricants and Lubrication, Springer, Berlin, Heidelberg 2014 und wird zur Untersuchung des Reibungsverhaltens bei langsam oszillierenden Bewegungen verwendet. Eine mit 0,5 g befettete Gleitzunge aus Stahl ST 37 mit 4,5 mm Dicke wird bei Raumtemperatur zwischen zwei Zylinderrollen (Stahl 100Cr6, Durchmesser 10 mm, Länge 10 mm) in Liniengeometrie oszillierend mit einer Geschwindigkeit von 0,243 mm/s hin- und herbewegt. Im ersten Zyklus wird mit einer Normalkraft von 100 N belastet. Nach jedem Bewegungszyklus von 200 mm wird die Normalkraft um 50 N gesteigert bis Stick-Slip (Ruckgleiten) auftritt oder die Maximalbelastung von 1200 N erreicht ist. Gleichzeitig wird die mittlere Reibkraft kontinuierlich über jeden Bewegungszyklus ermittelt.

[0095] Die erhaltene Laststufe bei Auftreten von Stick-Slip sowie der im entsprechenden Bewegungszyklus vorliegende

mittlere Reibungskoeffizient werden mit der Laststufe und dem Reibungskoeffizienten bei Auftreten von Stick-Slip eines PTFE enthaltenden Fetts folgender Zusammensetzung verglichen:

Vergleichsfett 3 (Vergleichsbeispiel): In einem Behälter werden 72,0 g Perfluorpolyetheröl mit 28,0 g PTFE-Mikropulver mit Schmelzpunkt 330°C und mittlerer Partikelgröße D50=4 µm und 2,0 g Dinatriumsebacat bei 1000 rpm für 5 min gerührt und über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 280 1/10 mm) erhalten wird.

[0096] Es zeigt sich, wie an Figur 1 zu erkennen ist, dass die Reibungskoeffizienten der erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfette überraschenderweise geringer sind als die des PTFE enthaltenden Vergleichsfetts. Während das PTFE enthaltende Vergleichsfett bei einer Belastung von 600 N zu Ruckgleiten führt, zeigten die erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfette keinerlei Anfälligkeit gegenüber Ruckgleiten bis zur maximal möglichen Belastung von 1200 N.

3. Herstellung der erfindungsgemäßen Hochtemperaturschmierfette 4 und 5

[0097] Es werden die erfindungsgemäße Hochtemperaturschmierfette 4 und 5 wie folgt hergestellt:

Beispiefett 4: In einem Kessel werden 8,1 g Li-12-Hydroxystearat in 47,6 g PAO 6 der Viskosität 30 mm²/sec bei 40°C unter Röhren auf eine Temperatur von 205°C gebracht und langsam abgekühlt. Nach Zusatz von 0,6 g eines aminischen Antioxidantien Irganox L 150 und 1,7 g Dinatriumsebacat wird die Mischung über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, mit 42,0 g PPS-Mikropulver mit Schmelzpunkt 280°C und mittlerer Partikelgröße D50=5 µm versetzt und bei 1500 rpm für 10 min gerührt. Das Gemisch wird erneut über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 295 1/10 mm) erhalten wird.

Beispiefett 5: In einem Kessel werden 7,9 g Li-Hydroxystearat in 46,2 g PAO 6 der Viskosität 30 cst bei 40°C unter Röhren auf eine Temperatur von 205°C gebracht und langsam abgekühlt. Nach Zusatz von 0,6 g eines aminischen Antioxidantien Irganox L 150 und 1,7 g Dinatriumsebacat wird die Mischung über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, mit 43,6 g PEEK-Mikropulver mit Schmelzpunkt 340°C und mittlerer Partikelgröße D50=10 µm versetzt und bei 1500 rpm für 10 min gerührt. Das Gemisch wird erneut über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 290 1/10 mm) erhalten wird.

4. Bestimmung der tribologischen Eigenschaften

[0098] Die tribologischen Eigenschaften der im Beispiel 3 hergestellten Hochtemperaturschmierfette werden am Tandert-Gleitreibungsprüfstand bestimmt. Die erhaltenen Reibungskoeffizienten werden mit den Reibungskoeffizienten eines PTFE enthaltenden Fetts folgender Zusammensetzung verglichen:

Vergleichsfett 6 (Vergleichsbeispiel): In einem Kessel werden 9,1 g Li-Hydroxystearat in 53,3 g PAO 6 der Viskosität 30 cst bei 40°C unter Röhren auf eine Temperatur von 205°C gebracht und langsam abgekühlt. Nach Zusatz von 0,7 g eines aminischen Antioxidantien Irganox L 150 und 1,9 g Diatriumsebacat wird die Mischung über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, mit 35,0 g PTFE-Mikropulver mit Schmelzpunkt 330°C und mittlerer Partikelgröße D50=4 µm versetzt und bei 1500 rpm für 10 min gerührt. Das Gemisch wird erneut über einen Dreiwalzenstuhl homogenisiert, wobei ein Schmierfett der NLGI-Klasse 2 (Walkpenetration 280 1/10 mm) erhalten wird.

[0099] Es zeigt sich, dass die Reibungskoeffizienten des erfindungsgemäßen PPS enthaltenden Hochtemperaturschmierfetts überraschenderweise geringer sind als die des PTFE enthaltenden Vergleichsfetts. Ferner zeigt sich, dass die Reibungskoeffizienten des erfindungsgemäßen PEEK enthaltenden Hochtemperaturschmierfetts nur geringfügig höher sind als die des PTFE enthaltenden Vergleichsfetts. Während das PTFE enthaltende Vergleichsfett bei einer Belastung von 300 N zu Ruckgleiten führt, zeigt das erfindungsgemäße PPS enthaltende Hochtemperaturschmierfett keinerlei Anfälligkeit gegenüber Ruckgleiten bis zur maximal möglichen Belastung von 1200 N.

50 Patentansprüche

1. Hochtemperaturschmierfett umfassend

(A) 20 bis 88 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls,
 (B) 1 Gew.% bis 55 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

- (B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder heterocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;
- 5 (B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;
- (B3) Gemischen, die ein fluorfreies Polymer und/oder fluorfreies Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

10 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

- 15 2. Hochtemperaturschmierfett nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluorfreie Polymer einen zahlenmäßigen Anteil von aromatischen Kohlenstoffatomen und/oder von in heteroaromatischen Strukturen enthaltenen Kohlenstoffatomen von mindestens 20 %, bezogen auf die Gesamtanzahl von Kohlenstoffatomen im fluorfreien Polymer, aufweist.
- 20 3. Hochtemperaturschmierfett nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die heteroaromatischen Gruppen und/oder die heterocyclischen Gruppen unabhängig voneinander Stickstoff, Sauerstoff und/oder Schwefel enthalten.
- 25 4. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluorfreie Polymer ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Polyaryletherketon (PAEK), bevorzugt Polyetheretherketon (PEEK), noch bevorzugter vernetztem PAEK, insbesondere vernetztem PEEK, Polyphenylsulfid (PPS), Polyethersulfon (PES), Poly(amid)imid (PAI), Perylenimid, Polycarbonat (PC), Polychinolin, Polychinoxalin, Morpholin, Phthalocyanin, Melaminharz und Blends hiervon.
- 30 5. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluorfreie Material, insbesondere das fluorfreie Polymer und/oder das Hochtemperaturschmierfett NSF/H1-tauglich ist.
- 35 6. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluorfreie Material, insbesondere das fluorfreie Polymer als Verdicker fungiert und der Anteil des fluorfreien Materials, insbesondere des fluorfreien Polymers, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, 10 bis 55 Gew.% beträgt.
- 40 7. Hochtemperaturschmierfett nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtemperaturschmierfett einen weiteren Verdicker enthält, der ein anderer ist als das erfindungsgemäß verwendete fluorfreie Material, vorzugsweise in einem Anteil von 3 Gew.% bis 30 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts.
- 45 8. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das fluorfreie Material, insbesondere das fluorfreie Polymer als Additiv zur Reibwertsenkung fungiert, wobei der Anteil des fluorfreien Materials, insbesondere des fluorfreien Polymers, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, von 1 Gew.% bis 10 Gew.%, beträgt.
- 50 9. Hochtemperaturschmierfett nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtemperaturschmierfett ein Verdickungsmittel enthält, das ein anderes ist als das erfindungsgemäß verwendete fluorfreie Material, vorzugsweise in einem Anteil von 3 Gew.% bis 40 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts.
- 55 10. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grundöl ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Estern, bevorzugt Dipentaerythrityester, Trimellithsäureester, Hemimellithsäureester, Pyromellitsäureester, Estoliden, Pentaerytrityester, Dimersäureester, Trimmersäureester, Trimethylolpropanester (TMP-Ester); Ethern, bevorzugt Polyphenylether, Diarylether, Triarylether, Polyglycolen, linearen oder verzweigten Perfluorpolyetherölen (PFPE-Ölen); synthetischen Kohlenwasserstoffen, bevorzugt alkylierte Naphthaline, Polyalphaolefine (PAOs), metallocene Polyalphaolefine (mPAOs); unbehandelte und chemisch modifizierte pflanzliche Öle; Gruppe III Ölen; Gas to Liquid (GTL) Ölen; Dimethylsilikonölen; arylierten Silikonölen, bevorzugt Alkylarylsilikonöle, insbesondere Methyl/Aryl-Silikonöle und vollständig arylierte Silikonöle, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können.

11. Hochtemperaturschmierfett nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grundöl eine kinematische Viskosität, bestimmt nach ASTM-D-7042-Ausgabe September 2014, bei 40°C von 30 mm²/sec bis 2000 mm²/sec, noch bevorzugter bei 40°C von 50 mm²/sec bis 1200 mm²/sec, insbesondere bei 40°C von 50 mm²/sec bis 400 mm²/sec aufweist.

5

12. Verfahren zur Herstellung eines Hochtemperaturschmierfetts nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, umfassend das Vermengen folgender Komponenten:

10 (A) 20 Gew.% bis 88 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts, eines Grundöls,

(B) 1 Gew.% bis 55 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Hochtemperaturschmierfetts eines fluorfreien Materials, wobei das fluorfreie Material eine mittlere Partikelgröße (D50) von unter 80 µm, gemessen nach ISO 13320-1, Ausgabe 2020-01 aufweist und ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

15 (B1) fluorfreiem Polymer, das aromatische, heteroaromatische und/oder hetererocyclische Gruppen und einen Schmelz- oder Zersetzungspunkt, gemessen nach DIN EN ISO 11357-1, Ausgabe 2008.04, von höher als 200°C aufweist, fluorfreiem Phthalocyanin und Gemischen hiervon;

20 (B2) einem Melaminderivat, insbesondere Melamincyanurat, Melaminphosphat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion;

(B3) Gemischen, die ein fluorfrees Polymer und/oder fluorfrees Phthalocyanin gemäß Option B1 und ein Melaminderivat und/oder 1,3,5-Triazin-2,4,6 (1H,3H,5H)-trithion gemäß Option B2 enthalten;

25 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtemperaturschmierfett kein Polytetrafluorethylen enthält und/oder Polytetrafluorethylen in einem Anteil von weniger als 6 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts enthält.

30 13. Verwendung eines Hochtemperaturschmierfetts nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11 zur Schmierung von tribologischen Systemen, insbesondere von tribologischen Systemen in Anwendungen, bei denen eine obere Gebrauchstemperatur, von über 160°C, notwendig ist.

35 14. Verwendung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hochtemperaturschmierfett zur Schmierung von Gleitlagern, insbesondere von Ketten, Wälzlagern und/oder zum Antrieb von Produktionsanlagen in der chemischen Industrie, verwendet wird, die zumindest zeitweise bei Temperaturen von über 160°C, betrieben werden.

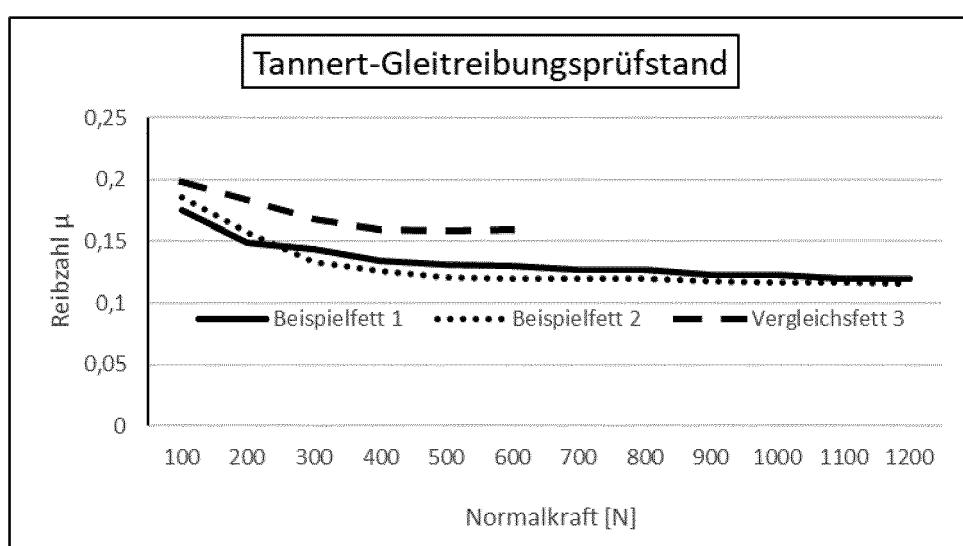
40 15. Verwendung eines Hochtemperaturschmierfetts nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11 zur Schmierung von Gleitlagern, insbesondere Gasarmaturen, Aktuatoren, Linearführungen, Regel- und Steuerklappen im Ansaugkrümmer, Kupplungen, Schrauben, Bolzen, Fittings, Ketten für die Lebensmittelindustrie, insbesondere in Brot- und Waffelbackautomaten; von Wälzlagern, insbesondere Wälzlagern für Holzpress- oder Wellpappanlagen und/oder zum Antrieb von Produktionsanlagen in der Chemischen Industrie, wobei die Gleitlager, die Wälzlagern und/oder die Produktionsanlagen in der Chemischen Industrie, vorzugsweise zumindest zeitweise bei Temperaturen von über 160°C, betrieben werden.

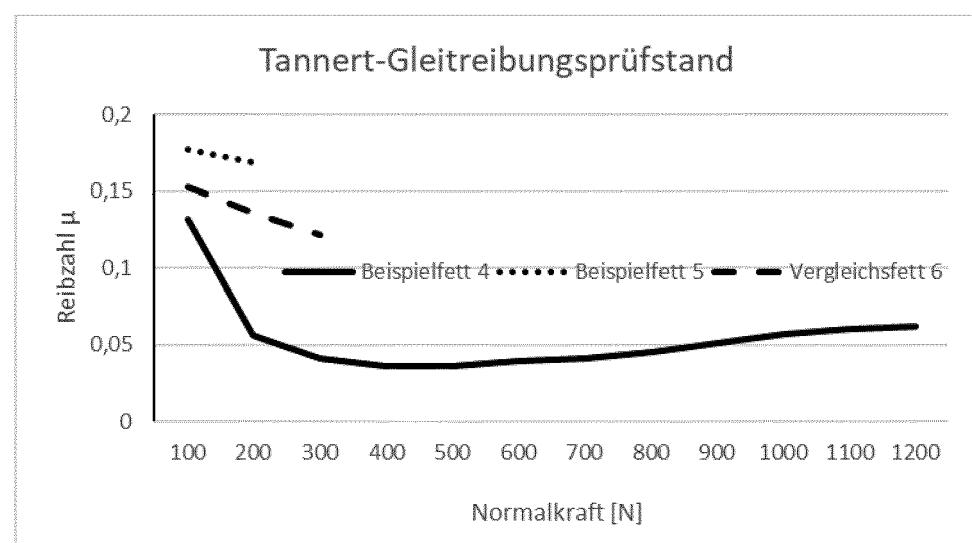
45

50

55

Fig.1





Figur 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 0197

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
	Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X	JP 2011 111475 A (TORAY INDUSTRIES) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * Absatz [0001]; Ansprüche 1-4; Beispiele 1, 3-4; Tabelle 1 *	1-6, 8, 10, 12-15	INV. C10M171/06 C10M169/02
15	X	EP 2 824 166 A1 (JX NIPPON OIL & ENERGY CORP [JP]) 14. Januar 2015 (2015-01-14) * Absätze [0002], [0049]; Beispiele 4, vergleichsbeispiel 3 *	1-15	ADD. C10N20/06 C10N30/00 C10N50/10 C10N20/02 C10N30/06
20	X	US 3 396 110 A (HILL JR HAROLD WAYNE ET AL) 6. August 1968 (1968-08-06) * Beispiele 4, 7 *	1, 2, 4, 5, 7-9, 12-15	C10N40/00 C10N40/02
25	A	US 5 415 791 A (CHOU HIDEO [JP] ET AL) 16. Mai 1995 (1995-05-16) * Beispiele IX, X *	1-15	
30				RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
				C10N C10M
35				
40				
45				
50	1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2022	Prüfer Kaluza, Nora
		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelddatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
55		X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 21 0197

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-05-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	JP 2011111475 A	09-06-2011	KEINE	
15	EP 2824166 A1	14-01-2015	CN 104145011 A EP 2824166 A1 JP 5931509 B2 JP 2013181154 A KR 20140129351 A SG 11201404820R A US 2015024980 A1 WO 2013133148 A1	12-11-2014 14-01-2015 08-06-2016 12-09-2013 06-11-2014 27-11-2014 22-01-2015 12-09-2013
20	US 3396110 A	06-08-1968	KEINE	
25	US 5415791 A	16-05-1995	KEINE	
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82