

(19)



(11)

EP 4 538 355 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2025 Patentblatt 2025/16

(21) Anmeldenummer: **23203462.9**

(22) Anmeldetag: **13.10.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C10M 153/04 (2006.01) C10N 10/02 (2006.01)
 C10N 10/04 (2006.01) C10N 10/06 (2006.01)
 C10N 20/06 (2006.01) C10N 30/06 (2006.01)
 C10N 40/02 (2006.01) C10N 40/04 (2006.01)
 C10N 50/00 (2006.01) C10N 50/10 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C10M 153/04; C10M 2203/1006; C10M 2207/1256;
 C10M 2207/401; C10M 2209/10; C10N 2010/02;
 C10N 2010/04; C10N 2010/06; C10N 2020/06;
 C10N 2030/06; C10N 2040/02; C10N 2040/04;
 C10N 2050/015; C10N 2050/10

(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 ME MK MT NL
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **SCHUBERT, Frank**
45721 Haltern am See (DE)
- **SCHMITT, Günter**
64291 Darmstadt (DE)
- **MAURER, Christian**
63450 Hanau (DE)
- **SMOLKA, Michael**
45772 Marl (DE)

(71) Anmelder: **Evonik Operations GmbH**
45128 Essen (DE)

(74) Vertreter: **Evonik Patent Association**
c/o **Evonik Industries AG**
IP Management
Postcode **84/339**
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau (DE)

(72) Erfinder:
 • **KILIAN, Philipp**
50599 Frankfurt (DE)

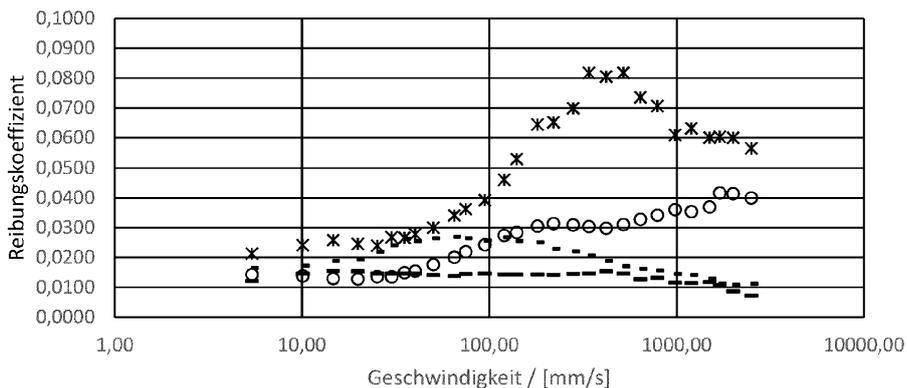
(54) PAEK-FEINSTPULVER ALS SCHMIERMITTELADDITIVE

(57) Die Erfindung betrifft PAEK-Partikel als Schmiermitteladditive.

Abbildung 3:

MTM-Vergleich mit Fettschmierung

× PEEK Fuchs 25°C ○ PEEK PEEK5µm 25°C ■ PEEK Fuchs 100°C ▬ PEEK PEEK 5µm 100°C



EP 4 538 355 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verwendung von PAEK-Partikeln als Schmiermitteladditive, insbesondere Schmierfettadditive.

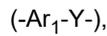
[0002] Der Oberbegriff Polyaryletherketon (PAEK) bezeichnet eine Familie von Hochleistungspolymeren mit ausgeprägten thermomechanischen Eigenschaften. Diese Polymere enthalten aromatische Ringe, die durch ein Sauerstoffatom (Ether) und/oder eine Carbonylgruppe (Keton) verbunden sind. Ihre Eigenschaften hängen hauptsächlich vom Ether/Keton-Verhältnis ab. In den Abkürzungen zur Bezeichnung der Mitglieder der PAEK-Familie bezeichnet der Buchstabe "E" eine Etherfunktion und der Buchstabe "K" eine Ketonfunktion. Im weiteren Verlauf der Beschreibung werden diese Abkürzungen ggfs. anstelle der üblichen Namen zur Bezeichnung der Verbindungen verwendet, auf die sie sich beziehen.

[0003] Zur PAEK-Familie gehören insbesondere Polyetherketon (PEK), Polyetheretherketon (PEEK), Polyetheretherketonketon (PEEKK), Polyetherketonketon (PEKK), Poly-Ether-Keton-Ether-Keton-Keton (PEKEKK), Poly-Ether-Ether-Keton-Ether-Keton (PEEKEK), Poly-Ether-Ether-Ether-Keton (PEEEK) und Poly-Ether-Diphenyl-Ether-Keton (PEDEK).

[0004] PAEKs umfassen vorzugsweise Einheiten der folgenden Formeln:



und

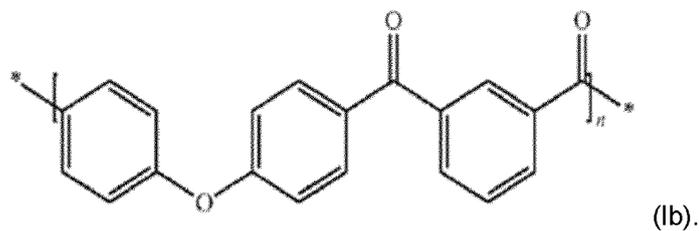
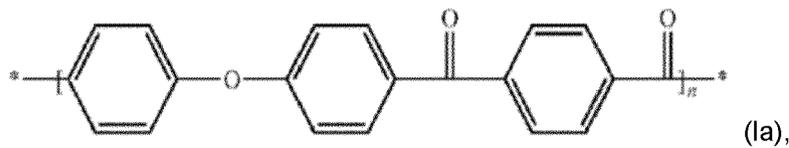


wobei Ar und Ar₁ jeweils einen zweiwertigen aromatischen Rest bezeichnen; Ar und Ar₁ können vorzugsweise ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus 1,3-Phenylen, 1,4-Phenylen, 4,4'-Biphenylen, 1,4-Naphthylen, 1,5-Naphthylen und 2,6-Naphthylen; X bezeichnet eine elektronenziehende Gruppe; sie kann vorzugsweise aus der Carbonylgruppe und der Sulfonylgruppe ausgewählt werden; Y bezeichnet eine Gruppe ausgewählt aus einem Sauerstoffatom, einem Schwefelatom, einer Alkylengruppe (wie -CH₂-) und Isopropyliden.

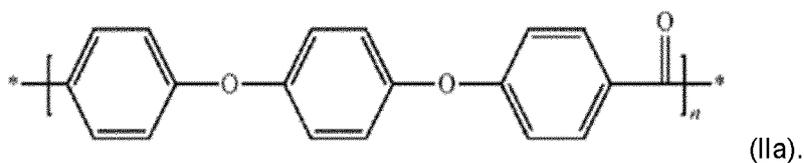
[0005] In einer bevorzugten Ausführungsform sind mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 70 % und insbesondere mindestens 80 % der Gruppen X Carbonylgruppen und mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 70 % und insbesondere mindestens 80 % der Gruppen Y Sauerstoffatome.

[0006] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform stellen 100 % der Gruppen X eine Carbonylgruppe dar und 100 % der Gruppen Y stellen ein Sauerstoffatom dar.

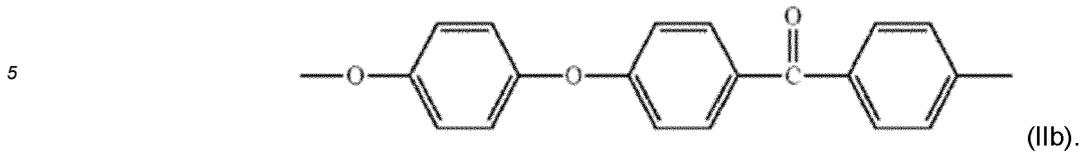
[0007] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel PEKK-Partikel und enthalten vorzugsweise strukturelle Einheiten der Formeln Ia, Ib und/oder Mischungen davon:



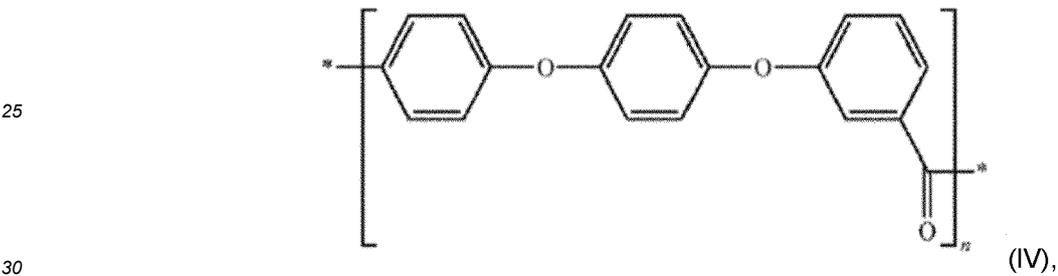
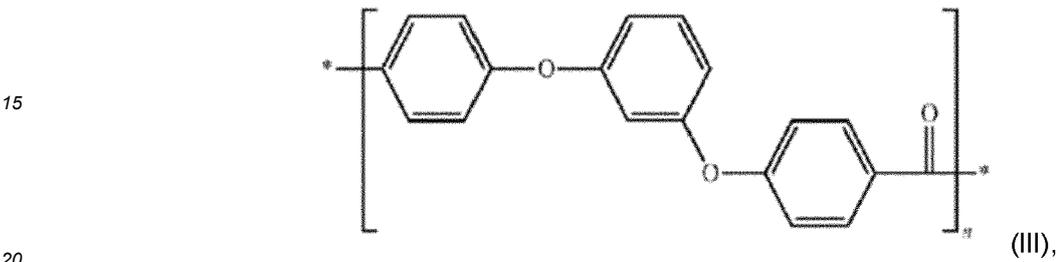
[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel PEEK-Partikel und enthalten vorzugsweise strukturelle Einheiten der Formel IIa:



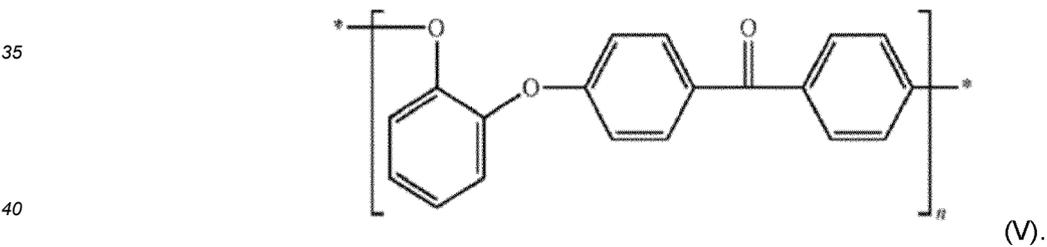
Die PEEK-Partikel können para-Sequenzen der Formel IIb enthalten:



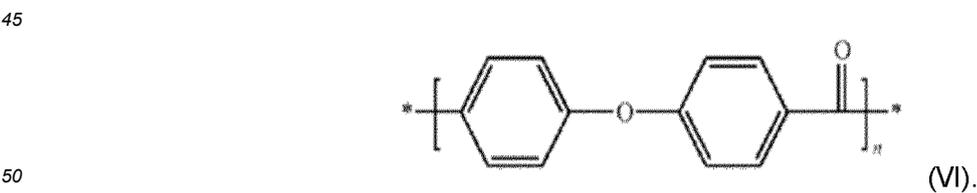
Die Sequenz kann vollständig para sein, es ist jedoch auch möglich, teilweise oder vollständig Metasequenzen einzuführen gemäß Formeln (III) und/oder (IV):



oder Orthofolgen gemäß Formel V

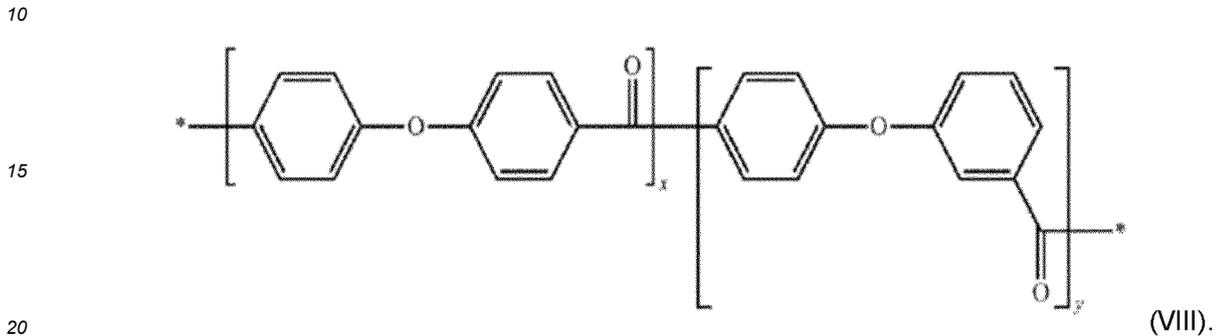
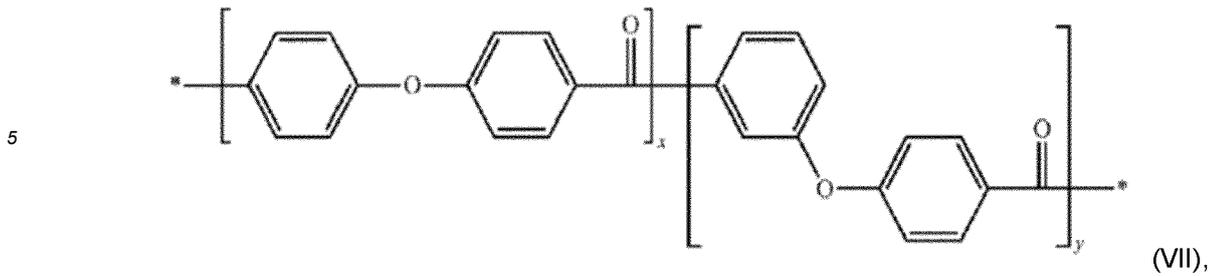


[0009] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel PEK-Partikel und enthalten vorzugsweise strukturelle Einheiten der Formel VI:

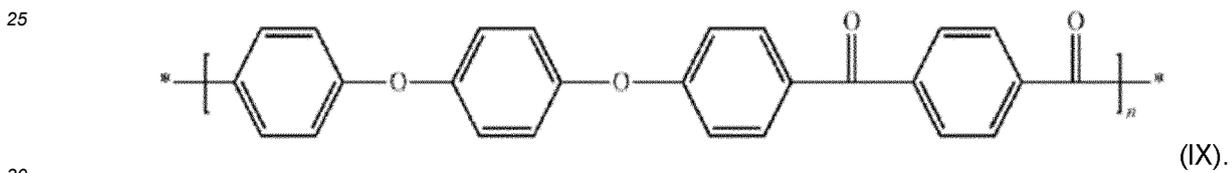


Die Sequenz kann vollständig para sein, es ist jedoch auch möglich, teilweise oder vollständig Metasequenzen einzuführen (Formeln VII und VIII):

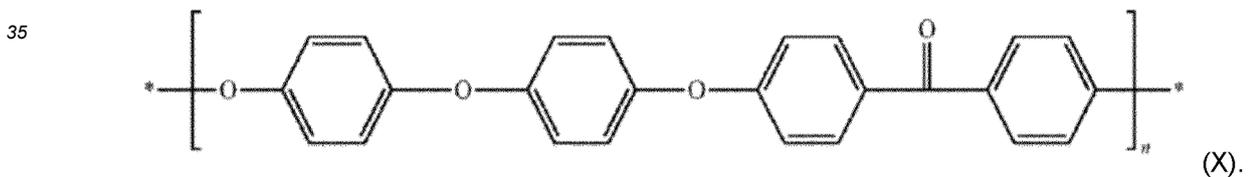
55



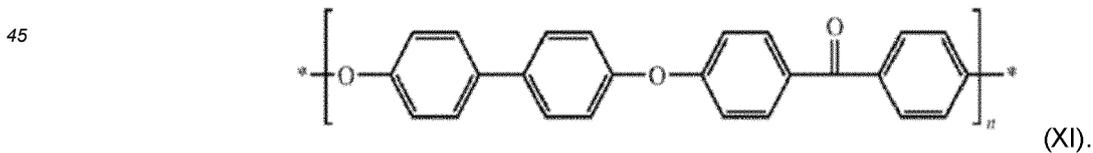
[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel PEEKK-Partikel und enthalten vorzugsweise strukturelle Einheiten der Formel IX:



[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel PEEEK-Partikel und enthalten vorzugsweise strukturelle Einheiten der Formel X:



Es ist möglich, in diese Strukturen an den Ethern und Ketonen Metasequenzen einzuführen, aber auch Biphenolsequenzen gemäß der Formel XI:



[0012] Die Indizes "x", "y" und "n" sind jeweils vorzugsweise eine ganze Zahl von mindestens 50 oder mindestens 100, bevorzugt im Bereich von 150 bis 950, besonders bevorzugt im Bereich von 150 bis 500.

[0013] Der Rest "*" ist jeweils vorzugsweise -H; -C₁₋₁₀-Alkyl, verzweigt oder unverzweigt, unsubstituiert; oder -Aryl, unsubstituiert oder mono- oder disubstituiert mit -C₁₋₁₀-Alkyl oder -OC₁₋₁₀-Alkyl, jeweils verzweigt oder unverzweigt, unsubstituiert.

[0014] PAEK-Pulver sind dem Fachmann bekannt und kommerziell erhältlich.

[0015] Schmiermittel, insbesondere Schmierfette und Schmieröle, sind an sich bekannt und werden vielfach eingesetzt. Schmierfette, manchmal auch als "Fette" bezeichnet, sind feste bis halbflüssige Stoffe, die durch Dispersion eines Eindickungsmittels (bzw. Verdickers) in einem flüssigen Schmierstoff (Grundflüssigkeit) entstehen. Andere Zusatzstoffe

(Additive), die besondere Eigenschaften verleihen, können enthalten sein.

[0016] Die grundlegende Konsistenz eines Schmierfetts wird von der Kombination aus Grundflüssigkeit und Eindickungsmittel bestimmt. Die Grundflüssigkeit ist in der Regel ein in der Schmierstoffindustrie übliches Grundöl, z.B. Mineralöl, Syntheseöl oder Pflanzenöl.

[0017] Als Verdicker kommen z.B. Alkalimetall- oder Erdalkalimetallseifen zum Einsatz. Außerdem sind nicht-seifenbasierte Verdicker bekannt, wie z.B. Bentonit (Tonbasis) oder Polyharnstoff.

[0018] Schmiermittel, insbesondere Schmierfette und Schmieröle, können in Chargenverfahren oder durch kontinuierliche Prozesse hergestellt werden.

[0019] Schmiermittel und deren Herstellungsverfahren sind aus dem Stand der Technik bekannt und in zahlreichen Zusammensetzungen kommerziell erhältlich.

[0020] Die Schmierung von Maschinenelementen (z.B. Zahnräder oder Lager) stellt eine besondere Herausforderung hinsichtlich des Verschleißes und der Reibung dar. Deswegen werden in Schmiermitteln, insbesondere Schmierfetten und Schmierölen, unterschiedliche Additive eingesetzt, um u.a. diese zwei Haupteigenschaften zu verbessern bzw. diesen gerecht zu werden. Der tribologische Kontakt wird zudem durch deren Reibpartner beeinflusst. Dies kann ein anorganischer (z.B. Stahl/Stahl), ein organischer Kontakt (z.B. Kunststoff/Kunststoff) oder ein Mischkontakt (z.B. Stahl/Kunststoff) sein. Die eingesetzten Additive sind daher auf diese tribologische Paarung abzustimmen. Mit anderen Worten: Unterschiedliche tribologische Paarungen (Metall/Metall, Metall/Kunststoff, Kunststoff/Kunststoff, etc.) erfordern unterschiedliche Schmiermitteleigenschaften. Bisher sind nicht für alle Paarungen optimierte Schmiermittel erhältlich.

[0021] Die Veröffentlichung JP 2002/363589 offenbart PTFE-Pulver als Verdickungsmittel in Schmiermitteln. Kommerziell erhältliche Produkte sind Algoflon® und "Xeon"-PTFE-Wachse.

[0022] PTFE ist fluorhaltig und wird in recht großen Mengen in Schmiermitteln (15-40%) eingesetzt. Möglicherweise entstehen bei hohen Temperaturen, erzeugt durch Reibung, giftige Fluorverbindungen. Ferner sind PFOA (Perfluorooctansäure) und andere zwischenzeitlich verbotene PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) Nebenbestandteile, die in PTFE in kleinen Mengen enthalten sind/waren. Es gibt mittlerweile PFOA-freies PTFE, aber auch ein Verbot von PTFE wird in der EU diskutiert (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V., "Praktisch, langlebig und giftig"; <https://www.bmu.de/faq/welche-pfas-wurden-bislang-verboden>; <https://echa.europa.eu/restrictions-under-consideration/-/substance-rev/72301/term>; <https://echa.europa.eu/documents/10162/f605d4b5-7c17-7414-8823-b49b9fd43aea>). Über das tribologische Verhalten in Metall/Kunststoff- oder Kunststoff/Kunststoff-Reibpaarungen liegen keine Informationen vor.

[0023] Die Veröffentlichungen GB 2 192 896 B, US 4,787,993 und JPS 63-172794 offenbaren PEEK- oder PI-(Polyimid)-Pulver als Additive für Schmiermittel. Es wurde jedoch nur der Einfluss auf Metall/Metall-Reibpaarungen untersucht. Kommerziell erhältliche Produkte auf Basis dieser Additive sind nicht bekannt.

[0024] Die bekannten Schmiermittel sind somit nicht zufriedenstellend. Es besteht daher die Aufgabe, Schmiermittel bereitzustellen, welche Vorteile gegenüber den bekannten Schmiermitteln aufweisen.

[0025] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der Patentansprüche gelöst.

[0026] Es wurde überraschend gefunden, dass mit PAEK-Pulvern, also Polyaryletherketon-Pulvern, einer bestimmten Partikelgröße für vorgenannte Kontaktpaarungen eine signifikante Reduzierung des Verschleiß- und/oder des Reibungskoeffizienten erreicht werden kann.

[0027] Durch Zusatz geringer Mengen, insbesondere im Bereich von 0.5-2 Gew.-% PAEK-Feinstpulver mit einer durchschnittlichen Partikelgröße D_{50} von bis zu 20 μm können somit die tribologischen Eigenschaften von Schmiermitteln, insbesondere von Schmierfetten, verbessert werden.

[0028] Anhand von MTM-(Mini Traction Machine)-Werten konnte gezeigt werden, dass ein PAEK-Partikel bestimmter Größenordnung enthaltendes Schmiermittel gegenüber einer konventionellen Schmiermittelzubereitung im System Kunststoff/Metall sowohl bei Raumtemperatur (RT) als auch bei erhöhter Temperatur von 100°C Vorteile aufweist.

[0029] Ferner wurde überraschend gefunden, dass die Fähigkeit des Schmiermittels, das Grundöl zu speichern, von der Größe der PAEK-Partikel abhängig ist.

[0030] Erfindungsgemäße PAEK-modifizierte Schmiermittel können in verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Eine Hauptanwendung ist der Automobilbereich. Ein weiterer Anwendungsbereich ist die Schmierung von Maschinenelementen (z.B. Zahnräder oder Lager) in verschiedenen Industriezweigen.

[0031] PAEK-Feinstpulver werden z.B. durch kryogene Vermahlung von Grobpulvern hergestellt. Die Dispergierung der so hergestellten PAEK-Feinstpulver in Schmiermitteln, insbesondere Schmierfetten, erfolgt dann z.B. mittels handelsüblichen Dispergiergeräten, wie z.B. Planetenmischern.

[0032] Das PAEK-Polymer PEEK ist ein thermisch sehr stabiles Polymer und weist ein deutlich geringeres Kriechverhalten als PTFE auf.

[0033] Abbildung 1 zeigt die Partikelgrößenverteilung in einem ersten PEEK-Pulver, gemessen durch Laserbeugungs-Partikelgrößenanalyse. Der D_{10} -Wert beträgt 2,0 μm , der D_{50} -Wert beträgt 7,5 μm , der D_{90} -Wert beträgt 15,5 μm und der D_{100} -Wert beträgt 97,5 μm .

[0034] Abbildung 2 zeigt die Partikelgrößenverteilung in einem zweiten PEEK-Pulver, gemessen durch Laserbeu-

gungs-Partikelgrößenanalyse. Der D_{10} -Wert beträgt $3,4 \mu\text{m}$, der D_{50} -Wert beträgt $10,1 \mu\text{m}$, der D_{90} -Wert beträgt $18,5 \mu\text{m}$ und der D_{100} -Wert beträgt $111,0 \mu\text{m}$.

[0035] Abbildung 3 zeigt einen Vergleich der Schmierwirkung zwischen einem erfindungsgemäßen Fett und einem Vergleichsfett.

[0036] Abbildung 4 zeigt die Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten (CoF) von der Zusammensetzung des Schmierfetts.

[0037] Abbildung 5 zeigt eine Vorrichtung zum Durchführen eines HFRR-(high frequency reciprocating rig)-Verfahrens.

[0038] Die Erfindung betrifft in einem ersten Aspekt die Verwendung eines Schmiermittels, vorzugsweise eines Schmierfetts, welches PAEK-Partikel mit einer Partikelgröße D_{50} von bis zu $20 \mu\text{m}$ enthält (d.h. ein PAEK-Pulver oder PAEK-Feinstpulver), zum Schmieren zwischen mindestens zwei Oberflächen, von denen mindestens eine Oberfläche nicht-metallisch ist.

[0039] Die PAEK-Partikel sind bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus PEK-Partikeln, PEEK-Partikeln, PEEKK-Partikeln, PEKK-Partikeln, PEKEKK-Partikeln, PEEKEK-Partikeln, PEEEK-Partikeln, PEDEK-Partikeln und ggfs. Mischungen davon.

[0040] Die PAEK-Partikel sind besonders bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus PEEK-Partikeln, PEK-Partikeln, PEKK-Partikeln und ggfs. Mischungen davon.

[0041] Die PAEK-Partikel sind weiterhin besonders bevorzugt PEEK-Partikel.

[0042] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die PAEK-Partikel entweder PEK-Partikel oder PEKK-Partikel.

[0043] Im Sinne der Erfindung kann ein Schmierfett als Schmiermittel, Schmierstoff oder Schmiermaterial aufgefasst werden. Die Begriffe können synonym verwendet werden.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Schmiermittel ein Schmierfett.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das erfindungsgemäße Schmiermittel nicht als Schmieröl aufzufassen.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform grenzen mindestens zwei Oberflächen, besonders bevorzugt sämtliche Oberflächen möglicher Reibpartner, aneinander, d.h. sie weisen eine gemeinsame Kontaktfläche auf.

[0047] Im Sinne der Erfindung bedeutet "nicht-metallisch" vorzugsweise, dass die entsprechende Oberfläche höchstens 5 Gew.-% an Metallen enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht der Oberfläche, und besonders bevorzugt 0 Gew.-% an Metallen enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht der Oberfläche.

[0048] Sofern mindestens eine der Oberflächen metallisch ist oder auf Metallen basiert, ist das Metall bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Zink, Kupfer, Gold, Silber und Platin. Weiterhin kommen Zusammensetzungen, insbesondere Legierungen, auf der Grundlage der vorstehend genannten Metalle in Betracht.

[0049] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält oder besteht mindestens eine der nicht-metallischen Oberflächen aus Kunststoff und mindestens eine der übrigen Oberflächen enthält oder besteht aus Metall oder exakt zwei Oberflächen liegen vor, wobei eine der Oberflächen Kunststoff enthält oder daraus besteht und die andere der Oberflächen Metall enthält oder daraus besteht.

[0050] Geeignete Kunststoffe sind zum Beispiel dem Fachmann bekannte Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere. Vorzugsweise enthält mindestens eine der nicht-metallischen Oberflächen Polyetheretherketon (PEEK) oder besteht daraus, und/oder Polyoxymethylene (POM) oder besteht daraus, und/oder UHMWPE (Ultrahochmolekulargewichtiges Polyethylen mit einer Molekülmasse von vorzugsweise 3,5 bis 7,5 Millionen g/mol) oder besteht daraus, und/oder PA66 oder besteht daraus, und/oder PA6G (Gusspolyamid 6) oder besteht daraus, und/oder PA12G (Gusspolyamid 12) oder besteht daraus, und/oder PPAs oder besteht daraus. PPAs sind "semiaromatische" Polyamide vom Nylon-Typ, also entweder aromatisches Diamin oder aromatische Disäure.

[0051] Vorzugsweise wird die Partikelgröße D_{50} mittels Laserbeugungs-Partikelgrößenanalyse bestimmt. Vorzugsweise erfolgt die Bestimmung der Partikelgröße D_{50} gemäß ISO 13320:2020. Ein mögliches System zur Bestimmung der Partikelgröße D_{50} ist Laserbeugung in einem wässrigen System mit Dispergiertmittel. Ein geeignetes Gerät zur Messung ist "Malvern Mastersizer 3000".

[0052] Das erfindungsgemäß verwendete Schmiermittel enthält üblicherweise ein Grundöl, welches bevorzugt ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Syntheseölen, Pflanzenölen und beliebigen Kombinationen aus zwei oder mehr dieser Öle.

[0053] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel das Grundöl in einer Menge von etwa 65 Gew.-% bis etwa 90 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0054] Im Sinne der vorliegenden Erfindung können die Begriffe "Grundöl" und "Basisöl" synonym verwendet werden.

[0055] Geeignete Grundöle sind dem Fachmann bekannt und kommerziell erhältlich.

[0056] Als Grundöle können alle an sich dafür bekannten Materialien eingesetzt werden, die üblicherweise zur Herstellung von Schmiermitteln Verwendung finden. Beispiele dafür sind Mineralöle, Schmieröle pflanzlichen oder tierischen Ursprungs oder synthetische Öle. Zu den letzteren zählen insbesondere Kohlenwasserstofföle, einschließlich der halogenierten Kohlenwasserstofföle, sowie Nicht-Kohlenwasserstofföle, wie Polyalkylenglykole, Polyetheröle, Es-

teröle, wie Öle auf der Basis von Phosphorsäureestern, und Siliconöle. Als Grundöle lassen sich auch Compoundöle einsetzen, wie Gemische aus Mineralölen und Syntheseölen. Es können auch Gemische unterschiedlicher Grundöle eingesetzt werden.

[0057] Beispiele für Grundöle sind Schmieröle aus Mineralölen, synthetischen Ölen und natürlichen Ölen. Die Mineral-Schmieröle umfassen Mineralöle, die durch eine geeignete Kombination von Reinigungsoperationen, wie Vakuumdestillation, Lösungsmittelentasphaltierung, Lösungsmittel-extraktion, Hydrogenolyse, Lösungsmittelentwachsung, Schwefelsäurebehandlung, Tonbehandlung und/oder Hydorraffinierung gereinigt worden sind.

[0058] Weitere Beispiele für Grundöle sind synthetische Schmieröle. Diese umfassen Kohlenwasserstofföle, aromatische Öle, Esteröle und Etheröle. Die Kohlenwasserstofföle umfassen Poly-alpha-olefine, wie n-Paraffine, Isoparaffine, Polybuten, Polyisobutylen, 1-Decen-Oligomere, 1-Decen/Ethylen-Co-Oligomere und Hydrierungsprodukte davon. Die aromatischen Öle umfassen Alkylbenzole, z. B. Mono-, Di- oder Polyalkylbenzole; und Alkylnaphthaline, wie Mono-, Di- oder Polyalkyl-naphthaline. Die Esteröle umfassen Di-, Tri- oder Tetraester von Carbonsäuren, wie Dibutylsebacat, Di-2-ethylhexylsebacat, Dioctyladipat, Diisodecyladipat, Ditridecyladipat, Ditridecylglutarat, Methylacetyllicinolat, Trioctyltrimesitat, Tridecyltrimesitat und Tetraoctylpyrromelitat; oder sie umfassen Polyolester von Carbonsäuren, wie Trimethylolpropancaprylat, Trimethylolpropanpelargonat, Pentaerythrit-2-ethylhexanoat und Pentaerythritpelargonat, oder sie umfassen komplexe Ester, bei denen es sich um Oligoester zwischen einem Polyhydroxyalkohol und einer gemischten mono- oder dibasischen Fettsäure handelt. Die Etheröle umfassen Polyglykole, wie Polyethylenglykol, Polypropylenglykol, Polyethylenglykolmonoether und Polypropylenglykolmonoether; sowie Phenylether, wie alkylierte Diphenyl-, Triphenyl- und Polyphenylether unterschiedlichen Alkylierungsgrads, oder Dialkylether. Des weiteren sind Phosphorsäureester, wie Trikresylphosphat, Siliconöle und Perfluoralkyletheröle (Fluoröle) als synthetische Öle verwendbar.

[0059] Die erfindungsgemäß eingesetzten Grundöle unterliegen keinen speziellen Beschränkungen und es ist jedes beliebige Grundöl verwendbar, wie es üblicherweise in Schmierölen und -fetten eingesetzt wird. Typischerweise besitzen Grundöle bei 40°C eine kinematische Viskosität von 1 bis 4000 mm²/s (bestimmt mit einem Glaskapillarrohr-Viskosimeter).

[0060] Die erfindungsgemäß eingesetzten Grundöle können entweder einzeln oder in Form einer Mischung derselben verwendet werden. Die kinetische Viskosität der Grundöle, die verwendet werden sollen, wird üblicherweise auf den vorstehend angegeben bevorzugten Bereich eingestellt.

[0061] Typische Viskositätsindizes von Grundölen liegen bei Mineralölen im Bereich von 90-110, bei synthetischen Kohlenwasserstoffölen im Bereich von 120-200, bei Polyalkylenglykolen im Bereich von 150-300, bei Esterölen im Bereich von 100-180, bei Siliconölen im Bereich von 190-500 und bei Perfluoralkyletherölen (PFPE-Ölen) im Bereich von 50 bis 400.

[0062] Bevorzugt eingesetzt werden Erdölfractionen, die paraffinische, naphthenische und/oder aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten.

[0063] Ebenfalls bevorzugt eingesetzt werden synthetische Öle, insbesondere Poly-alphaolefine, Polyalkylenglykole, Polyalkylenglykolether, Dialkylether, Acetale, natürliche Esteröle, Perfluorpolyetheröle und Siliconöle.

[0064] Für die Erzielung einer verlängerten Schmierlebensdauer ist es besonders bevorzugt, mindestens 10 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Grundöls, eines Esteröls (insbesondere eines Polyolesteröls) zu verwenden.

[0065] In weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Grundöl mindestens eine Substanz gemäß mindestens einer der Gruppen I bis V gemäß der Klassifikation des *American Petroleum Institute (API)* von 1993:

Gruppe I: "Grundsubstanzen, die weniger als 90 Prozent gesättigte Verbindungen und/oder mehr als 0,03 Prozent Schwefel enthalten und einen Viskositätsindex von mindestens 80 und maximal 120 haben".

Gruppe II: "Grundsubstanz mit mindestens 90 Prozent gesättigten Verbindungen und maximal 0,03 Prozent Schwefel sowie einen Viskositätsindex von mindestens 80 und weniger als 120".

Gruppe III: "Grundsubstanz mit mindestens 90 Prozent gesättigten Verbindungen und maximal 0,03 Prozent Schwefel sowie einen Viskositätsindex von mindestens 120".

Gruppe IV: Synthetische Öle, hergestellt aus Polyalphaolefinen (PAO), mit einem Viskositätsindex im Bereich von 125 bis 200.

Gruppe V: Jede andere Art von Grundöl, z.B. naphthenische Öle und Ester.

[0066] Das erfindungsgemäß verwendete Schmiermittel enthält üblicherweise einen Verdicker, insbesondere einen Seifenverdicker.

[0067] Im Sinne der vorliegenden Erfindung können die Begriffe "Verdickungsmittel" und "Eindickungsmittel" synonym verwendet werden. Ein Seifenverdicker ist eine spezifische Form eines Verdickungsmittels bzw. Eindickungsmittels.

[0068] Geeignete Verdickungsmittel sind dem Fachmann bekannt und kommerziell erhältlich.

[0069] Beispiele für geeignete Verdickungsmittel sind Harnstoffverbindungen, Amidverbindungen, Imidverbindungen, kondensierte aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Indanthrenfarbstoffe, Fluorpolymere, Polyolefine, Metallseifen, Metallkomplexseifen, und anorganische Substanzen, wie Kieselgele, Bentonite, Ruße, Graphite oder Aerosile.

[0070] Bevorzugte Verdickungsmittel sind Metallseifen oder Metallkomplexseifen abgeleitet von Carbonsäuren, Sulfonsäuren, Phosphorsäuren, mit ein- oder mehrwertigen Metallkationen, insbesondere mit Aluminium-, Alkalimetall- (bevorzugt Lithium), Erdalkalimetall-, Titan-, und/oder Zirkonkationen, oder feinteilige organische polymere Verbindungen, wie Polytetrafluorethylen, Polyethylen oder Wachse.

[0071] Weitere bevorzugte Seifenverdicker sind Lithium-12-hydroxystearat, Lithium-Seifen, Lithium-Komplexseifen, Aluminium-Seifen, Aluminium-Komplexseifen, Calcium-Seifen und Calcium-Komplexseifen.

[0072] Besonders bevorzugt ist der Seifenverdicker eine Lithium-Seife oder eine Lithium-Komplexseife.

[0073] Das erfindungsgemäße Schmiermittel enthält bevorzugt etwa 2 Gew.-% bis etwa 20 Gew.-% eines Verdickungsmittels oder einer Mischung von Verdickungsmitteln, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0074] Das erfindungsgemäße Schmiermittel enthält besonders bevorzugt etwa 2 Gew.-% bis etwa 20 Gew.-% einer Lithium-Seife oder einer Lithium-Komplexseife oder einer Kombination davon, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0075] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel einen Verdicker, insbesondere einen Seifenverdicker ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Lithium-Seifen, Lithium-Komplexseifen, Aluminium-Seifen, Aluminium-Komplexseifen, Calcium-Seifen, Calcium-Komplexseifen und beliebigen Kombinationen davon.

[0076] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel einen Seifenverdicker, welcher eine Lithium-Seife oder eine Lithium-Komplexseife enthält oder daraus besteht.

[0077] Das erfindungsgemäß verwendete Schmiermittel enthält üblicherweise ein Additiv, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Antioxidantien, Metalldesaktivatoren, Korrosionsinhibitoren, Extreme-Pressure-Additiven, Verschleißschutz-Zusätzen, Festschmierstoffen, Haftzusätzen, Farbstoffen und beliebigen Kombinationen davon.

[0078] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel das Additiv in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0079] Das erfindungsgemäße Schmiermittel kann ein oder mehrere weitere optionale Additive enthalten.

[0080] Geeignete weitere optionale Additive sind dem Fachmann bekannt und kommerziell erhältlich.

[0081] Zu verwendbaren Additiven gehören Antioxidationsmittel, wie Amine, Phenole, Schwefelverbindungen und Zinkdithiophosphat; Rostschutzmittel, wie Petrosulfonate, Dinonylnaphthalin-sulfonat und Sorbitanester; die Schlüpf-
 rigkeit verbessernde Zusätze, wie Fettsäuren und pflanzliche Öle; Metalldesaktivatoren, wie Benzotriazol und Natrium-
 sulfid; Extremdruckzusatzstoffe, wie Chlor, Schwefel oder Phosphor enthaltende anorganische Verbindungen, Zinkdithio-
 phosphat und Organomolybdän-Verbindungen; Viskositätsindex-Verbesserungsmittel, wie Polymethacrylat, Polyisobu-
 tylen und Polystyrol; und Festschmierstoffe, wie Polytetrafluorethylen ("PTFE"), Bentonite, Wolframdisulfid, Molybdän-
 disulfid, oder andere schichtförmig strukturierte Phosphate, Oxide, Sulfide und Sulfate.

[0082] Das erfindungsgemäße Schmiermittel enthält bevorzugt bis zu etwa 15 Gew.-% eines oder mehrerer Additive, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0083] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0084] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel PAEK-Partikel mit einer Partikelgröße D_{50} von bis zu 12 μm , vorzugsweise von bis zu 8 μm , besonders bevorzugt von bis zu 7 μm .

[0085] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform

- enthält das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% oder von etwa 0,25 Gew.-%, jeweils bis zu etwa 14 Gew.-% oder bis zu etwa 13 Gew.-% oder bis zu etwa 12 Gew.-% oder bis zu etwa 11 Gew.-% oder bis zu etwa 10 Gew.-% oder bis zu etwa 9 Gew.-% oder bis zu etwa 8 Gew.-% oder bis zu etwa 7 Gew.-% oder bis zu etwa 6 Gew.-% oder bis zu etwa 5 Gew.-% oder bis zu etwa 4 Gew.-% oder bis zu etwa 3 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels; und/oder

- weisen die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von bis zu 17 μm oder von bis zu 16 μm oder von bis zu 15 μm oder von bis zu 14 μm oder von bis zu 13 μm oder von bis zu 12 μm oder von bis zu 11 μm oder von bis zu 10 μm oder von bis zu 9 μm oder von bis zu 8 μm oder von bis zu 7 μm oder von bis zu 6 μm oder von bis zu 5,5 μm auf; und/oder

- weisen die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von mindestens 0,1 μm oder mindestens 0,5 μm oder mindestens 1,0 μm oder mindestens 1,5 μm oder mindestens 2,0 μm oder mindestens 2,5 μm oder mindestens 3,0 μm auf.

[0086] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform

EP 4 538 355 A1

- weisen die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von bis zu $7\ \mu\text{m}$ auf und das Schmiermittel enthält die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 1 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels; oder

5 - weisen die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von bis zu $12\ \mu\text{m}$ auf und das Schmiermittel enthält die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als etwa 1 Gew.-% bis zu etwa 3 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

[0087] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von weniger als 0,8 Gew.-% und/oder mehr als 1,2 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

10 **[0088]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{10} von bis zu $3,0\ \mu\text{m}$, und/oder eine Partikelgröße D_{50} von bis zu $6,0\ \mu\text{m}$, und/oder eine Partikelgröße D_{90} von bis zu $13,0\ \mu\text{m}$ und/oder eine Partikelgröße D_{100} von bis zu $47,0\ \mu\text{m}$ auf.

15 **[0089]** Die Definitionen der Absätze [0088] bis [0093] sind entsprechend anwendbar, wenn die PAEK-Partikel ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus PEK-Partikeln, PEEK-Partikeln, PEEKK-Partikeln, PEKK-Partikeln, PEKEKK-Partikeln, PEEKEK-Partikeln, PEEEEK-Partikeln, PEDEK-Partikeln und/oder Mischungen davon.

[0090] Die Partikelgröße D_{10} , D_{50} , D_{90} und/oder D_{100} wird jeweils vorzugsweise mittels Laserbeugungs-Partikelgrößenanalyse bestimmt, vorzugsweise jeweils gemäß ISO 13320:2020.

20 **[0091]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel Tetrafluorethylen und/oder Polytetrafluorethylen (PTFE) in einer Menge von höchstens etwa 1,0 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels. Besonders bevorzugt enthält das Schmiermittel kein Tetrafluorethylen und/oder Polytetrafluorethylen (PTFE).

25 **[0092]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Schmiermittel Verbindungen, welche bei hohen Temperaturen, erzeugt durch Reibung, giftige Fluorverbindungen freisetzen, in einer Menge von höchstens etwa 1,0 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels. Besonders bevorzugt enthält das Schmiermittel keine Verbindungen, welche bei hohen Temperaturen, erzeugt durch Reibung, giftige Fluorverbindungen freisetzen. Wann eine Temperatur als hoch gilt, richtet sich nach der konkreten Anwendungssituation des Schmiermittels und ist für den Fachmann ermittelbar.

30 **[0093]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Bestimmung des Reibungskoeffizienten durch ein MTM-Tribometer bzw. eine MTM-(Mini Traction Machine), vorzugsweise durchgeführt gemäß dem experimentellen Teil der vorliegenden Anmeldung.

[0094] Entsprechende Verfahren sind dem Fachmann bekannt, beispielsweise aus den Veröffentlichungen DE 10 2012 215145 und WO 2012/123192 A1.

35 **[0095]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Bestimmung des Verschleißes bzw. des Verschleißkoeffizienten über den HFRR-Test, vorzugsweise durchgeführt gemäß dem experimentellen Teil der vorliegenden Anmeldung.

[0096] Entsprechende Verfahren sind dem Fachmann bekannt, beispielsweise aus der Veröffentlichung WO 2012/123192 A1.

40 **[0097]** Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Schmiermittels zum Schmieren zwischen mindestens zwei Oberflächen, von denen mindestens eine nicht-metallisch ist, und welche sich in oder an einem Fahrzeug und/oder in oder an einem Maschinenelement befinden.

[0098] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Fahrzeug ein Automobil und/oder das Maschinenelement ist ein Zahnrad oder Lager.

45 **[0099]** Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt eine Verwendung von PAEK-Partikeln mit einer Partikelgröße D_{50} von bis zu $20\ \mu\text{m}$ oder bis zu $12\ \mu\text{m}$ oder bis zu $8\ \mu\text{m}$ oder bis zu $6\ \mu\text{m}$ zur Verbesserung tribologischer Eigenschaften (insbesondere im Hinblick auf den Reibungskoeffizienten, den Verschleiß und/oder die erforderliche Schmierung zwischen aufeinander einwirkenden, in Relativbewegung befindlichen Oberflächen) eines erfindungsgemäßen Schmiermittels für das Schmieren zwischen mindestens zwei Oberflächen, von denen mindestens eine nicht-metallisch ist.

50 **[0100]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Anzahl der (benötigten) PAEK-Partikel über deren Anteil im Schmiermittel bestimmt, vorzugsweise über deren Anteil im Schmiermittel in Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

55 **[0101]** Die erfindungsgemäßen Schmiermittel lassen sich in unterschiedlichsten Anwendungen einsetzen. Zum Beispiel kann das erfindungsgemäße Schmiermittel ein Wälzlagerfett, Hochtemperaturfett, Gleitlagerfett, Schmiermittel für Lebensmittelanwendungen, Armaturen Fett, Montagefett, Kontakt-Schmiermittel, Fließfett (insbesondere für Getriebe), Hochgeschwindigkeitsfett, Hochdruckfett, Fett für die Kunststoffschmierung oder Langzeitfett sein.

[0102] Die erfindungsgemäßen Schmiermittel sind besonders geeignet zur Verwendung in oder für Fahrzeuge, Zahnräder, Lager, Gleichlaufgelenkwellen, Wälzlager und Getriebe.

Experimentelle Daten

[0103] Die nachfolgenden Beispiele dienen der Erläuterung der Erfindung, sind jedoch nicht einschränkend auszu-
legen.

5 **[0104]** Fretting- und HFRR-Tests wurden im Stahlkontakt durchgeführt.
Es zeigen sich Vorteile beim HFRR-Test (geringere Drücke) für PEEK-Partikel im Verschleiß und im CoF.
An zwei unterschiedlichen Fetten mit PEEK-Pulvern (+ Fuchs-Referenzfett) wurden in einem MTM-Versuch folgende
Tests durchgeführt:

10 Medium: Spezialfett von Fuchs: 1,5 Gew.-% PEEK 10µm in Li-Komplexseife (Hersteller INS - Innovation Nanoma-
terials & Strategy); 0,5 Gew.-% PEEK 5µm in Li-Komplexseife (Hersteller INS).

Material der Scheibe: VESTAKEEP® L 4000 G, Tarnoform 300M, Stahl 100Cr6.

15 MTM-Stribeck-Kurve (Aufnahme des Reibungskoeffizienten über dem Geschwindigkeitsprofil 5-2200 mm/s)

Parameter:

- 20 - Kraft: 30N
- SRR (Sliding Roll Ratio): 25%
- Temperatur: 25 und 100°C
- 25 - Medium: Fett

Es wurde eine Doppelbestimmung mit jeweils 3 Stribeck-Kurven ermittelt und daraus ein Mittelwert aus insgesamt 6
Stribeck-Kurven gebildet.

30 Ergebnis: Es zeigen sich Vorteile von PEEK-Pulvern im Fett gegenüber einem vollformulierten Spezialfett von Fuchs
bei einer VESTAKEEP® L 4000 G(Scheibe)/Stahl(100Cr6 Kugel)-Paarung.

[0105] Abbildung 3 zeigt, dass ein Fett mit PEEK-Partikeln (0,5 Gew.-% / 5 µm) gegenüber einem Spezialfett von Fuchs
(Fuchs-Fett Renolit MP als Standard-Referenz; Standard-EP-Mehrzweckfett) bei einer MTM-Messung (Reibungskoeffizient
35 effizient über der Geschwindigkeit (sogenannte Stribeck-Kurve), Kugel auf Scheibe) für eine Kunststoff (PEEK-Scheibe) /
Metall (100Cr6 Kugel) - Paarung Vorteile im Hinblick auf die Reduzierung des Reibungskoeffizienten (CoF) zeigt.

[0106] Abbildung 4 zeigt die Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten (CoF) vom zugrundeliegenden Schmierfett. Die
Linie veranschaulicht den Reibungskoeffizienten. Bei PEEK-Fett tritt eine Reduzierung des Reibungskoeffizienten und
des Verschleißkoeffizienten (Balken) ein.

40 **[0107]** Bei der PTFE-Additivierung wurde lediglich der Verschleißkoeffizient reduziert. Dies war überraschend, da der
Fachmann für PTFE eher eine Reduzierung des Reibungskoeffizienten erwarten würde.

[0108] Die Ermittlung der Ergebnisse des HFRR-Verfahrens gemäß Abbildung 4 erfolgte mittels der Vorrichtung gemäß
Abbildung 5 und bei folgenden Parametern: Temperatur: 80 °C; Kontakt-Druck (GPa): 0.9; "Stroke" (mm): 15; Frequenz
(Hz): 15; Test-Zylinder: AISI 52100; und Test-Scheibe: AISI 52100.

45 **[0109]** Folgende Tabelle zeigt weitere Vorteile insbesondere von PEEK-Pulvern (5 µm; 3 Gew.-%) in Li-Schmierfett:

Fett	Partikel	Oil separation (30 h, 100 °C) (Gew.-%)	Unworked Penetration (*0.1 mm)	NLGI Grade	Drop Point (°C)
50 Li	-	2.48	269	2	204
Li	PEEK 5 µm (3 Gew.-%)	0.53	265	2	204
Li	PEEK 10 µm (3 Gew.-%)	1.38	281	2	204
55 Li	PTFE 5µm (1.5 Gew.-%)	1.36	277	2	204

Je kleiner der Wert bei "oil separation" bei diesen Bedingungen ist, desto weniger Öl verliert die Li-Schmierfett-Matrix,
d.h. desto besser wird Öl gespeichert.

Der Wert bei "oil separation" bezüglich PEEK-Pulvern (5 µm; 3 Gew.-%) ist kleiner als bei anderen PEEK-Pulvern (10 µm; 3%) und bei PTFE-Pulvern (5 µm; 1,5 Gew.-%).

Daher zeigt das erfindungsgemäße PEEK-Pulver (5 µm; 3 Gew.-%) eine bessere Fähigkeit Öl zu speichern als andere PEEK-Pulver (10 µm; 3%) und PTFE-Pulver (5 µm; 1,5 Gew.-%).

5

Patentansprüche

1. Verwendung eines Schmiermittels, welches PAEK-Partikel mit einer Partikelgröße D_{50} von bis zu 20 µm enthält, zum Schmier zwischen mindestens zwei Oberflächen, von denen mindestens eine nicht-metallisch ist.
10
2. Die Verwendung gemäß Anspruch 1, wobei
 - mindestens eine der nicht-metallischen Oberflächen Kunststoff enthält oder daraus besteht und mindestens eine der übrigen Oberflächen Metall enthält oder daraus besteht; oder
 - 15 - mindestens zwei der nicht-metallischen Oberflächen Kunststoff enthalten oder daraus bestehen und mindestens zwei der übrigen Oberflächen Metall enthalten oder daraus bestehen; oder
 - sämtliche der nicht-metallischen Oberflächen Kunststoff enthalten oder daraus bestehen und sämtliche der übrigen Oberflächen Metall enthalten oder daraus bestehen; oder
 - 20 - exakt zwei Oberflächen vorliegen, wobei eine der Oberflächen Kunststoff enthält oder daraus besteht und die andere der Oberflächen Metall enthält oder daraus besteht.
3. Die Verwendung gemäß Anspruch 2, wobei der Kunststoff jeweils Polyetheretherketon (PEEK) enthält oder daraus besteht, und/oder Polyoxymethylene (POM) enthält oder daraus besteht, und/oder UHMWPE (Ultrahochmolekulargewichtiges Polyethylen) enthält oder daraus besteht, und/oder PA66 enthält oder daraus besteht, und/oder PA6G (Gusspolyamid 6) enthält oder daraus besteht, und/oder PA12G (Gusspolyamid 12) enthält oder daraus besteht, und/oder PPAs enthält oder daraus besteht.
25
4. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei die Partikelgröße D_{50} mittels Laserbeugungs-Partikelgrößenanalyse bestimmt wird, vorzugsweise gemäß ISO 13320:2020.
30
5. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei das Schmiermittel einen Verdicker enthält, vorzugsweise einen Seifenverdicker, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Lithium-Seifen, Lithium-Komplexseifen, Aluminium-Seifen, Aluminium-Komplexseifen, Calcium-Seifen, Calcium-Komplexseifen und Kombinationen davon.
35
6. Die Verwendung gemäß Anspruch 5, wobei das Schmiermittel einen Seifenverdicker enthält, welcher eine Lithium-Seife oder eine Lithium-Komplexseife enthält oder daraus besteht.
- 40 7. Die Verwendung gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei das Schmiermittel den Verdicker, vorzugsweise den Seifenverdicker, in einer Menge von etwa 2 Gew.-% bis etwa 20 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.
- 45 8. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei das Schmiermittel ein Grundöl enthält, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Syntheseölen, Pflanzenölen und Kombinationen davon.
9. Die Verwendung gemäß Anspruch 8, wobei das Schmiermittel das Grundöl in einer Menge von etwa 65 Gew.-% bis etwa 90 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.
50
10. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei das Schmiermittel ein Additiv enthält, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Antioxidantien, Metalldesaktivatoren, Korrosionsinhibitoren, Extreme-Pressure-Additiven, Verschleißschutz-Zusätzen, Festschmierstoffen, Haftzusätzen, Farbstoffen und Kombinationen davon.
55
11. Die Verwendung gemäß Anspruch 10, wobei das Schmiermittel das Additiv in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 15 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels.

12. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei

- die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von $5 \pm 4 \mu\text{m}$, $5 \pm 3 \mu\text{m}$, $5 \pm 2 \mu\text{m}$, oder $5 \pm 1 \mu\text{m}$ aufweisen;
oder
- die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von $10 \pm 4 \mu\text{m}$, $10 \pm 3 \mu\text{m}$, $10 \pm 2 \mu\text{m}$, oder $10 \pm 1 \mu\text{m}$ aufweisen;
oder
- das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 15 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels, und/oder die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von bis zu $12 \mu\text{m}$ aufweisen;
oder
- das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von mehr als 0 Gew.-% bis zu etwa 7 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels, und/oder die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von $2 \mu\text{m}$ bis zu $12 \mu\text{m}$, vorzugsweise von $2 \mu\text{m}$ bis zu $8 \mu\text{m}$, aufweisen;
oder
- das Schmiermittel die PAEK-Partikel in einer Menge von etwa 0,25 Gew.-% bis zu etwa 3,5 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmiermittels, und/oder die PAEK-Partikel eine Partikelgröße D_{50} von $3 \mu\text{m}$ bis zu $12 \mu\text{m}$, vorzugsweise von $4 \mu\text{m}$ bis zu $11 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt von $4 \mu\text{m}$ bis zu $6 \mu\text{m}$, aufweisen;
oder
- das Schmiermittel ein Schmierfett ist, welches vorzugsweise einen Seifenverdicker enthält, welcher eine Lithium-Seife oder eine Lithium-Komplexseife enthält oder daraus besteht, und/oder das Schmierfett die PAEK-Partikel vorzugsweise in einer Menge von etwa 0,25 Gew.-% bis zu etwa 3,0 Gew.-% enthält, bezogen auf das Gesamtgewicht des Schmierfetts, und/oder die PAEK-Partikel vorzugsweise eine Partikelgröße D_{50} von $3 \mu\text{m}$ bis zu $5,5 \mu\text{m}$ aufweisen.

13. Die Verwendung gemäß einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei

- die PAEK-Partikel ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus PEK-Partikeln, PEEK-Partikeln, PEEKK-Partikeln, PEKK-Partikeln, PEKEKK-Partikeln, PEEKEK-Partikeln, PEEEK-Partikeln, PEDEK-Partikeln und Mischungen davon; bevorzugt aus der Gruppe bestehend aus PEEK-Partikeln, PEK-Partikeln, PEKK-Partikeln und Mischungen davon; oder
- die PAEK-Partikel PEEK-Partikel sind.

14. Verwendung eines Schmiermittels, definiert wie in einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, zum Schmieren zwischen mindestens zwei Oberflächen, definiert wie in einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, und welche sich in oder an einem Fahrzeug und/oder in oder an einem Maschinenelement befinden, wobei das Fahrzeug bevorzugt ein Automobil ist und/oder das Maschinenelement bevorzugt ein Zahnrad oder Lager ist.

15. Verwendung von PAEK-Partikeln mit einer Partikelgröße D_{50} von bis zu $20 \mu\text{m}$, vorzugsweise bis zu $12 \mu\text{m}$ oder bis zu $8 \mu\text{m}$ oder bis zu $6 \mu\text{m}$, zur Verbesserung tribologischer Eigenschaften eines Schmiermittels, vorzugsweise im Hinblick auf den Reibungskoeffizienten, den Verschleiß und/oder die erforderliche Schmierung zwischen aufeinander einwirkenden, in Relativbewegung befindlichen Oberflächen, definiert wie in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, für das Schmieren zwischen mindestens zwei Oberflächen, definiert wie in einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13.

Abbildung 1:

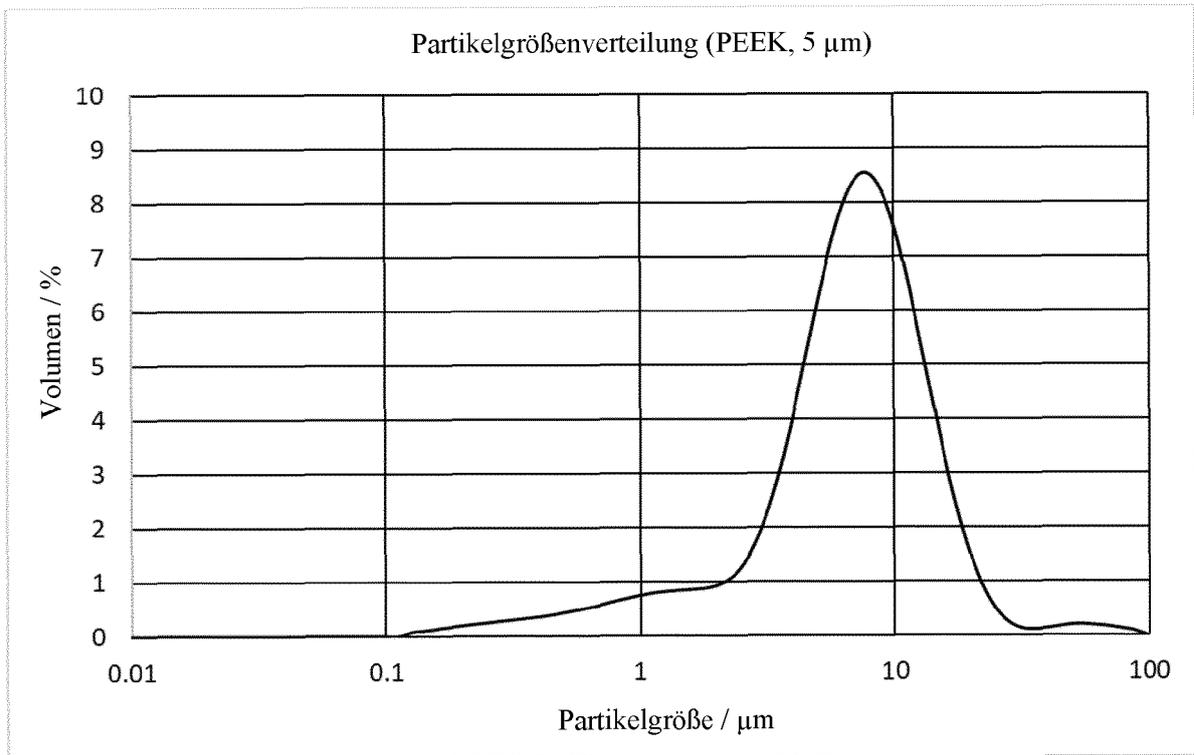


Abbildung 2:

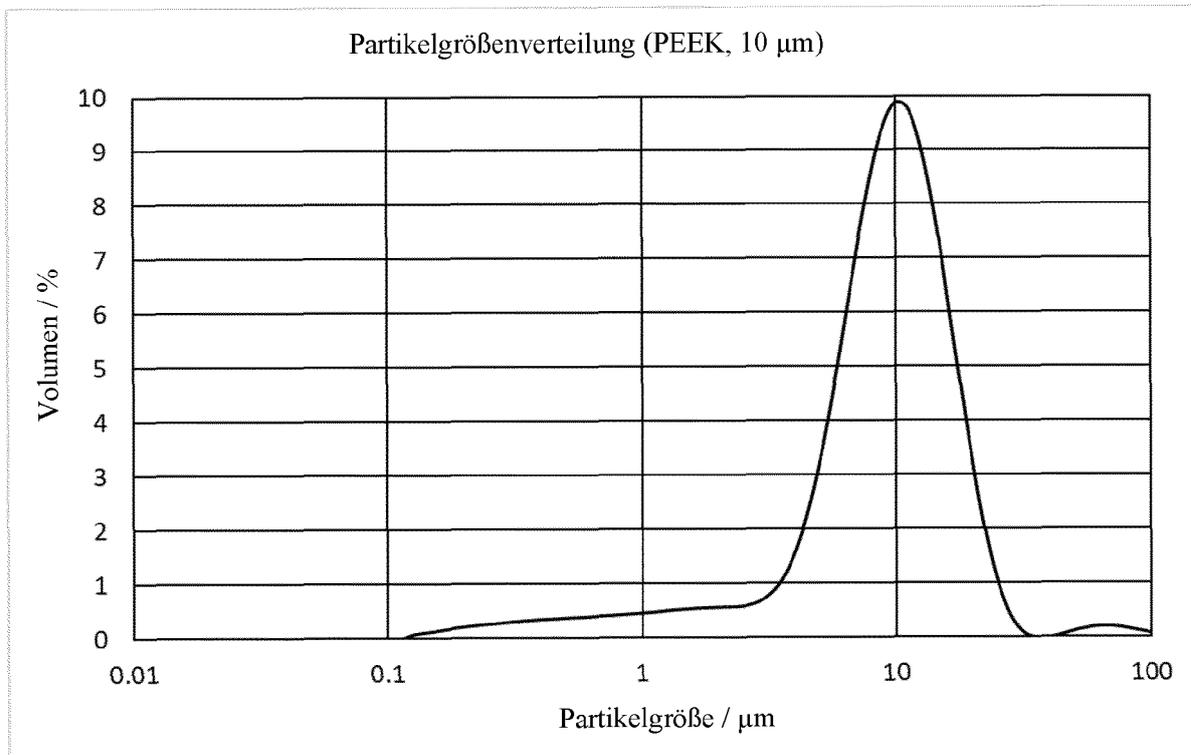


Abbildung 3:

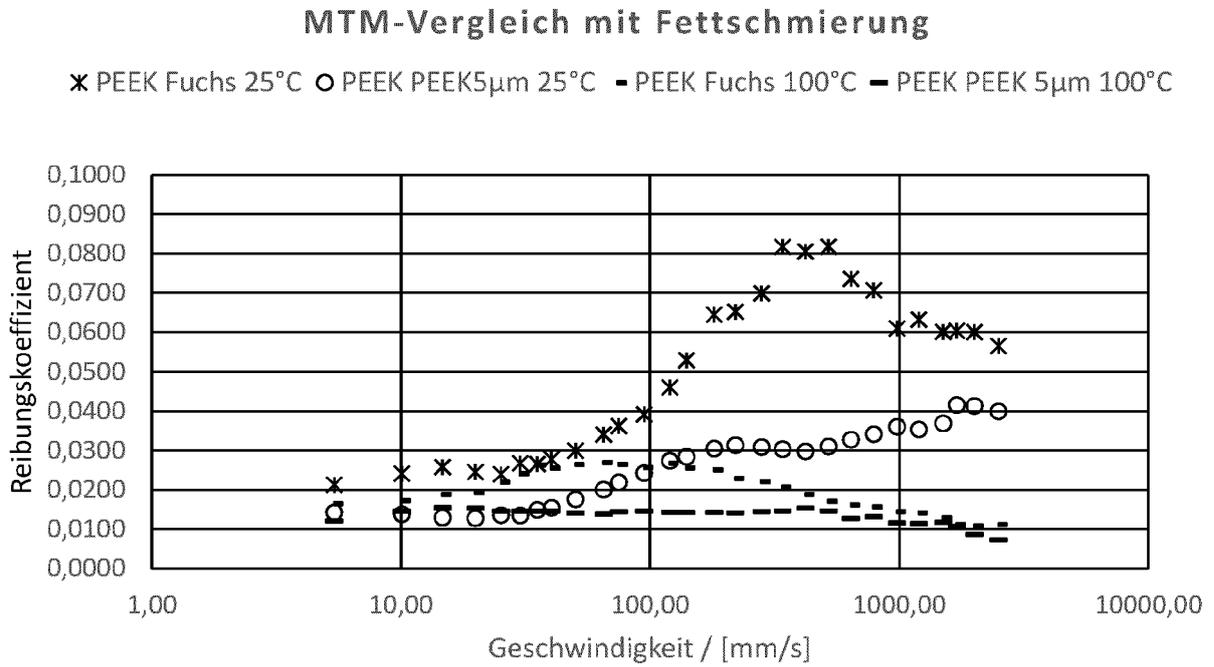


Abbildung 4:

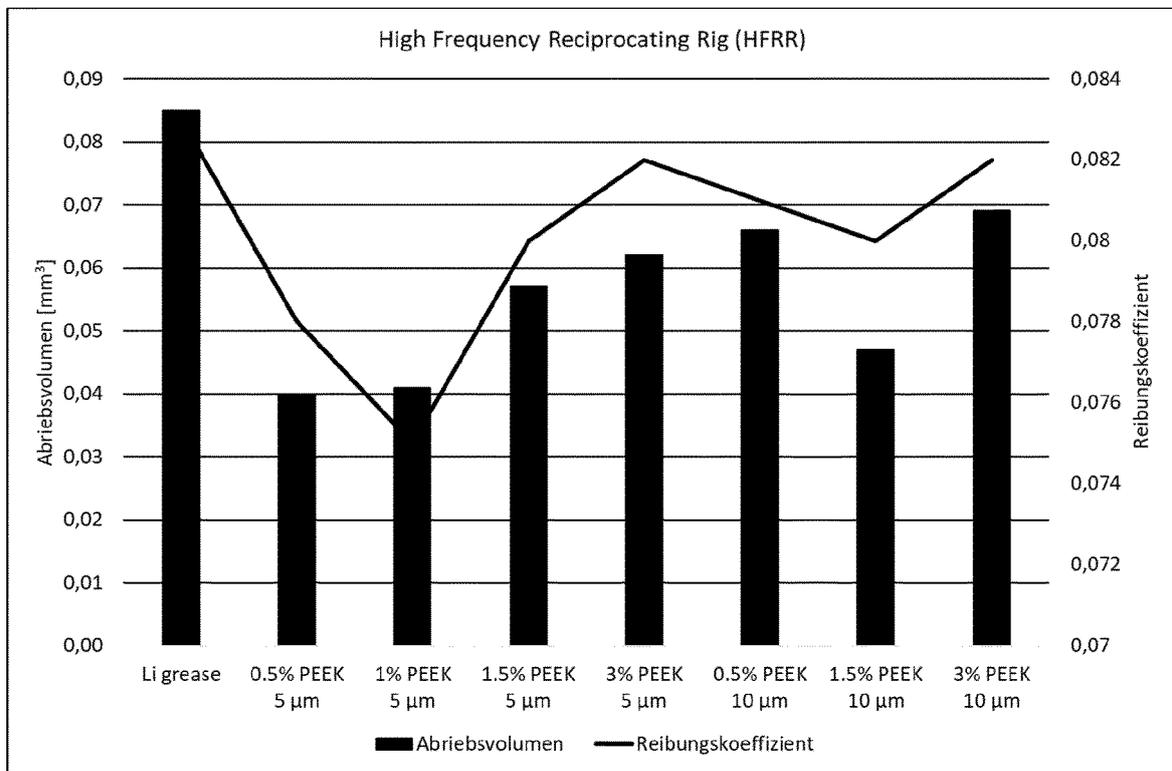
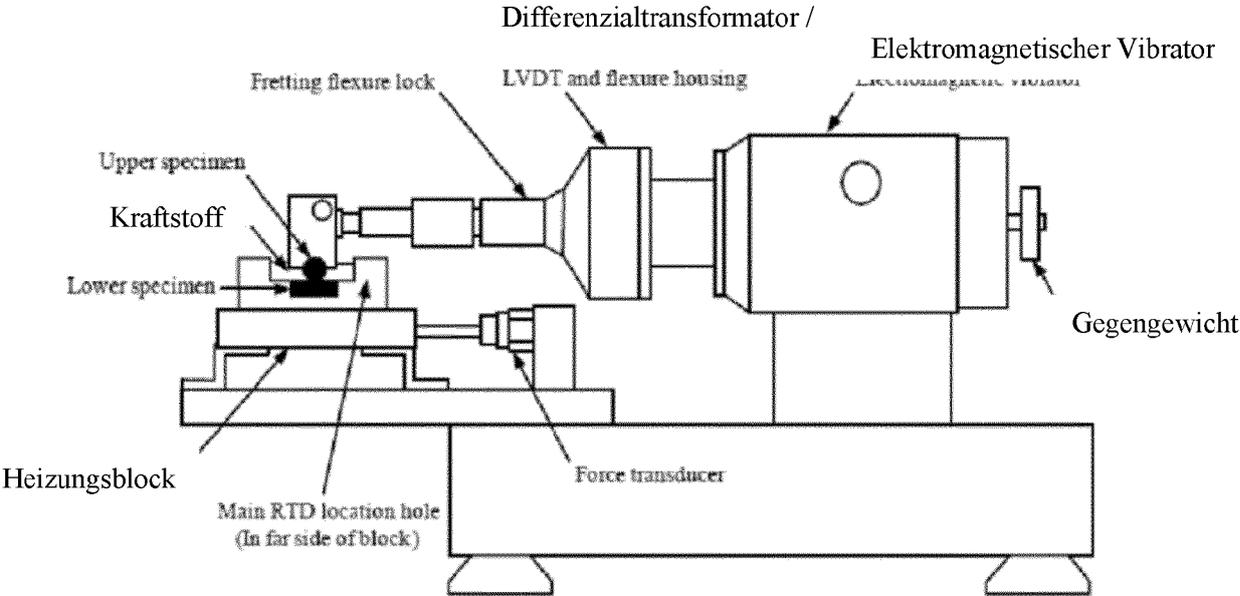


Abbildung 5:





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 3462

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2021 130746 A1 (KLUEBER LUBRICATION MÜNCHEN SE & CO KG [DE]) 25. Mai 2023 (2023-05-25) * Beispielfett 7, 11; Fig. 1-2; Absätze [0009], [0016]; Ansprüche 1-4, 8, 16 *	1-15	INV. C10M153/04 ADD. C10N10/02 C10N10/04 C10N10/06
X,D	GB 2 192 896 B (MITSUI TOATSU CHEMICALS [JP]) 4. Juli 1990 (1990-07-04) * Beispiel 10 *	1-15	C10N20/06 C10N30/06 C10N40/02 C10N40/04 C10N50/00 C10N50/10
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C10M C10N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Februar 2024	Prüfer Greß, Tobias
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 20 3462

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

28-02-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102021130746 A1	25-05-2023	KEINE	

GB 2192896 B	04-07-1990	FR 2601686 A1	22-01-1988
		GB 2192896 A	27-01-1988
		IT 1222029 B	31-08-1990
		JP S6323994 A	01-02-1988

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2002363589 A [0021]
- GB 2192896 B [0023]
- US 4787993 A [0023]
- JP S63172794 B [0023]
- DE 102012215145 [0094]
- WO 2012123192 A1 [0094] [0096]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- *Praktisch, langlebig und giftig*, <https://www.bmu.de/faq/welche-pfas-wurden-bislang-verboden> [0022]