

(12) **Patentschrift**

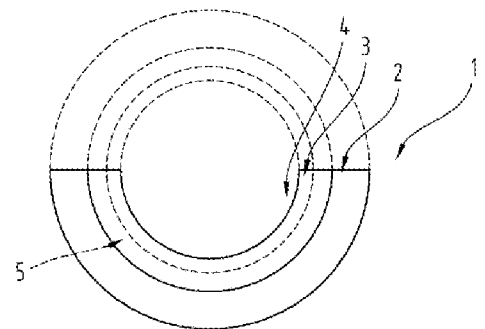
(21)	Anmeldenummer:	A 50159/2020	(51)	Int. Cl.:	C09D 179/08	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	03.03.2020			C09D 167/00	(2006.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.05.2024			C09D 161/04	(2006.01)
					C09D 7/63	(2018.01)
					F16C 33/20	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: WO 2016008770 A1 DE 102017216110 A1 WO 2015090597 A1 DE 102018000610 A1	(73)	Patentinhaber: Miba Gleitlager Austria GmbH 4663 Laakirchen (AT)
		(72)	Erfinder: Leonardelli Georg Dipl.Ing. Dr. 4810 Gmunden (AT)
		(74)	Vertreter: Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH 4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Gleitlack**

(57) Die Erfindung betrifft ein Gleitlagerelement (1) umfassend zumindest ein metallisches Substrat, auf dem eine Polymerschicht angeordnet ist, die aus einem Gleitlack hergestellt ist, wobei der Gleitlack zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel, zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der Polymerschicht an dem metallischen Substrat umfasst, wobei der zumindest eine Haftvermittler zumindest eine chemische Verbindung ist oder eine reaktive Gruppe im Molekül aufweist, die mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat reagieren kann bzw. reagiert, und damit den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat verbindet.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Gleitlagerelement umfassend zumindest eine metallisches Substrat, auf dem eine Polymerschicht angeordnet ist, die aus einem Gleitlack hergestellt ist, wobei der Gleitlack zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel, zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der Polymerschicht an dem metallischen Substrat umfasst, wobei der Anteil des organischen, polymeren Bindemittels an der Polymerschicht ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 50 Gew.-%, der Gesamtanteil der Festschmierstoffe an der Polymerschicht ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%, und der Summenanteil an Haftvermittlern an der Gesamtzusammensetzung der Polymerschicht zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-% beträgt, mit der Maßgabe, dass sich sämtliche Bestandteile der Polymerschicht zu 100 Gew.-% ergänzen, wobei der zumindest eine Haftvermittler zumindest eine chemische Verbindung ist oder eine reaktive Gruppe im Molekül aufweist, die mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat reagieren kann bzw. reagiert, und damit den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat verbindet.

[0002] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagerelementes umfassend die Schritte: Bereitstellen eines Substrats mit zumindest einer metallischen Schicht; Auftragen eines Gleitlackes mit zumindest einem organischen, polymeren Bindemittel, zumindest einem Festschmierstoff und zumindest einem Haftvermittler auf die metallische Schicht; Aushärten des organischen, polymeren Bindemittels, wobei aus dem Gleitlack eine Polymerschicht hergestellt wird, umfassend zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel, zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der aus dem Gleitlack hergestellten Polymerschicht an dem Substrat, wobei der Anteil des organischen, polymeren Bindemittels an der Polymerschicht ausgewählt wird einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 50 Gew.-%, der Gesamtanteil der Festschmierstoffen an der Polymerschicht ausgewählt wird aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%, und der Summenanteil an Haftvermittlern an der Gesamtzusammensetzung der Polymerschicht zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-% ausgewählt wird, mit der Maßgabe, dass sich sämtliche Bestandteile der Polymerschicht zu 100 Gew.-% ergänzen, wobei der zumindest eine Haftvermittler zumindest eine chemische Verbindung ist oder eine reaktive Gruppe im Molekül aufweist, die mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem Substrat reagieren kann bzw. reagiert, und damit den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem Substrat verbindet.

[0003] Mehrschichtgleitlagerelemente werden bekannterweise zur reibungsreduzierten Verbindung von zwei Maschinenelementen, beispielsweise zur Lagerung von sich drehend Bauteilen, wie z.B. Wellen, eingesetzt. Dabei ist auch die Verwendung von polymerbasierten Schichten in Gleitlagerungen im Stand der Technik hinlänglich beschrieben worden. Beispielsweise ist aus der auf die Anmelderin zurückgehenden Druckschrift EP 1 717 469 A2 ein Lagerelement bekannt, das einen metallischen Stützkörper, einer darüber angeordneten Lagermetallschicht sowie eine über dieser angeordnete Polymerschicht aufweist. Die Polymerschicht besteht aus einem Polyimidharz, Molybdändisulfid und Graphit.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist weiter bekannt, einen Gleitlack mit einem Haftvermittler zu versetzen. So beschreibt die DD 300 385 A7 Gleitlacke, bestehend aus luft- und/oder ofentrocknenden Bindemitteln, Fluorpolymerteilchen, gegebenenfalls Pigmenten und/oder Farbstoffen, Lösungsmitteln, Benetzungsmitteln, mit denen abriebbeständige Oberflächen erhalten werden, die Überzüge mit niedrigen Reibungskoeffizienten, hoher Abriebbeständigkeit, hoher Adhäsion gegenüber dem Untergrundmaterial, antiadhäsiven Eigenschaften und guter Wasserbeständigkeit besitzen, wobei die Gleitlacke Silane der allgemeinen Formel $R1-Si(OR)_3$, wobei R1 eine Alkenyl-, Cycloalkenyl-, Cycloalkenylalkyl- oder (Meth)acryloxyalkylgruppe, R eine Alkyl- oder Alkoxyalkylgruppe mit 1 bis 5 C-Atomen darstellen, enthalten.

[0005] Die WO 2016/008770 A1 beschreibt ein gleitendes Maschinenbauteil, das eine Verbundwerkstoffschicht auf einem Substrat aufweist, wobei die Verbundwerkstoffschicht eine Matrix aus einem Kunststoffpolymermaterial, das funktionalisierte Graphen-Nanoplättchen aufweist, umfasst. Das Kunststoffpolymermaterial kann ausgewählt sein aus einer Gruppe, bestehend aus einem Polyamidimid-Harz, Acrylat-Harz, Epoxy-Harz, Fluorpolymer und Polybenzimidazol.

[0006] Aus der DE 10 2017 216 110 A1 ist ein Gleitlack mit einem Polymer als Harzmatrix und mit Mischphasenoxiden als funktionale Füllstoffe bekannt. Zur Verbesserung der Haftfestigkeit des Gleitlacks auf dem Substrat kann eine geringer oder gar nicht additivierte Gleitlackschicht angeordnet sein.

[0007] Die WO 2015/090597 A1 beschreibt einen lösungsmittelfreien Polyamidimid-Gleitlack auf Wasserbasis enthaltend 2 bis 13 Vol.-% Festschmierstoffe, 0,05 bis 10 Vol.-% Additive, Füllstoffe und Pigmente, 5 bis 25 Vol.-% Polyamidimid oder Polyamidamid, 0,5 bis 10 Vol.-% Co-Vernetzungsmittel und/oder Co-Bindemittel, und Rest zu 100 Vol.-% Wasser. Mit dem Co-Vernetzungsmittel wird die Haftung des Gleitlacks auf dem Untergrund verbessert. Das Co-Vernetzungsmittel ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Isocyanaten, aromatisch und aliphatisch blockierten Isocyananten, Nanopartikeln und Epoxiden und Epoxidharzen.

[0008] Aus der DE 10 2018 000 610 A1 ist ein Graphen-haltiger Gleitlack bekannt, umfassend 12 bis 32 Gew.-% Bindemittel, 0,5 bis 5 Gew.-% Co-Bindemittel, 4 bis 10 Gew.-% Festschmierstoff, 0,5 bis 10 Gew.-% Graphen, 0,1 bis 2,0 Gew.-% Additive und den Rest auf 100 Gew.-% Lösungsmittel.

[0009] Der Erfindung lag die Aufgabe zu Grunde, mit Gleitlacken ausgestattete Gleitlagerelemente hinsichtlich des Problems einer Delamination der Gleitlackschicht vom Untergrund zu verbessern.

[0010] Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Gleitlagerelement gelöst, bei dem die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem metallischen Substrat verbindet, ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxylsäure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure und/oder die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.

[0011] Die Aufgabe der Erfindung wird weiter durch das eingangs genannte Verfahren gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass als chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem Substrat verbindet, ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxylsäure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure und/oder die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.

[0012] Von Vorteil ist dabei, dass mit dem Haftvermittler an sich die Haftfestigkeit der polymeren Gleitschicht auf dem Substrat verbessert werden kann, wobei durch die Anbindung des Haftver-

mittlers an des Substrat oder das organische Bindemittel die aus dem Gleitlack hergestellte Gleitschicht einer höheren mechanischen Belastung ausgesetzt werden kann, ohne dass die Gefahr einer Ablösung der Gleitschicht vom Substrat zu befürchten ist. Dabei kann gemäß dem Verfahren vorgesehen sein, dass die Anbindung des Haftvermittlers an das Substrat bzw. das polymere Bindemittel während der Aushärtung des Bindemittels zum Polymer erfolgen kann, womit die Herstellung der polymeren Gleitschicht aus dem Gleitlack vereinfacht werden kann, da keine zusätzlichen Verfahrensschritte für die Anbindung des Haftvermittlers an das Substrat oder das polymere Bindemittel erforderlich sind. Darüber hinaus kann auch vorgesehen sein, dass als Haftvermittler ein Korrosionsschutzmittel verwendet wird, womit die zusätzliche Funktionalität „Haftvermittler“ bereits mit der Funktionalität „Korrosionsschutz“ in den Gleitlack eingebracht werden kann. Das Gleitlagerelement weist damit neben der verbesserten Korrosionsbeständigkeit auch eine verbesserte Haftfestigkeit auf dem Substrat auf.

[0013] Die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem metallischen Substrat verbindet, ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxylsäure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure und/oder die chemische Verbindung und/oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.

[0014] Der Summenanteil des Haftvermittlers an der Gesamtzusammensetzung der polymeren Gleitschicht beträgt zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-%. Bei einem Anteil von weniger als 0,2 Gew.-% konnte keine wesentliche Verbesserung der Haftfestigkeit der polymeren Gleitschicht auf dem metallischen Substrat beobachtet werden. Bei einem Anteil des Haftvermittlers von mehr als 5 Gew.-% werden die Anteile der restlichen Bestandteile des Gleitlackes zu sehr reduziert, wodurch die weiteren gewünschten Eigenschaften der Gleitlacksschicht, wie z.B. der Zusammenhalt der Schicht an sich, also die Einbettung der Festschmierstoffpartikel, oder die Reibwertreduzierung, etc., zu sehr leiden.

[0015] In der bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist das organische, polymere Bindemittel ein Polyimid, ein Polylamidimid, ein Polyester, ein Phenolharz, insbesondere wenn die Haftvermittler entsprechend einer der voranstehend genannten Ausführungsvarianten gebildet sind.

[0016] Gemäß einer Ausführungsvariante des Gleitlagerelementes kann vorgesehen sein, dass das metallische Substrat aus einer Legierung besteht, die Kupfer enthält, da beobachtet wurde, dass der voranstehend genannte Gleitlack insbesondere bei kupferhaltigen Metallschichten die voranstehend genannten Effekte zeigt.

[0017] Besonders bevorzugt wird die polymere Gleitschicht auf einem Gleitlagerelement angeordnet, bei dem sämtliche Schichten bleifrei sind, insbesondere wenn der Haftvermittler auch als Korrosionsschutzmittel wirkt.

[0018] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0019] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0020] Fig. 1 ein mehrschichtiges Gleitlagerelement in Seitenansicht.

[0021] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf

gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0022] Angaben zu den Legierungszusammensetzungen sind so zu verstehen, dass diese übliche Verunreinigungen, wie sie in großtechnisch eingesetzten Rohstoffen auftreten, mitumfassen. Es besteht aber im Rahmen der Erfindung die Möglichkeit, dass Rein- bzw. Reinstmetalle eingesetzt werden.

[0023] Weiter sind Angaben zu Zusammensetzungen in Gew.-% zu verstehen, sofern nicht etwas anderes ausdrücklich angegeben ist.

[0024] Fig. 1 zeigt ein Gleitlagerelement 1 (auch als Mehrschichtgleitlagerelement bezeichnenbar) in Form einer Gleitlagerhalbschale. Dargestellt ist eine zweischichtige Variante des Gleitlagerelements 1, bestehend aus einer Stützschiicht 2 und einer Gleitschiicht 3, die auf einer Vorderseite 4 (radial inneren Seite) des Gleitlagerelements 1, die einem zu lagernden Bauteil zuwendbar ist, angeordnet ist.

[0025] Gegebenenfalls kann eine Lagermetallschiicht 5 zwischen der Gleitschiicht 3 und der Stützschiicht 2 angeordnet sein, wie dies in Fig. 1 strichliert angedeutet ist.

[0026] Der prinzipielle Aufbau derartiger Gleitlagerelemente 1, wie sie z.B. in Verbrennungskraftmaschinen Verwendung finden, ist aus dem Stand der Technik bekannt, sodass sich weitere Ausführungen hierzu erübrigen. Es sei jedoch erwähnt, dass weitere Schichten angeordnet werden können, also beispielsweise zwischen der Lagermetallschiicht 5 und der Stützschiicht 2 eine Haftvermittlerschiicht und/oder eine Diffusionssperrschicht, etc.

[0027] Im Rahmen der Erfindung kann das Mehrschichtgleitlager 1 auch anders ausgeführt sein, beispielsweise als Lagerbuchse, wie dies in Fig. 1 strichliert angedeutet ist. Ebenso sind Ausführungen wie Anlaufringe, axial laufende Gleitschuhe, oder dergleichen möglich.

[0028] Die Gleitschiicht 3 ist vorzugsweise auf einer metallischen Schicht des Gleitlagerelementes 1 angeordnet, die Kupfer enthält. Insbesondere ist die Gleitschiicht 3 unmittelbar auf dieser Schicht angeordnet.

[0029] Der Ausdruck „Kupfer enthält“ umfasst dabei Legierungen, die Kupfer als Legierungsbestandteil enthalten, Kupferbasislegierungen, bei denen Kupfer die Matrix bildet, in der weitere Phasen der Kupferbasislegierung eingelagert bzw. angeordnet sind, sowie Schichten, die nur aus Kupfer gebildet sind. Vorzugsweise ist die Gleitschiicht 3 aber (unmittelbar) auf eine Kupferbasislegierung angeordnet bzw. damit verbunden.

[0030] Es ist weiter bevorzugt, wenn sämtliche Schichten des Gleitlagerelementes 1 bleifrei ausgebildet sind. Mit „bleifrei“ ist dabei gemeint, dass diese Schichten vorzugsweise kein Blei aufweisen. Zumindest eine der Schichten kann jedoch einen maximalen Bleianteil in Höhe der üblichen Verunreinigungen, die die Elemente üblicherweise aufweisen, die für die Herstellung der jeweiligen Schicht des Gleitlagerelementes 1, eingesetzt werden, aufweisen. Dieser Bleianteil kann beispielsweise aus dem Recycling von Metallen stammen. Üblicherweise ist dieser Bleianteil in der jeweiligen Schicht des Gleitlagerelementes 1 nicht höher als 0,1 Gew.-%. Jedenfalls wird in der bevorzugten Ausführungsvariante des Gleitlagerelementes 1 kein Blei extra als Legierungsbestandteil zugesetzt.

[0031] Die Stützschiicht 2 kann aus Stahl bestehen, kann aber auch aus einem anderen Werkstoff, der dem Gleitlagerelement 1 die erforderliche Strukturfestigkeit verleiht, bestehen. Derartige Werkstoffe sind aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise kann die Stützschiicht 2 aus einer Kupferbronze bestehen.

[0032] Falls die Gleitschiicht 3 nicht unmittelbar auf der Stützschiicht 3 angeordnet ist, kann die Lagermetallschiicht 5 eine Kupfer enthaltende Schicht sein, auf der die Gleitschiicht 3 angeordnet ist.

[0033] Es besteht weiter die Möglichkeit, dass zwischen der Lagermetallschicht 5 und der Gleitschicht 3 eine weitere Gleitschicht angeordnet ist. Diese weitere Gleitschicht ist dann eine metallische Gleitschicht, die vorzugsweise eine Kupfer enthaltende Schicht ist. In diesem Fall kann die auf der weiteren Gleitschicht angeordnete Gleitschicht 3 (auch) die Funktion einer Einlaufschicht haben.

[0034] Für die Lagermetallschicht 5 sowie die Zwischenschichten können (auch) die aus dem einschlägigen Stand der Technik bekannten Legierungen bzw. Werkstoffe verwendet werden, und sei diesbezüglich darauf verwiesen.

[0035] Die Gleitschicht 3 ist eine polymerbasierte Schicht, die aus einem Gleitlack gebildet wird.

[0036] Der Gleitlack kann in fester Form oder vorzugsweise in flüssiger Form vorliegen und auf das jeweilige Substrat aufgetragen werden. Die Verfahren zum Auftragen sind bekannt und müssen daher nicht weiter vertieft werden. Der Gleitlack kann beispielsweise aufgestrichen, aufgesprüht, aufgetaucht, etc., werden.

[0037] Der Gleitlack umfasst zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel (im Folgenden als organisches Bindemittel oder Bindemittel bezeichnet), zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der aus dem Gleitlack herstellbaren polymeren Gleitschicht 3 an einem metallischen Substrat (im Folgenden als Substrat oder als metallische Schicht bezeichnet). Daneben kann der Gleitlack auch noch zumindest einen weiteren Bestandteil aufweisen, wie beispielsweise Hartpartikel, Metallpartikel, zumindest ein Lösungsmittel, Farbstoffe, etc.

[0038] Das organische Bindemittel bzw. die polymere Basis ist bevorzugt ein Polyimid, ein Polylamidimid, ein Polyester, ein Phenolharz. Es können aber auch andere organische Bindemittel auf organischer Basis eingesetzt werden, wie beispielsweise Epoxide oder Polybenzimidazol (PBI). Ebenso sind Mischungen aus zumindest zwei der genannten Polymere sowie Modifikationen dieser Polymere als organisches Bindemittel einsetzbar.

[0039] Das organische Bindemittel liegt im Gleitlack in nicht ausgehärteter (und bevorzugt gelöster) Form als Monomer bzw. generell als Vorstufe(n) des Polymers vor. Beim Aushärten bzw. durch das Aushärten wird das Polymer gebildet.

[0040] Das Polyimidpolymer kann beispielsweise ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Polyimid (PI), Polysuccinimid (PSI), Polybismaleinimid (PBMI), Polybenzimidazol (PBI), Polyoxadiazobenzimidazol (PBO) und Polyimidsulfon (PISO) sowie Mischungen daraus.

[0041] Bevorzugt ist das Polymer ein Polyamidimid. Das Polyamidimid kann zumindest teilweise aromatische Gruppen aufweisen bzw. kann es ein vollaromatischen Polyamidimid sein.

[0042] Der Anteil des polymeren Bindemittels an der aus dem Gleitlack herstellbaren Polymerschicht, insbesondere der Gleitschicht 3, ist ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 50 Gew.-%, insbesondere einer unteren Grenze von 30 Gew.-% und einer oberen Grenze von 45 Gew.-%. Besonders bevorzugt beträgt der Anteil des Bindemittels an dem Polymerschicht 37 Gew.-%.

[0043] Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass durch die Härtung bzw. beim Härten des Gleitlackes, das Lösungsmittel entfernt wird. Die Zusammensetzung des Gleitlackes kann daher zur Zusammensetzung der Polymerschicht unterschiedlich sind, wenn der Gleitlack ein Lösungsmittel enthält. In diesem Fall ist der Lösungsmittelanteil am Gleitlack zu berücksichtigen.

[0044] Es sei in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen, dass selbstverständlich sämtliche Angaben zur Zusammensetzung der Polymerschicht bzw. des Gleitlackes so zu verstehen sind, dass die Summe der Mengenteile aller Bestandteile der Polymerschicht bzw. des Gleitlackes 100 Gew.-% ergeben muss. Die Polymerschicht bzw. der Gleitlack kann daher auch aus den in dieser Beschreibung genannten Bereichen ausgewählte Zusammensetzungen aufweisen.

[0045] Die Festschmierstoffpartikel können ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Graphit, MoS₂, WS₂, Sn, SnS und SnS₂, ZnS, ZnS₂, hexagonales BN, Sn-Legie-

rungen, CF_2 , PbF_2 , PTFE, etc. Ebenso sind Mischungen aus zwei oder mehreren verschiedenen Festschmierstoffpartikeln einsetzbar. Prinzipiell sind diese Festschmierstoffe bereits aus dem Stand der Technik hinlänglich für diesen Verwendungszweck bekannt.

[0046] Der Gesamtanteil der Festschmierstoffpartikel an der aus dem Gleitlack herstellbaren Polymerschicht, insbesondere der Gleitschicht 3, ist ausgewählt aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 40 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%. Besonders bevorzugt beträgt der Gesamtanteil der Festschmierstoffpartikel an der Polymerschicht zwischen 50 Gew.-% und 55 Gew.-%.

[0047] Die Festschmierstoffpartikel können eine maximale Partikelgröße D90 von 40 μm aufweisen.

[0048] Unter der maximalen Partikelgröße wird dabei jene Abmessung eines Partikels verstanden, die im Vergleich zu anderen Abmessungen desselben Partikels am größten ist. Die maximale Abmessung kann also auch als der Durchmesser jener Hüllkugel verstanden werden, die das jeweilige Partikel gerade vollständig umhüllt.

[0049] Insbesondere können die Festschmierstoffpartikel eine Partikelgrößenverteilung (Korngrößenverteilung) von $D_{50} = 3 \mu\text{m}$ bis $15 \mu\text{m}$, gemessen mittels Siebanalyse, aufweisen.

[0050] In der bevorzugten Ausführungsvariante enthält der Gleitlack, und damit auch die Polymerschicht, Graphit und MoS_2 als Festschmierstoffpartikel. Der Anteil an Graphit an der Polymerschicht kann dabei ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 0,1 Gew.-% und einer oberen Grenze von 20 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 5 Gew.-% und einer oberen Grenze von 15 Gew.-%. Besonders bevorzugt beträgt der Anteil von Graphit an der Polymerschicht 8 Gew.-%. Das MoS_2 bildet den Rest des voranstehend genannten Gesamtanteils an Festschmierstoffen an der Polymerschicht.

[0051] Die Polymerschicht bzw. der Gleitlack kann Hartpartikel aufweisen, um die Härte der Polymerschicht anpassen zu können. Diese Hartpartikel können ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Metalloxidpartikel, wie CrO_3 , Fe_3O_4 , ZnO , CdO , Al_2O_3 , SiO_2 , MnO , TiO_2 , Mischoxidpartikel, wie Bismutvanadate (BiVO_4), Chrom-Antimon-Rutile, Ton, Talk, Aluminiumsilikate, wie z.B. Mullit, Magnesiumsilikate, wie z.B. Amosit, Antophyllit, Chrysotil, Carbide, wie z.B. SiC , CaC_2 , Mo_2C , WC , Metallpartikel, wie z.B. Al , Ag , Sn , Zn , Ag , Ba , Bronze, Cd , Co , Cu , In , Legierungspartikel von diesen Metallen, Metallnitride, wie Si_3N_4 , AlN , Fe_3P , Metallboride, wie z.B. Fe_2B , Ni_2B , FeB , BaSO_4 , chlorinierte Hydrogencarbonate, Fluoride, wie z.B. CaF_2 , Metalloxyfluoride, Crocidolit, Tremolit, Silizide, Thiophosphate, wie z.B. Zinkthiophosphat.

[0052] Es sind auch Mischungen unterschiedlicher Zusatzstoffe bzw. Hartstoffe, beispielsweise von zwei, drei, vier oder mehreren unterschiedlichen Zusatzstoffen bzw. Hartstoffen verwendbar.

[0053] Der Anteil der Hartpartikel an der Polymerschicht kann ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 Gew.-% und einer oberen Grenze von 20 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 1 Gew.-% und einer oberen Grenze von 5 Gew.-%.

[0054] Das gegebenenfalls im Gleitlack vorhandene Lösungsmittel kann ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend bzw. bestehend aus Xylol, Dimethylformamid, Methylethylketon, Gamma-Butyrolacton, Dimethylacetamid, N-Methyl-2-pyrrolidon, 1-Butylpyrrolidin-2-on, etc. Es sind auch Mischungen aus zumindest zwei verschiedenen Lösungsmitteln verwendbar.

[0055] Der Anteil des zumindest einen Lösungsmittels am Gleitlack kann ausgewählt sein aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 50 Gew.-% und einer oberen Grenze von 80 Gew.-%, insbesondere aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 60 Gew.-% und einer oberen Grenze von 70 Gew.-%. Vorzugsweise kann der Anteil des Lösungsmittels am Gleitlack 65 Gew.-% betragen.

[0056] Der Gleitlack (und damit auch die Polymerschicht) kann noch weitere Bestandteile aufweisen, beispielsweise Fasern, Metallplättchen, etc. Der Anteil an diesen weiteren Bestandteilen

kann zwischen 0,1 Gew.-% und 20 Gew.-% betragen.

[0057] Wie bereits voranstehend ausgeführt weist der Gleitlack und damit auch die daraus hergestellte Polymerschicht, insbesondere die Gleitschicht 3, zumindest einen Haftvermittler auf. Der Haftvermittler wird/ist mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder mit dem (metallischen) Substrat, auf das der Gleitlack aufgebracht wird, verbunden. Die Verbindung ist insbesondere in Art einer koordinativen Bindung (Donor-Akzeptor-Bindung) hinsichtlich der Anbindung an das polymere Bindemittel und hinsichtlich der Anbindung an das Substrat ausgebildet. Es sind jedoch auch andere Anbindungen möglich, wie beispielsweise eine kovalente Anbindung an das polymere Bindemittel. Dazu weist das zumindest eine Haftmittel entsprechende Liganden auf, die im nachfolgenden noch näher erläutert werden.

[0058] Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass unter einem Liganden sowohl eine chemische Verbindung an sich, also auch eine besondere chemische Gruppe (auch als „reaktive Gruppe“ bezeichnenbar) im Molekül des Haftvermittlers, die mit dem Bindemittel oder dem Substrat reagieren kann bzw. reagiert, verstanden wird. Beispielsweise kann die Verbindung „Benzotriazol“ den Liganden „Carboxylsäure“, der die Verbindung zum Polymer herstellt, aufweisen. Der Haftvermittler lautet dann Benzotriazol-5-carboxylsäure. Oder die Verbindung „Undecan“ kann mit dem Liganden Thiol als Haftvermittler und dem Liganden Carboxyl als Verbindung zum Bindemittel versehen sein, woraus 11-Mercaptoundecansäure als zugegebenen Substanz resultiert. Für den Fall, dass der Ligand eine reaktive Gruppe ist, kann vorgesehen sein, dass das Trägermolekül, das den Liganden trägt, eine organische Verbindung mit einer Molmasse von maximal 200 g/mol, bevorzugt maximal 150 g/mol insbesondere maximal 100 g/mol, ist. Die untere Grenze dieser Bereiche ist bevorzugt jeweils 20 g/mol. Beispielsweise kann das Trägermolekül Phenol, ein Alkan, wie z.B. Butan, Undecan, etc., sein.

[0059] Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass der Gleitlack sowohl einen Haftvermittler mit einem Liganden, der diesen Haftvermittler mit dem Substrat verbindet, als auch einen Haftvermittler mit einem Liganden, der diesen Haftvermittler mit dem organischen Bindemittel verbindet, aufweist. Damit wird die polymere Schicht einerseits mit dem Substrat und andererseits mit dem Bindemittel (d.h. den Molekülen des Bindemittels) verbunden, wobei jedoch keine durchgehende Verbindung der Bindemittelmoleküle mit dem Substrat vorhanden ist.

[0060] Um dies zu erreichen, kann nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Haftvermittler zumindest zwei verschiedene Liganden trägt, wobei einer dieser Liganden mit dem Substrat, und der weitere Ligand mit dem Bindemittel bindet. Damit kann also über den Haftvermittler eine direkte Anbindung des Bindemittels an das Substrat erreicht werden.

[0061] Der Anteil des Haftvermittlers (bzw. der Summenanteil an Haftvermittlern bei mehreren Haftvermittlern) an der Gesamtzusammensetzung der aus dem Gleitlack herstellbaren Polymerschicht (Gleitschicht 3) beträgt zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-%, insbesondere zwischen 0,5 Gew.-% und 2,5 Gew.-%. Beispielsweise kann der Anteil des Haftvermittlers an der Gesamtzusammensetzung der Polymerschicht zwischen 1,8 Gew.-% und 2,2 Gew.-% betragen. Der Anteil des Haftvermittlers im Gleitlack mit Lösungsmittel kann aus diesen Werten unter Berücksichtigung des Lösungsmittelanteils errechnet werden. Dazu wird die Zusammensetzung der aus dem Gleitlack herzustellenden Polymerschicht entsprechend den Angaben in dieser Beschreibung herangezogen. Diese Zusammensetzung muss im ersten Schritt einen Summenanteil von 100 Gew.-% ergeben. Zu dieser Zusammensetzung wird danach der Lösungsmittelanteil hinzuge-rechnet, wodurch sich der Anteil der einzelnen Bestandteile der vorher bestimmten Zusammensetzung im Gleitlack mit Lösungsmittel entsprechen dem Lösungsmittelanteil reduziert. Da dies dem Fachmann bekannt ist, muss dies nicht weiter erläutert werden.

[0062] Der Ligand (also in diesem Fall die reaktive Gruppe), der den Haftvermittler mit dem Substrat verbindet, ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxyl- säure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-

Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure.

[0063] Die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.

[0064] In folgender Tabelle 1 sind einige der Zusammensetzungen wiedergegeben, die im Zuge der Erfindung erprobt wurden. Es sei jedoch erwähnt, dass auch mit den weiteren genannten Liganden entsprechende Versuche durchgeführt wurden, deren Wiedergabe aber den Rahmen dieser Beschreibung sprengen würden.

[0065] Alle diese Zusammensetzungen zeigten auf dem Lagerprüfstand mit oszillierender Relativbewegung bzw. unter steigender Last eine Verbesserung der Haftung gegenüber den gleichen Zusammensetzungen ohne Haftvermittler.

[0066] Sämtliche Mengenanteile sind in Gew.-% zu verstehen. Weiter beziehen sich die Angaben zur Zusammensetzung auf die Zusammensetzung der aus dem Gleitlack hergestellten Polymerschicht, d.h. ohne Lösungsmittel.

[0067] Tabelle 1: Zusammensetzungen der aus dem Gleitlack hergestellten Polymerschicht:

Haftvermittler	Anteil	Polymer	Anteil	MoS ₂	Graphit	Hartstoff / Fasern / Metalle
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	2,0	PAI	50	29	1	18
3-Aminopropyltriethoxysilan	1,0	PAI	43	40	14	2
(Benzothiazol-2-ylthio)succinylsäure	1,0	PAI	38	44	15	2
11-Mercaptoundecansäure	1,5	75 PAI + 25 PI	25	38,5	20	15
2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-phenylethyl-1-methyl)phenol	0,5	PAI	40	49,5	10	
5-Benzimidazolcarboxylsäure	1,5	75 PAI + 25 PI	40	43,5	15	
Epoxytrimethoxysilan	1,5	75 PAI + 25 Epoxy	45	35,5	8	10
5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol	4,0	PAI	35	36	17	8
Benzotriazole-5-carboxylsäure	2,0	PAI	39	48	8	3
Benzotriazole-1-carboxamid	3,0	75 PAI + 25 PBI	42	38	15	2
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	25	59		15,8
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	50	45		
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	50	25	10	14,8
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	45	60		
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	50	49		0,8
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	25	45	14	11
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	39,8	60		
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	50	25		20
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	42,8	35	22	
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	60	12	20	3
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	56,8	5	20	18
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	52	20	5	18
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	0,2	PAI	37,5	52,3		10
5-Amino-1,3,4-thiadiazol-2-thiol	5	PAI	37,5	27,5	20	10

[0068] Für die Herstellung eines Gleitlagerelements wird in einem ersten Schritt ein ein- oder mehrschichtiges Substrat zur Verfügung gestellt. Dieses kann nach (in der Gleitlagerindustrie) üblichen, bekannten Verfahren hergestellt werden. Auf dieses Substrat wird in der Folge der Gleitlack aufgetragen, beispielsweise mit einem voranstehend genannten Verfahren. Nach dem Aufbringen des Haftvermittlers wird dieser ausgehärtet. Dies kann beispielsweise durch Wärmebehandlung, UV-Licht, Infrarot-Bestrahlung, etc. erfolgen. Die Aushärtung von Gleitlacken an sich ist dem Fachmann bekannt. Mit der Aushärtung wird die aus dem Gleitlack hergestellte Polymerschicht mit dem Substrat, insbesondere einer metallischen Schicht, und/oder mit dem organischen Bindemittel verbunden.

[0069] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Gleitlagerelementes 1 dieses nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Gleitlagerelement
- 2 Stützschrift
- 3 Gleitschicht
- 4 Vorderseite
- 5 Lagermetallschicht

Patentansprüche

1. Gleitlagerelement (1) umfassend zumindest ein metallisches Substrat, auf dem eine Polymerschicht angeordnet ist, die aus einem Gleitlack hergestellt ist, wobei der Gleitlack zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel, zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der Polymerschicht an dem metallischen Substrat umfasst, wobei der Anteil des organischen, polymeren Bindemittels an der Polymerschicht ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 50 Gew.-%, der Gesamtanteil der Festschmierstoffe an der Polymerschicht ausgewählt ist aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%, und der Summenanteil an Haftvermittlern an der Gesamtzusammensetzung der Polymerschicht zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-% beträgt, mit der Maßgabe, dass sich sämtliche Bestandteile der Polymerschicht zu 100 Gew.-% ergänzen, wobei der zumindest eine Haftvermittler zumindest eine chemische Verbindung ist oder eine reaktive Gruppe im Molekül aufweist, die mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat reagieren kann bzw. reagiert, und damit den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem metallischen Substrat verbindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem metallischen Substrat verbindet, ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxylsäure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure und/oder dass die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.
2. Gleitlagerelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das organische, polymere Bindemittel eine Polyimid, ein Polylamidimid, ein Polyester, ein Phenolharz ist.
3. Gleitlagerelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anteil des Haftvermittlers an der Gesamtzusammensetzung der Polymerschicht zwischen 0,5 Gew.-% und 2,5 Gew.-% beträgt.
4. Gleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das metallische Substrat aus einer Legierung besteht, die Kupfer enthält.
5. Gleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sämtliche Schichten des Gleitlagerelementes (1) bleifrei sind.
6. Verfahren zur Herstellung eines Gleitlagerelementes (1) umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen eines Substrats mit zumindest einer metallischen Schicht;
 - Auftragen eines Gleitlackes mit zumindest einem organischen, polymeren Bindemittel, zumindest einem Festschmierstoff und zumindest einem Haftvermittler auf die metallische Schicht;
 - Aushärten des organischen, polymeren Bindemittels, wobei aus dem Gleitlack eine Polymerschicht hergestellt wird, umfassend zumindest ein organisches, polymeres Bindemittel, zumindest einen Festschmierstoff und zumindest einen Haftvermittler zur Verbesserung der Adhäsion der aus dem Gleitlack hergestellten Polymerschicht an dem Substrat, wobei der Anteil des organischen, polymeren Bindemittels an der Polymerschicht ausgewählt wird aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 50 Gew.-%, der Gesamtanteil der Festschmierstoffe an der Polymerschicht ausgewählt wird aus einem Bereich mit einer unteren Grenze von 25 Gew.-% und einer oberen Grenze von 60 Gew.-%, und der Summenanteil an Haftvermittlern an der Gesamt-

zusammensetzung der Polymerschicht zwischen 0,2 Gew.-% und 5 Gew.-% ausgewählt wird, mit der Maßgabe, dass sich sämtliche Bestandteile der Polymerschicht zu 100 Gew.-% ergänzen, wobei der zumindest eine Haftvermittler zumindest eine chemische Verbindung ist oder eine reaktive Gruppe im Molekül aufweist, die mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem Substrat reagieren kann bzw. reagiert, und damit den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel oder dem Substrat verbindet,

dadurch gekennzeichnet, dass als chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem Substrat verbindet, ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Benzotriazol-1-Carboxamid, 5-Amino-5-Mercapto-1,3,4-Thiazol, Dimercaptothiazol, Tolyltriazol, 1,2,4-Thiazol, Benzotriazole, insbesondere Benzotriazol-5-carboxylsäure, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4,6-bis-(1-Phenylethyl-1-Methyl)-Phenol, Mercaptobenzotriazole, Imidazole, insbesondere Benzimidazole, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Epoxytrimethoxysilan, Trinatriumphosphat, 5-Amino-1,3,4-Thiadiazol-2-Thiol, 11-Mercaptoundecansäure und/oder dass die chemische Verbindung oder die reaktive Gruppe im Molekül des Haftvermittlers, die den Haftvermittler mit dem organischen, polymeren Bindemittel verbindet, ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Epoxytrimethoxysilan, 11-Mercaptoundecansäure, Benzotriazol-5-Carboxylsäure, 5-Benzimidazolcarboxylsäure, (Benzothiazol-2-ylthio)-Succinylsäure, Benzotriazol-1-Carboxamid.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig.1

