



(10) **DE 10 2014 215 772 A1** 2016.02.11

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 215 772.2**

(22) Anmeldetag: **08.08.2014**

(43) Offenlegungstag: **11.02.2016**

(51) Int Cl.: **C23F 15/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
e.V., 01069 Dresden, DE**

(72) Erfinder:

Lehmann, Dieter, 01640 Coswig, DE

(74) Vertreter:

Patentanwälte Rauschenbach, 01187 Dresden, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2004 029 183 A1
DE 10 2008 045 381 A1
DE 10 2009 006 593 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **VERSCLEIßMATERIAL FÜR WELLE-NABE-BEREICHE UND VERFAHREN ZU SEINER
AUFBRINGUNG**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Polymerchemie und betrifft ein Verschleißmaterial, welches im Bereich der Kontaktflächen zwischen Welle und Nabe, eingesetzt werden kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Verschleißmaterials für Welle-Nabe-Bereiche, bei denen eine Korrosion und ein Verbacken der Welle-Nabe-Materialien weitgehend verhindert werden..

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verschleißmaterial, bestehend aus mindestens einer Kunststoffschicht, die auf den Kontaktflächen von Welle und Nabe angeordnet ist, wobei der Kunststoff mindestens eine teilweise elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren, bei dem mindestens auf Teile der Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe ein Kunststoff, in Form einer Folie oder in Form einer Lösung und anschließende Trocknung zu einer Schicht oder in Form eines mit dem Kunststoff beschichteten oder getränkten und gehärteten/vernetzten Schichtmaterials aufgebracht wird.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Polymerchemie und betrifft ein Verschleißmaterial für Welle-Nabe-Bereiche, insbesondere von Felge-Nabe-Bereiche von Rädern, welches im Bereich der Kontaktflächen zwischen einer Welle oder Felge und einer Nabe, beispielsweise eines Rades im Maschinenbau oder im Fahrzeugbau, eingesetzt werden kann, und ein Verfahren zu seiner Aufbringung.

[0002] Im Maschinenbau und speziell in KFZ-Bereich werden zur Radbefestigung Felgen mit Naben (weiterhin allgemein als Welle-Nabe-Bereich und speziell für den KFZ-Bereich als Felge-Nabe-Bereich bezeichnet) verschraubt oder miteinander verbunden, die aus gleichem oder unterschiedlichem Material bestehen, beispielsweise Stahlfelgen und Stahlnaben oder Leichtmetallfelgen/Aluminiumfelgen und Stahlnaben oder Kohlenstofffasercomposit-Felgen und Stahlnaben. Bei allen diesen Materialpaarungen tritt beim Fahren beispielsweise im Winter durch Umwelteinflüsse, wie durch Einwirkung von Feuchtigkeit oder vor allem durch Einwirkung von wässrigen Salzlauge, Salzlösungen und/oder Salzsprühnebel, wie sie zur Straßen- oder Flächenenteisung eingesetzt werden, an der Radaufhängung im Felge-Nabe-Bereich Korrosion auf. Durch Eindringen dieser Medien in die Kapillarspalte zwischen Felge und Nabe findet auch hier Korrosion statt. Im Kapillarspalt zwischen Felge und Nabe korrodieren die Oberflächen unter Volumenzunahme und die Korrosionsschichten kristallisieren, das heißt, sie dehnen sich im fest gefügten Kontakt oberflächlich interpenetrierend aus und „wachsen“ sozusagen ineinander und zusammen, was in Abhängigkeit von den einwirkenden Faktoren und der Zeit zum „Verbacken“ von Felge und Nabe führt. Dieses Phänomen wird vor allem beim Radwechsel festgestellt. Das Rad lässt sich im Falle des „Verbackens“ nur schwierig mit hohem Kraftaufwand und mit der Möglichkeit der Beschädigung der Felge von der Nabe trennen. Die entstandenen Schäden müssen ausgebessert werden, wodurch zusätzliche Kosten entstehen. Besonders häufig ist ein „Verbacken“ im KFZ-Bereich beim Verschrauben von Leichtmetallfelgen oder Stahlfelgen auf Stahlnaben festzustellen. Analog treten diese (Korrosions-)Erscheinungen an Welle-Nabe- oder Felge-Nabe-Verbindungen auch bei Maschinen und Fahrzeugen in der Fördertechnik, der Landwirtschaft und im Flugwesen sowie im Schiffsverkehr unter See-luft-/Salzwassereinfluss auf.

[0003] Öle, Fette und Wachse als Verschleißmaterial zwischen Felge und Nabe können beispielsweise in Kraftfahrzeugen in unmittelbarer Nähe zu Bremsen nicht eingesetzt werden.

[0004] Eine Lackierung der Felgen- und/oder Nabenoberfläche schafft für die Probleme auch keine

Abhilfe. Unter Einsatzbedingungen wird eine Lackschicht schnell beschädigt, wodurch ihre Schutzfunktion nicht mehr gewährleistet ist. An den beschädigten Stellen kommt es zur Korrosion und „Hinterrostung“ der Lackschicht. Ferner besitzen kommerzielle Lacke aufgrund ihrer chemischen Struktur und Zusammensetzung eine niedrige Glasübergangstemperatur und Wärmeformbeständigkeit. Bei lackierten Teilen der Felgen und Naben kann dann beispielsweise unter Druck und Wärmeeinwirkung, wie es im Felge-Nabe-Bereich in der Nähe von Bremsen bei Bergfahrten der Fall ist, die Lackschicht mit der Substratoberfläche des zweiten, unlackierten Teiles oder die Lackschichten miteinander verkleben oder „verbacken“, was gerade vermieden werden soll.

[0005] Bekannt ist der Einsatz von Keramiksprays, die auf die Kontaktflächen von Nabe und Felge aufgesprüht werden, vor allem bei der Materialkombination von Leichtmetallfelgen und Stahlnaben. Das Keramikspray wird meist auf die Oberfläche der Radnabe aufgesprüht.

[0006] Leider sind in der Praxis durch derartige Keramiksprays auch keine Verbesserungen der Probleme des „Verbackens“ festzustellen.

[0007] Zunehmend werden in Leichtbauweise auch Kohlenstofffasercomposit mit Metallteilen kombiniert und verschraubt. So werden beispielsweise Felgen aus Kohlenstofffasercompositen auch im Fahrzeugbereich eingesetzt. Im Kontakt mit Metall bilden Kohlenstofffasern im Composit in Gegenwart von Feuchtigkeit und insbesondere in Gegenwart von Feuchtigkeit und Salzen oder Salzlauge Lokalelemente, die zur (Metall-)Korrosion und somit zur Bildung z.B. von Rost und folglich zu den oben genannten Problemen führen.

[0008] Verstärkt werden diese Probleme durch das Phänomen der elektrochemischen Korrosion, wenn beispielsweise unterschiedliche Metalle oder Legierungen kombiniert werden und oben genannte Umwelteinflüsse einwirken. Dies führt zur Bildung von Lokalelementen, was hinreichend bekannt ist, jedoch in der Praxis oft zu wenig oder nicht beachtet wird.

[0009] Trennschichten in Form von Folientrennschichten oder Polymertrennschichten sind in der Praxis hinreichend bekannt. Als „Trennschicht“ wird in der Technik eine dünne Schicht künstlichen Materials bezeichnet, mit der man zwei Materialien voneinander separiert ...“ (Wikipedia, Stichwort Trennschicht).

[0010] Im Rahmen dieser Erfindung soll als Felge oder Autofelge folgendes bezeichnet werden. „Als Autofelge bezeichnet man umgangssprachlich das Rad eines Autos ohne den Autoreifen. Im eigentlichen Sinne bezeichnet man als Felge nur den äußeren Ring, der durch den Radkranz mit dem Rad-

flansch verbunden ist. Heute werden diese für Pkw jedoch meistens aus einem Stück gefertigt, wodurch sich sprachlich eine sachlich nicht vollständig zutreffende Synonymität von Rad und Felge ergibt (was ähnlich auch für Rad und Reifen gilt). Lediglich für Nutzfahrzeuge, wie Spezial-LKW, Trecker (Schlepper), und einige Sonderanwendungen (Motorsport) gibt es aus mehreren Teilen zusammengesetzte Räder.“ (Wikipedia, Stichwort Autofelge).

[0011] Weiterhin soll unter Nabe im Rahmen dieser Erfindung folgendes bezeichnet werden. „Als Nabe bezeichnet man ein Maschinenelement, das auf eine Welle, eine Achse oder einen Zapfen geschoben wird. Eine Nabe besteht meist aus einem gebohrten Werkstück, in das je nach Anwendungsfall ein Lager ... eingelassen wird Die Nabe ist stets Bestandteil einer Welle-Nabe-Verbindung.“ (Wikipedia, Stichwort Nabe).

[0012] Gemäß der DIN EN ISO 8044 wird Korrosion wie folgt definiert. „Korrosion ist die Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteils oder eines ganzen Systems führen kann. In den meisten Fällen ist die Reaktion elektrochemischer Natur, in einigen Fällen kann sie chemischer oder metallphysikalischer Natur sein.“

[0013] Nach dieser Norm sind 37 verschiedenen Korrosionsarten definiert. In der Technik werden neben werkstoffbasierter Korrosion auch Korrosion anhand des Ortes ihres Auftretens unterschieden, wie: Kontaktkorrosion, Flächenkorrosion, Schwingungsrisskorrosion, Spaltkorrosion, interkristalline Korrosion, Unterwanderungskorrosion (siehe auch Wikipedia, Stichwort Korrosion).

[0014] Im Rahmen dieser Erfindung soll unter Korrosion die von der Oberfläche ausgehende Zerstörung eines Metalls durch elektrochemische Reaktionen, z.B. durch Umwelteinflüsse, verstanden werden.

[0015] „Lokalelemente sind kleinflächige Korrosionselemente (oder Kontaktelemente), die mit bloßem Auge kaum zu erkennen sind. Sie sind deutlich kleiner als 1 mm². Lokalelemente können Kristallite einer Legierung sein, die sowohl direkt als auch über einen Elektrolyten elektrisch leitend miteinander verbunden sind und eine kurzgeschlossene galvanische Zelle bilden. Lokalelemente können an Berührungstellen von zwei verschiedenen Metallen durch Einwirkung von Feuchtigkeit, z.B. Schwitzwasser, entstehen und dort oft erhebliche Korrosion verursachen. Anfällig sind Lötstellen, Schweißnähte, Vernietungen, Verschraubungen, beschädigte Beschichtungen (z.B. angekratztes Weißblech) und Legierungen.“ (Wikipedia Stichwort Lokalelement).

[0016] Unter „Verbacken“ soll im Rahmen dieser Erfindung der Korrosionsvorgang verstanden werden, bei dem unter Druck und Umwelteinflüssen, wie beispielsweise Feuchtigkeit, Salzlösungen/Salz(sprüh-)nebel und Sauerstoff nach bekannten Mechanismen Komponenten durch interpenetrierende Korrosionsschichten so fest miteinander in Verbindung stehen, dass eine Trennung nur schwierig oder ohne Zerstörung einer Komponente nicht mehr möglich ist. Typische Beispiele sind im Kfz-Bereich das An- und Festkorrodieren von Leichtmetall- und Stahl-Felgen auf Stahl-Radnaben beim Räderwechsel nach längerer Einwirkung von Taumitteln (Salzlauge- und Salzttaumittel zur Enteisung im Straßenverkehr) im Winter.

[0017] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Angabe eines Verschleißmaterials für Welle-Nabe-Bereiche, bei denen eine Korrosion weitgehend eingeschränkt oder auch verhindert und ein Verbacken der Welle-Nabe-Materialien weitgehend verhindert wird, sowie in der Angabe eines einfachen und kostengünstigen Verfahrens zur Aufbringung des Verschleißmaterials auf eine oder mehrere Kontaktflächen im Welle-Nabe-Bereich.

[0018] Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0019] Das erfindungsgemäße Verschleißmaterial für Welle-Nabe-Bereiche besteht aus mindestens einer Kunststoffschicht, die mindestens teilweise auf den Kontaktflächen von Welle und Nabe angeordnet ist, wobei der Kunststoff der Kunststoffschicht mindestens eine teilweise elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert.

[0020] Vorteilhafterweise besteht der Kunststoff aus einem oder mehreren Polymeren, die im Wesentlichen nicht polar oder unpolar und mindestens an einer ihrer Oberflächen im Wesentlichen wenig adhäsiv oder antiadhäsiv sind.

[0021] Weiterhin vorteilhafterweise besteht der Kunststoff aus einem oder mehreren Polymeren und/oder einem Polymerblend.

[0022] Ebenfalls vorteilhafterweise sind als Polymere und/oder Polymerblends Fluorpolymere oder Hochleistungskunststoffe oder andere Kunststoffe vorhanden, bei denen noch vorteilhafterweise als Fluorpolymere Polytetrafluorethylen (PTFE), Perfluorethylenpropylen(FEP)-Copolymer, Perfluoralkoxyalkan (PFA), Perfluormethoxyalkan (MFA), Ethylentetrafluorethylen(ETFE)-Copolymer und/oder Polychlorotrifluorethylen (PCTFE), und/oder als Hochleistungskunststoffe Polyetherketon (PEK), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetheretherketon (PEEK), Polyphenylensulfid (PPS), Polyethersulfon (PES), Po-

lylsulfon (PSU), Polyetherimid (PEI), Polyamidimid (PAI), Polyimid (PI) und/oder LCP (Liquid Crystallin Polymer), und/oder als andere Kunststoffe Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyamid (PA), insbesondere PA11 oder PA12, Polystyrol (PS), Polyethylen (PE), LD-PE, LLD-PE, HD-PE, Polypropylen (PP), Styrol-Acrylnitril(SAN)-Copolymer und/oder Acrylnitril-Styrol-Acrylat-Terpolymer und/oder gehärtete/vernetzte Duomere auf einem Trägermaterial und/oder vulkanisierte Elastomere und/oder vernetzte thermoplastische Elastomere vorhanden sind.

[0023] Es ist auch vorteilhaft, wenn als Kunststoffe unbehandelte oder einseitig oberflächenbehandelte, geätzte und/oder plasmabehandelte, verklebbare Fluor-(co-)polymere und/oder unbehandelte oder einseitig oberflächenbehandelte, geätzte und/oder plasmabehandelte, verklebbare andere Kunststoffe vorhanden sind.

[0024] Ebenfalls vorteilhaft ist es, wenn der Kunststoff Füll- und/oder Verstärkungsstoffe und/oder Additive, wie trennaktive Additive, aufweist, bei denen noch vorteilhafterweise als trennaktive Additive PTFE oder Wachse, wie PE-Wachse, Montanwachse, Carnaubawachse oder Kalziumstearat, vorhanden sind.

[0025] Und auch vorteilhaft ist es, wenn die Kunststoffschicht als Folie oder als Sprühschicht oder als Einbrennschicht oder als Schicht mit einem Trägermaterial aus einem Papier oder Pappe oder textilen Flächengebilde vorhanden ist.

[0026] Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn die Kunststoffschicht auf einer oder mehrerer der Kontaktflächen von Welle und Nabe oder nur auf der Kontaktfläche von Welle oder Nabe oder teilweise auf Kontaktflächen von Welle und Nabe vorhanden sind.

[0027] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Aufbringung eines Verschleißmaterials für Welle-Nabe-Bereiche wird mindestens auf Teile der Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe ein Kunststoff, der eine elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert, in Form einer Folie oder in Form einer Lösung und anschließende Trocknung zu einer Schicht oder in Form eines mit dem Kunststoff beschichteten oder getränkten und gehärteten/vernetzten Schichtmaterials aufgebracht.

[0028] Vorteilhafterweise wird die Kunststoffschicht auf den Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe einer Temperaturbehandlung zur Aushärtung und/oder zum Einbrennen der als Lösung aufgetragenen und getrockneten Schicht des Kunststoffes realisiert.

[0029] Ebenfalls vorteilhafterweise wird als beschichtetes oder getränktes Schichtmaterial Papier oder Pappe oder textile Flächengebilde, wie Gewebe, Gewirke, Gestricke, Vliese oder Filze, eingesetzt.

[0030] Weiterhin vorteilhafterweise wird das Verschleißmaterial als Schicht(material) und vorzugsweise als Folie aus Kunststoff auf die Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe aufgebracht und verklebt.

[0031] Und auch vorteilhafterweise wird eine Lösung aus dem Kunststoff auf die Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe aufgesprüht, gerakelt oder gestrichen und anschließend getrocknet und eingebrannt.

[0032] Mit der erfindungsgemäßen Lösung wird es erstmals möglich ein Verschleißmaterial für Welle-Nabe-Bereiche anzugeben, bei denen eine Korrosion im Welle-Nabe-Bereich weitgehend eingeschränkt oder auch verhindert und ein Verbacken der Welle-Nabe-Materialien weitgehend verhindert wird. Dies wird mit einem einfachen und kostengünstigen Verfahren zur Aufbringung des Verschleißmaterials auf eine oder mehrere Kontaktflächen im Welle-Nabe-Bereich realisiert.

[0033] Dazu wird mindestens teilweise auf die Kontaktflächen von Welle und Nabe mindestens eine Kunststoffschicht angeordnet, wobei die Kunststoffschicht im Kontaktbereich zwischen Welle und Nabe eine elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien der Kontaktflächen von Welle und Nabe realisiert. Gleichzeitig wird durch die erfindungsgemäße Lösung als eine Art Kunststoff-(flächen-)dichtung ein Eindringen von Feuchtigkeit, Salzlösungen/Salz(sprüh-)nebel und Sauerstoff in den (Kapillar-)Spalt zwischen Welle und Nabe weitgehend verhindert.

[0034] Durch die mindestens teilweise Verhinderung des direkten Kontaktes von Flächen von Welle und Nabe und durch die „Abdichtung“ des Kontaktbereiches zwischen Welle und Nabe im (Kapillar-)Spalt werden elektrochemische Reaktionen zwischen den Materialien der Kontaktflächen und den Umweltmedien mindestens so weit verhindert, dass mindestens eine teilweise elektrochemische Isolation, vorteilhafterweise eine vollständige elektrochemische Isolation, erreicht wird.

[0035] Bekanntermaßen sind die meisten Reaktionen, die eine Korrosion verursachen, elektrochemischer Natur. Erfindungsgemäß wird nun erstmals vorgeschlagen, elektrochemische Reaktionen zwischen Kontaktflächen untereinander unter dem Einfluss von Umweltmedien in Welle-Nabe-Bereichen soweit zu verhindern, dass möglichst keine und vorteilhafterweise keine Korrosion eintreten kann.

[0036] Materialien, aus denen die Kontaktflächen bestehen, sind überwiegend metallische Materialien, zunehmend aber auch Kohlefaserkompositmaterialien oder Keramiken. Bei den Paarungen von Kontaktflächen von Welle-Nabe-Bereichen handelt es sich überwiegend um Metall-Metall-Paarungen, aber auch um Metall-Nichtmetall-Paarungen oder Metall-Kohlefaserkomposit-Paarungen.

[0037] Die Kunststoffe, die als erfindungsgemäßes Verschleißmaterial auf die Kontaktflächen in Welle-Nabe-Bereichen aufgebracht werden, sind, um die elektrochemische Isolierung und Trennung der Kontaktflächen zu gewährleisten, vorteilhafterweise im Wesentlichen nicht polar oder unpolar und mindestens an ihrer Oberfläche im Wesentlichen wenig adhäsiv oder antiadhäsiv.

[0038] Dabei sollten jeweils solche Kunststoffe eingesetzt werden, deren Dauergebrauchstemperaturen vorzugsweise oberhalb, auch von kurzzeitig, ein- oder mehrmalig auftretenden Höchsttemperaturen im System beim Einsatz der Welle-Nabe-Verbindungen liegen. Je nach Anwendungsfall können dies Kunststoffe mit Dauergebrauchstemperaturen von ≤ 90 °C, wie Polystyrol (PS), Polyethylen (PE), LD-PE, LLD-PE, HD-PE, Polypropylen (PP), Styrol-Acrylnitril(SAN)-Copolymer und/oder Acrylnitril-Styrol-Acrylat-Terpolymer, oder mit Dauergebrauchstemperaturen ≤ 160 °C, wie Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyamid (PA), insbesondere PA11 oder PA12, oder mit Dauergebrauchstemperaturen ≤ 260 °C, wie Polytetrafluorethylen (PTFE), Perfluorethylenpropylen(FEP)-Copolymer, Perfluoralkoxyalkan (PFA), Perfluormethoxyalkan (MFA), Ethylentetrafluorethylen(ETFE)-Copolymer und/oder Polychlortrifluorethylen (PCTFE), Polyetherketon (PEK), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetheretherketon (PEEK), Polypheylensulfid (PPS), Polyethersulfon (PES), Polysulfon (PSU), Polyetherimid (PEI), Polyamidimid (PAI), Polyimid (PI) und/oder LCP (Liquid Crystal Polymer), sein.

[0039] Als erfindungsgemäß eingesetzten Kunststoffe zur elektrochemischen Isolierung und Trennung der Kontaktflächen im Welle-Nabe-Bereich können auch gehärtete/vernetzte Duomere, wie Epoxidharze, Phenolharze, Melaminharze, UP-Harze, Acrylatharze, Vinylesterharze oder PUR-Harze auf einem Trägermaterial, wie Papier, textiles Gewebe oder Vlies, als dünner Film und/oder als vernetzte Schicht eingesetzt werden.

[0040] Als erfindungsgemäß eingesetzte Kunststoffe zur elektrochemischen Isolierung und Trennung der Kontaktflächen im Welle-Nabe-Bereich können auch vulkanisierte Elastomere oder vernetzte thermoplastische Elastomere (TPE) als dünner Film oder

als aus Lösung aufgetragene, getrocknete und vulkanisierte oder vernetzte Schicht eingesetzt werden.

[0041] Vor dem Einsatz der Materialien, sowohl der bekannten als auch der erfindungsgemäßen, ist deren Eignung für den speziellen Einsatzzweck zu testen.

[0042] Die erfindungsgemäß eingesetzten Kunststoffe sind vorteilhafterweise unbehandelt oder einseitig oberflächenbehandelt, geätzt und/oder plasmabehandelt, und können als reines Polymermaterial, in Form von Polymerblends, in gefüllter und/oder in verstärkter Form eingesetzt werden.

[0043] Die erfindungsgemäßen Verschleißmaterialien werden erfindungsgemäß aufgebracht, indem mindestens auf Teile der Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe ein Kunststoff, der eine elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert, in Form einer Folie oder in Form einer Lösung oder in Form eines mit dem Kunststoff beschichteten oder getränkten Schichtmaterials aufgebracht wird.

[0044] Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Kunststoff in Form einer Folie passgerecht auf eine oder Teile der Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe aufgelegt oder aufgebracht und/oder fixiert wird. Eine Positionierung und/oder Fixierung der Folie kann durch Benetzen einer Oberfläche mit einem Hilfsmittel, wie beispielsweise einer wässrigen Tensidlösung, oder durch Verkleben mit der Kontaktfläche oder durch Einbrennen der als Kunststofflösung aufgetragenen, getrockneten Schicht realisiert werden. Dabei ist zu beachten, dass im Falle des Einsatzes eines Klebers, dessen Dauergebrauchstemperatur vorteilhafterweise ebenfalls oberhalb von kurzzeitig auftretenden Höchsttemperaturen im System beim Einsatz der Welle-Nabe-Verbindungen liegen sollte.

[0045] Als Folien kommen dabei Folien mit Schichtdicken von ≤ 500 μm , vorteilhafterweise ≤ 100 μm , noch vorteilhafterweise ≤ 25 μm , zum Einsatz.

[0046] Erfindungsgemäß wird eine Folie aus dem erfindungsgemäßen Verschleißmaterial passgerecht mindestens teilweise auf mindestens eine der Flächen von Welle oder Nabe aufgelegt oder aufgeklebt, so dass nach dem Verschrauben oder einer anderen Art des Fixierens von Welle und Nabe die Kontaktflächen zwischen Welle und Nabe durch die Folie mindestens teilweise getrennt und nach außen hin gegen Umwelteinflüsse geschützt vorliegen.

[0047] Vorteilhafterweise werden Folien aus dem erfindungsgemäßen Verschleißmaterial auf beide Kontaktflächen, also auf die Kontaktfläche der Welle und auf die Kontaktfläche der Nabe aufgebracht. Dabei werden die Kontaktflächen sowohl von Welle als auch

von Nabe möglichst vollständig mit einer Kunststofffolie bedeckt. Die eingesetzten Folien für die Kontaktflächen von Welle und Nabe werden den Kontaktflächen entsprechend angepasst und bestehen dabei vorteilhafterweise aus unterschiedlichen, unverträglichen Kunststoffen. Da die meisten Kunststoffe miteinander unverträglich sind, was die Trennung der einzelnen Folienschichten nach einer Mehrschichtfolienextrusion unverträglicher Kunststoffe ohne Kompatibilizer/Verträglichkeitsvermittler belegt, wird folglich auch im Schmelzkontakt kein Verbund zwischen den einzelnen Folienkomponenten bei der Mehrschichtfolienextrusion erreicht. Analog lassen sich unverträgliche Kunststoffe nicht miteinander verschweißen und zeigen auch keine Neigung zur Adhäsion miteinander. Folien aus unverträglichen Kunststoffen wirken im Welle-Nabe-System trennend.

[0048] Erfindungsgemäß ist es auch vorteilhaft, wenn die Kunststoffe als Lösungen auf die Kontaktflächen aufgebracht werden. Vorteilhaft dabei einsetzbare Kunststoffe sind PAI, PEI, PI und/oder PSU. Das Aufbringen kann dabei mittels Sprühen, Rakeln oder Streichen realisiert werden. In einer thermischen Nachbehandlung wird das Lösemittel entfernt und die Kunststoffkomponente bildet einen trockenen Film/eine trockene Kunststoffbeschichtung.

[0049] Auch hier werden vorteilhafterweise die Lösungen unterschiedlicher, unverträglicher Kunststoffe aus den erfindungsgemäßen Verschleißmaterialien sortenrein und getrennt auf beide Kontaktflächen, also auf die Kontaktfläche der Welle und auf die Kontaktfläche der Nabe aufgebracht.

[0050] Es ist auch möglich, auf eine Kontaktfläche das erfindungsgemäße Verschleißmaterial in Form einer Folie und auf die andere Kontaktfläche das Verschleißmaterial in Form einer Lösung, aus der sich nach einer thermischen Nachbehandlung ein trockener Film oder eine trockene Kunststoffbeschichtung bildet, aufzubringen.

[0051] Vorteilhafterweise werden die mit Folie und/oder die aus Lösung mit einem trockenen (Kunststoff-)Film beschichteten Kontaktflächen einer Temperaturnachbehandlung unterworfen. Vor allem bei der Verwendung von Kunststofflösungen ist diese Temperaturnachbehandlung wünschenswert, damit ein vollständiges Aushärten der Kunststoffe und/oder ein vollständiges Trocknen und/oder Entfernen von Lösungsmitteln realisiert werden kann. Je nach Art der Kunststoffkomponente und des verwendeten Lösungsmittels ist dem Fachmann geläufig, welche Temperaturen er einsetzen muss, damit die Kunststoffkomponente keine thermische Schädigung erfährt und damit auch das Lösungsmittel nahezu vollständig aus dem entstehenden Film oder der entstehenden Schicht entfernt wird, so dass ein trockener Film oder eine trockene Kunststoffbeschich-

tung entsteht. Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, mit einem Temperaturstufenprogramm zu arbeiten. Der Hauptanteil des Lösungsmittels wird unterhalb des Siedepunktes des Lösungsmittels entfernt, um einen glatten blasenfreien Film oder Schicht zu erhalten. Bei Einsatz eines Lösungsmittelgemisches sind die Trocknungsbedingungen entweder bekannt oder in einigen wenigen Versuchen zu erarbeiten. Mit der stufenweisen Anhebung der Temperatur bis beispielsweise 20 Kelvin oberhalb des Siedepunktes des Lösungsmittels mit dem höchsten Siedepunkt bei Einsatz eines Lösungsmittelgemisches wird der Endzustand des trockenen Filmes oder Schicht hergestellt. In Abhängigkeit von der angestrebten Film-/Schichtdicke kann in wenigen Versuchen das Temperaturprogramm erarbeitet werden.

[0052] Beispielsweise wird beim Einsatz von NMP mit einem Siedepunkt von 203 °C als Lösungsmittel für eine PAI-NMP-Lösung mit einem Feststoffanteil von 15 Masse-% die Trocknung 1 Stunde bei 100 °C durchgeführt. Danach wird auf 150 °C erhöht und die Schicht > 30 Minuten getempert. Anschließend wird auf 200 °C erhöht und nochmals > 30 Minuten getempert. Abschließend erhält der schon trockene PAI-Film > 30 Minuten bei 220 °C seine finalen Eigenschaften.

[0053] Die Lösungen der erfindungsgemäßen Kunststoffe können organische Lösungsmittel oder Wasser enthalten. Vorteilhafterweise können N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP), N-Ethyl-2-pyrrolidon (NEP), Dimethylsulfoxid (DMSO), N,N-Dimethylacetamid (DMAc) oder N,N-Dimethylformamid (DMF) als Lösungsmittel eingesetzt werden, wobei selbstverständlich deren Löslichkeit für die einzusetzenden Kunststoffe und Arbeits- und Sicherheitsbestimmungen zu beachten sind.

[0054] Im Falle, das die aufgebrachte Schicht und/oder die Folie einer Temperaturnachbehandlung zum Einbrennen der Schicht unterzogen werden soll, sollte ein Lösungsmittelrestgehalt von < 1 Ma.-%, vorzugsweise < 0,5 Ma.-%, noch bevorzugter < 0,1 Ma.-%, bezogen auf die fixierte Schicht, eingehalten werden.

[0055] Vorteilhafterweise werden die Lösungen mit Schichtdicken von $\leq 500 \mu\text{m}$, vorteilhafterweise $\leq 100 \mu\text{m}$, noch vorteilhafterweise $\leq 25 \mu\text{m}$, aufgebracht und/oder sie weisen nach dem Einbrennen Schichtdicken in den Bereichen von $\leq 500 \mu\text{m}$, vorteilhafterweise $\leq 100 \mu\text{m}$, noch vorteilhafterweise $\leq 25 \mu\text{m}$ auf.

[0056] Weiterhin können die erfindungsgemäßen Verschleißmaterialien auch in Form eines mit dem Kunststoff beschichteten oder getränkten Schichtmaterials auf die Kontaktflächen in Welle-Nabe-Bereichen aufgebracht werden.

[0057] Als Beschichtungs- oder Tränkmaterial können vorteilhafterweise Epoxidharze, Vinylesterharze, Phenolharze und/oder Melaminharze eingesetzt werden.

[0058] Als Schichtmaterial kann Papier oder Pappe oder textile Flächengebilde, wie Gewebe, Gewirke, Gestricke, Vliese, eingesetzt werden. Die textilen Flächengebilde können dabei aus Natur- oder Kunstfasern, vorteilhafterweise Kohlenstofffasern eingesetzt werden.

[0059] Die beschichteten oder getränkten Schichtmaterialien können vor dem Aufbringen auf die Kontaktflächen im Welle-Nabe-Bereich ausgehärtet werden oder auch nach dem Aufbringen auf die Kontaktfläche von Welle und/oder Nabe vor dem Verbinden/Fixieren von Welle und Nabe durch Pressen und Temperaturanwendung oder durch eine dort eingebrachte Temperaturerhöhung ausgehärtet werden.

[0060] Vorteilhafterweise erfolgt ihre Aushärtung vor dem Aufbringen auf die Kontaktflächen.

[0061] Weiterhin können Füll- und/oder Verstärkungsstoffe und/oder Additive, wie trennaktive Additive, für das erfindungsgemäße Verschleißmaterial eingesetzt werden. Vorteilhafterweise sind als trennaktive Additive PTFE oder Wachse, wie PE-Wachse, Montanwachse, Carnaubawachs oder Kalziumstearat, vorhanden.

[0062] Beim Einsatz von PTFE als trennaktives Additiv wird vorteilhafterweise ein chemisch gekoppeltes Kunststoff-PTFE-Material eingesetzt.

[0063] Beim Einsatz von Wachsen ist es vorteilhaft nur Wachse in Konzentrationen < 5 Masse-% und vorteilhaft ≤ 1 Masse-% an Wachssubstanz oder als Wachsgemisch im erfindungsgemäßen Verschleißmaterial als isolierende, trennende Schicht zwischen Welle und Nabe einzusetzen, damit diese bei der Folienherstellung oder bei der Schichtherstellung mindestens teilweise zur Oberfläche migrieren und hier ihre trennaktive Funktion ausüben können, jedoch aufgrund ihrer niedrigen Konzentration nicht in benachbarte Bereiche gelangen und dort unkontrollierte Eigenschaftsveränderungen, wie beispielsweise an Bremsen, ausüben können.

[0064] Mit der erfindungsgemäßen Lösung konnte beispielsweise beim Einsatz im Welle-Nabe-Bereich von Autorädern beim Radwechsel festgestellt werden, dass kein Verbacken auftrat und dass sich die Räder ohne Probleme von der Nabe trennen ließen.

[0065] Werden in der Praxis die mit erfindungsgemäßem Verschleißmaterial versehenen Welle-Nabe-Bereiche getrennt, so ist nach dem Zustand des

Verschleißmaterials zu entscheiden, ob erneut Verschleißmaterial aufgebracht werden muss oder nicht.

[0066] Durch die erfindungsgemäße Lösung wird bei ordnungsgemäßer Handhabung eine mehrmalige Trennung des Welle-Nabe-Bereiches ohne Ersatz oder Erneuerung des Verschleißmaterials erreicht.

[0067] Nachfolgend wird die Erfindung an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Vergleichsbeispiel 1

[0068] Ein PKW Opel Astra wurde im Oktober mit Winterreifen auf Leichtmetallfelgen ausgerüstet. Mit dem PKW wurde bis zum Räderwechsel auf Sommerreifen Ende April eine Laufleistung von ca. 20.000 km, vorzugsweise auf Autobahnen im süddeutschen Raum sowie auf Straßen in Mittelgebirgen realisiert. Nachts wurde der PKW ohne eine Reinigung von den Auftaumitteln aus dem Straßenverkehr im Bereich der Radaufhängung in einer Garage abgestellt. Im Zeitraum der PKW-Nutzung von Oktober bis Ende April wurden keine Reinigungsarbeiten an der Radaufhängung im Bereich Felge-Nabe durchgeführt, so dass die Umweltmedieneinflüsse über den gesamten Zeitraum präsent waren und wirken konnten.

[0069] Beim Räderwechsel Ende April auf Sommerreifen wurde festgestellt, dass sich die Vorderräder nach Lösen der Radmuttern nur unter Kraftaufwand von der Nabe trennen ließen. Die beiden Hinterräder waren so „fest verbacken“, dass nach Lösen der Radmuttern die Räder nur mit Hilfe eines Vorschlaghammers mit vorgelegtem Holzklötz (zum Schutz der Leichtmetallfelge) von der Nabe getrennt werden konnten.

Beispiel 1

[0070] Entsprechend Vergleichsbeispiel 1 wurde der PKW im Oktober mit Winterreifen ausgerüstet, jedoch wird im Kontaktbereich von Felge und Nabe eine Polyimidfolie (Dicke 25,4 μm , KAPTON® 100 HN, Fa. Krempel Group) positioniert, die zuvor entsprechend den Kontaktflächen mit Aussparungen für die Bolzen angepasst wurde. Die Kontaktflächen von Felge und Nabe wurden vorher von anhaftendem Schmutz gereinigt.

[0071] Nach der vergleichbaren Laufleistung gemäß Vergleichsbeispiel 1 wurde der Räderwechsel auf Sommerreifen Ende April durchgeführt. Alle Räder konnten leicht und problemlos von der Nabe getrennt werden und es wurde weder eine Korrosion der Kontaktflächen noch ein Verbacken von Felge und Nabe festgestellt.

Beispiel 2

[0072] Analog Beispiel 1 wurden in den gesäuberten Kontaktbereich von Felge und Nabe die nachfolgenden Folien positioniert:

- a) PTFE-Schälfolie (Dicke 0,1 mm, Fa. PTFE Nünchritz)
- b) ETFE-Folie (Dicke 25 µm, NOWOFLON ET, Fa. Nowofol)
- c) PC/PBT-Folie (PC-Folie auf Felge, PBT-Folie auf Nabe, Bayfol®, Dicke je 175 µm, Fa. Bayer)
- d) PE-Folie (Dicke 125 µm, MELINEX®, Fa. ThyssenKrupp Plastics).

[0073] Nach der vergleichbaren Laufleistung gemäß Beispiel 1 konnten beim Räderwechsel in allen Fällen bei Einsatz aller Folien von a) bis d) alle Räder leicht und problemlos von der Nabe getrennt werden und es wurde weder eine Korrosion der Kontaktflächen noch ein Verbacken von Felge und Nabe festgestellt.

Beispiel 3

[0074] Entsprechend Vergleichsbeispiel 1 wurde auf den gesäuberten Kontaktbereich der Felge (Kontaktbereich zwischen Felge und Nabe) auf die Felge eine einseitig geätzte PTFE-Folie mit der Dicke von 0,1 mm (Fa. PTFE Nünchritz), die zuvor entsprechend den Kontaktflächen mit Aussparungen für die Bolzen angepasst wurde, mittels heiß härtendem Epoxidharz positioniert und unter Druck bei 160 °C aufgeklebt. Das Verkleben der entsprechend angepassten/zugeschnittenen PTFE-Folie erfolgte in der Form, dass die PTFE-Folie auf der geätzten Seite zuvor mit dem Epoxidharz dünn eingestrichen und dann aufgebracht und unter Druck heiß verklebt wurde. Nach dem Verkleben und vor dem Fügen von Felge und Nabe durch Verschrauben wurden die Kontaktflächen von Felge mit aufgeklebter PTFE-Folie und Nabe von anhaftendem Staub/Schmutz gereinigt. Die Felge wurde mit der Nabe durch Verschrauben fixiert.

[0075] Nach der vergleichbaren Laufleistung gemäß Vergleichsbeispiel 1 wurde der Räderwechsel auf Sommerreifen Ende April durchgeführt. Alle Räder konnten leicht und problemlos von der Nabe getrennt werden und es wurde weder eine Korrosion der Kontaktflächen noch ein Verbacken von Felge und Nabe festgestellt.

Beispiel 4

[0076] Entsprechend Vergleichsbeispiel 1 wurde auf den gesäuberten Kontaktbereich der Felge (Kontaktbereich zwischen Felge und Nabe) auf die Felge ein PAI + PTFE-Gleitlack (hergestellt aus chemisch gekoppeltem PAI – PTFE-Material mit 20 Masse-% PTFE durch Lösen/Dispergieren in NMP mit einem Feststoffanteil von 25 Ma.-%) durch Streichen mit einer Filmdicke von ca. 0,1 mm aufgetragen. Die flüssi-

ge Gleitlackschicht bildete eine glatte Schicht. Diese Schicht auf der Felge wurde waagrecht positioniert bei 100 °C 1 Stunde in einem Umluftofen getrocknet. Anschließend wurde die Gleitlackschicht auf der Felge 1 Stunde bei 150 °C, 1 Stunde bei 200 °C und abschließend 1 Stunde bei 225 °C im Umluftofen getempert/nachbehandelt. Es entstand ein glatter Gleitlackfilm mit einer Dicke von ca. 30 µm. Vor dem Fügen durch Verschrauben wurde der Gleitlack noch einmal planiert/plangeschliffen und die Kontaktflächen von Felge mit Gleitlack und Nabe von anhaftendem Staub/Schmutz gereinigt. Die Felge wurde mit der Nabe durch Verschrauben fixiert.

[0077] Nach der vergleichbaren Laufleistung gemäß Vergleichsbeispiel 1 wurde der Räderwechsel auf Sommerreifen Ende April durchgeführt. Alle Räder konnten leicht und problemlos von der Nabe getrennt werden und es wurde weder eine Korrosion der Kontaktflächen noch ein Verbacken von Felge und Nabe festgestellt.

Beispiel 5

[0078] Entsprechend Vergleichsbeispiel 1 wurde auf den gesäuberten Kontaktbereich zwischen Felge und Nabe ein Epoxidharz-getränktes Baumwollgewebe (mit 1 Masse-% Montanwachs, bezogen auf die eingesetzte Epoxidharzmenge), das unter Verpressen heiß ausgehärtet und vor dem Einlegen entsprechend den Kontaktflächen mit Aussparungen für die Bolzen angepasst wurde, positioniert. Die zuvor erfolgte Aushärtung des heißhärtenden Epoxidharzes mit dem Baumwollgewebe muss quantitativ sein. Die Kontaktflächen von Felge und Nabe wurden vor dem Fügen und dem Einlegen der angepassten, quantitativ ausgehärteten Baumwollgewebe-Epoxidharzschicht von anhaftendem Staub/Schmutz gereinigt. Die Felge wurde mit der Nabe durch Verschrauben fixiert.

[0079] Nach der vergleichbaren Laufleistung gemäß Vergleichsbeispiel 1 wurde der Räderwechsel auf Sommerreifen Ende April durchgeführt. Alle Räder konnten leicht und problemlos von der Nabe getrennt werden und es wurde weder eine Korrosion der Kontaktflächen noch ein Verbacken von Felge und Nabe festgestellt.

Beispiel 6:

[0080] Analog Beispiel 1 wird im Kontaktbereich von Felge und Nabe eine PP-Folie (NOVOTEAR®-Folie, Dicke 125 µm, Fa. Nowofol) positioniert.

[0081] Nach einer vergleichbaren Laufleistung wurde beim Reifenwechsel auf Sommerreifen kein Verbacken festgestellt – die Räder ließen sich ohne Probleme von der Nabe trennen. Im Gegensatz zu den

Beispielen 1, 2 und 5 war es sinnvoll, dass die PP-Folie beim Radwechsel erneuert wird.

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Wikipedia, Stichwort Trennschicht [0009]
- Wikipedia, Stichwort Autofelge [0010]
- Wikipedia, Stichwort Nabe [0011]
- DIN EN ISO 8044 [0012]
- Wikipedia, Stichwort Korrosion [0013]
- Wikipedia Stichwort Lokalelement [0015]

Patentansprüche

1. Verschleißmaterial für Welle-Nabe-Bereiche, bestehend aus mindestens einer Kunststoffschicht, die mindestens teilweise auf den Kontaktflächen von Welle und Nabe angeordnet ist, wobei der Kunststoff der Kunststoffschicht mindestens eine teilweise elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert.
2. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem der Kunststoff aus einem oder mehreren Polymeren besteht, die im Wesentlichen nicht polar oder unpolar und mindestens an einer ihrer Oberflächen im Wesentlichen wenig adhäsiv oder antiadhäsiv sind.
3. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem der Kunststoff aus einem oder mehreren Polymeren und/oder einem Polymerblend besteht.
4. Verschleißmaterial nach Anspruch 3, bei dem als Polymere und/oder Polymerblends Fluorpolymere oder Hochleistungskunststoffe oder andere Kunststoffe vorhanden sind.
5. Verschleißmaterial nach Anspruch 4, bei dem als Fluorpolymere Polytetrafluorethylen (PTFE), Perfluorethylenpropylen(FEP)-Copolymer, Perfluoralkoxyalkan (PFA), Perfluormethoxyalkan (MFA), Ethylentetrafluorethylen(ETFE)-Copolymer und/oder Polychlortrifluorethylen (PCTFE) vorhanden sind.
6. Verschleißmaterial nach Anspruch 4, bei dem als Hochleistungskunststoffe Polyetherketon (PEK), Polyaryletherketon (PAEK), Polyetheretherketon (PEEK), Polyphenylsulfid (PPS), Polyethersulfon (PES), Polysulfon (PSU), Polyetherimid (PEI), Polyamidimid (PAI), Polyimid (PI) und/oder LCP (Liquid Crystallin Polymer) vorhanden sind.
7. Verschleißmaterial nach Anspruch 4, bei dem als andere Kunststoffe Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polyamid (PA), insbesondere PA11 oder PA12, Polystyrol (PS), Polyethylen (PE), LD-PE, LLD-PE, HD-PE, Polypropylen (PP), Styrol-Acrylnitril(SAN)-Copolymer und/oder Acrylnitril-Styrol-Acrylat-Terpolymer und/oder gehärtete/vernetzte Duomere auf einem Trägermaterial und/oder vulkanisierte Elastomere und/oder vernetzte thermoplastische Elastomere vorhanden sind.
8. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem als Kunststoffe unbehandelte oder einseitig oberflächenbehandelte, geätzte und/oder plasmabehandelte, verklebbare Fluor-(co-)polymere und/oder unbehandelte oder einseitig oberflächenbehandelte, geätzte und/oder plasmabehandelte, verklebbare andere Kunststoffe vorhanden sind.
9. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem der Kunststoff Füll- und/oder Verstärkungsstoffe und/oder Additive, wie trennaktive Additive, aufweist.
10. Verschleißmaterial nach Anspruch 9, bei dem als trennaktive Additive PTFE oder Wachse, wie PE-Wachse, Montanwachse, Carnaubawachse oder Kalziumstearat, vorhanden sind.
11. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem die Kunststoffschicht als Folie oder als Sprühschicht oder als Einbrennschicht oder als Schicht mit einem Trägermaterial aus einem Papier oder Pappe oder textilen Flächengebilde vorhanden ist.
12. Verschleißmaterial nach Anspruch 1, bei dem die Kunststoffschicht auf einer oder mehrerer der Kontaktflächen von Welle und Nabe oder nur auf der Kontaktfläche von Welle oder Nabe oder teilweise auf Kontaktflächen von Welle und Nabe vorhanden sind.
13. Verfahren zur Aufbringung eines Verschleißmaterials für Welle-Nabe-Bereiche nach Anspruch 1, bei dem mindestens auf Teile der Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe ein Kunststoff, der eine elektrochemische Isolierung und Trennung zwischen den Materialien von Welle und Nabe realisiert, in Form einer Folie oder in Form einer Lösung und anschließende Trocknung zu einer Schicht oder in Form eines mit dem Kunststoff beschichteten oder getränkten und gehärteten/vernetzten Schichtmaterials aufgebracht wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Kunststoffschicht auf den Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe einer Temperaturbehandlung zur Aushärtung und/oder zum Einbrennen der als Lösung aufgetragenen und getrockneten Schicht des Kunststoffes realisiert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem als beschichtetes oder getränktes Schichtmaterial Papier oder Pappe oder textile Flächengebilde, wie Gewebe, Gewirke, Gestricke, Vliese oder Filze, eingesetzt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem das Verschleißmaterial als Schicht(material) und vorzugsweise als Folie aus Kunststoff auf die Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe aufgebracht und verklebt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem eine Lösung aus dem Kunststoff auf die Kontaktflächen von Welle und/oder Nabe aufgesprüht, gerakelt oder gestrichen und anschließend getrocknet und eingebrannt wird.

Es folgen keine Zeichnungen