



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 023 398 B4 2009.02.19**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 023 398.0**

(22) Anmeldetag: **17.05.2006**

(43) Offenlegungstag: **22.11.2007**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **19.02.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16C 9/02 (2006.01)**

**F01B 31/26 (2006.01)**

**B23B 9/00 (2006.01)**

**F02F 7/00 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**MAN B&W Diesel A/S, Copenhagen, DK**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Munk, 86150 Augsburg**

(72) Erfinder:

**Thaning, Steen Cosmus, Frederiskberg, DK**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

**DE10 2004 018921 A1**

**DE 197 50 599 A1**

**DE 195 35 497 A1**

**DE 101 40 642 A1**

**DE 43 32 444 A1**

**DE 41 33 607 A1**

**DE 691 06 504 T2**

**WO 2006/1 02 519 A2**

**DE 101 36 638 A1**

**EP 09 61 038 A1**

**N.N.: "Informationen Technologietransfer zu Ur-  
 und Umformwerkzeugen." Nr. 03-1/2003 [recherchiert  
 am**

**14.03.2007]. Im**

**Internet: <URL: [http://mciiron.mw-tu-dresden.de/cimtt/urum/letter/2003\\_03\\_Teil1.pdf](http://mciiron.mw-tu-dresden.de/cimtt/urum/letter/2003_03_Teil1.pdf)>;**

**B**

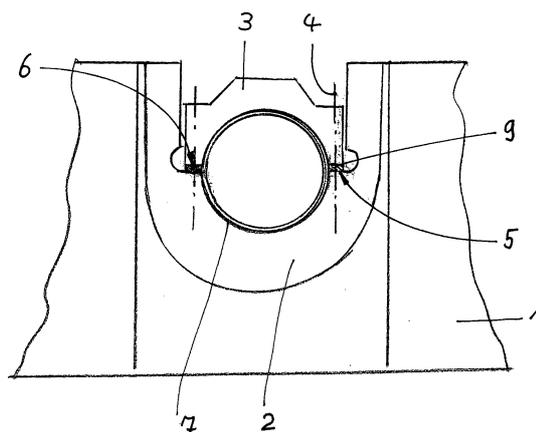
**effort, o.: "Metallmatrix-Verbundwerkstoffe: Eigen-  
 schaften, Anwendungen und Bearbeitung.**

**"Feinstbear-**

**beitung technischer Oberflächen, 6. Internationales  
 IWF-Kolloquium, 18.-19. April 2002, Egerkingen,  
 Schweiz, S. 43-52;**

(54) Bezeichnung: **Kurbelwellen-Hauptlager von Großmotoren und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Kurbelwellen-Hauptlager von Großmotoren, insbesondere Zweitakt-Großdieselmotoren, mit einem in das Maschinengestell integrierten Unterteil (2) und einem hierauf aufsetzbaren Oberteil (3), wobei das Unterteil (2) und Oberteil (3) einander zugewandte, eine Lagerbohrung (7) flankierende Anlageflächen (5, 6) aufweisen und durch vertikale Zuganker (4) miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass die die Lagerbohrung (7) flankierenden Anlageflächen (5, 6) von Unterteil (2) und Oberteil (3) nur rechtwinklig zu den Haltekräften verlaufende Bereiche aufweisen und dass zwischen diese Anlageflächen (5, 6) mit Durchgangsausnehmungen (10) für die Zuganker (4) versehene, die Reibung erhöhende Reibplatten (9) eingelegt sind, die beidseitig mit in ein metallisches Trägermaterial eingebetteten, oberflächenseitig vorspringenden Partikeln (12) aus einem gegenüber dem im Bereich der Anlageflächen (5, 6) vorhandenen Material härteren Material versehen sind, wobei das Kopfspeil eines zugeordneten Wellenzapfens (8) in Abhängigkeit von der Dicke der Reibplatten (9) variierbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft gemäß einem ersten Erfindungsgedanken ein Kurbelwellen-Hauptlager von Großmotoren, insbesondere Zweitakt-Großdieselmotoren mit einem in das Maschinengestell integrierten Unterteils und einem hierauf aufsetzbaren Oberteil, wobei das Unterteil und das Oberteil einander zugewandte, eine Lagerbohrung flankierende Anlageflächen aufweisen und durch Zuganker miteinander verbunden sind.

**[0002]** Ein weiterer Erfindungsgedanke enthält ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Anordnung.

**[0003]** Aus der DE 101 36 638 A1 ist ein Kurbelwellen-Hauptlager eines Zweitakt-Großdieselmotors ersichtlich, wobei eine Einrichtung zur Verhinderung seitlicher Relativbewegungen des Oberteils gegenüber dem Unterteil in der Form vorgesehen ist, dass im Bereich der Teilfuge zwischen Unterteil und Oberteil gegenüber der horizontalen Richtung geneigte, gegenseitige Anlageflächen vorgesehen sind, die vertikale und seitlich wirkende Kräfte aufnehmen können. Hierbei werden zwar die im Betrieb auftretenden Seitenkräfte zuverlässig vom Oberteil auf das Unterteil übertragen. Beim Zusammenbau der bekannten Anordnung ergibt sich jedoch erfahrungsgemäß eine Aufweitung des Oberteils. Die Folge davon ist, dass die Lagerbohrung nur im zusammengebauten Zustand hergestellt werden darf. Dies erweist sich jedoch als sehr umständlich, da die Kurbelwelle nur bei demontiertem Oberteil eingesetzt werden kann. Außerdem kann das erwünschte Kopfspiel des Wellenzapfens nicht exakt vorgegeben werden.

**[0004]** Die DE 43 32 444 A1 beschreibt ein aus einer Leichtmetall-Gußlegierung bestehendes Maschinenteil mit einer Lagerbohrung enthaltenden Lageranordnung und einem durch Bruchtrennen der Lageranordnung gebildeten Lagerdeckel, wobei im Bereich der Bruchtrennflächen keramische Partikel vorgesehen sind. Im Bereich der Bruchtrennflächen ergibt sich zwar ein gewisser Miniformschluss. Ein Kopfspiel spielt jedoch bei dieser bekannten Anordnung keine Rolle.

**[0005]** Die EP 0 961 038 A1 beschreibt ein Verbindungselement zur reibungserhöhenden Verbindung von Bauteilen, das aus einer dünnen federelastischen Folie besteht, die an ihrer Oberfläche Partikel trägt, deren Druck- und Scherfestigkeit jene der miteinander zu verbindenden Werkstücke übersteigt. Die Partikel sind in ein Bindemittel, das durch ein organisches Material wie Lack gebildet werden kann, dispergiert und werden hiermit auf ein Trägermaterial aufgestrichen. Eine Einbettung in ein metallisches Trägermaterial ist hier nicht vorgesehen. Eine nachträgliche Bearbeitung wäre hier nicht möglich.

**[0006]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Anordnung eingangs erwähnter Art mit einfachen und kostengünstigen Mitteln so zu verbessern, dass seitliche Relativbewegungen der aneinander anliegenden Maschinenteile zuverlässig verhindert werden, ohne dass zur Richtung der Haltekräfte geneigte Anlageflächen erforderlich sind. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist auf die Bereitstellung eines einfachen und kostengünstigen Verfahrens zur Herstellung einer Anordnung eingangs erwähnter Art gerichtet.

**[0007]** Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Lagerbohrung flankierenden Anlageflächen von Unterteil und Oberteil nur rechtwinklig zu den Haltekräften verlaufende Bereiche aufweisen und dass zwischen diese Anlageflächen mit Durchgangsausnehmungen für die Zuganker versehene, die Reibung erhöhende Reibplatten eingelegt sind, die beidseitig mit in ein metallisches Trägermaterial eingebetteten, oberflächenseitig vorspringenden Partikeln aus einem gegenüber dem im Bereich der Anlageflächen vorhandenen Material härteren Material versehen sind, wobei das Kopfspiel eines zugeordneten Wellenzapfens in Abhängigkeit von der Dicke der Reibplatten variierbar ist.

**[0008]** Diese erfindungsgemäße Verbesserung des gattungsgemäßen Standes der Technik ermöglicht in vorteilhafter Weise die Verwirklichung einer horizontalen Teilfuge zwischen Unterteil und Oberteil. Hierdurch wird sichergestellt, dass bei der Anbringung des Oberteils keine nach außen gerichteten Kräfte erzeugt werden, so dass das Oberteil nicht aufgeweitet wird. Aus diesem Grund ist es in vorteilhafter Weise möglich, die Lagerbohrung im demontierten Zustand des Lagers herzustellen, was eine mehrfache Montage und Demontage des Oberteils entbehrlich macht. Gleichzeitig wird durch die Erhöhung der gegenseitigen Reibung sichergestellt, dass die im Betrieb auftretenden Seitenkräfte zuverlässig aufgenommen werden können. Die aus einem vergleichsweise harten Material bestehenden, oberflächenseitig vorspringenden Partikel können sich unter der Wirkung der Haltekräfte in die jeweils zugeordnete Gegenfläche eindrücken, was zu einem gegenseitigen Mini-Formschluss und damit zu einem hohen Reibungskoeffizienten führt. Die die vorstehenden Partikel enthaltende Reibplatte stellt ein zusätzliches Bauteil dar, das in vorteilhafter Weise unabhängig von dem miteinander zu verbindenden Unter- und Oberteil hergestellt werden kann. Außerdem bietet die Reibplatte die Möglichkeit, durch Verwendung unterschiedlich dicker Platten den gegenseitigen Abstand von Unterteil und Oberteil zu variieren. Es ist daher in vorteilhafter Weise möglich, jedes gewünschte Kopfspiel zwischen Wellenzapfen und Oberteil zu verwirklichen. Das Kopfspiel kann daher in vorteilhafter Weise an die Verhältnisse des Einzelfalls angepasst werden. Ein weiterer Vorteil der nach-

träglich einlegbaren Reibplatten ist darin zu sehen, dass hierdurch die Bearbeitung der den Zugankern zugeordneten Bohrungen nicht beeinträchtigt wird.

**[0009]** Zweckmäßig können die vorspringenden Partikel aus einem keramischen Material bestehen. Dabei lässt sich auf einfache Weise eine unregelmäßige Oberfläche mit spitzen Kanten erreichen, die sich infolge der großen Härte von keramischem Material gut in die jeweils zugeordnete Gegenfläche eindrücken können.

**[0010]** Vorteilhaft kann ein Überstand der vorspringenden Partikel über das sie aufnehmende Material von 50 bis 90 µm vorgesehen sein. Dies ermöglicht zum einen eine ausreichende Maßhaltigkeit und ergibt zum anderen in zuverlässiger Weise den erwünschten Mini-Formschluss.

**[0011]** Die auf das Verfahren sich beziehende Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwischen die einander zugewandten, die Lagerbohrung flankierenden Anlageflächen einlegbare, aus Stahl bestehende Reibplatten hergestellt werden, die im Bereich ihrer beiden, voneinander abgewandten Oberflächen mit in das metallische Material eingebetteten, vorspringenden, harten Partikeln versehen werden, die aus gegenüber dem im Bereich der gegenseitigen Anlageflächen vorhandenen Material härteren Material bestehen, wobei die die Partikel enthaltende Schicht anschließend oberflächenseitig teilweise entfernt, und dann einer oberflächenseitigen Ätzbehandlung ausgesetzt wird.

**[0012]** Mit Hilfe des zweckmäßig als Schleifvorgang ausgebildeten Materialabtrags lässt sich in vorteilhafter Weise eine hohe Maßhaltigkeit erreichen. Die anschließende Ätzbehandlung ermöglicht in vorteilhafter Weise die Erzielung des erwünschten Überstands der harten, vorzugsweise keramischen Partikel über das sie aufnehmende Material.

**[0013]** Vorteilhaft kann das die harten Partikel enthaltende Bauteil oberflächenseitig angeschmolzen werden, wobei die Partikel direkt in die oberflächenseitige Schmelze eingebracht werden. Hierbei werden die harten Partikel direkt in das Grundmaterial des zugehörigen Bauteils eingebracht, wodurch sich eine ausgezeichnete Bindung der die harten Partikel enthaltenden oberflächennahen Schicht mit den darunter sich befindenden Schichten des genannten Bauteils ergibt.

**[0014]** Gemäß einer anderen Ausgestaltung des übergeordneten Verfahrens kann das die harten Partikel enthaltende Bauteil oberflächenseitig mit einer Beschichtung versehen werden, die aus einem die harten Partikel und ein diese aufnehmendes, metallisches Matrix-Material enthaltenden Materialmix hergestellt wird, wobei das Matrix-Material einen niedri-

geren Schmelzpunkt als das dem die Beschichtung tragenden Bauteil zugrundeliegende Material aufweist. Die die harten Partikel aufweisende Beschichtung wird hierbei praktisch aufgesintert. Dabei kommt es in vorteilhafter Weise zu einem vergleichsweise geringen Wärmeeintrag in das die Beschichtung aufnehmende Bauteil, was sich günstig auf die Vermeidung von Verzug auswirkt. Die genannten Maßnahmen sind daher insbesondere bei vergleichsweise dünnen Bauteilen zu bevorzugen.

**[0015]** Zweckmäßig kann als Matrix-Material eine Nickellegierung Verwendung finden, die außer Nickel zumindest Phosphor, vorzugsweise Phosphor und Silizium enthält. Durch die genannten Legierungskomponenten wird der Schmelzpunkt von Nickel deutlich unter den Schmelzpunkt von Stahl bzw. Gusseisen abgesenkt.

**[0016]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des übergeordneten Verfahrens kann das oberflächenseitig mit den harten Partikeln zu versehenende Bauteil vorzugsweise durch Sandstrahlen oberflächenseitig angeraut werden. Anschließend können die Partikel bis zu wenigstens einem Teil ihres Durchmessers in die angeraute Oberfläche eingetieft werden. Diese kann hierzu mit den Partikeln beschossen werden. Dabei kann vorzugsweise das PVD-Verfahren angewandt werden. Die in die angeraute Oberfläche eingeschossenen Partikel stehen in vorteilhafter Weise bereits in der gewünschten Weise über die Oberfläche vor, so dass in der Regel ein Ätzvorgang entfallen kann. Vielfach kann sogar auf einen Schleifvorgang verzichtet werden. In manchen Fällen kann es jedoch zur Erzielung einer hohen Maßgenauigkeit vorteilhaft sein, auch hier einen Schleifvorgang durchzuführen.

**[0017]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Fortbildungen der übergeordneten Maßnahmen sind in den restlichen Unteransprüchen angegeben und aus der nachstehenden Beispielsbeschreibung anhand der Zeichnung näher entnehmbar.

**[0018]** In der nachstehend beschriebenen Zeichnung zeigen:

**[0019]** [Fig. 1](#) eine Ansicht eines Kurbelwellen-Hauptlagers eines Zweitakt-Großdieselmotors,

**[0020]** [Fig. 2](#) eine Ansicht einer zwischen die Anlageflächen von Unterteil und Oberteil der Anordnung gemäß [Fig. 1](#) eingelegten Reibplatte,

**[0021]** [Fig. 3](#) einen Teilschnitt durch die Reibplatte gemäß [Fig. 2](#) und

**[0022]** [Fig. 4–Fig. 6](#) schematische Darstellungen von aufeinander folgenden Herstellungsschritten zur

Herstellung einer Reibplatte gemäß [Fig. 3](#).

**[0023]** Anwendungsgebiet der Erfindung sind Kurbelwellen-Hauptlager von Großmotoren, insbesondere Zweitakt-Großdieselmotoren. Der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise derartiger Motoren sind an sich bekannt.

**[0024]** Das der [Fig. 1](#) zugrundeliegende Kurbelwellen-Hauptlager eines Zweitakt-Großdieselmotors besteht aus einem in das Maschinengestell **1** integrierten Unterteil **2** und einem auf dieses aufsetzbaren Oberteil **3**. Dieses wird durch hier lediglich durch ihre Mittellinien angedeutete, vertikale Zuganker **4** gehalten. Das Unterteil **2** und Oberteil **3** sind mit einander zugewandten, quer zu den Zugankern **4** verlaufenden, parallelen Anlageflächen **5**, **6** versehen.

**[0025]** Die Anlageflächen **5**, **6** enthalten ausschließlich horizontal, das heißt rechtwinklig zu den Zugankern **4** verlaufende Bereiche. Die von den Zugankern **4** erzeugten Spannkraften verlaufen dementsprechend rechtwinklig zu den Anlageflächen **5**, **6** und werden durch diese in vertikaler Richtung durchgeleitet. Seitenkräfte werden hierbei nicht erzeugt. Im Betrieb entstehende Seitenkräfte werden durch Reibung vom Oberteil **3** auf das Unterteil **2** übertragen.

**[0026]** Das Unterteil **2** und das Oberteil **3** sind mit einander zu einer Lagerbohrung **7** sich ergänzenden Ausnehmungen versehen. In der Lagerbohrung **7** wird ein Wellenzapfen **8** aufgenommen. Die Ausnehmungen von Unterteil **2** und Oberteil **3** zur Bildung der Lagerbohrung **7** werden unabhängig voneinander bei demontiertem Oberteil **3** hergestellt.

**[0027]** Um im Betrieb seitliche Relativbewegungen zwischen Unterteil **2** und Oberteil **3** sicher auszuschließen ist den gegenseitigen Anlageflächen **5**, **6** eine die gegenseitige Reibung erhöhende Einrichtung zugeordnet.

**[0028]** Bei dem der [Fig. 1](#) zugrundeliegenden Ausführungsbeispiel ist hierzu zwischen die linken Anlageflächen **5**, **6** und die rechten Anlageflächen **5**, **6**, d. h. links und rechts von der Lagerbohrung **7**, jeweils eine Reibplatte **9** eingelegt, die im Bereich ihrer voneinander abgewandten, den Anlageflächen **5**, **6** zugewandten Seiten mit die Reibung erhöhenden Mitteln versehen ist.

**[0029]** Die Reibplatten **9** erstrecken sich jeweils über den gesamten, zugeordneten gegenseitigen Anlagebereich von Unterteil **2** und Oberteil **3**. Die Reibplatten **9** sind dementsprechend, wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, mit Durchführungen **10** versehen, durch welche die Zuganker **4** mit umfangsweisem Spiel durchführbar sind. Die Dicke der Reibplatten **9** kann etwa 5 mm +/- einer Zugabe bzw. eines Abzugs zur Variation des Kopfspiels des Wellen-

zapfens **8** betragen.

**[0030]** Die Reibplatten **9** enthalten, wie aus [Fig. 3](#) ersichtlich ist, einen Stahlkern **11**, der zur Bildung der die Reibung erhöhenden Einrichtungen im Bereich seiner einander gegenüberliegenden Oberflächen mit oberflächenseitig vorspringenden Partikeln **12** versehen ist, die aus einem Material bestehen, das härter als das im Bereich der Anlageflächen **5** bzw. **6** von Unterteil **2** und Oberteil **3** vorhandene Material ist. Die Partikel **12** sind in sie umgebendes, metallisches Material eingebettet, das somit als Matrix fungiert. Dabei kann es sich um die äußeren Zonen des Stahlkerns **11** selbst oder um eine auf den Stahlkern **11** aufgetragene metallische Beschichtung handeln.

**[0031]** Die Härte der Partikel **12** beträgt zumindest 1000 HV. Hierzu bestehen die Partikel zweckmäßig aus keramischem Material, wie TiC, WC, NiC etc.. Zweckmäßig besitzen die Partikel **12**, wie in [Fig. 3](#) weiter angedeutet ist, eine unregelmäßige Oberfläche mit spitzen Kanten. Die Partikel **12** können sich dementsprechend gut in die zugewandte Anlagefläche des jeweils gegenüberliegenden Bauteils eindrücken, wodurch sich ein Mini-Formschluss ergibt, der zu einem hohen Reibungskoeffizienten führt. Infolge des durch die sich eindrückenden Partikel **12** bewirkten Mini-Formschlusses ist hier die Reibkraft abhängig von der Anzahl der Partikel und bei angenommener, etwa gleichmäßiger Flächenverteilung der Partikel **12** abhängig von der Fläche. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, wenn sich die Reibplatte **9** über den gesamten gegenseitigen Anlagebereich der Anlageflächen **5**, **6** erstreckt. Die Partikelgröße liegt zweckmäßig bei einem Durchmesser von 30 µm bis 110 µm. Der maximale Überstand der Partikel **12** über die Oberseite des sie aufnehmenden metallischen Materials beträgt zweckmäßig 50 µm bis 90 µm.

**[0032]** Die Partikel **12** können, wie schon erwähnt, direkt in die oberflächennahen Zonen des Grundmaterials des sie aufnehmenden Bauteils oder in eine auf die Oberfläche des Grundmaterials aufgetragene metallische Beschichtung eingebettet sein. Die [Fig. 4–Fig. 6](#) verdeutlichen die Herstellung einer aus Stahl bestehenden Reibplatte mit in die oberflächennahen Stahlzonen eingebetteten Partikeln **12**. Hierzu wird das die Partikel **12** tragende Bauteil, hier der Reibplatte **9** zugrundeliegende Stahlkern **11**, oberflächenseitig so erwärmt, dass eine oberflächennahe Zone **13** schmilzt. Die Erwärmung erfolgt zweckmäßig so, dass die geschmolzene Zone **13** eine in [Fig. 4](#) angedeutete Tiefe  $t$  von 0,8 bis 1 mm aufweist. In die geschmolzene Zone **13** werden die Partikel **12** eingebracht. Hierzu ist im dargestellten Beispiel eine Blasdüse **14** vorgesehen, mittels welcher die geschmolzene Zone **13** mit den Partikeln **12** beschossen wird.

**[0033]** Die Erwärmung bis zum oberflächenseitigen

Schmelzen des Kernmaterials erfolgt zweckmäßig mittels einer lokal wirksamen Wärmequelle, die über die zu erwärmende Fläche bewegt wird oder umgekehrt. Im dargestellten Beispiel ist hierzu ein mittels einer Laserquelle **15** erzeugter Laserstrahl **16** vorgesehen. Die Zufuhr der Partikel **12** erfolgt direkt in den Bereich des vom Laserstrahl **16** erzeugten Heizflecks oder in einen diesem direkt benachbarten Bereich. In jedem Fall folgt die Blasdüse **14** der Laserquelle **15**. Infolge der Relativbewegung von Laserquelle **15** und Blasdüse **14** gegenüber der zu behandelnden Oberfläche wird diese nach und nach auf ihrer ganzen Fläche behandelt.

**[0034]** Die mittels der Blasdüse **14** auf die zu behandelnde Oberfläche aufgesprützten Partikel **12** dringen in das geschmolzene Metall der Zone **13** ein, so dass sich beim Erstarren der Schmelze eine Einbettung der Partikel **12** in das sie umgebende metallische Material ergibt, das dementsprechend als die Partikel **12** aufnehmende und haltende Matrix fungiert.

**[0035]** Während des Schmelzvorgangs und der Abkühlung wird die behandelte Oberfläche zweckmäßig mit Schutzgas beaufschlagt, das eine Oxidation verhindert. Hierzu kann die Blasdüse **14** zum Aufsprühen der Partikel **12** mit Schutzgas beaufschlagt werden. Im dargestellten Beispiel ist eine zusätzliche Schutzgasdüse **17** vorgesehen, durch welche der vom Laserstrahl **16** getroffene und mit den Partikeln **12** beaufschlagte Bereich mit Schutzgas beaufschlagt wird. Die Blasdüse **14**, die Laserquelle **15** und gegebenenfalls die Schutzgasdüse **17** können zweckmäßig zu einem Bearbeitungskopf zusammengefasst werden, der eine gleichförmige Relativbewegung dieser drei Organe gegenüber der zu behandelnden Oberfläche ermöglicht. Anstelle eines Laserstrahls können natürlich auch andere Heizquellen Verwendung finden, beispielsweise eine Gasflamme, eine Induktionsspule oder dergleichen.

**[0036]** Anstelle der Einbettung der Keramikpartikel **12** in die oberflächennahen Zonen des Stahlkerns **11** kann die Reibplatte **9**, wie oben schon erwähnt wurde, auch mit einer Beschichtung versehen werden, die aus einem vorzugsweise in Pulverform vorliegenden Materialmix hergestellt wird, der die Partikel **12** und eine diese aufnehmende metallische Matrix enthält. Diese Beschichtung kann beispielsweise im Thermosprühverfahren auf den Metallkern **11** aufgespritzt werden. Zweckmäßig wird die Beschichtung aufgesintert, was mit einem vergleichsweise geringen Wärmeeintrag möglich ist, wodurch einem Verzug des Stahlkerns **11** entgegengewirkt wird.

**[0037]** Zweckmäßig findet dabei zur Bildung der metallischen Matrix ein Material Verwendung, dessen Schmelzpunkt niedriger als der Schmelzpunkt des dem beschichteten Bauteils, hier dem Stahlkern **11**, zugrundeliegenden Materials ist. Im Falle von

Stahl liegt der Schmelzpunkt bei etwa 1300°C. Der Schmelzpunkt des Matrixmaterials soll deutlich niedriger liegen. Andererseits soll das Matrixmaterial zumindest dieselbe Festigkeit wie Stahl, vorzugsweise eine noch höhere Festigkeit, aufweisen. Außerdem soll sich eine gute Bindung der Beschichtung mit dem Kernmaterial ergeben. Zweckmäßig findet als Matrixmaterial eine Nickellegierung Verwendung, die außer Nickel zumindest Phosphor, vorzugsweise zumindest Phosphor und Silizium, enthält. Durch diese Legierungskomponenten wird der Schmelzpunkt von Nickel auf etwa 850°C gedrückt und damit auf einen deutlich unterhalb des Schmelzpunkts von Stahl liegenden Wert.

**[0038]** Zum Aufsintern einer Beschichtung vorstehend genannter Art wird zunächst das mit der Beschichtung zu versehenen Bauteil, hier der Stahlkern **11** oberflächenseitig bis höchstens kurz unterhalb seines Schmelzpunkts erwärmt. Anschließend wird der die Partikel **12** und das Matrix-Material enthaltende Materialmix aufgebracht. Die dem zu beschichtenden Bauteil vorher zugeführte Wärme reicht infolge des vergleichsweise niedrigen Schmelzpunkts des Matrix-Materials aus, um dieses zu schmelzen, wodurch eine Einbettung der Partikel **12** in das Matrix-Material erreicht wird. Zur Bewerkstelligung einer gleichmäßigen Oberfläche sowie einer oberflächenseitigen Verdichtung der Beschichtung kann anschließend ein zweiter Erwärmungsvorgang stattfinden. Als Heizeinrichtung kann wie oben ein Laserstrahl, eine Induktionsspule oder dergleichen dienen. Wichtig ist hier eine zuverlässige Steuerbarkeit, um den Wärmeeintrag dosieren zu können.

**[0039]** Nachdem die die Partikel **12** enthaltende Schicht hergestellt ist, wird eine äußere Zone dieser Schicht wieder entfernt. Diese zu entfernende Zone wird zweckmäßig abgeschliffen, wie in [Fig. 5](#) durch eine Schleifscheibe **18** angedeutet ist. Die Materialabnahme erfolgt dabei zweckmäßig auf einer Dicke von 30 µm wie in [Fig. 5](#) bei d angedeutet ist. Mit Hilfe des Schleifvorgangs lässt sich eine exakte Gesamtdicke der Reibplatte **9** erreichen.

**[0040]** Nach dem Schleifvorgang erfolgt eine Ätzbehandlung der geschliffenen Oberfläche mittels einer Säure, z. B. HCl, HF oder dergleichen. Die Ätzbehandlung ergibt, wie aus [Fig. 6](#) hervorgeht, den gewünschten Überstand der Partikel **6** über die Oberfläche des die Partikel **12** umgebenden Materials, hier über die Oberfläche des Stahlkerns **11**. Die Ätzbehandlung erfolgt zweckmäßig bis zu einer Tiefe von maximal 5–30 µm, vorzugsweise 10 µm wie in [Fig. 6](#) bei ü angedeutet ist, so dass sich der gewünschte Überstand ergibt.

**[0041]** Eine andere Möglichkeit zum Anbringen der harten Partikel **12** kann darin bestehen, die betreffende Oberfläche anzurauen und anschließend die Par-

tikel **12** bis zu wenigstens einem Teil ihres Durchmessers mechanisch in die angeraute Oberfläche einzutiefen. Zum Anrauen der Oberfläche kann diese zweckmäßig einer Sandstrahlbehandlung unterzogen werden. Vorteilhaft erfolgt die Anrauerung mit einer Rauigkeit von 5 µm. Die harten Partikel **12** können in die angeraute Oberfläche eingepresst werden. Hierzu wird die angeraute Oberfläche zweckmäßig mit den Partikeln **12** beschossen. Dabei ergibt sich nicht nur ein guter Sitz der Partikel, sondern gleichzeitig auch eine gewisse Verdichtungshärtung des die Partikel umgebenden Materials. Zum Beschießen der angerauten Oberfläche mit den Partikeln kann zweckmäßig das PVD-Verfahren (Plasma Vapor Deposition) Anwendung finden. Dieses Verfahren kann vorzugsweise auch im Zusammenhang mit den anderen, oben geschilderten Möglichkeiten zur Aufbringung der Partikel **12** Verwendung finden.

[0042] In den [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) ist die Behandlung lediglich einer Seite der Reibplatte **9** gezeigt. Selbstverständlich werden beide Seiten behandelt. Diese Behandlungen erfolgen zweckmäßig nacheinander, so dass die jeweils behandelte Seite nach oben zeigen kann, wodurch einem unerwünschten Abtropfen des geschmolzenen Materials entgegengewirkt wird. Zusätzlich zu einer Platte können auch eine oder beide Anlageflächen **5, 6** direkt in derselben Weise wie vorstehend für eine Platte gezeigt behandelt werden.

### Patentansprüche

1. Kurbelwellen-Hauptlager von Großmotoren, insbesondere Zweitakt-Großdieselmotoren, mit einem in das Maschinengestell integrierten Unterteil (**2**) und einem hierauf aufsetzbaren Oberteil (**3**), wobei das Unterteil (**2**) und Oberteil (**3**) einander zugewandte, eine Lagerbohrung (**7**) flankierende Anlageflächen (**5, 6**) aufweisen und durch vertikale Zuganker (**4**) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Lagerbohrung (**7**) flankierenden Anlageflächen (**5, 6**) von Unterteil (**2**) und Oberteil (**3**) nur rechtwinklig zu den Haltekräften verlaufende Bereiche aufweisen und dass zwischen diese Anlageflächen (**5, 6**) mit Durchgangsausnehmungen (**10**) für die Zuganker (**4**) versehene, die Reibung erhöhende Reibplatten (**9**) eingelegt sind, die beidseitig mit in ein metallisches Trägermaterial eingebetteten, oberflächenseitig vorspringenden Partikeln (**12**) aus einem gegenüber dem im Bereich der Anlageflächen (**5, 6**) vorhandenen Material härteren Material versehen sind, wobei das Kopfspiel eines zugeordneten Wellenzapfens (**8**) in Abhängigkeit von der Dicke der Reibplatten (**9**) variierbar ist.

2. Kurbelwellen-Hauptlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) aus keramischem Material bestehen.

3. Kurbelwellen-Hauptlager nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) aus TiC und/oder WC und/oder NibC bestehen.

4. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) eine unregelmäßige Oberfläche mit spitzen Kanten aufweisen.

5. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) maximal 50 µm bis 90 µm über die Oberfläche des sie aufnehmenden Materials vorstehen.

6. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) einen Durchmesser von 30 µm bis 100 µm aufweisen.

7. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Reibplatten (**9**) über den gesamten, gegenseitigen Anlagebereich der Anlageflächen (**5, 6**) erstrecken.

8. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuganker (**4**) mit umfangsseitigem Spiel in den Durchführausnehmungen (**10**) angeordnet sind.

9. Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (**12**) in eine oberflächennahe Schicht des Grundmaterials der Reibplatte (**9**) oder auf dem Grundmaterial der Reibplatte (**9**) angebrachten Beschichtung eingebettet sind.

10. Verfahren zur Herstellung einer Kurbelwellen-Hauptlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die einander zugewandten, die Lagerbohrung (**7**) flankierenden Anlageflächen (**5, 6**) einlegbare, aus Stahl bestehende Reibplatten (**9**) hergestellt werden, die im Bereich ihrer beiden, voneinander abgewandten Oberflächen mit in das metallische Material eingebetteten, vorspringenden, harten Partikeln (**12**) versehen werden, die aus gegenüber dem in Bereich der gegenseitigen Anlageflächen vorhandenen Material härteren Material bestehen und dass die die Partikel (**12**) enthaltende Schicht nach der Beschichtung oberflächenseitig teilweise entfernt und dann einer oberflächenseitigen Ätzbehandlung ausgesetzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die die Partikel (**12**) enthaltende Schicht oberflächenseitig teilweise abgeschliffen wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet,

dass die oberflächenseitig mit den Partikeln (12) zu versehende Reibplatte (9) oberflächenseitig angeschmolzen wird und dass die Partikel (12) direkt in die oberflächenseitige Schmelze eingebracht werden.

13. Verfahren Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Reibplatte (9) auf einer Dicke von 0,8 bis 1 mm angeschmolzen wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die mit den Partikeln (12) zu versehende Reibplatte (9) oberflächenseitig mit einer Beschichtung versehen wird, die aus einem die Partikel (12) und ein als Matrix für die Partikel (12) fungierendes Metall enthaltenden Materialmix hergestellt wird, wobei das die Matrix bildende Metall einen Schmelzpunkt ausweist, der niedriger als der Schmelzpunkt des der Reibplatte (9) zugrundeliegenden Materials ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das die Matrix bildende Metall eine zumindest Ni, P, vorzugsweise Ni, P, Si enthaltende Nickellegierung ist.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die die Beschichtung tragende Reibplatte (9) oberflächenseitig höchstens bis kurz unterhalb des Schmelzpunkts des ihr zugrundeliegenden Materials erwärmt wird und dass hierauf ein das Matrix-Material und die Partikel (12) enthaltender Materialmix vorzugsweise in pulverförmiger Form aufgebracht wird.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die die Partikel (12) enthaltende Oberfläche zumindest während der Beaufschlagung mit den Partikeln (12) mit Schutzgas beaufschlagt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die die Partikel (12) enthaltende Schicht nach der Anbringung der Partikel (12) auf einer Dicke von 20–50 µm, vorzugsweise 30 µm abgeschliffen wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die abgeschliffene Oberfläche bis zu einer Tiefe von maximal 5–30 µm, vorzugsweise 10 µm, geätzt wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das oberflächenseitig mit Partikeln (12) zu versehende Bauteil oberflächenseitig angeraut wird und dass die Partikel (12) mit wenigstens einem Teil ihrer Stärke in die angeraute Oberfläche eingetieft werden.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche mit einer Rauigkeit von 5 µm angeraut wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche sandgestrahlt wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 20–22, dadurch gekennzeichnet, dass die angeraute Oberfläche mit den Partikeln (12) beschossen wird.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (12) im PVD-Verfahren (Plasma Vapor Deposition) auf die angeraute Oberfläche aufgebracht werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG.1

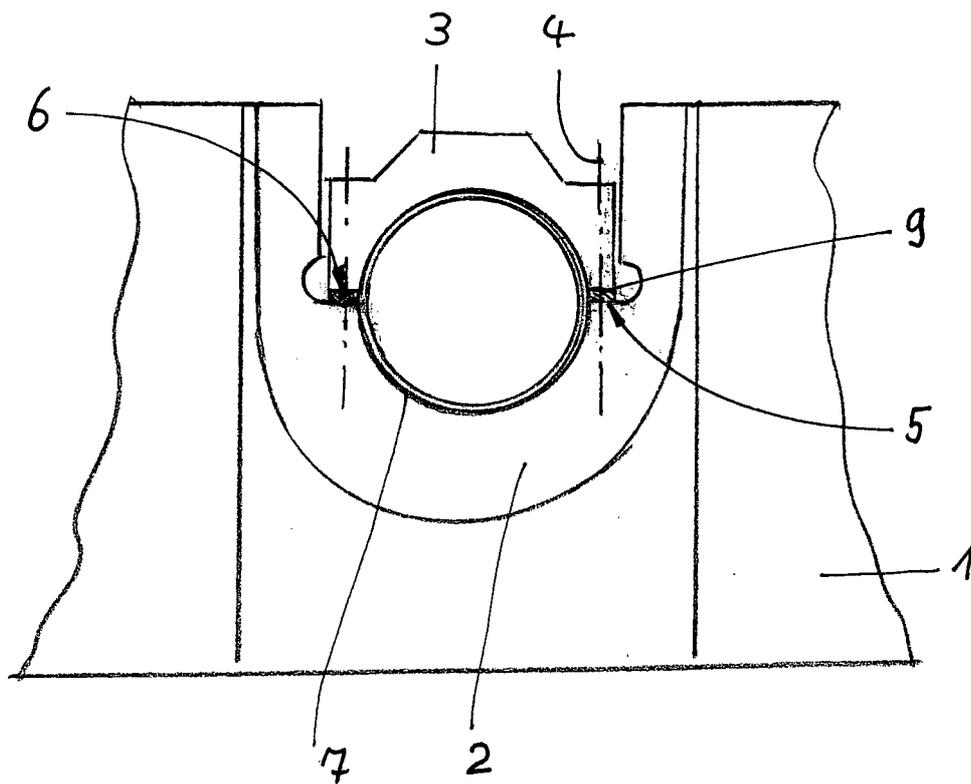


FIG. 2

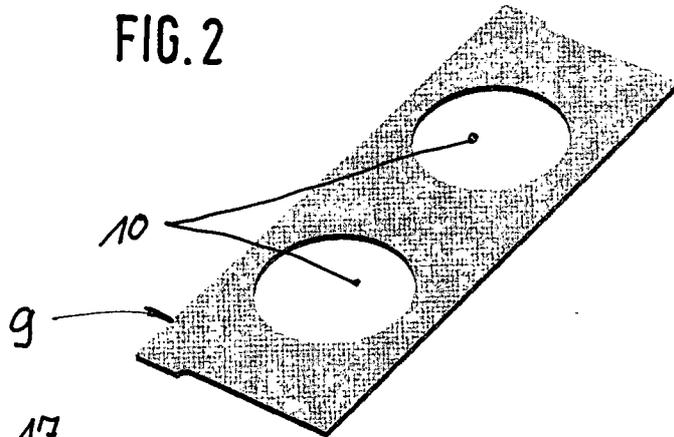


FIG. 3

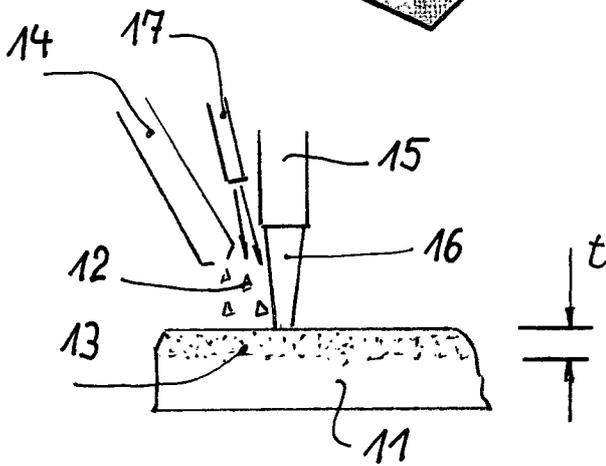
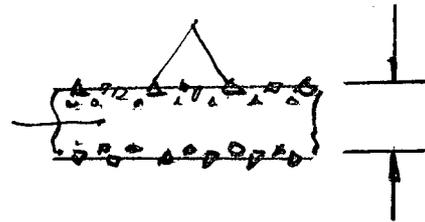


FIG. 4

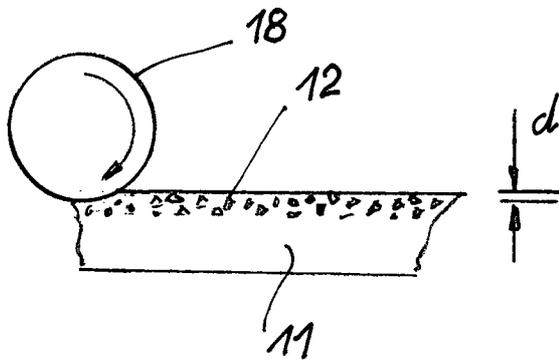


FIG. 5

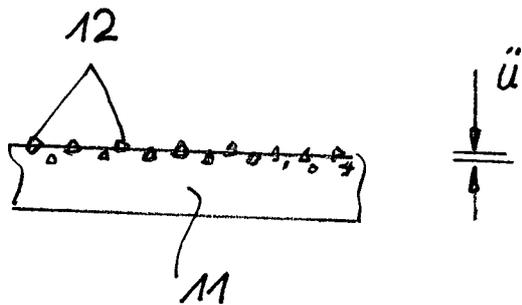


FIG. 6