

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1002/2007**

(22) Anmeldetag: **28.06.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.01.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **F16C 27/02** (2006.01),
F16C 17/03 (2006.01),
G06F 17/50 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

VRESEARCH CENTER FOR
TRIBOTRONICS AND TECHNICAL
LOGISTICS GMBH
A-6850 DORNBIERN (AT)

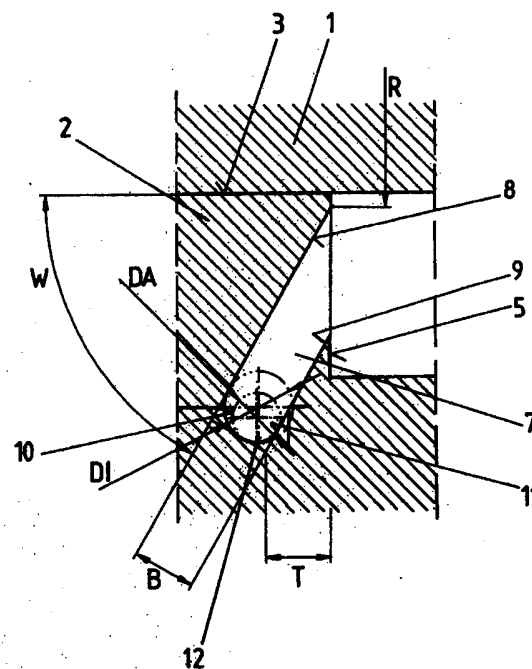
(72) Erfinder:

SURBERG CORD HENRIK
FELDKIRCH (AT)
GESCHRAY RAINER
LAUTERACH (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR AUSBILDUNG MINDESTENS EINER AUSNEHMUNG IN EINER
LAGERSCHALE EINES GLEITLAGERS**

(57) Eine Lagerschale eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle (1) umfasst eine Gleitfläche (3), die die zu lagernde Welle (1) über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines Zylinders mit einem Radius (r) im Bereich von 28 mm bis 34 mm liegt, und Seitenflächen (5, 6), von denen mindestens eine mit einer Ausnehmung (7) versehen ist, die durch Parameter (T , B , R , DI , DA , W) definiert ist. Die die Ausnehmung definierenden Parameter (T , B , R , DI , DA , W) liegen innerhalb eines Bereiches von $\pm 25\%$ der folgenden Werte:

$T = 0,168 \cdot r$
 $B = 0,161 \cdot r$
 $R = 1,107 \cdot r$
 $DI = 0,393 \cdot r$
 $DA = 0,125 \cdot r$
 $W = 50^\circ$





Zusammenfassung:

Ein Verfahren zur Ausbildung mindestens einer Ausnehmung (7) in einer Lagerschale (2) eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle (1) umfasst die folgenden Schritte:

- Vorgeben von Zielwerten für Belastungsgrößen (x1, x2, x3) der Lagerschale (2),
- Festlegen mehrerer Datensätze mit Werten von die Ausnehmung definierenden Parametern (T, B, R, DI, DA, W),
- jeweilige Bestimmung der sich mit dem jeweiligen Datensatz der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) ergebenden Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3), wodurch jeweilige Gesamtdatensätze umfassend die Werte der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und die Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) erhalten werden,
- für zumindest einen Teil der Parameter (T, B, R, DI, DA, W), zumindest einen Schritt einer mittels eines Data-mining-Verfahrens durchgeführten Ermittlung eines Abhängigkeitsmodells für die Abhängigkeit zwischen Werten der entsprechenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und den sich ergebenden Werten der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) oder für die Abhängigkeit zwischen Werten der entsprechenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und mindestens einer Distanz von den Zielwerten der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) zur gezielten Variation von einem oder mehreren Parametern (T, B, R, DI, DA, W) für zumindest eine Annäherung der Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) an die Zielwerte,
- Einbringung der Ausnehmung (7) mit den ermittelten Werten der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) (Fig. 3)

Feldkirch, am 27. Juni 2007

Der Vertreter

Patentanwalt

Mag. Dr. Ralf Hofmann

Bankverbindungen

Österreichische Postsparkasse
Konto Nr. 92.111.622, BLZ 60000
Swift-Code: OPSKATWW
IBAN: AT55 6000 0000 9211 1622

Sparkasse der Stadt Feldkirch
Konto Nr. 0400-006300, BLZ 20604
Swift-Code: SPFKAT2B
IBAN: AT70 2060 4004 0000 6300

T +43 (0)5522 73 137
F +43 (0)5522 73 359
M office@vpat.at
I www.vpat.at
VAT ATU 49415501

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Ausbildung mindestens einer Ausnehmung in einer Lagerschale eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle, wobei die Lagerschale eine Gleitfläche, die die zu lagernde Welle über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines einen Radius aufweisenden Zylinders liegt, und Seitenflächen aufweist, von denen mindestens eine mit der Ausnehmung zu versehen ist. Weiters bezieht sich die Erfindung auf eine Lagerschale eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle, mit einer Gleitfläche, die die zu lagernde Welle über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines Zylinders mit einem Radius im Bereich von 28 mm und 34 mm liegt, und Seitenflächen, von denen mindestens eine mit einer Ausnehmung versehen ist, die einen im axialen Längsschnitt durch die Lagerschale gesehen auf einer Geraden liegenden ersten Wandabschnitt, der von der Seitenfläche im Abstand von der Längsachse der Lagerschale ausgeht und einen Winkel mit der Längsachse der Lagerschale einschließt, einen weiter von der Längsachse entfernten, im axialen Längsschnitt gesehen auf einer zum ersten Wandabschnitt parallelen Geraden liegenden zweiten Wandabschnitt, der zum ersten Wandabschnitt einen Normalabstand besitzt, und im axialen Längsschnitt gesehen kreisbogenförmig verlaufende dritte und vierte Wandabschnitt umfasst, von denen der dritte Wandabschnitt tangential an den ersten Wandabschnitt anschließt und einen Durchmesser aufweist und von denen der vierte Wandabschnitt tangential an den zweiten Wandabschnitt anschließt und einen Durchmesser aufweist, wobei der dritte und vierte Wandabschnitt tangential aneinander anschließen und die Tiefe der Ausnehmung definiert ist durch den Normalabstand zwischen der Seitenfläche der Lagerschale und dem Schnittpunkt der Geraden, auf der der zweite Wandabschnitt liegt, mit der rechtwinklig zu dieser Geraden stehenden, an den Boden der Ausnehmung angelegten Tangente.

Es ist bekannt, Lagerschalen von Gleitlagern, z. B. in Kunststoff-Verarbeitungsmaschinen, mit in Seitenflächen der Lagerschalen angeordneten Ausnehmungen bzw. Einstichen zu versehen. Eine solche Ausnehmung dient dazu, um die im Bereich des betreffenden axialen Endes der Gleitfläche auftretenden Belastungen, beispielsweise durch auf die gelagerte Welle ausgeübte Kippmomente oder Vibrationen, zu verringern. Eine solche Ausnehmung ist durch eine Reihe von Parametern definiert. Üblicherweise wird die Form und Größe der Ausnehmung aufgrund von technischen Überlegungen festgelegt, wobei die Abhängigkeiten der auftretenden Belastungsgrößen von den einzelnen Parametern der Ausnehmung nicht direkt herleitbar ist. Die

Bankverbindungen

Österreichische Postsparkasse
Konto Nr. 92.111.622, BLZ 60000
Swift-Code: OPSKATWW
IBAN: AT55 6000 0000 9211 1622

Sparkasse der Stadt Feldkirch
Konto Nr. 0400-006300, BLZ 20604
Swift-Code: SPFKAT2B
IBAN: AT70 2060 4004 0000 6300

T +43 (0)5522 73 137
F +43 (0)5522 73 359
M office@vpat.at
I www.vpat.at
VAT ATU 49415501

Parameter der Ausnehmung sind somit bei weitem nicht optimiert.

Eine Möglichkeit zur Optimierung der Parameter besteht darin, dass intensive Parameterstudien durchgeführt werden. Dies ist vor allem bei einer Vielzahl an Produktparametern nur eingeschränkt realisierbar und sehr zeit- und kostenintensiv.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art bereit zu stellen, mit dem in effizienter Weise eine optimierte Ausnehmung ausgebildet werden kann, durch die eine verbesserte Belastbarkeit der Lagerschale erreicht wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer verbesserten Lagerschale der eingangs genannten Art. Erfindungsgemäß gelingt dies durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch eine Lagerschale mit den Merkmalen des Anspruchs 5.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann mit einer relativ geringen Anzahl von Schritten ein verbesserter Parametersatz gefunden werden, durch den Zielwerte für Belastungsgrößen erreicht oder zumindest angenähert werden können. Es handelt sich um einen Daten-basierten Ansatz, bei dem aus einer Anzahl von Datensätzen ein Abhängigkeitsmodell zur Ermittlung von Abhängigkeiten zwischen zumindest einigen Parametern und den Belastungsgrößen bzw. zumindest einem aus diesen Parametern resultierenden Abstand von Zielwerten für die Belastungsgrößen erhalten wird. Solche Verfahren werden auch als „Data mining“-Verfahren bezeichnet, die insbesondere für wirtschaftliche Anwendungen bekannt sind.

Data mining-Methoden sind beispielsweise bekannt aus „Geoffrey Holmes, Mark Hall, Eibe Frank: Generating Rule Sets from Model Trees: Twelfth Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, 1-12, 1999“ und „Y. Wang, I. H. Witten: Induction of model trees for predicting continuous classes. In: Poster papers of the 9th European Conference on Machine Learning, 1997“. Eine Software-Plattform, in der diese Data mining-Methoden implementiert sind, ist bekannt aus „YALE – Yet Another Learning Environment, Artificial Intelligence Unit, University of Dortmund, 2001-2006“.

Durch die in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildete Lagerschale wird eine wesentliche Verringerung der Werte der Belastungsgrößen gegenüber bekannten Lagerschalen erreicht, mit dem entsprechenden positiven Einfluss auf die zu erwartende Lebensdauer.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert. In dieser zeigen:

- Fig. 1 eine Ansicht eines Teils einer Kunststoff-Verarbeitungsmaschine;
- Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie AA von Fig. 1;
- Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2 in größerem Detail;
- Fig. 4 eine Paralleldarstellung zur Ermittlung von Abhängigkeiten;
- Fig. 5 eine tabellarische Darstellung der einzelnen Datensätze zusammen mit dem jeweiligen Abstand von den Zielwerten der Belastungsgrößen.

Fig. 1 und 2 zeigen eine Ansicht und einen Schnitt eines Teils einer Kunststoff-Verarbeitungsmaschine im Bereich eines Kurbelgelenks, wobei eine Welle 1 durch ein Gleitlager drehbar gelagert ist. Das Gleitlager umfasst im gezeigten Ausführungsbeispiel vier Lagerschalen 2, wobei auch eine größere oder kleinere Anzahl von Lagerschalen 2 möglich ist.

Eine jeweilige Lagerschale 2 besitzt eine Gleitfläche 3, die die zu lagernde Welle 1 über ihren Umfang umgibt. Die Gleitfläche 3 liegt hierbei auf dem Mantel eines gedachten Zylinders, wobei sie einen Abstand r von der Längsachse 4 aufweist. Der Radius r der Gleitfläche 3 liegt hierbei bei 28 mm. An den beiden axialen Enden der Gleitfläche 3 der Lagerschale 2 befinden sich Seitenflächen 5, 6 der Lagerschale 2 an, wobei eine dieser Seitenflächen 5 in Fig. 3 in größerem Detail dargestellt ist. Die Seitenflächen 5, 6 stehen winkelig, vorzugsweise rechtwinklig, zur Längsachse 4.

Die Gleitfläche 3 einer jeweiligen Lagerschale 2 könnte die Welle 1 auch nur über einen Teil ihres Umfangs umgeben, wobei in Umfangsrichtung auch jeweils zwei oder mehrere Lagerschalen vorhanden sein könnten, deren Gleitflächen zusammen die Welle 3 im Wesentlichen über 360° umgeben.

In die Seitenflächen 5,6 sind Ausnehmungen 7 eingebracht, die sich in den radial innerhalb der Gleitfläche 3 liegenden Bereich erstrecken. Durch diese Ausnehmungen 7 wird eine bessere Aufnahme bzw. Ableitung der auftretenden Kräfte in den axialen Endbereichen der Lagerschalen 2 erreicht. Diese Ausnehmungen 7, die rotationssymmetrisch bezüglich der Längsachse 4 ausgebildet sind, sind durch folgende Parameter definiert:

Ein erster Wandabschnitt 8 der Ausnehmung 7 liegt im axialen Längsschnitt (= Schnitt parallel zur Längsachse 4 und durch diese, entsprechend Fig. 2 und 3) gesehen auf einer Geraden. Diese geht von der Seitenfläche 5 im Abstand R von der Längsachse 4 aus, wobei sie einen Winkel W mit der Längsachse 4 einschließt.

Ein zweiter Wandabschnitt 9 liegt im axialen Längsschnitt gesehen ebenfalls auf einer Geraden, die parallel zur Geraden ist, auf der der erste Wandabschnitt 8 liegt. Der zweite Wandabschnitt 9 ist weiter von der Längsachse 4 entfernt (bei jeweils gleichem Normalabstand von der Seitenfläche 5) und weist einen Normalabstand B vom ersten Wandabschnitt 8 auf.

Ein im axialen Längsschnitt gesehenen kreisbogenförmig verlaufender dritter Wandabschnitt 10 schließt tangential an den ersten Wandabschnitt 8 an und besitzt einen Durchmesser D_I („innerer Durchmesser“). Ein vierter Wandabschnitt 11 verläuft im axialen Längsschnitt gesehen kreisbogenförmig und schließt tangential an den zweiten Wandabschnitt 9 an, wobei er einen Durchmesser D_A („äußerer Durchmesser“) aufweist. Der dritte und der vierte Wandabschnitt 10, 11 schließen tangential aneinander an, d. h. die Tangenten decken sich an einem Punkt. Weiters ist die Tiefe T der Ausnehmung 7 definiert durch den Normalabstand zwischen der Seitenfläche 5 und dem Schnittpunkt zwischen der Geraden, entlang von der der zweite

Wandabschnitt 9 verläuft, mit der rechtwinklig zu dieser Geraden stehenden Tangente 12, die an den Boden der Ausnehmung 7 angelegt wird, also an den dritten oder vierten Wandabschnitt 10, 11.

Die Ausnehmung 7 ist durch diese Parameter, also den Abstand R, den Winkel W, den Normalabstand B, die Durchmesser DI und DA und die Tiefe T vollständig definiert.

Für das Gleitlager sind hohe Anforderungen an die Lebensdauer und das wirkende Belastungskollektiv gestellt. Maßgebende Größen sind u. a. der Anpressdruck und die Reibspannung zwischen der Lagerschale und der Welle und die von-Mises Spannung, die für eine hohe Lebensdauer so klein wie möglich sein müssen. Diese Belastungsgrößen werden durch die Parameter der Ausnehmung stark beeinflusst.

Für die Belastungsgrößen werden Zielwerte vorgegeben. Das dadurch definierte Belastungskollektiv soll durch geeignete Wahl der Parameter unterschritten oder zumindest angenähert werden.

Im Ausführungsbeispiel werden für die von-Mises Spannung $x_1 = 500 \text{ MPa}$, für den Anpressdruck $x_2 = 200 \text{ MPa}$ und für die Reibspannung $x_3 = 30 \text{ MPa}$ als Zielwerte vorgegeben.

Es wird nun ein erster Datensatz mit Werten der den Einstich definierenden Parametern festgelegt. Die Wahl der Anfangsgrößen einzelnen Parameter kann aufgrund von Erfahrungswerten und/oder technischen Überlegungen erfolgen. In Fig. 5 ist dieser erste Datensatz in der ersten Zeile der dargestellten Tabelle enthalten.

Als nächster Schritt werden die sich aus diesen Parameterwerten ergebenden Werte der Belastungsgrößen ermittelt. Diese Ermittlung erfolgt vorzugsweise rechnerisch, insbesondere durch Berechnung eines FEM-Modells („Finite-Elemente-Methode“). Es werden dadurch die in der ersten Zeile der Tabelle von Fig. 5 angegebenen Werte der Belastungsgrößen x_1 , x_2 , x_3 erhalten. Die Werte der Parameter zusammen mit den erhaltenen Werten der Belastungsgrößen bilden den ersten Gesamtdatensatz.

Denkbar und möglich wäre es beispielsweise auch, ein Werkstück mit einer Ausnehmung entsprechend dem Parameterdatensatz herzustellen und die Belastungsgrößen durch Messung zu ermitteln.

In der Folge werden mehrere weitere Gesamtdatensätze bestimmt. Hierbei werden jeweils ein oder mehrere Parameter variiert und die Werte der Belastungsgrößen für den jeweiligen Parameterdatensatz ermittelt. Solche weitere Gesamtdatensätze sind in den Zeilen 2 bis 24 der Tabelle von Fig. 5 enthalten.

Um eine einfachere Bewertung eines jeweiligen Parameterdatensatzes zu ermöglichen, wird der ursprüngliche, hier dreidimensionale Zielraum auf einen eindimensionalen Zielraum abge-



5

bildet. Es wird hierbei der Abstand y zum Zielvektor (Zielpunkt im Zielraum) entsprechend den Zielwerten der Belastungsgrößen bestimmt, entsprechend

$$y = \sqrt{\sum_{i=1}^3 (x_i/X_i - 1)^2}$$

Zur weiteren Vereinfachung sollen im gezeigten Ausführungsbeispiel zunächst einzelne Parameter auf definierte Werte festgelegt werden. Dadurch wird eine wesentliche Reduzierung der Dimension des Parameterraums erreicht, um in der Folge Werte für die übrigen noch variablen Parameter zu bestimmen.

Die Festlegung von Parametern auf bestimmte Werte erfolgt für diejenigen Parameter, für die am ehesten deutliche Tendenzen festgestellt werden können. Zur einfacheren Erkennbarkeit solcher Tendenzen können beispielsweise die Datensätze in einer Paralleldarstellung, wie in Fig. 4 gezeigt, dargestellt werden. Die Werte der einzelnen Parameter werden durch eine Linie miteinander verbunden und die Beschaffenheit (oder Farbe) der Linie wird entsprechend des zu diesem Datensatz gehörigen Abstandes y zum Zielvektor kodiert. In Fig. 4 sind die Datensätze 1 bis 24 aus der Tabelle von Fig. 5 dargestellt.

Durch Interpretation der Paralleldarstellung entsprechend Fig. 4 wurden die nachstehenden Parameter wie folgt festgelegt:

Abstand $R = 31\text{mm}$;

Winkel $W = 50^\circ$;

Tiefe $T = 4,7\text{ mm}$.

Es handelt sich hierbei um eine Annahme, dass mit diesen Werten ein insgesamt Parameter-satz gebildet werden kann, der zu ausreichend guten Belastungsgrößen führt. Falls sich diese Annahme nicht erfüllen sollte, müssten diese vorläufig festgelegten Parameter in der weiteren Folge geändert werden.

Während diese vorgenannten Parameter unverändert belassen werden, werden die restlichen drei Parameter (B , DI , DA) variiert und jeweils die Werte der Belastungsgrößen und der Abstand y vom Zielpunkt ermittelt. Hieraus resultieren die Datensätze 25 bis 28 der Tabelle von Fig. 5.

Anhand der vorliegenden Gesamtdatensätze wird nunmehr mittels eines Data-mining Verfahrens ein Daten-basiertes Modell nach dem Prinzip „Teile und Herrsche“ erzeugt. Solche Data-mining-Verfahren sind grundsätzlich bekannt, beispielsweise aus dem in der Beschreibungseinleitung genannten Stand der Technik. Dieses stellt ein Abhängigkeitsmodell für die Abhängigkeit zwischen Werten der noch nicht fixierten Parameter und der durch diese Werte erreichten

Annäherung an die Zielwerte der Belastungsgrößen dar, wobei diese Annäherung hier durch die Größe des Abstandes y zum Zielpunkt ausgedrückt ist.

In den Prämissen (IF) des Daten-basierten Modells wird der Parameterbereich partitioniert und in den Konsequenzen (THEN) mit lokalen linearen Modellen beschrieben. Nachfolgend ist das Modell bestehend aus sechs Regeln mit Breite B , inneren Durchmesser DI und äußeren Durchmesser DA sowie der Distanz y zum Zielpunkt aufgelistet.

Regel 1: IF $B > 4.25$ $DI \leq 11$
 THEN $y = -0.4791B - 0.0144DI + 3.1415$
 Regel 2: IF $B > 4.25$ $DA > 1.5$
 THEN $y = -0.9861B - 0.0422DI - 0.2351DA + 6.1025$
 Regel 3: IF $DA \leq 1.3$
 THEN $y = -1.3829B - 0.053DI - 0.3434DA + 8.1813$
 Regel 4: IF $DI \leq 11.5$
 THEN $y = -2.8626B - 0.1015DI + 13.9136$
 Regel 5: IF $B \leq 3.95$
 THEN $y = -2.6242B + 11.3787$
 Regel 6 (Default): $y = 0.7455$

Beschränkt man das vorhandene Wissen auf die existierenden Daten und ihre Beschreibung mit den oben stehenden sechs Regeln, so können u. a. folgende Erkenntnisse gezogen werden.

- 1) Zur Minimierung der Distanz y folgt aus Regel 1 und 4, dass DI groß zu wählen ist. Damit die Gültigkeit des Modell erhalten bleibt wählte man $DI = 11$.
- 2) Regel 5 beschreibt eine minimale Distanz von $y_{5,\min} = -2.6242 \cdot 3.95 + 11.3787 = 1.013$ und Regel 1 eine maximale Distanz von $y_{1,\max} = -0.4791 \cdot 4.25 - 0.0144 \cdot 11 + 3.1415 = 0.947$. Demnach beschreibt Regel 1 einen Parameterbereich, der zu kleineren Distanzen führt, d. h. aus Regel 1 (und 2) wurde $B = 4.5$ gewählt.
- 3) Regel 2 beschreibt eine maximale Distanz von $y_{2,\max} = -0.9861 \cdot 4.5 - 0.0422 \cdot 11 - 0.2351 \cdot 1.5 + 6.1025 = 0.8482$ und Regel 3 eine minimale Distanz von $y_{3,\min} = -1.3829 \cdot 4.5 - 0.053 \cdot 11 - 0.3434 \cdot 1.3 + 8.1813 = 0.9288$. Demnach beschreibt Regel 2 einen Parameterbereich, der zu kleineren Distanzen führt, d. h. aus Regel 2 wurde $DA = 3.5$ gewählt. Dabei wurde auf die Gewichtung der Parameter im linearen Modell von Regel 2 geachtet, d. h. um annähernd gleichen Einfluss aller Parameter zu erhalten wurde ein Wert für DA gewählt, der ungefähr den gleichen Beitrag wie die B und DI liefert.

Der somit erhaltene Parameterdatensatz ist in Zeile 29 der Tabelle von Fig. 5 dargestellt. Eine Simulation (= rechnerische Ermittlung) mit diesen Werten der Parameter führt zu den in Zeile 29 angeführten Werten der Zielgrößen und einer Distanz $y = 0.345$. Unter Berücksichtigung der teilweise stark gegenläufigen Einflüsse der sechs Parameter und des geringen Nutzens von weiteren Iterationen wurde bei diesem sehr zufriedenstellenden Ergebnis beendet.

In der Folge wird die Ausnehmung 7 an der Seitenfläche 5, 6 der jeweiligen Lagerschale 2 mit den gefundenen Parametern eingebracht.

Eine Variation der gefundenen Parameter in einem Bereich von plus minus 3 % führt jedenfalls zu gegenüber herkömmlich ausgebildeten Ausnehmungen wesentlich verbesserten Belastungsverhältnissen.

Eine Lagerschale, die innerhalb von 25 % dieser Werte liegt, weist aber ebenfalls gegenüber bekannten Lagerschalen, die keine oder anders ausgebildete Einstiche aufweisen, wesentliche Verbesserungen in der Lebensdauer auf.

Für Lagerschalen mit Radien r der Gleitfläche zumindest im Bereich von 28 mm bis 34 mm können die aufgefundenen Parameter T , B , R , DI und DA entsprechend skaliert werden. Somit liegen die Parameter für Lagerschalen in diesem Radiusbereich innerhalb von 25 %, vorzugsweise innerhalb von 3 % der folgenden Werte:

$$T = 0,168 \cdot r$$

$$B = 0,161 \cdot r$$

$$R = 1,107 \cdot r$$

$$DI = 0,393 \cdot r$$

$$DA = 0,125 \cdot r$$

$$W = 50^\circ.$$

Denkbar und möglich ist es auch, wenn auch mit höherem Aufwand verbunden, ein Abhängigkeitsmodell zu generieren, in welchem die Abhängigkeit zwischen Werten der entsprechenden Parameter und den sich ergebenden Werten der Belastungsgrößen bzw. der jeweiligen Distanzen von den Zielwerten der Belastungsgrößen angegeben ist.

Legende
zu den Hinweisziffern:

- | | |
|----|-----------------------|
| 1 | Welle |
| 2 | Lagerschale |
| 3 | Gleitfläche |
| 4 | Längsachse |
| 5 | Seitenfläche |
| 6 | Seitenfläche |
| 7 | Ausnehmung |
| 8 | Erster Wandabschnitt |
| 9 | Zweiter Wandabschnitt |
| 10 | Dritter Wandabschnitt |
| 11 | Vierter Wandabschnitt |
| 12 | Tangente |

Feldkirch, am

27. JUNI 2007

Der Vertreter:

Patentanwalt

Mag. Dr. Ralf Hofmann

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Ausbildung mindestens einer Ausnehmung (7) in einer Lagerschale (2) eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle (1), wobei die Lagerschale (2) eine Gleitfläche (3), die die zu lagernde Welle (1) über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines einen Radius (r) aufweisenden Zylinders liegt, und Seitenflächen (5, 6) aufweist, von denen mindestens eine mit der Ausnehmung (7) zu versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 - Vorgeben von Zielwerten für Belastungsgrößen (x1, x2, x3) der Lagerschale (2),
 - Festlegen mehrerer Datensätze mit Werten von die Ausnehmung definierenden Parametern (T, B, R, DI, DA, W),
 - jeweilige Bestimmung der sich mit dem jeweiligen Datensatz der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) ergebenden Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3), wodurch jeweilige Gesamtdatensätze umfassend die Werte der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und die Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) erhalten werden,
 - für zumindest einen Teil der Parameter (T, B, R, DI, DA, W), zumindest einen Schritt einer mittels eines Data-mining-Verfahrens durchgeführten Ermittlung eines Abhängigkeitsmodells für die Abhängigkeit zwischen Werten der entsprechenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und den sich ergebenden Werten der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) oder für die Abhängigkeit zwischen Werten der entsprechenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und mindestens einer Distanz von den Zielwerten der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) zur gezielten Variation von einem oder mehreren Parametern (T, B, R, DI, DA, W) für zumindest eine Annäherung der Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) an die Zielwerte,
 - Einbringung der Ausnehmung (7) mit den ermittelten Werten der Parameter (T, B, R, DI, DA, W)
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehrere Schritte einer mittels eines Data-mining-Verfahrens durchgeführten Ermittlung eines Abhängigkeitsmodells unter Zugrundelegung bereits vorhandener Gesamtdatensätze durchgeführt werden, wobei nach einer jeweiligen Ermittlung eines Abhängigkeitsmodells die anhand der Interpretation des Abhängigkeitsmodells erhaltenen Werte der Parameter (T, B, R, DI, DA, W) und die sich daraus ergebenden Werte der Belastungsgröße (x1, x2, x3) in den folgenden Schritten der Ermittlung eines Abhängigkeitsmodells als weiterer Gesamtdatensatz herangezogen werden.

Bankverbindungen

Österreichische Postsparkasse
Konto Nr. 92.111.622, BLZ 60000
Swift-Code: OPSKATWW
IBAN: AT55 6000 0000 9211 1622

Sparkasse der Stadt Feldkirch
Konto Nr. 0400-006300, BLZ 20604
Swift-Code: SPFKAT2B
IBAN: AT70 2060 4004 0000 6300

T +43 (0)5522 73 137
F +43 (0)5522 73 359
M office@vpat.at
I www.vpat.at
VAT ATU 49415501

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die aus einem Datensatz von Parametern (T, B, R, DI, DA, W) resultierenden Werte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) rechnerisch ermittelt werden, vorzugsweise durch ein FEM-Modell.
4. Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Abhängigkeitsmodell die Abhängigkeit eines Abstandes (y) im mehrdimensionalen Zielraum der Zielwerte der Belastungsgrößen (x1, x2, x3) von den betreffenden Parametern (T, B, R, DI, DA, W) angegeben wird.
5. Lagerschale eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle (1), mit einer Gleitfläche (3), die die zu lagernde Welle (1) über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines Zylinders mit einem Radius (r) im Bereich von 28 mm bis 34 mm liegt, und Seitenflächen (5, 6), von denen mindestens eine mit einer Ausnehmung (7) versehen ist, die einen im axialen Längsschnitt durch die Lagerschale gesehen auf einer Geraden liegenden ersten Wandabschnitt (8), der von der Seitenfläche im Abstand (R) von der Längsachse (4) der Lagerschale ausgeht und einen Winkel (W) mit der Längsachse (4) der Lagerschale einschließt, einen weiter von der Längsachse (4) entfernten, im axialen Längsschnitt gesehen auf einer zum ersten Wandabschnitt (8) parallelen Geraden liegenden zweiten Wandabschnitt (9), der zum ersten Wandabschnitt (8) einen Normalabstand (B) besitzt, und im axialen Längsschnitt gesehen kreisbogenförmig verlaufende dritte und vierte Wandabschnitt (10, 11) umfasst, von denen der dritte Wandabschnitt (10) tangential an den ersten Wandabschnitt (8) anschließt und einen Durchmesser (DI) aufweist und von denen der vierte Wandabschnitt (11) tangential an den zweiten Wandabschnitt (9) anschließt und einen Durchmesser (DA) aufweist, wobei der dritte und vierte Wandabschnitt (10, 11) tangential aneinander anschließen und die Tiefe (T) der Ausnehmung (7) definiert ist durch den Normalabstand zwischen der Seitenfläche (5, 6) der Lagerschale und dem Schnittpunkt der Geraden, auf der der zweite Wandabschnitt (9) liegt, mit der rechtwinklig zu dieser Geraden stehenden, an den Boden der Ausnehmung (7) angelegten Tangente (12), dadurch gekennzeichnet, dass die die Ausnehmung definierenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) innerhalb eines Bereiches von +/- 25 % der folgenden Werte liegen:

$$T = 0,168 \cdot r$$

$$B = 0,161 \cdot r$$

$$R = 1,107 \cdot r$$

$$DI = 0,393 \cdot r$$

$$DA = 0,125 \cdot r$$

$$W = 50^\circ.$$
6. Lagerschale nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenflächen (5, 6) rechtwinklig zur Längsachse (4) ausgerichtet sind.

007450

3

7. Lagerschale nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius (r) der Gleitfläche (3) 31 mm beträgt.

Feldkirch, am 27. JUNI 2007

Der Vertreter:

Patentanwalt

Mag. Dr. Ralf Hofmann

Fig. 1

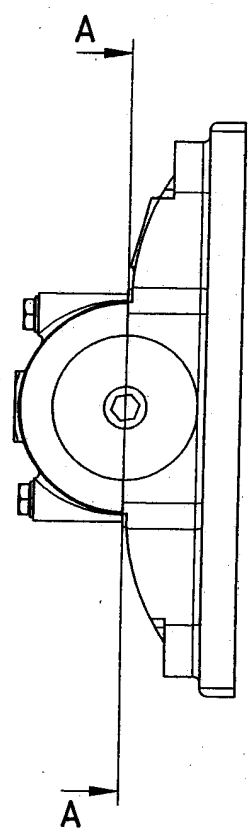


Fig. 2

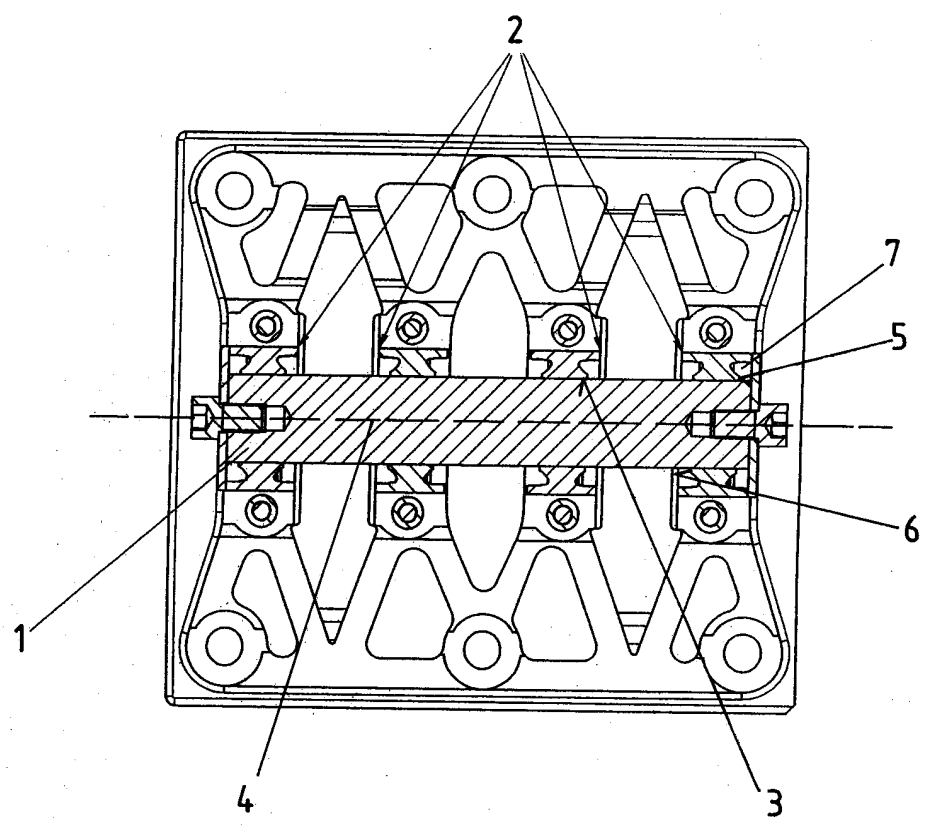


Fig. 3

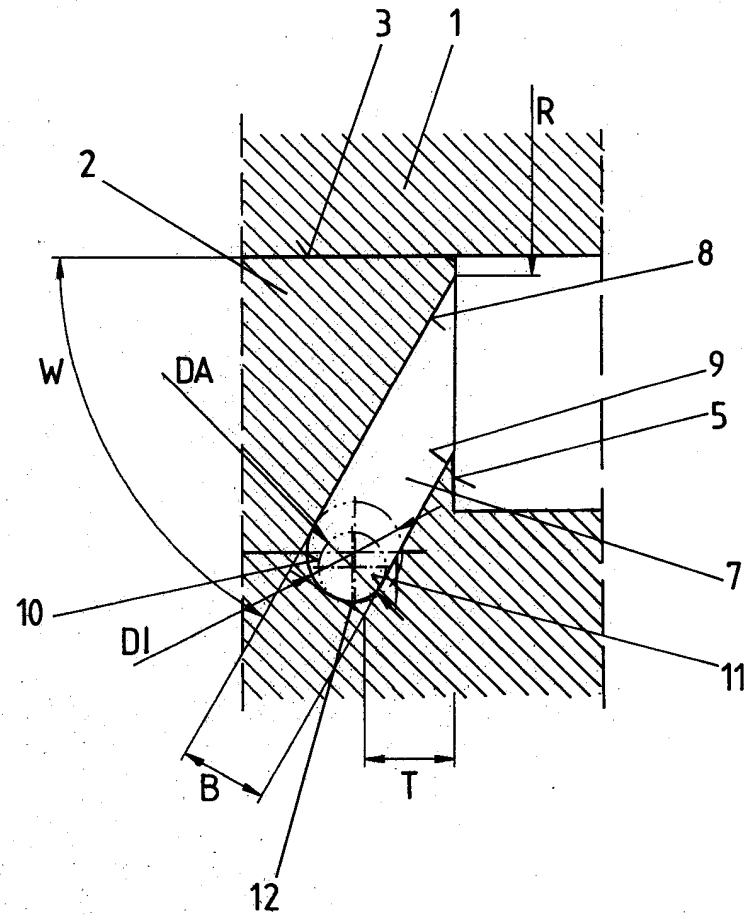
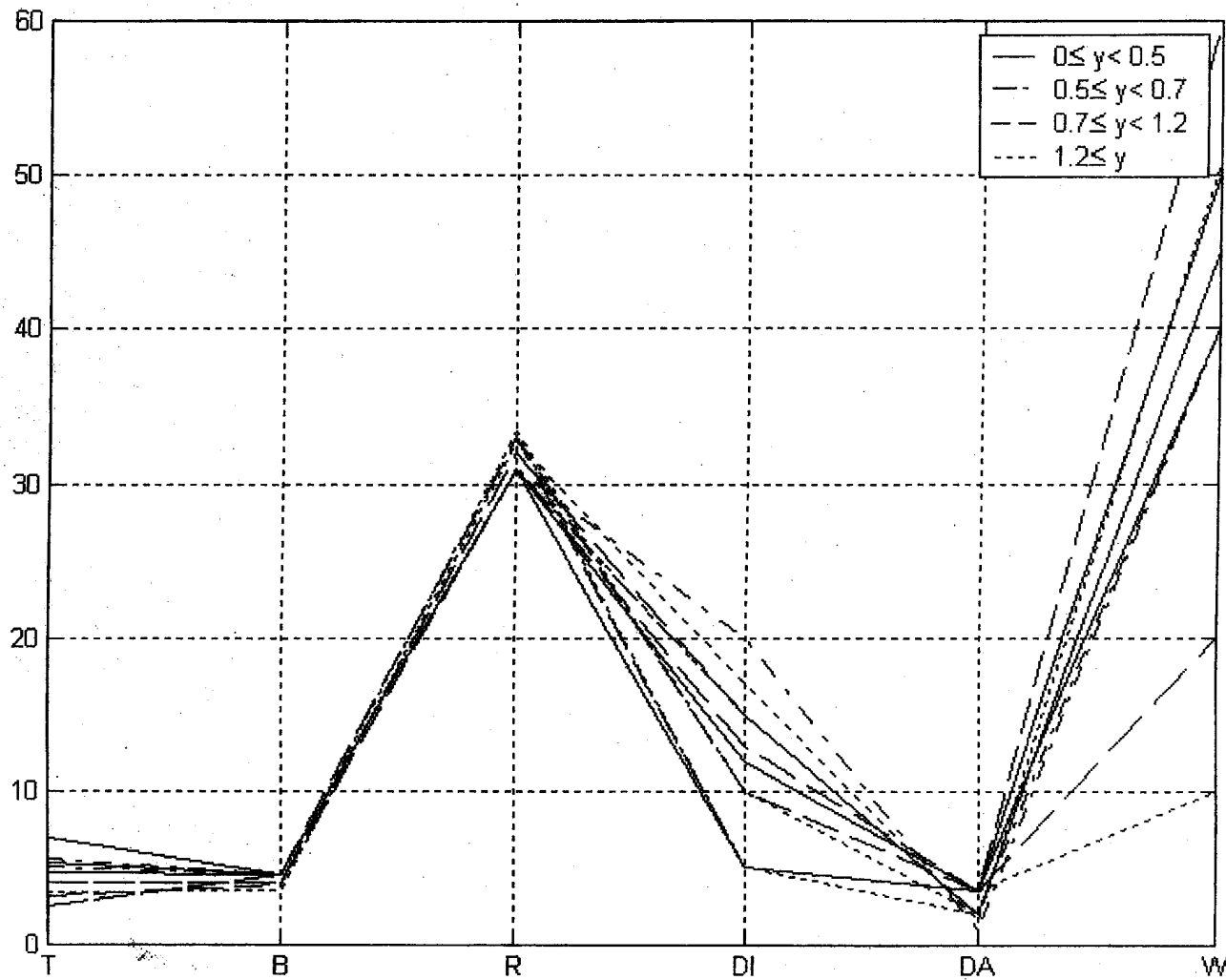


Fig. 4



	T	B	R	DI	DA	W	X1	X2	X3	Y
1	4,00	4,00	33,34	5,00	2,00	45,00	700,00	250,00	80,50	1,7482
2	4,00	4,00	33,34	10,00	2,00	45,00	522,00	239,00	88,20	1,9503
3	4,00	4,00	31,00	15,00	2,00	45,00	720,00	262,00	38,90	0,6146
4	4,00	4,00	32,00	15,00	2,00	45,00	703,00	245,00	52,30	0,8764
5	4,70	4,50	31,00	15,00	2,00	40,00	671,00	270,00	37,70	0,5526
6	4,70	4,50	31,00	20,00	1,00	40,00	730,00	261,00	40,90	0,6608
7	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	769,00	281,00	36,40	0,7064
8	4,70	4,50	31,00	15,00	2,00	40,00	671,00	270,00	37,70	0,5526
9	4,70	4,50	31,00	20,00	1,00	40,00	730,00	261,00	40,90	0,6608
10	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	769,00	281,00	36,40	0,7064
11	5,00	4,50	31,00	15,00	2,00	40,00	713,00	272,00	36,00	0,5925
12	3,40	3,50	32,70	17,10	1,60	50,70	644,00	238,00	96,60	2,2467
13	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	10,00	783,00	336,00	69,00	1,5725
14	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	20,00	632,00	312,00	56,60	1,0814
15	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	50,00	660,00	252,00	32,00	0,4177
16	3,10	3,90	31,00	13,00	3,50	60,00	442,00	228,00	64,00	1,1419
17	4,70	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	750,00	270,00	38,10	0,6674
18	4,70	4,50	33,00	10,00	3,50	40,00	506,00	244,00	58,40	0,9720
19	4,70	4,50	33,00	5,00	3,50	40,00	659,00	246,00	47,80	0,7114
20	2,50	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	719,00	279,00	47,10	0,8202
21	5,50	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	706,00	269,00	40,00	0,6324
22	7,00	4,50	31,00	5,00	3,50	40,00	632,00	284,00	27,50	0,4961
23	5,30	4,50	31,00	12,00	3,50	50,00	569,00	265,00	36,80	0,4196
24	2,50	4,50	31,00	5,00	3,50	10,00	648,00	340,00	111,00	2,8049
25	4,70	4,50	31,00	8,00	3,50	50,00	621,00	248,00	33,70	0,3625
26	4,70	4,50	31,00	5,00	2,50	50,00	995,00	255,00	36,20	1,0481
27	4,70	4,50	31,00	5,00	4,00	50,00	839,00	253,00	32,40	0,7323
28	4,70	5,00	31,00	5,00	3,50	50,00	937,00	265,00	31,10	0,9332
29	4,70	4,50	31,00	11,00	3,50	50,00	574,00	254,00	34,70	0,3455

Fig. 5



Patentanwälte
Hefel & Hofmann

20894/33/mm
070521

European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Herbert Hefel (bis 2006)
Mag. Dr. Ralf Hofmann
A-6806 Feldkirch, Austria
Egelseestrasse 65a, Postfach 61

Patentansprüche:

1. Lagerschale eines Gleitlagers zur gleitenden Lagerung einer Welle (1), mit einer Gleitfläche (3), die die zu lagernde Welle (1) über zumindest einen Teil ihres Umfangs umgibt und auf dem Mantel eines Zylinders mit einem Radius (r) im Bereich von 28 mm bis 34 mm liegt, und Seitenflächen (5, 6), von denen mindestens eine mit einer Ausnehmung (7) versehen ist, die einen im axialen Längsschnitt durch die Lagerschale gesehen auf einer Geraden liegenden ersten Wandabschnitt (8), der von der Seitenfläche im Abstand (R) von der Längsachse (4) der Lagerschale ausgeht und einen Winkel (W) mit der Längsachse (4) der Lagerschale einschließt, einen weiter von der Längsachse (4) entfernten, im axialen Längsschnitt gesehen auf einer zum ersten Wandabschnitt (8) parallelen Geraden liegenden zweiten Wandabschnitt (9), der zum ersten Wandabschnitt (8) einen Normalabstand (B) besitzt, und im axialen Längsschnitt gesehen kreisbogenförmig verlaufende dritte und vierte Wandabschnitt (10, 11) umfasst, von denen der dritte Wandabschnitt (10) tangential an den ersten Wandabschnitt (8) anschließt und einen Durchmesser (DI) aufweist und von denen der vierte Wandabschnitt (11) tangential an den zweiten Wandabschnitt (9) anschließt und einen Durchmesser (DA) aufweist, wobei der dritte und vierte Wandabschnitt (10, 11) tangential aneinander anschließen und die Tiefe (T) der Ausnehmung (7) definiert ist durch den Normalabstand zwischen der Seitenfläche (5, 6) der Lagerschale und dem Schnittpunkt der Geraden, auf der der zweite Wandabschnitt (9) liegt, mit der rechtwinklig zu dieser Geraden stehenden, an den Boden der Ausnehmung (7) angelegten Tangente (12), dadurch gekennzeichnet, dass die die Ausnehmung definierenden Parameter (T, B, R, DI, DA, W) innerhalb eines Bereiches von +/- 25 % der folgenden Werte liegen:

$$T = 0,168 \cdot r$$

$$B = 0,161 \cdot r$$

$$R = 1,107 \cdot r$$

$$DI = 0,393 \cdot r$$

$$DA = 0,125 \cdot r$$

$$W = 50^\circ$$

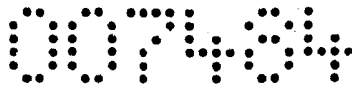
NACHGEREICHT

Bankverbindungen

Österreichische Postsparkasse
Konto Nr. 92.111.622, BLZ 60000
Swift-Code: OPSKATWW
IBAN: AT55 6000 0000 9211 1622

Sparkasse der Stadt Feldkirch
Konto Nr. 0400-006300, BLZ 20604
Swift-Code: SPFKAT2B
IBAN: AT70 2060 4004 0000 6300

T +43 (0)5522 73 137
F +43 (0)5522 73 359
M office@vpat.at
I www.vpat.at
VAT ATU 49415501



2

2. Lagerschale nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Seitenflächen (5, 6) rechtwinklig zur Längsachse (4) ausgerichtet sind.
3. Lagerschale nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius (r) der Gleitfläche (3) 31 mm beträgt.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : F16C 27/02 (2006.01); F16C 17/03 (2006.01); G06F 17/50 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: F16C 27/02, F16C 17/03B, G06F 17/50C2, G06F 17/50M
Recherchierter Prüfstoß (Klassifikation): F16C, G06F 17
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, FULLTEXT
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28. Juni 2007 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ⁹	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 944 463 C (DAIMLER BENZ AG) 14. Juni 1956 (14.06.1956) <i>Abb. 5, 7, 8, 12, Seite 3 Zeilen 21-28, 50-56</i> --	5-7
X	US 5 455 778 A (IDE ET AL.) 3. Oktober 1995 (03.10.1995) <i>Fig. 14 A-D, 55, 68, Spalte 24 Zeile 66 - Spalte 25 Zeile 30, Spalte 55 Zeile 46 - Spalte 63 Zeile 22</i> --	1-4
X	WO 2004 - 102 291 A1 (AUTOFORM) 25. November 2004 (25.11.2004) <i>Fig. 2, Beschreibung Seite 4 Zeile 1 - Seite 5 Zeile 21, Seiten 12-14, Seite 15 Zeile 29 - Seite 16 Zeile 8</i> --	1-4
X	US 5 377 116 A (WAYNE ET AL.) 27. Dezember 1994 (27.12.1994) <i>Fig. 1, Abstract, Spalte 4 Zeile 54 - Spalte 5 Zeile 19, Spalte 20 Zeile 59 - Spalte 21 Zeile 25, Spalte 22 Zeile 45 - Spalte 23 Zeile 15</i> --	1-4
A	US 2007 - 094 175 A1 (AXLING) 26. April 2007 (26.04.2007) <i>Fig. 1, Absätze [0029]-[0033]</i> --	1

Datum der Beendigung der Recherche:
7. Mai 2008

☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dr. EHRENDORFER

⁹ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem **Prioritätstag** der Anmeldung **veröffentlicht** wurde.
- E Dokument, das von **besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2007 / 061 618 A2 (EXXON-MOBIL) 31. Mai 2007 (31.05.2007) <i>Absätze [0010],[0011], [0044]-[0047], [0051], [0052]</i>	1

A	JP 2006 - 350 720 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 28. Dezember 2006 (28.12.2006) <i>Fig. 1, 6, Absätze [0037]-[0041], [0047]-[0053], EPODOC-Abstract</i>	1
