

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50091/2017  
(22) Anmeldetag: 06.02.2017  
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2018

(51) Int. Cl.: **C22C 21/14** (2006.01)  
**C22C 21/18** (2006.01)  
**B32B 15/01** (2006.01)  
**B32B 15/18** (2006.01)  
**B32B 15/20** (2006.01)  
**F16C 33/12** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 10335086 A1  
US 2016091021 A1  
DE 112010003120 T5  
US 2005221110 A1

(71) Patentanmelder:  
Miba Gleitlager Austria GmbH  
4663 Laakirchen (AT)

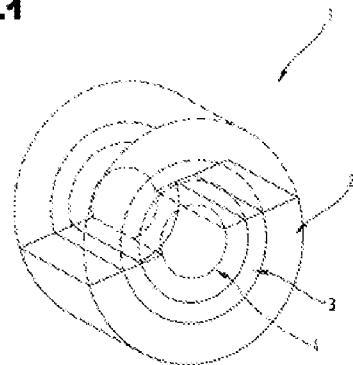
(72) Erfinder:  
Hädicke Lukas Dipl.Ing.  
4813 Altmünster (AT)  
Janisch Sigmar Dominic Josef Dipl.Ing.Dr.  
4663 Laakirchen (AT)  
Poscher Alexander Dipl.Ing.Dr.  
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Mehrschichtgleitlagerelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement (1) mit einer Stützschiicht (2) und einer darauf angeordneten Schicht (3) aus einer Aluminiumbasislegierung mit Aluminium als Hauptbestandteil, wobei die Aluminiumbasislegierung zwischen 0 Gew.-% und 7 Gew.-% Zinn, zwischen 1,1 Gew.-% und 1,9 Gew.-% Kupfer, zwischen 0,4 Gew.-% und 1 Gew.-% Mangan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Kobalt, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Chrom, zwischen 0,03 Gew.-% und 0,1 Gew.-% Titan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Zirkonium und zwischen 0 Gew.-% und 0,4 Gew.-% Silizium enthält und den Rest auf 100 Gew.-% Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen bilden, mit der Maßgabe, dass jedenfalls Zinn oder Silizium in der Aluminiumbasislegierung enthalten ist.

**Fig.1**



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement (1) mit einer Stützschiicht (2) und einer darauf angeordneten Schicht (3) aus einer Aluminiumbasislegierung mit Aluminium als Hauptbestandteil, wobei die Aluminiumbasislegierung zwischen 0 Gew.-% und 7 Gew.-% Zinn, zwischen 1,1 Gew.-% und 1,9 Gew.-% Kupfer, zwischen 0,4 Gew.-% und 1 Gew.-% Mangan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Kobalt, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Chrom, zwischen 0,03 Gew.-% und 0,1 Gew.-% Titan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Zirkonium und zwischen 0 Gew.-% und 0,4 Gew.-% Silizium enthält und den Rest auf 100 Gew.-% Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen bilden, mit der Maßgabe, dass jedenfalls Zinn oder Silizium in der Aluminiumbasislegierung enthalten ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Mehrschichtgleitlagerelement mit einer Stützschiicht und einer darauf angeordneten Schicht aus einer Aluminiumbasislegierung mit Aluminium als Hauptbestandteil.

Der Einsatz von Aluminiumbasislegierungen in der Gleitlagertechnik ist bereits seit langem bekannt und in der einschlägigen Literatur vielfältig beschrieben worden. Beispielsweise beschreibt die WO 97/22725 A1 eine Aluminiumlegierung für eine Schicht eines Gleitlagers, der als Hauptlegierungselement Zinn und ein Hartstoff aus zumindest einem Element einer Eisen, Mangan, Nickel, Chrom, Kobalt, Kupfer bzw. Platin, Magnesium, Antimon enthaltenden ersten Elementgruppe zugesetzt ist, wobei der Aluminiumlegierung von der ersten Elementgruppe eine Menge an Elementen zur Bildung intermetallischer Phasen, z.B. Aluminiden, in den Grenzbereichen der Matrix zugesetzt ist und weiter zumindest ein weiteres Element aus einer zweiten Mangan, Antimon, Chrom, Wolfram, Niob, Vanadium, Kobalt, Silber, Molybdän oder Zirkonium enthaltenden Elementgruppe zur Substituierung eines Teils zumindest eines Hartstoffes der ersten Elementgruppe zur Bildung von annähernd kugel- bzw. würfelförmigen Aluminiden zugesetzt ist.

Aus der DE 43 32 433 A1 ist ein Mehrschichtgleitlager bekannt, das eine Al-Sn-Lagerlegierungsschicht, die eine hohe Ermüdungsbeständigkeit und eine gute Passfähigkeit gegenüber einem zugehörigen Gleitkontaktelement besitzt, eine Stahlstützplatte und eine Zwischenbindungsschicht aus einer weiteren Aluminiumlegierung aufweist, wobei die Al-Sn-Lagerlegierung im wesentlichen, auf das Gewicht bezogen, aus 7 bis 20% Sn und zum Rest aus Al und erschmelzungsbedingten Verunreinigungen besteht und eine Härte von 50 bis 80 HV besitzt, wobei die Zwischenbindungsschicht aus der Aluminiumlegierung im wesentlichen aus min-

destens einer der folgenden Komponenten, deren Menge auf das Gewicht bezogen ist: bis zu 1,7% Mn, bis zu 1,2% Cu und bis zu 1,8% Mg und zum Rest aus Al und erschmelzungsbedingten Verunreinigungen besteht, und wobei das Verhältnis der Härte der Zwischenbindungsschicht aus der Aluminiumlegierung zu der der Al-Sn-Lagerlegierung, ausgedrückt als Vickers-Härte (HV), 70% überschreitet und nicht mehr als 90% beträgt. Die Al-Sn-Legierung kann mindestens eine der folgenden Komponenten enthalten, deren Menge auf das Gewicht bezogen ist: 0,01 bis 3% Mn, Mg, V, Ni, Cr, Zr und/oder B, 0,2 bis 5% Cu, 0,1 bis 3% Pb, 0,1 bis 3% Sb und 0,01 bis 1% Ti. Weiter kann vorgesehen sein, dass die Aluminiumlegierung der Zwischenbindungsschicht insgesamt bis zu 3 Gew.-% von mindestens einem der Elemente Si, Cr, Ti und Fe enthält.

Wie aus der letztgenannten DE 43 32 433 A1 bekannt ist, kann zur Verbesserung der Haftfestigkeit der Lagerlegierungsschicht auf der Stahlstützplatte eine Zwischenbindungsschicht verwendet werden, die ebenfalls aus einer Aluminiumlegierung besteht. Es sind auch andere Aluminiumlegierungen für die Zwischenbindungsschicht verwendet worden, wie beispielsweise Al<sub>3</sub>Sc (WO 00/06788 A1). Daneben sind im Stand der Technik noch Ausführungen beschrieben worden, bei denen die Lagerlegierungsschicht über eine Bindefolie aus Reinaluminium mit der Stahlstützschicht verbunden ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde ein Mehrschichtgleitlagerelement mit einer Aluminiumbasislegierung zu schaffen, bei dem die Aluminiumbasislegierung eine gute Haftung auf der Stützschiicht aufweist und die eine geringe Kerbwirkung zeigt.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Mehrschichtgleitlagerelement gelöst, bei dem die Aluminiumbasislegierung zwischen 0 Gew.-% und 7 Gew.-% Zinn, zwischen 1,1 Gew.-% und 1,9 Gew.-% Kupfer, zwischen 0,4 Gew.-% und 1 Gew.-% Mangan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Kobalt, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Chrom, zwischen 0,03 Gew.-% und 0,1 Gew.-% Titan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Zirkonium und zwischen 0 Gew.-% und 0,4 Gew.-% Silizium enthält und den Rest auf 100 Gew.-% Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verun-

reinigungen bilden, mit der Maßgabe, dass jedenfalls Zinn oder Silizium in der Aluminiumbasislegierung enthalten ist.

Von Vorteil ist dabei, dass durch den geringen Anteil an den neben Aluminium und Zinn in der Legierung vorliegenden Legierungselementen die Gefahr des Sprödbruches an der Grenzfläche zwischen dem Stützelement und der Schicht aus der Aluminiumbasislegierung infolge von gebildeten Sprödphasen reduziert werden kann. Die Aluminiumbasislegierung weist damit, über die Zeit betrachtet, eine geringere Neigung zum Sprödbruch (zum Abplatzen) und somit eine bessere Haftung auf der Stützschiicht auf. Diese Wirkung kann noch verstärkt werden, wenn in der Aluminiumbasislegierung Silizium enthalten ist, das als Reaktionshemmer die Vermeidung der Bildung von Sprödphasen verbessert. Dabei ist der relative Anteil des Siliziums an der Aluminiumbasislegierung aber nicht so groß, dass es tribologisch wirksam ist, wodurch die Kerbwirkung verhindert werden kann. Es können also mit der Aluminiumbasislegierung die tribologischen Eigenschaften von bekannten siliziumfreien Aluminiumbasislegierung zumindest annähernd erreicht werden, wobei die Verbunddauerfestigkeit des Mehrschichtgleitlageres verbessert werden kann.

Nach einer Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlageres kann vorgesehen sein, dass die Stützschiicht aus einer eisenbasierten Legierung besteht und dass die Aluminiumbasislegierung unmittelbar mit der eisenbasierten Stützschiicht verbunden ist und aus 5 Gew.-% bis 7 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht. Es können damit die voranstehenden Effekte mit nur einer einzigen Schicht aus der Aluminiumbasislegierung verwirklicht werden.

Es ist dabei weiter möglich, dass für Silizium innerhalb der Schicht aus der Aluminiumbasislegierung ein Konzentrationsgradient ausgebildet ist, mit zunehmendem Siliziumanteil in Richtung auf die Stützschiicht. Es kann damit erreicht werden,

dass der Effekt der Zugabe von Silizium auf die Bindezone zwischen der Stüttschicht und der Schicht aus der Aluminiumbasislegierung zumindest größtenteils konzentriert wird, und dass die Vermeidung der tribologischen Wirksamkeit des Siliziums in der Aluminiumbasislegierung einfacher realisiert werden kann, da damit unmittelbar an einem Gleitpartner anliegende Bereiche der Aluminiumbasislegierung siliziumfrei ausgebildet werden können.

Nach einer anderen Ausführungsvariante kann zur Erreichung voranstehend genannter Effekte vorgesehen sein, dass die Stüttschicht aus einer eisenbasierten Legierung besteht und dass die Aluminiumbasislegierung unmittelbar mit der eisenbasierten Stüttschicht verbunden ist und aus 1,5 Gew.-% bis 1,9 Gew.-% Kupfer, 0,6 Gew.-% bis 1,0 Gew.-% Mangan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Kobalt, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht und dass mit der Schicht aus der Aluminiumbasislegierung eine weitere Schicht aus einer weiteren Aluminiumbasislegierung verbunden ist, wobei die weitere Schicht aus der weiteren Aluminiumbasislegierung besteht, die siliziumfrei ist. Von Vorteil ist dabei weiter, dass die weitere Schicht aus der weiteren Aluminiumbasislegierung besser an die tribologischen Erfordernisse einer Laufschrift angepasst werden kann. Zudem weist damit die zwischen der Stüttschicht und der weiteren Schicht aus der weiteren Aluminiumlegierung angeordneten Schicht aus der Aluminiumbasislegierung Notlauf Eigenschaften auf, die einem plötzlichen Ausfall des Mehrschichtgleitlagerelementes infolge zumindest partiellen Verschleiß der darüber angeordneten weiteren Schicht entgegenwirken.

Vorzugsweise ist nach einer weiteren Ausführungsvariante dazu vorgesehen, dass die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht aus 5,0 Gew.-% bis 7,0 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,1 Gew.-% Titan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der

Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht. Es kann damit die Materialverträglichkeit zwischen den beiden Aluminiumbasislegierungen verbessert werden.

Bevorzugt weisen bei dieser Ausführungsvariante die Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht verbundenen Schicht und die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht in Bezug auf die Elemente Kupfer, Mangan, Kobalt, Chrom, Titan und Zirkonium den gleichen, auf den jeweiligen Aluminiumanteil bezogenen relativen Mengenanteil auf. Es wird damit eine bessere Materialverträglichkeit der beiden Aluminiumbasislegierungen miteinander erreicht.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagerelementes kann vorgesehen sein, dass das Verhältnis der Mengenanteile von Titan zu Kobalt zwischen 1 : 3 und 3 : 1 beträgt. Die Aluminiumbasislegierung weist damit eine feinkörniges Gefüge auf, das auch unter den Bedingungen während der Verwendung des Mehrschichtgleitlagerelementes nur eine geringe Neigung zur Rekristallisation aufweist.

In der Aluminiumlegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht verbundenen Schicht und in der weiteren Aluminiumlegierung der weiteren Schicht sind jeweils intermetallische Ausscheidungen vorhanden. Es kann dabei vorgesehen sein, dass eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der der Aluminiumlegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht verbundenen Schicht kleiner ist, als eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der weiteren Aluminiumlegierung der weiteren Schicht. Es kann damit erreicht werden, dass die Aluminiumbasislegierung der mit der eisenbasierten Stützschiicht verbundenen Schicht zäher ist. Dies wiederum wirkt sich positiv auf die Wechselbeanspruchbarkeit des Mehrschichtgleitlagerelementes aus, da diese Aluminiumbasislegierung damit nicht Rissauslösend wirkt. Es kann damit auch die Kerbwirkung der intermetallischen Phasen reduziert werden.

Es ist weiter möglich, dass Titan bis maximal zur Hälfte des Titananteils an der Aluminiumbasislegierung durch Zirkonium und/oder Scandium ersetzt ist und/oder

dass zumindest ein Element der Gruppe Mangan, Kobalt und Chrom im Ausmaß von jeweils maximal des halben Mengenanteils dieser Elemente an der Aluminiumbasislegierung durch Vanadium und/oder Molybdän und/oder Eisen ersetzt ist. Mit diesen Ausführungsvarianten kann auf die Korngrößenverteilung bzw. auf das Rekristallisationsverhalten der Aluminiumbasislegierung Einfluss genommen werden.

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

Es zeigen (in vereinfachter, schematischer Darstellung):

Fig. 1 ein Mehrschichtgleitlagerelement in Seitenansicht;

Fig. 2 die Wechselbiegefestigkeiten verschiedener Aluminiumbasislegierungen.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Sämtliche Angaben zur mengenmäßigen Zusammensetzung der Aluminiumbasislegierung(en) sind in Gew.-% zu verstehen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist.

Fig. 1 zeigt ein Mehrschichtgleitlagerelement 1 in Schrägansicht. Das Mehrschichtgleitlagerelement 1 umfasst bzw. besteht aus eine(r) Stützschiicht 2 und eine(r) darauf angeordneten und mit dieser verbundenen Schicht 3.

Das nicht geschlossene Mehrschichtgleitlagerelement 1 kann neben der dargestellten Halbschalenausführung mit einer Winkelbereich-Überdeckung von zumin-

dest annähernd 180 ° auch eine davon abweichende Winkelbereich-Überdeckung aufweisen, beispielsweise zumindest annähernd 120 ° oder zumindest annähernd 90 °, sodass also das Mehrschichtgleitlagerelement 1 auch als Drittelschale oder als Viertelschale ausgebildet sein kann, die mit entsprechenden weiteren Lager-schalen in einer Lageraufnahme kombiniert werden, wobei das Mehrschichtgleit-lagerelement 1 nach der Erfindung bevorzugt im höher belasteten Bereich der La-geraufnahme eingebaut wird.

Es sind aber auch andere Ausführungsvarianten des Mehrschichtgleitlagerele-ments 1 möglich, beispielsweise eine Ausführung als Lagerbuchse, wie dies in Fig. 1 strichliert angedeutet ist, oder eine ebene Ausführung, beispielsweise als Anlaufscheibe.

Die Stützschiicht 2 besteht üblicherweise aus einem harten Werkstoff. Als Werk-stoffe für die Stützschiicht 2, auch Stützschiichale genannt, können Bronzen, Messing, etc. verwendet werden. In der bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung besteht die Stützschiicht 2 einem eisenbasierten Werkstoff, insbesondere aus ei-nem Stahl.

Derartige konstruktive Aufbauten von Mehrschichtgleitlagerelementen 1 sind prin-zipiell aus dem Stand der Technik bekannt, sodass diesbezüglich auf den ein-schlägigen Stand der Technik verwiesen sei.

Die Schicht 3 besteht aus Aluminiumbasislegierung. Die Aluminiumbasislegierung besteht aus:

0 Gew.-% bis 7 Gew.-% Zinn

1,1 Gew.-% bis 1,9 Gew.-% Kupfer

0,4 Gew.-% bis 1 Gew.-% Mangan

0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Kobalt

0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Chrom

0,03 Gew.-% und 0,1 Gew.-% Titan

0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Zirkonium und

0 Gew.-% und 0,4 Gew.-% Silizium.

Den Rest auf 100 Gew.-% bilden als Hauptbestandteil der Aluminiumbasislegierung das Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen.

Die Aluminiumbasislegierung enthält jedenfalls Zinn oder Silizium.

Die prinzipiellen Wirkungen der einzelnen Legierungselemente sind im Stand der Technik ausreichend dargestellt und dem Fachmann bekannt, sodass auf deren Wiederholung verzichtet wird.

Die jeweiligen Anteile der einzelnen Legierungselemente an der Aluminiumbasislegierung wurden aus folgenden Gründen gewählt, wobei unterhalb der jeweils angegebenen Untergrenze der Anteilsbereiche die Wirkung des zugesetzten Elementes jeweils nicht ausreichend ist:

7 Gew.-% Zinn: Bei mehr als 7 Gew.-% Zinn steigt die Gefahr der Warmrissempfindlichkeit der Aluminiumbasislegierung.

1,9 Gew.-% Kupfer: Bei mehr als 1,9 Gew.-% Kupfer wird die Umformbarkeit der Aluminiumbasislegierung reduziert.

0,1 Gew.-% Titan: Bei mehr als 0,1 Gew.-% Titan können Korrosionsprobleme auftreten, die die Dauerstandfestigkeit der Aluminiumbasislegierung reduzieren können. Zudem wurde beobachtet, dass verglichen mit bekannten Sputterlagern das Ausquetschen des Zinns vermieden werden kann.

1 Gew.-% Mangan; 0,18 Gew.-% Kobalt; 0,18 Gew.-% Chrom; 0,18 Gew.-% Zirkonium; 0,4 Gew.-% Silizium: Bei einem Anteil der jeweiligen Elemente von mehr als den angegebenen Obergrenzen erhöhen sich die Größen der Ausscheidung ohne zusätzlichen Festigkeitsgewinn. Zudem nimmt die Kerbwirkung der Ausscheidungen zu.

Titan kann bis zur Hälfte des voranstehend genannten Titananteils an der Aluminiumbasislegierung auch durch Zirkonium und/oder Scandium ersetzt werden.

Weiter ist es möglich, dass zumindest ein Element der Gruppe Mangan, Kobalt und Chrom im Ausmaß von jeweils maximal des halben voranstehend genannten Mengenanteils dieser Elemente an der Aluminiumbasislegierung durch Vanadium und/oder Molybdän und/oder Eisen ersetzt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante besteht das Mehrschichtgleitlagererelement 1 aus der Stützschiicht 2 aus einer eisenbasierten Legierung, insbesondere einem Stahl, und der unmittelbar darauf angeordneten, und mit der Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 aus der Aluminiumbasislegierung. Letztere besteht in diesem Fall bevorzugt aus 5 Gew.-% bis 7 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium. Den Rest auf 100 Gew.-% bilden das Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen.

Insbesondere kann die Aluminiumbasislegierung dieser Ausführungsvariante aus 6 Gew.-% Zinn, 1,3 Gew.-% Kupfer, 0,6 Gew.-% Mangan, 0,10 Gew.-% Kobalt, 0,10 Gew.-% Chrom, 0,07 Gew.-% Titan, 0,10 Gew.-% Zirkonium, 0,3 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammenden Verunreinigungen bestehen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagererelementes 1 kann vorgesehen sein, dass für Silizium innerhalb der Schicht 3 aus der Aluminiumbasislegierung ein Konzentrationsgradient ausgebildet ist, mit zunehmendem Siliziumanteil in Richtung auf die Stützschiicht 2. Beispielsweise kann die Konzentration des Siliziums in der Schicht 3 von 0 Gew.-% an der äußeren, d.h. der von der Stützschiicht 2 abgewandten Oberfläche der Schicht 3, auf einen Wert von 0,3 Gew.-% an der an der Stützschiicht 2 anliegenden Oberfläche zunehmen. Die Zunahme der Siliziumkonzentration kann dabei linear oder exponentiell oder sprunghaft erfolgen.

Nach einer anderen Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagererelementes 1 kann vorgesehen sein, dass die Stützschiicht 2 aus einer eisenbasierten Legierung

besteht und die die Schicht 3 bildende Aluminiumbasislegierung unmittelbar mit der eisenbasierten Stützschiicht 2 verbunden ist. Auf dieser Schicht 3 ist eine weitere Schicht 4 angeordnet, wie dies in Fig. 1 strichliert dargestellt ist, sodass also die Schicht 3 zwischen der Stützschiicht 2 und der weiteren Schicht 4 angeordnet ist. Die weitere Schicht 4 ist unmittelbar auf der Schicht 3 angeordnet und mit dieser verbunden. Anders als bei voranstehender Ausführungsvariante bildet also die Schicht 3, die unmittelbar mit der Stützschiicht 2 verbunden ist, nicht die Laufschiicht des Mehrschichtgleitlageres 1, sondern eine Schicht, mit der die, die Laufschiicht bildende weitere Schicht 4 aus der weiteren Aluminiumbasislegierung mit der Stützschiicht 2 verbunden wird.

Die Aluminiumbasislegierung der unmittelbar mit der Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 besteht in diesem Falls aus 1,5 Gew.-% bis 1,9 Gew.-% Kupfer, 0,6 Gew.-% bis 1,0 Gew.-% Mangan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Kobalt, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen. Insbesondere kann diese Aluminiumbasislegierung der Schicht 3 aus 1,7 Gew.-% Kupfer, 0,8 Gew.-% Mangan, 0,13 Gew.-% Kobalt, 0,13 Gew.-% Chrom, 0,07 Gew.-% Titan, 0,13 Gew.-% Zirkonium, 0,3 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammenden Verunreinigungen bestehen.

Die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht 4 ist bis auf zulässige Verunreinigungen der Metalle, aus denen die Aluminiumbasislegierung hergestellt wird, siliziumfrei. Ansonsten kann sie aus einer Aluminiumbasislegierung bestehen, wie sie aus dem Stand der Technik für Laufschiichten von Gleitlagern bekannt ist.

Bevorzugt besteht die weitere Schicht 4 jedoch aus einer weiteren Aluminiumbasislegierung, die aus 5,0 Gew.-% bis 7,0 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,1 Gew.-% Titan,

0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammenden Verunreinigungen besteht. Insbesondere besteht die weitere Schicht 4 aus einer weiteren Aluminiumbasislegierung die aus 6,0 Gew.-% Zinn, 1,3 Gew.-% Kupfer, 0,6 Gew.-% Mangan, 0,10 Gew.-% Kobalt, 0,10 Gew.-% Chrom, 0,07 Gew.-% Titan, 0,10 Gew.-% Zirkonium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammenden Verunreinigungen besteht.

Besonders bevorzugt ist, wenn die Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 und die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht 4 in Bezug auf die Elemente Kupfer, Mangan, Kobalt, Chrom, Titan und Zirkonium den gleichen, auf den jeweiligen Aluminiumanteil bezogenen relativen Mengenanteil auf, d.h. dass die Relation der Mengenanteile dieser Elemente bezogen auf den Aluminiumanteil in den beiden Aluminiumlegierungen gleich ist.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlageres 1 kann vorgesehen sein, dass das Verhältnis der Mengenanteile von Titan zu Kobalt zwischen in der direkt mit der Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 und/oder in der mit der Schicht 3 verbundenen weiteren Schicht 4 1 : 3 und 3 : 1 beträgt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass in der Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 und in der weiteren Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht 4 jeweils intermetallische Ausscheidungen vorhanden sind, wobei eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der der Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht 2 verbundenen Schicht 3 kleiner ist als eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der weiteren Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht 4.

Die mittlere Größe wird dabei als arithmetischer Mittelwert aus dem Schliiffbild der jeweiligen Aluminiumbasislegierung nach dem Linienschnittverfahren bestimmt, wie dies an sich bekannt ist. Dazu werden über die mikroskopische Aufnahme Li-

nien mit definierter Strecke aufgetragen. An jedem Punkt, an dem die Linie eine Korngrenze überschreitet erfolgt eine Markierung. Die Bestimmung der mittleren Größe der intermetallischen Ausscheidungen kann analog zu DIN EN ISO 643 erfolgen.

Es sei erwähnt, dass sämtliche in der Beschreibung zitierten Normen in der Fassung anzuwenden sind, die am Anmeldetag der gegenständlichen Patentanmeldung gültig ist.

Die intermetallischen Ausscheidungen sind Verbindungen der Elemente Kupfer und/oder Mangan und/oder Kobalt und/oder Chrom und/oder Titan und/oder Zirkonium jeweils mit Aluminium und/oder der Elemente untereinander. Beispielsweise sind dies die intermetallischen Verbindungen  $\text{Al}_2\text{Cu}$ ,  $\text{Al}_6\text{Mn}(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Co})$ .

Die mittlere Größe von 90 % der intermetallischen Ausscheidungen in der unmittelbar mit der Stützschrift 2 verbundenen Schicht 3 kann bevorzugt zwischen 1  $\mu\text{m}$  und 5  $\mu\text{m}$  betragen.

Die mittlere Größe von 90 % der intermetallischen Ausscheidungen in der unmittelbar mit der Schicht 3 verbundenen weiteren Schicht 4 kann bevorzugt zwischen 0,1  $\mu\text{m}$  und 4  $\mu\text{m}$  betragen.

Das Mehrschichtgleitlagerelement 1 kann mit üblichen, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren hergestellt werden. Beispielsweise kann die Schicht 2 mit der Stützschrift 2 walzplattiert werden. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Schicht 3 auf die Stützschrift 2 aufgegossen wird. Die weitere Schicht 4 kann mit dem Verbundmaterial aus Stützschrift 2 und Schicht 3 walzplattiert werden. Ebenso kann die weitere Schicht 4 auf die Schicht 3 aufgegossen werden. Daneben besteht auch die Möglichkeit, dass in einem ersten Schritt ein Verbundwerkstoff aus der Schicht 3 und der weiteren Schicht 4 hergestellt wird, beispielsweise mittels Walzplattieren, und dass in weiterer Folge dieser Verbundwerkstoff mit der Stützschrift 2 verbunden wird, beispielsweise mittels Walzplattieren.

Der oben angesprochene Konzentrationsgradient für Silizium kann über die Abkühlbedingungen der Aluminiumbasislegierung, das Gießverfahren an sich, durch ein Spritzverfahren, etc. hergestellt werden.

Die Ausbildung der voranstehend genannten Größen der intermetallischen Verbindungen kann durch eine schnelle Abkühlung der Aluminiumbasislegierung erreicht werden. An sich ist es dem Fachmann bekannt, dass durch schnellere Abkühlung ein feinkörnigeres Gefüge erreicht werden kann, sodass sich also Ausführungen zu den Abkühlbedingungen erübrigen.

Es ist weiter möglich, dass der Anteil der intermetallischen Ausscheidungen in der Schicht 3 auf maximal 5 Vol.-%, insbesondere auf zwischen 1 Vol.-% und 2 Vol.-%, und/oder der Anteil der intermetallischen Ausscheidungen in der Schicht 4 auf maximal 2 Vol.-% insbesondere auf zwischen 0,5 Vol.-% und 2 Vol.-%, beschränkt wird.

Es besteht im Rahmen der Erfindung neben der zweischichtigen oder dreischichtigen Ausführung des Mehrschichtgleitlageres 1 auch die Möglichkeit, dass auf die Schicht 3 (bei der zweischichtigen Ausführungsvariante) oder auf die weiteren Schicht 4 (bei der dreischichtigen Ausführungsvariante) eine Einlaufschicht aufgebracht wird, beispielsweise eine Reinzinnschicht oder eine Gleitlackschicht.

Im Zuge der Evaluierung des Mehrschichtgleitlageres 1 wurden folgende Mustermehrschichtgleitlageres hergestellt. Von diesen wurden die Wechselbiegefestigkeit, die Fressneigung im dynamischen Lastfall und der Verschleiß bestimmt.

Parameter für die Wechselbiegefestigkeit: 25 Hz, Raumtemperatur, Flachbiegeproben (90 mm x 17,5 mm x 1,82 mm (davon Stahl 1,4 mm), mittige Verjüngung  $L = 28,2$  mm,  $R = 37,5$  mm), max. Biegemoment 15 Nm, max. Biegewinkel 12.

Parameter für die Fressneigung: Prüflager mit 80,5 mm Außendurchmesser; Drehzahl 3000 min<sup>-1</sup>, Öl SAE 10W Shell Rimula, Öleinlass mit 120°C; Gegenkörper Stahlwelle, ansteigende Last ist überlagert mit einer dynamischen Belastung mit 50 Hz.

Parameter für den Verschleiß. Prüflager mit 80,5 mm Außendurchmesser; Drehzahl 3000 min<sup>-1</sup>, Öl SAE 10W Shell Rimula, Öleinlass mit 110°C; Gegenkörper Stahlwelle, 50 Hz dynamische Belastung druckschwellend, max. Amplitude 75 bzw. 100 MPa, Prüfdauer 15 h. Der Verschleiß in µm wird ausgewertet.

Es wurde jeweils eine Stützschiicht 2 aus Stahl (HB30 = 177-182) verwendet.

Für die Schicht 3 wurden in der zweischichtigen Ausführungsvariante folgende in Tabelle 1 angeführte Aluminiumbasislegierungen verwendet. Die Zahlenangaben sind jeweils in Gew.-% zu verstehen. Den Rest auf 100 Gew.-% bildet jeweils Aluminium.

Die Testmuster wurden mittels Walzplattieren der Schicht 3 auf die Stützschiicht 2 hergestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzungen von Aluminiumbasislegierungen

Nr.	Sn	Cu	Mn	Co	Cr	Ti	Zr	Si
1	5	1,1	0,4	0,05	0,05	0,03	0,05	0,2
2	6	1,3	0,6	0,1	0,1	0,07	0,15	0,3
3	7	1,5	0,8	0,15	0,15	0,1	0,15	0,4

Es zeigte sich, dass die damit hergestellten Mehrschichtgleitlagerelemente 1 hinsichtlich Verschleiß und Fressneigung vergleichbare Ergebnisse lieferten, wie Mehrschichtgleitlagerelemente nach dem Stand der Technik. In Hinblick auf die Wechselbiegefestigkeit wurden aber bessere Ergebnisse erreicht.

Es wurden ebenfalls Testmuster der dreischichtigen Ausführungsvariante des Mehrschichtgleitlagers hergestellt. Wiederum wurde eine Stützschiicht 2 aus Stahl eingesetzt.

Die Testmuster wurden hergestellt, indem zuerst ein Bimetallstreifen aus der Schicht 3 und der Schicht 4 erzeugt wurde. Dieser Bimetallstreifen wurde anschließend auf eine Stahlstützschicht walzplattiert und der Verbund bei 350 °C wärmebehandelt.

In Tabelle 2 sind Ausführungsbeispiele für Aluminiumbasislegierungen der Schicht 4 und in Tabelle 3 Ausführungsbeispiele für Aluminiumbasislegierungen der Schicht 3 wiedergegeben. Auf jede in Tabelle 3 mit X B bezeichnete Aluminiumbasislegierung der Schicht 3 wurde eine in Tabelle 2 mit X A bezeichnete Aluminiumbasislegierung als Schicht 4 aufgebracht, sodass also beispielsweise zum Ausführungsbeispiel 4 als Schicht 3 die Aluminiumbasislegierung 4 B und als Schicht 4 die Aluminiumbasislegierung 4 A gehört.

Tabelle 2: Zusammensetzungen von Aluminiumbasislegierungen der Schicht 4

Nr.	Sn	Cu	Mn	Co	Cr	Ti	Zr
4 A	6	1,3	0,6	0,1	0,1	0,07	0,1
5 A	5	1,1	0,4	0,05	0,05	0,03	0,05
6 A	7	1,5	0,8	0,15	0,15	0,10	0,15

Tabelle 3: Zusammensetzungen von Aluminiumbasislegierungen der Schicht 3

Nr.	Cu	Mn	Co	Cr	Ti	Zr	Si
4 B	1,7	0,8	0,13	0,07	0,07	0,13	0,3
5 B	1,5	0,6	0,08	0,08	0,03	0,08	0,2
6 B	1,9	^1,0	0,18	0,18	0,1	0,18	0,4

Stellvertretend für diese Ausführungsvarianten des Mehrschichtgleitlagerelementes 1 sind nachfolgend die Ergebnisse der Wechselbiegefestigkeit, der Fressneigung im dynamischen Lastfall und des Verschleißes für die Kombination Stahl – 4B – 4A (im Folgenden AB 4) wiedergegeben. Zudem wurden folgende Vergleichsmuster angefertigt und die entsprechenden Untersuchungen durchgeführt.

Aufbau Vergleichsmuster 10 (VM 10): Stahl – AlZn – AlSn25

Aufbau Vergleichsmuster 11 (VM 11): Stahl – Al – AlSn6Si

Aufbau Vergleichsmuster 12 (VM 12): Stahl – Al – AlSn20Si

Die Ergebnisse für die Wechselbiegefestigkeiten sind in Fig. 2 dargestellt, in der auf der Abszisse die Anzahl der Belastungszyklen und auf der Ordinate die Biegespannungen in MPa aufgetragen sind. Dabei bedeuten:

Bezugszeichen 5: Ausführungsbeispiel 4, quer zur Walzrichtung

Bezugszeichen 6: Ausführungsbeispiel 4, längs zur Walzrichtung

Bezugszeichen 7: Vergleichsmuster 11, quer zur Walzrichtung

Bezugszeichen 8: Vergleichsmuster 11, längs zur Walzrichtung

Bezugszeichen 9: Vergleichsmuster 12, quer zur Walzrichtung

Bezugszeichen 10: Vergleichsmuster 12, längs zur Walzrichtung

Bezugszeichen 11: Vergleichsmuster 10, längs zur Walzrichtung

Ergebnisse der Fressneigung im dynamischen Lastfall [MPa]

AB 4	VM 10	VM 11	VM 12
144	147	157	137

Ergebnisse für Verschleiß [ $\mu\text{m}$ ]:

AB 4	VM 10	VM 11	VM 12
1,2	5	2,1	2,8

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind, insbesondere in Hinblick auf die Zusammensetzungen der Schicht 3 und der Schicht 4, die miteinander in einem Mehrschichtgleitlagerelement 1 verwendet werden.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Mehrschichtgleitlagerelementes 1 dieses nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt ist.

## Bezugszeichenliste

- 1 Mehrschichtgleitlagerelement
- 2 Stützschrift
- 3 Schicht
- 4 Schicht
- 5 Ausführungsbeispiel 4
- 6 Ausführungsbeispiel 4
- 7 Vergleichsmuster 11
- 8 Vergleichsmuster 11
- 9 Vergleichsmuster 12
- 10 Vergleichsmuster 12
- 11 Vergleichsmuster 10

## Patentansprüche

1. Mehrschichtgleitlagerelement (1) mit einer Stützschiicht (2) und einer darauf angeordneten Schicht (3) aus einer Aluminiumbasislegierung mit Aluminium als Hauptbestandteil, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumbasislegierung zwischen 0 Gew.-% und 7 Gew.-% Zinn, zwischen 1,1 Gew.-% und 1,9 Gew.-% Kupfer, zwischen 0,4 Gew.-% und 1 Gew.-% Mangan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Kobalt, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Chrom, zwischen 0,03 Gew.-% und 0,1 Gew.-% Titan, zwischen 0,05 Gew.-% und 0,18 Gew.-% Zirkonium und zwischen 0 Gew.-% und 0,4 Gew.-% Silizium enthält und den Rest auf 100 Gew.-% Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen bilden, mit der Maßgabe, dass jedenfalls Zinn oder Silizium in der Aluminiumbasislegierung enthalten ist.
2. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützschiicht (2) aus einer eisenbasierten Legierung besteht und dass die Aluminiumbasislegierung unmittelbar mit der eisenbasierten Stützschiicht (2) verbunden ist und aus 5 Gew.-% bis 7 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht.
3. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass für Silizium innerhalb der Schicht (3) aus der Aluminiumbasislegierung ein Konzentrationsgradient ausgebildet ist, mit zunehmenden Siliziumanteil in Richtung auf die Stützschiicht (2).
4. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützschiicht (2) aus einer eisenbasierten Legierung besteht und

dass die Aluminiumbasislegierung der Schicht (3) unmittelbar mit der eisenbasierten Stützschiicht (2) verbunden ist und aus 1,5 Gew.-% bis 1,9 Gew.-% Kupfer, 0,6 Gew.-% bis 1,0 Gew.-% Mangan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Kobalt, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,10 Gew.-% Titan, 0,08 Gew.-% bis 0,18 Gew.-% Zirkonium, 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-% Silizium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht und dass mit der Schicht (3) aus der Aluminiumbasislegierung eine weitere Schicht (4) aus einer weiteren Aluminiumbasislegierung verbunden ist, wobei die weitere Schicht (4) aus der weiteren Aluminiumbasislegierung besteht, die siliziumfrei ist.

5. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht (4) aus 5,0 Gew.-% bis 7,0 Gew.-% Zinn, 1,1 Gew.-% bis 1,5 Gew.-% Kupfer, 0,4 Gew.-% bis 0,8 Gew.-% Mangan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Kobalt, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Chrom, 0,03 Gew.-% bis 0,1 Gew.-% Titan, 0,05 Gew.-% bis 0,15 Gew.-% Zirkonium und dem Rest auf 100 Gew.-% aus Aluminium sowie gegebenenfalls aus der Herstellung der Elemente stammende Verunreinigungen besteht.

6. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht (2) verbundenen Schicht (3) und die weitere Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht (4) in Bezug auf die Elemente Kupfer, Mangan, Kobalt, Chrom, Titan und Zirkonium den gleichen, auf den jeweiligen Aluminiumanteil bezogenen relativen Mengenanteil auf.

7. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Mengenanteile von Titan zu Kobalt zwischen 1 : 3 und 3 : 1 beträgt.

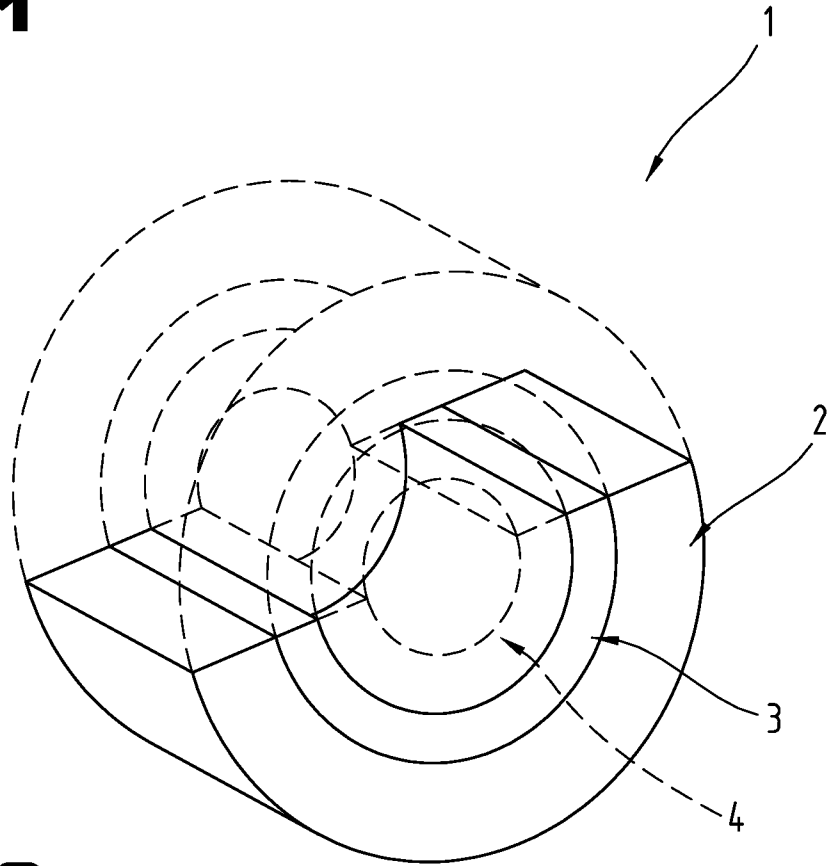
8. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in der Aluminiumbasislegierung der direkt mit der

eisenbasierten Stützschiicht (2) verbundenen Schicht (3) und in der weiteren Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht (4) jeweils intermetallische Ausscheidungen vorhanden sind, wobei eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der der Aluminiumbasislegierung der direkt mit der eisenbasierten Stützschiicht (2) verbundenen Schicht (3) kleiner ist, als eine mittlere Größe der intermetallischen Ausscheidungen in der weiteren Aluminiumbasislegierung der weiteren Schicht (4).

9. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Titan bis maximal zur Hälfte des Titananteils an der Aluminiumbasislegierung durch Zirkonium und/oder Scandium ersetzt ist.

10. Mehrschichtgleitlagerelement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Element der Gruppe Mangan, Kobalt und Chrom im Ausmaß von jeweils maximal des halben Mengenanteils dieser Elemente an der Aluminiumbasislegierung durch Vanadium und/oder Molybdän und/oder Eisen ersetzt ist.

**Fig.1**



**Fig.2**

