



(11) **EP 3 399 273 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.11.2018 Patentblatt 2018/45**

(51) Int Cl.:  
**F41A 27/30<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **18166130.7**

(22) Anmeldetag: **06.04.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Rheinmetall Man Military Vehicles GmbH**  
**34127 Kassel (DE)**

(72) Erfinder: **Börner, Philipp**  
**34266 Niestetal (DE)**

(74) Vertreter: **Horn Kleimann Waitzhofer Patentanwälte PartG mbB**  
**Ganghoferstrasse 29a**  
**80339 München (DE)**

(30) Priorität: **03.05.2017 DE 102017109497**

(54) **ELEVATIONS AUSGLEICHSVORRICHTUNG UND WAFFENSYSTEM**

(57) Eine Elevationsausgleichsvorrichtung (11) für ein Waffensystem (1), mit: einer Antriebswelle (10), die zum Verstellen eines Elevationswinkels (a) des Waffensystems (1) um eine Elevationsachse (6) verschwenkbar ist, einer Ausgleichseinrichtung (12), die dazu eingerichtet ist, bei einem Verstellen des Elevationswinkels (a) ein auf die Antriebswelle (10) wirkendes Ausgleichsmoment (A) zu erzeugen, das einem auf die Antriebswelle (10) wirkenden Unwuchtmoment (U) des Waffensystems (1) entgegenwirkt, wobei die Ausgleichseinrichtung (12) ein verschiebbares Loslager (15) umfasst, einer Sensorik (19), die dazu eingerichtet ist, den Elevationswinkel (a)

und einen Füllstand einer Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit (5) des Waffensystems (1) zu erfassen, und einem Stellelement (17), mit dessen Hilfe das Loslager (15) verschiebbar ist, um eine Vorspannung der Ausgleichseinrichtung (12) in Abhängigkeit von Sensorsignalen der Sensorik (19) derart zu verstellen, dass sich das Ausgleichsmoment (A) bei dem Verstellen des Elevationswinkels (a) und bei einem sich verändernden Füllstand der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit (5) an eine Veränderung des Unwuchtmoments (U) anpasst.

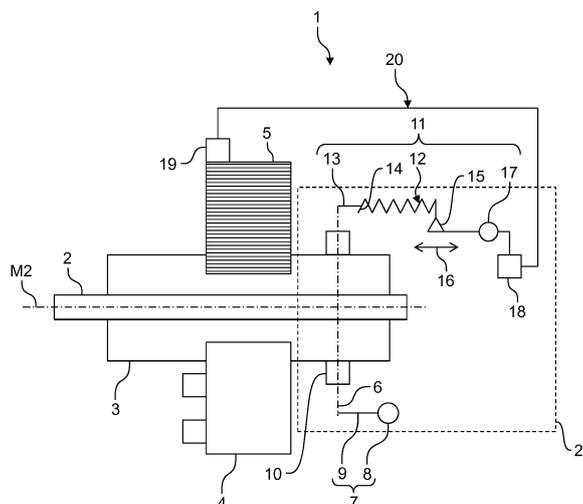


Fig. 1

**EP 3 399 273 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elevationsausgleichsvorrichtung für ein Waffensystem und ein Waffensystem mit einer derartigen Elevationsausgleichsvorrichtung.

**[0002]** Ein Waffensystem kann ein oder mehrere Waffen aufweisen, die zum Verstellen eines Elevationswinkels des Waffensystems um eine Elevationsachse verschwenkbar sind. Unter der Elevation oder dem Elevationswinkel ist vorliegend ein Neigungswinkel gegenüber einer Horizontalen zu verstehen. In der Artillerie ist unter der Elevation insbesondere die Rohrerhöhung zwecks Entfernungseinstellung zu verstehen. Beim Verschwenken des Waffensystems wirkt aufgrund der zu bewegenden oder elevierenden Masse und der Anordnung der einzelnen Subsysteme des Waffensystems, wie beispielsweise der Waffe, einer Optronik oder dergleichen, ein Unwuchtmoment. Zum Ausgleichen dieses Unwuchtmoments kann das Waffensystem ein Ausgleichselement aufweisen, das eine vorgespannte Federeinheit aufweisen kann, welche mit Hilfe ihrer Federkraft auf eine Antriebswelle des Waffensystems mit einem Ausgleichsmoment wirkt. Das Ausgleichsmoment wirkt dem Unwuchtmoment entgegen.

**[0003]** Zum Verschwenken des Waffensystems kann dieses ein Antriebselement umfassen, das auf die Antriebsachse ein Restmoment aufbringen kann. Das Restmoment kann eine Differenz der Beträge des Unwuchtmoments und des Ausgleichsmoments sein. Die Größe des Restmoments beziehungsweise des Unwuchtmoments erfährt eine Varianz, wenn der elevierenden Masse weitere variable Subsysteme hinzugefügt werden, wie zum Beispiel eine oder mehrere Munitionsbehälter, welche sich während des bestimmungsgemäßen Einsatzes des Waffensystems leeren und somit zu einem sich ändernden Unwuchtmoment beitragen. Über den überschwenkten Bereich der elevierenden Masse, das heißt, über den Elevationsbereich des Waffensystems hinweg, ändert sich dieses Unwuchtmoment aufgrund der geometrischen Verschiebung des Gesamtschwerpunktes der elevierenden Masse hin oder weg von der Elevationsachse. Diese Varianz muss durch die Antriebseinrichtung ausgeglichen werden.

**[0004]** Die Antriebseinrichtung kann Teil einer Waffenstabilisierungsanlage sein, welche aufgrund der Anforderungen an das Gesamtsystem über den gesamten Elevationsbereich hinweg gleichbleibend gute Leistungen erbringen muss. Da aber durch die Varianz des Unwuchtmoments und damit des Restmoments die Waffenstabilisierungsanlage an dieser Stelle eine variable Eingangsgröße hat, kann dies oftmals nicht im geforderten Rahmen dargestellt werden. Dies führt zu über den Elevationsbereich unterschiedlichen Standardabweichungen der erzeugten Trefferbilder, insbesondere bei der Bekämpfung von Zielen aus der Fahrt heraus, was der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems nicht zuträglich ist.

**[0005]** Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe

der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte Elevationsausgleichsvorrichtung für ein Waffensystem zur Verfügung zu stellen.

**[0006]** Demgemäß wird eine Elevationsausgleichsvorrichtung für ein Waffensystem vorgeschlagen. Die Elevationsausgleichsvorrichtung umfasst eine Antriebswelle, die zum Verstellen eines Elevationswinkels des Waffensystems um eine Elevationsachse verschwenkbar ist, eine Ausgleichseinrichtung, die dazu eingerichtet ist, bei einem Verstellen des Elevationswinkels ein auf die Antriebswelle wirkendes Ausgleichsmoment zu erzeugen, das einem auf die Antriebswelle wirkenden Unwuchtmoment des Waffensystems entgegenwirkt, wobei die Ausgleichseinrichtung ein verschiebbares Loslager umfasst, eine Sensorik, die dazu eingerichtet ist, den Elevationswinkel und einen Füllstand einer Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit des Waffensystems zu erfassen, und ein Stellelement, mit dessen Hilfe das Loslager verschiebbar ist, um eine Vorspannung der Ausgleichseinrichtung in Abhängigkeit von Sensorsignalen der Sensorik derart zu verstellen, dass sich das Ausgleichsmoment bei dem Verstellen des Elevationswinkels und bei einem sich verändernden Füllstand der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit an eine Veränderung des Unwuchtmoments anpasst.

**[0007]** Dadurch, dass sich das Ausgleichsmoment an eine Veränderung des Unwuchtmoments anpasst, kann ein von einer Antriebseinrichtung zum Stabilisieren des Waffensystems oder zum Verstellen des Elevationswinkels auf die Antriebswelle aufzubringendes Restmoment reduziert werden. Hierdurch kann die Antriebseinrichtung deutlich kleiner dimensioniert werden. Dadurch reduziert sich die Leistungsaufnahme beziehungsweise der Leistungsbedarf eines Waffensystems mit einer derartigen Elevationsausgleichsvorrichtung. Ferner kann eine deutliche Leistungsverbesserung des Waffensystems aufgrund des Wegfalls der unbestimmten Varianz des Unwuchtmoments und damit eine deutliche Reduzierung der Standardabweichung der erzeugten Trefferbilder erreicht werden.

**[0008]** Unter dem Elevationswinkel ist vorliegend ein Neigungswinkel eines Laufs oder Rohrs, insbesondere einer Symmetrieachse des Laufs oder Rohrs, einer Waffe zu einer Horizontalen zu verstehen. Die Horizontale ist dabei senkrecht zu einer Schwerkraftrichtung angeordnet. Insbesondere ist die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung derart verstellbar, dass sich das Ausgleichsmoment bei dem Verstellen des Elevationswinkels über einen gesamten Verstellbereich desselben an die Veränderung des Unwuchtmoments anpasst. Darunter, dass sich das Ausgleichsmoment an die Veränderung des Unwuchtmoments anpasst, ist zu verstehen, dass ein Betrag des Ausgleichsmoments proportional, insbesondere direkt proportional, zu einem Betrag des Unwuchtmoments ist. Das heißt, falls der Betrag des Unwuchtmoments größer wird, wird auch der Betrag des Ausgleichsmoments in der gleichen Größenordnung größer, und falls sich der Betrag des Unwuchtmoments ver-

kleinert, verkleinert sich auch der Betrag des Ausgleichsmoments in der gleichen Größenordnung.

**[0009]** Im Betrieb des Waffensystems kann um die Elevationsachse das Unwuchtmoment wirken. Das Unwuchtmoment kann dabei im oder entgegen dem Uhrzeigersinn orientiert sein. Das Ausgleichsmoment ist dementsprechend entgegen oder im Uhrzeigersinn orientiert. Das Unwuchtmoment wirkt, da sich ein Gesamtschwerpunkt einer elevierenden Masse, das heißt, einer bewegten Masse des Waffensystems, aufgrund der Anordnung der Subsysteme des Waffensystems, wie beispielsweise der Waffe, einer Optronik oder einer Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit bezüglich der Elevationsachse verändert. Über den überschwenkten Bereich der elevierenden Masse, das heißt, dem Elevationsbereich des Waffensystems hinweg, kann sich der Betrag und/oder die Wirkungsrichtung dieses Unwuchtmoments aufgrund der geometrischen Verschiebung des Gesamtschwerpunkts der elevierenden Masse hin zu oder weg von der Elevationsachse ändern. Ferner kann sich auch der Betrag der elevierenden Masse selbst, beispielsweise aufgrund eines Munitionsverbrauchs, ändern.

**[0010]** Dadurch, dass die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung im Betrieb des Waffensystems in Abhängigkeit der zuvor genannten Eingangsgrößen, wie beispielsweise der Veränderung der elevierenden Masse aufgrund eines sich verändernden Füllstands des Munitionsbehälters oder dem Elevationswinkel, verändert werden kann, kann auch der Betrag des Ausgleichsmoments angepasst werden, so dass das Unwuchtmoment beziehungsweise das von der Antriebseinrichtung auf die Antriebswelle aufzubringende Restmoment über den gesamten Elevationsbereich in dem Einsatzbereich des Waffensystems hinweg konstant gehalten werden kann.

**[0011]** Gemäß einer Ausführungsform ist mit Hilfe des Stellelements die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung derart verstellbar, dass bei dem Verstellen des Elevationswinkels ein aus einer Differenz des Unwuchtmoments und des Ausgleichsmoments resultierendes Restmoment konstant ist.

**[0012]** Insbesondere ist das Restmoment über den gesamten Verschwenkbereich des Waffensystems stets konstant. Das Restmoment ergibt sich insbesondere aus einer Differenz eines Betrags des Unwuchtmoments und eines Betrags des Ausgleichsmoments. Mit Hilfe des Restmoments wird die Antriebswelle um die Elevationsachse zum Verstellen des Elevationswinkels verschwenkt. Das Restmoment kann auch zum Halten des Waffensystems in einem definierten Elevationswinkel, das heißt, zum Stabilisieren des Waffensystems, auf die Antriebsachse wirken.

**[0013]** Die Ausgleichseinrichtung umfasst zum Verstellen der Vorspannung desselben ein mit Hilfe des Stellelements verschiebbares Loslager.

**[0014]** Vorzugsweise umfasst die Ausgleichseinrichtung ein erstes Loslager und ein zweites Loslager. Das Stellelement ist insbesondere dazu eingerichtet, das

zweite Loslager zu verschieben. Insbesondere ist das Stellelement dazu eingerichtet, das zweite Loslager linear zu verschieben. Unter einer linearen Bewegung ist vorliegend eine Bewegung entlang einer Geraden zu verstehen. Das Stellelement kann aber auch dazu eingerichtet sein, das zweite Loslager entlang einer Steuerkurve zu verschieben. Hierzu kann beispielsweise eine Kulissenführung vorgesehen sein.

**[0015]** Die Elevationsausgleichsvorrichtung umfasst eine Sensorik, wobei das Stellelement dazu eingerichtet ist, die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung in Abhängigkeit von Sensorsignalen der Sensorik zu verstellen.

**[0016]** Hierdurch kann das Ausgleichsmoment auf Basis der Sensorsignale der Sensorik im Betrieb der Elevationsausgleichsvorrichtung stets nachgeregelt werden.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Elevationsausgleichsvorrichtung einen Regelkreis, der die Sensorik, das Stellelement, die Ausgleichseinrichtung und/oder ein Steuerelement aufweist.

**[0018]** Das Steuerelement kann beispielsweise ein Rechner sein oder einen Rechner umfassen. Das Steuerelement ist optional. Das Steuerelement kann eine Motorsteuerung sein. Mit Hilfe des Steuerelements können die Sensorsignale der Sensorik in Steuersignale für das Stellelement umgewandelt werden.

**[0019]** Die Sensorik ist dazu eingerichtet, den Elevationswinkel und einen Füllstand einer Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit zu erfassen.

**[0020]** Die Sensorik kann eine Vielzahl an Sensoren, wie beispielsweise optische Sensoren, Drehmomentensensoren oder dergleichen umfassen. Beispielsweise kann die Sensorik auch einen Schusszähler umfassen. Die Sensorik kann weiterhin einen Neigungssensor umfassen. Die Sensorik kann auch dazu eingerichtet sein, ein Drehmoment an der Antriebswelle zu erfassen. Beispielsweise kann hierzu ein Drehmomentsensor vorgesehen sein.

**[0021]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ausgleichseinrichtung mit Hilfe eines Kopplungselements, insbesondere eines Zahnradgetriebes, mit der Antriebswelle gekoppelt.

**[0022]** Das Kopplungselement kann beispielsweise auch eine Zahnstange oder ein Kettenantrieb sein. Das Kopplungselement koppelt vorzugsweise das erste Loslager der Ausgleichseinrichtung mit der Antriebswelle.

**[0023]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Ausgleichseinrichtung ein mechanisches Federelement, ein hydraulisches Element und/oder ein pneumatisches Element.

**[0024]** Das mechanische Federelement kann beispielsweise eine Zylinderfeder, eine Blattfeder oder eine beliebige andere Feder sein. Das hydraulische Element kann beispielsweise ein Hydraulikkolben sein. Das pneumatische Element kann beispielsweise ein Pneumatikolben sein. Die Ausgleichseinrichtung kann auch mehrere mechanische Federelemente, hydraulische Ele-

mente und/oder pneumatische Elemente umfassen.

**[0025]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Stellelement einen Elektromotor, ein pneumatisches Antriebselement und/oder ein hydraulisches Antriebselement.

**[0026]** Der Elektromotor kann beispielsweise ein rotatorischer Motor oder ein Line-armotor sein. Das hydraulische Antriebselement kann beispielsweise ein Hydraulikmotor oder ein Hydraulikkolben sein. Das pneumatische Antriebselement kann ein Pneumatikmotor oder ein Pneumatikkolben sein. Das Stellelement kann auch unterschiedliche Antriebselemente und/oder Elektromotoren umfassen.

**[0027]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Stellelement eine Steuerkurve auf, mit deren Hilfe ein Loslager der Ausgleichseinrichtung zum Verstellen der Vorspannung desselben in Wirkverbindung ist.

**[0028]** In diesem Fall ist das Stellelement bevorzugt nicht aktiv angetrieben. Das Loslager, insbesondere das zweite Loslager, der Ausgleichseinrichtung ist in der Steuerkurve zwangsgeführt. Das Loslager und die Steuerkurve bilden dann eine Kulissenführung. Hierdurch kann auf ein aktives Stellelement verzichtet werden. Hierdurch reduzieren sich die Kosten zur Herstellung der Elevationsausgleichsvorrichtung.

**[0029]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ausgleichseinrichtung in das Stellelement integriert.

**[0030]** Beispielsweise ist das Stellelement als Elektromotor ausgebildet, in dessen Gehäuse die Ausgleichseinrichtung in Form eines Federelements integriert ist. Hierdurch ergibt sich ein besonders kompakter Aufbau.

**[0031]** Weiterhin wird ein Waffensystem mit einer Waffe und einer derartigen Elevationsausgleichsvorrichtung vorgeschlagen.

**[0032]** Das Waffensystem kann eine oder mehrere Waffen aufweisen. Die Waffe kann ein Kaliber von zum Beispiel 5,56 x 45 mm NATO aufweisen. Die Waffe ist eine vollautomatische Schusswaffe, insbesondere ein Maschinengewehr. Das Waffensystem kann für einen stationären oder mobilen Betrieb geeignet sein. Insbesondere ist das Waffensystem für eine Verwendung an und/oder auf einem Fahrzeug, insbesondere einem Landfahrzeug, einem Wasserfahrzeug oder einem Luftfahrzeug, geeignet.

**[0033]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Waffensystem eine Antriebseinrichtung zum Verschwenken der Antriebswelle.

**[0034]** Die Antriebseinrichtung ist dazu eingerichtet, das Restmoment auf die Antriebswelle aufzubringen, um diese um die Elevationsachse zu verschwenken, um den Elevationswinkel einzustellen. Die Elevationsausgleichsvorrichtung und die Antriebseinrichtung können Teil einer Waffenstabilisierungsanlage des Waffensystems sein.

**[0035]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Antriebseinrichtung ein Antriebselement und ein Kopplungselement, insbesondere ein Zahnradgetriebe, zum Koppeln des Antriebselements mit der Antriebswel-

le auf.

**[0036]** Das Antriebselement kann beispielsweise ein Elektromotor, ein Hydraulikmotor, ein Pneumatikmotor, ein Hydraulikkolben oder ein Pneumatikkolben sein. Das Kopplungselement kann auch ein Kettenantrieb oder dergleichen sein.

**[0037]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Waffensystem eine Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit, deren Füllstand mit Hilfe einer Sensorik der Elevationsausgleichsvorrichtung ermittelbar ist.

**[0038]** Die Sensorik kann hierzu einen Schusszähler umfassen. Die sich aufgrund einer Entleerung eines Munitionsbehälters der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit verändernde elevierende Masse des Waffensystems kann somit mit Hilfe der Sensorik erfasst werden. Die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung kann dann derart verändert werden, dass sich das Ausgleichsmoment an die verändernde elevierende Masse des Waffensystems anpasst.

**[0039]** Weitere mögliche Implementierungen der Elevationsausgleichsvorrichtung und/oder des Waffensystems umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Elevationsausgleichsvorrichtung und/oder des Waffensystems hinzufügen.

**[0040]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Elevationsausgleichsvorrichtung und/oder des Waffensystems sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Elevationsausgleichsvorrichtung und/oder des Waffensystems. Im Weiteren werden die Elevationsausgleichsvorrichtung und/oder das Waffensystem anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Aufsicht einer Ausführungsform eines Waffen-systems;

Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht des Waffensystems gemäß Fig. 1; und

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform eines Stellelements für das Waffensystem gemäß Fig. 1.

**[0041]** In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

**[0042]** Die Fig. 1 zeigt eine schematische Aufsicht einer Ausführungsform eines Waffensystems 1. Die Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht des Waffensystems 1. Das Waffensystem 1 umfasst eine Waffe 2. Die Waffe 2 weist ein Kaliber von zum Beispiel 5,56 x 45 mm NATO auf. Die Waffe 2 ist eine vollautomatische Schuss-

waffe, insbesondere ein Maschinengewehr. Das Waffensystem 1 kann auch mehrere Waffen 2 umfassen. Das Waffensystem 1 ist geeignet für einen stationären oder mobilen Betrieb. Insbesondere ist das Waffensystem 1 für eine Verwendung an oder auf einem Fahrzeug, insbesondere einem Landfahrzeug, einem Wasserfahrzeug oder einem Luftfahrzeug, geeignet.

**[0043]** Das Waffensystem 1 umfasst neben der Waffe 2 einen Basisträger 3, der die Waffe 2 trägt, eine Optronik 4, beispielsweise eine Zieloptik, und eine Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit 5. Das Waffensystem 1 ist um eine Elevationsachse 6 verschwenkbar, wobei ein Elevationswinkel  $\alpha$  der Waffe 2 eingestellt werden kann. Der Elevationswinkel  $\alpha$  ist definiert als ein Winkel zwischen einer Horizontalen h und einer Mittel- oder Symmetrieachse M2 eines Rohrs oder Laufs der Waffe 2. Die Horizontale h ist senkrecht zu einer Schwerkraftrichtung g positioniert.

**[0044]** Zur Einstellung der Elevation der Waffe 2, das heißt, zur Veränderung des Elevationswinkels  $\alpha$  umfasst das Waffensystem eine Antriebseinrichtung 7. Die Antriebseinrichtung 7 weist ein Antriebselement 8, beispielsweise einen Elektromotor, einen Hydraulikmotor oder einen Hydraulikkolben, und ein Kopplungselement 9, das das Antriebselement 8 zum Verschwenken der Waffe 2 mit derselben koppelt. Das Kopplungselement 9 kann beispielsweise ein Getriebe, ein Kettenantrieb oder dergleichen sein. An der Elevationsachse 6 kann eine Antriebswelle 10 vorgesehen sein, auf die die Antriebseinrichtung 7 zum Verstellen des Elevationswinkels  $\alpha$  ein Drehmoment aufbringt.

**[0045]** Das Waffensystem 1 umfasst ferner eine Elevationsausgleichsvorrichtung 11. Die Elevationsausgleichsvorrichtung 11 weist eine Ausgleichseinrichtung 12 auf. Die Ausgleichseinrichtung 12 kann ein oder mehrere Federelemente, wie beispielsweise Zylinderfedern, Blattfedern oder dergleichen, umfassen. Die Ausgleichseinrichtung 12 kann ferner alternativ oder zusätzlich hydraulische oder pneumatische Elemente, wie beispielsweise einen Hydraulikkolben, umfassen. Die Antriebswelle 10 kann Teil der Elevationsausgleichsvorrichtung 11 sein.

**[0046]** Die Ausgleichseinrichtung 12 ist mit Hilfe eines Kopplungselements 13 mit der Antriebswelle 10 gekoppelt. Das Kopplungselement 13 kann ein Zahnradgetriebe, einen Kettenantrieb oder dergleichen umfassen. Die Ausgleichseinrichtung 12 ist mit Hilfe eines ersten Loslagers 14 mit dem Kopplungselement 13 verbunden. Das erste Loslager 14 ist verschiebbar. Die Ausgleichseinrichtung 12 weist dem ersten Loslager 14 abgewandt ein verschiebbares zweites Loslager 15 auf. Die Verschiebbarkeit des zweiten Loslagers 15 ist in der Fig. 1 mit Hilfe eines Doppelpfeils 16 angedeutet.

**[0047]** Das zweite Loslager 15 ist mit Hilfe eines Stellelements 17 verstellbar. Das Stellelement 17 kann ein Elektromotor, beispielsweise ein Linearmotor, ein Hydraulikmotor, ein Hydraulikkolben oder ein beliebiger Linearantrieb sein. In diesem Fall kann dem Stellelement

17 ein Steuerelement 18, beispielsweise eine Motorsteuerung, das mit dem Stellelement 17 wirkverbunden ist, zugeordnet sein. Mit Hilfe des Stellelements 17 kann eine Vorspannung der Ausgleichseinrichtung 12 im Betrieb des Waffensystems 1 verändert werden.

**[0048]** Das Steuerelement 18 kann mit einer Sensorik 19 wirkverbunden sein. Die Sensorik 19 ist dazu eingerichtet, dem Steuerelement 18 im Betrieb des Waffensystems 1 Sensorsignale zur Verfügung zu stellen, auf deren Basis das Steuerelement 18 das Stellelement 17 so ansteuert, dass sich die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung 12 ändert. Die Sensorik 19 kann beispielsweise dazu eingerichtet sein, einen Füllstand der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit 5 beziehungsweise eines Munitionsbehälters derselben, die Anzahl der abgefeuerten Schüsse und/oder den Elevationswinkel  $\alpha$  zu erfassen. Die Sensorik 19 kann eine Vielzahl verschiedenster Sensoren umfassen. Die Sensorik 19 bildet mit dem Steuerelement 18 und dem Stellelement 17 einen Regelkreis 20. Die Elevationsausgleichsvorrichtung 11 kann Teil einer Waffenstabilisierungsanordnung 21 sein. Die Antriebseinrichtung 7 kann ebenfalls Teil der Waffenstabilisierungsanordnung 21 sein. Der Regelkreis 20 kann Teil der Waffenstabilisierungsanordnung 21 sein.

**[0049]** Das Stellelement 17 kann alternativ, wie in der Fig. 3 gezeigt, auch eine beliebig geformte Steuerkurve 22 einer Kulissenführung umfassen. In diesem Fall ist das Stellelement 17 kein aktiv antreibendes Element und das Steuerelement 18 ist verzichtbar. Für den Fall, dass das Stellelement 17 ein Motor ist, kann die Ausgleichseinrichtung 12 in das Stellelement 17 integriert sein. Das Stellelement 17 kann entweder mit Hilfe des Regelkreises 20 angesteuert oder zwangsangesteuert sein.

**[0050]** Die Funktionalität des Waffensystems 1 und der Elevationsausgleichsvorrichtung 11 wird nachfolgend erläutert. Im Betrieb des Waffensystems 1 kann um die Elevationsachse 6 ein Unwuchtmoment U (engl.: Unbalance Moment) wirken. Dieses Unwuchtmoment U kann im oder entgegen dem Uhrzeigersinn orientiert sein. Die Sensorik 19 kann auch dazu eingerichtet sein, das Unwuchtmoment U direkt zu erfassen. Das Unwuchtmoment U entsteht, da sich ein Gesamtschwerpunkt S einer elevierenden Masse m, das heißt, einer Masse m der Waffe 2, des Basisträgers 3, der Optronik 4 und/oder der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit 5 aufgrund der Anordnung der Waffe 2, des Basisträgers 3, der Optronik 4 und der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit 5 entweder, wie in der Fig. 2 gezeigt, vor oder links der Elevationsachse 6 oder hinter oder rechts dieser befindet. Dies ist unabhängig von der Lagerungs- und Laffetierungsart, wie beispielsweise Zapfenlagerung, Drehringlagerung oder Scheitellaffetierung.

**[0051]** Über den überschwenkten Bereich der elevierenden Masse m, das heißt, dem Elevationsbereich des Waffensystems 1 hinweg kann sich der Betrag und/oder die Wirkungsrichtung dieses Unwuchtmoments U auf-

grund der geometrischen Verschiebung des Gesamtschwerpunkts S der elevierenden Masse m hin zu oder weg von der Elevationsachse 6 ändern. Ferner kann sich auch der Betrag der elevierenden Masse m selbst, beispielsweise aufgrund eines Munitionsverbrauchs, ändern. Diese Varianz des Unwuchtmoments U kann über den Elevationsbereich zu unterschiedlichen Standardabweichungen der erzeugten Trefferbilder führen, was der Leistungsfähigkeit des Waffensystems 1 nicht zuträglich ist. Die Varianz des Unwuchtmoments U kann jedoch mit Hilfe der Elevationsausgleichsvorrichtung 11 ausgeglichen werden.

**[0052]** Während der Auslegung der elevierenden Masse m und der Antriebseinrichtung 7 sind die variablen Größen aufgrund der Anordnung der Waffe 2, des Basisträgers 3, der Optronik 4 und/oder der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit 5 bekannt und rechnerisch erfasst. Des Weiteren sind auch die variablen Größen in der elevierenden Masse m, wie beispielsweise ein Munitionsverbrauch bekannt und sensorisch erfasst, da derartige Waffensysteme 1 mit einem Schusszähler ausgestattet sind oder bei Fehlen eines Schusszählers im Sinne einer Nachrüstlösung mit geringem technischen Aufwand damit ausgerüstet werden können.

**[0053]** Die Elevationsausgleichseinrichtung 11 ist dazu eingerichtet, auf die Antriebswelle ein dem Unwuchtmoment U entgegenwirkendes Ausgleichsmoment A aufzubringen. Dadurch, dass die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung 12 im Betrieb des Waffensystems 1 in Abhängigkeit der zuvor genannten Eingangsgrößen, wie beispielsweise der Veränderung der elevierenden Masse m aufgrund eines sich verändernden Füllstands des Munitionsbehälters oder dem Elevationswinkel  $\alpha$ , verändert werden kann, kann auch der Betrag des Ausgleichsmoments A angepasst werden, so dass das Unwuchtmoment U beziehungsweise ein von der Antriebseinrichtung 7 auf die Antriebswelle 10 aufzubringendes Restmoment R über den gesamten Elevationsbereich und den Einsatzbereich des Waffensystems 1 hinweg konstant gehalten werden kann. Die Varianz des Unwuchtmoments U beziehungsweise des Restmoments R kann somit mit Hilfe der Elevationsausgleichseinrichtung 11 ausgeglichen werden. Mit Hilfe des Restmoments R kann der Elevationswinkel  $\alpha$  verstellt werden oder ein bestimmter Elevationswinkel  $\alpha$  kann im Sinne einer Stabilisierung des Waffensystems 1 gehalten werden.

**[0054]** Hierdurch kann die Antriebseinrichtung 7 im Vergleich zu einem Waffensystem ohne eine derartige Elevationsausgleichsvorrichtung 11 aufgrund des Wegfalls der Varianz des Unwuchtmoments U deutlich kleiner dimensioniert werden. Hierdurch reduziert sich die Leistungsaufnahme beziehungsweise der Leistungsbedarf des Waffensystems 1. Ferner kann eine deutliche Leistungsverbesserung des Waffensystems 1 beziehungsweise der Waffenstabilisierungsanordnung 21 aufgrund des Wegfalls der unbestimmten Varianz des Unwucht-

moments U und damit eine deutliche Reduzierung der Standardabweichung der erzeugten Trefferbilder erreicht werden.

**[0055]** Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

10 **[0056]**

1	Waffensystem
2	Waffe
3	Basisträger
15 4	Optronik
5	Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit
6	Elevationsachse
7	Antriebseinrichtung
20 8	Antriebselement
9	Kopplungselement
10	Antriebswelle
11	Elevationsausgleichsvorrichtung
12	Ausgleichseinrichtung
25 13	Kopplungselement
14	Loslager
15	Loslager
16	Doppelpfeil
17	Stellelement
30 18	Steuerelement
19	Sensorik
20	Regelkreis
21	Waffenstabilisierungsanordnung
22	Steuerkurve
35 A	Ausgleichsmoment
g	Schwerkrafttrichtung
h	Horizontale
m	Masse
40 M2	Symmetrieachse
R	Restmoment
S	Gesamtschwerpunkt
U	Unwuchtmoment
$\alpha$	Elevationswinkel

#### Patentansprüche

1. Elevationsausgleichsvorrichtung (11) für ein Waffensystem (1), mit:

einer Antriebswelle (10), die zum Verstellen eines Elevationswinkels ( $\alpha$ ) des Waffensystems (1) um eine Elevationsachse (6) verschwenkbar ist,  
einer Ausgleichseinrichtung (12), die dazu eingerichtet ist, bei einem Verstellen des Elevationswinkels ( $\alpha$ ) ein auf die Antriebswelle (10) wir-

- kendes Ausgleichsmoment (A) zu erzeugen, das einem auf die Antriebswelle (10) wirkenden Unwuchtmoment (U) des Waffensystems (1) entgegenwirkt, wobei die Ausgleichseinrichtung (12) ein verschiebbares Loslager (15) umfasst, einer Sensorik (19), die dazu eingerichtet ist, den Elevationswinkel (a) und einen Füllstand einer Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit (5) des Waffensystems (1) zu erfassen, und einem Stellelement (17), mit dessen Hilfe das Loslager (15) verschiebbar ist, um eine Vorspannung der Ausgleichseinrichtung (12) in Abhängigkeit von Sensorsignalen der Sensorik (19) derart zu verstellen, dass sich das Ausgleichsmoment (A) bei dem Verstellen des Elevationswinkels (a) und bei einem sich verändernden Füllstand der Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit (5) an eine Veränderung des Unwuchtmoments (U) anpasst.
2. Elevationsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe des Stellelements (17) die Vorspannung der Ausgleichseinrichtung (12) derart verstellbar ist, dass bei dem Verstellen des Elevationswinkels (a) ein aus einer Differenz des Unwuchtmoments (U) und des Ausgleichsmoments (A) resultierendes Restmoment (R) konstant ist.
3. Elevationsausgleichsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** einen Regelkreis (20), der die Sensorik (19), das Stellelement (17), die Ausgleichseinrichtung (12) und/oder ein Steuerelement (18) aufweist.
4. Elevationsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichseinrichtung (12) mit Hilfe eines Kopplungselements (13), insbesondere eines Zahnradgetriebes, mit der Antriebswelle (10) gekoppelt ist.
5. Elevationsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichseinrichtung (12) ein mechanisches Federelement, ein hydraulisches Element und/oder ein pneumatisches Element umfasst.
6. Elevationsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (17) einen Elektromotor, ein pneumatisches Antriebselement und/oder ein hydraulisches Antriebselement umfasst.
7. Elevationsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (17) eine Steuerkurve (22) aufweist, mit deren Hilfe ein Loslager (15) der Ausgleichseinrichtung (12) zum Verstellen der Vorspannung desselben in Wirkverbindung ist.
8. Elevationsausgleichsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgleichseinrichtung (12) in das Stellelement (17) integriert ist.
9. Waffensystem (1) mit einer Waffe (2) und einer Elevationsausgleichsvorrichtung (11) nach einem der Ansprüche 1 - 8.
10. Waffensystem nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** eine Antriebseinrichtung (7) zum Verschwenken der Antriebswelle (10).
11. Waffensystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebseinrichtung (7) ein Antriebselement (8) und ein Kopplungselement (9), insbesondere ein Zahnradgetriebe, zum Koppeln des Antriebselements (8) mit der Antriebswelle (10) aufweist.
12. Waffensystem nach einem der Ansprüche 9 - 11, **gekennzeichnet durch** eine Munitionszuführungs- und/oder Munitionsfördereinheit (5), deren Füllstand mit Hilfe einer Sensorik (19) der Elevationsausgleichsvorrichtung (11) ermittelbar ist.

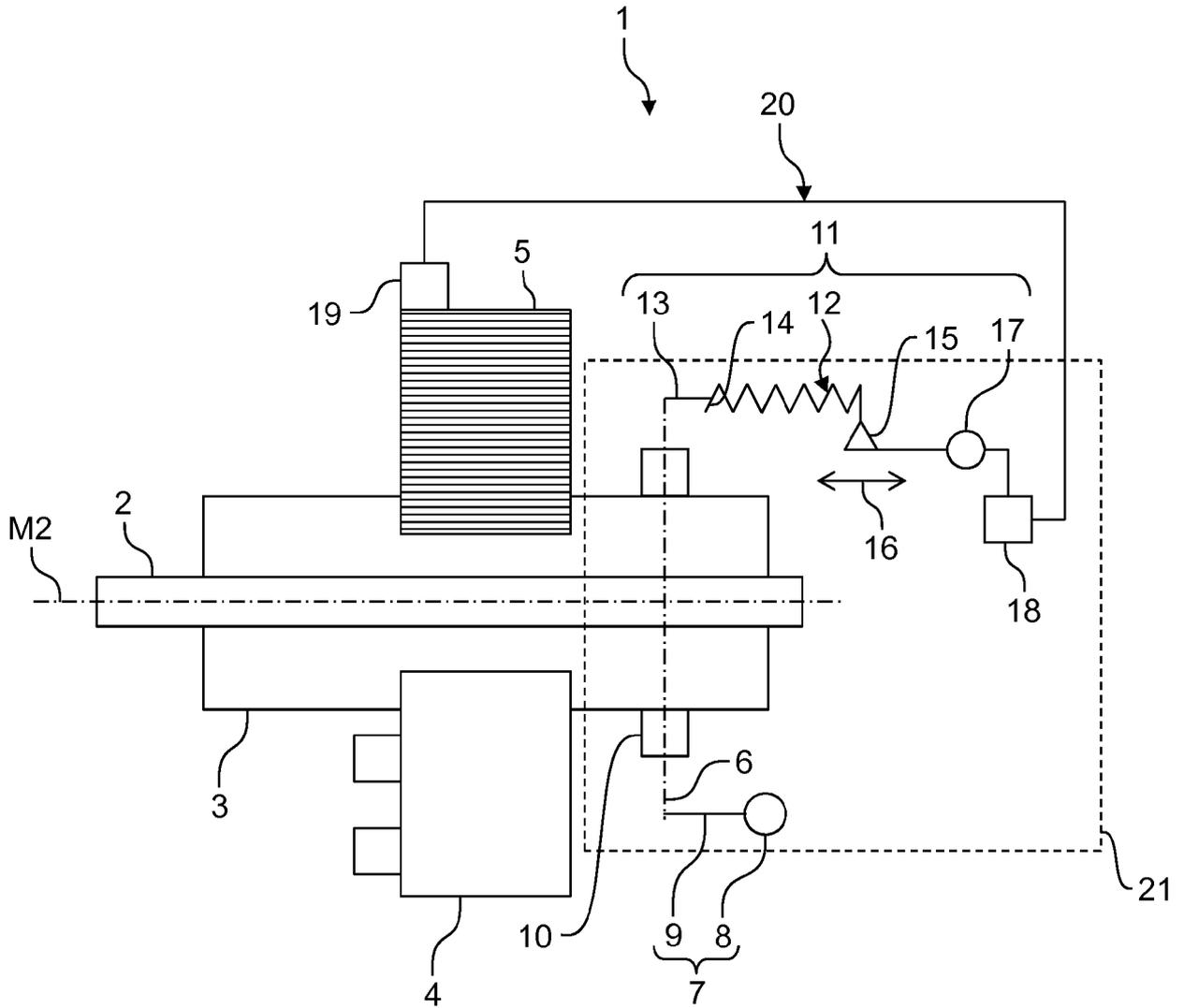


Fig. 1

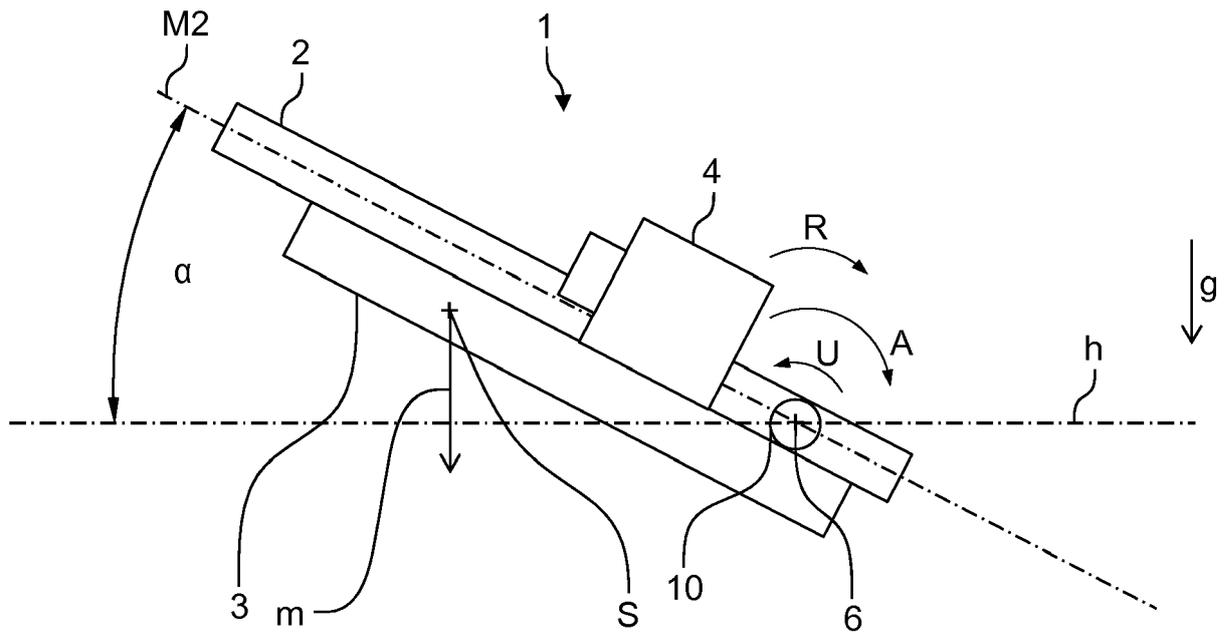


Fig. 2

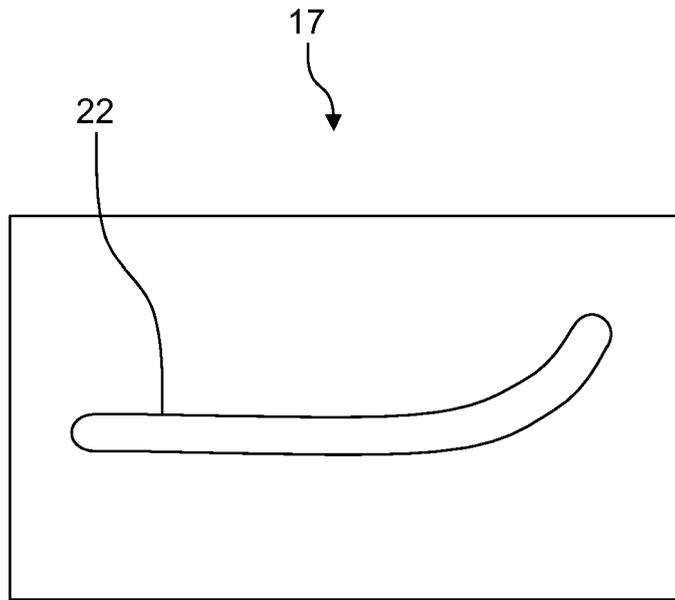


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 16 6130

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 36 33 375 A1 (HONEYWELL REGELSYSTEME GMBH [DE]) 14. April 1988 (1988-04-14) * Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 4, Zeile 36; Abbildungen 1-6 *	1-12	INV. F41A27/30
Y	DE 10 2005 059225 A1 (MOOG GMBH [DE]) 14. Juni 2007 (2007-06-14) * Absätze [0017] - [0019], [0029], [0052], [0053], [0057]; Abbildungen 1,2 *	1-12	
A	DE 36 42 628 A1 (WEGMANN & CO [DE]) 23. Juni 1988 (1988-06-23) * Spalte 3, Zeile 25 - Spalte 5, Zeile 49; Abbildungen 1-8 *	1-12	
A	GB 721 537 A (& CHANTIERS DE LA LOIRE SA DES) 5. Januar 1955 (1955-01-05) * Seite 3, rechte Spalte, Zeilen 69-74; Abbildungen 1,2 *	1	
A	US 1 855 069 A (LOUIS RICORDEL AUGUSTE) 19. April 1932 (1932-04-19) * Seite 2, linke Spalte, Zeile 22 - Zeile 39; Abbildung 1 *	7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F41A
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. August 2018	Prüfer Giesen, Maarten
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 16 6130

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-08-2018

10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3633375 A1	14-04-1988	KEINE	
DE 102005059225 A1	14-06-2007	DE 102005059225 A1 GB 2433107 A US 2007144338 A1	14-06-2007 13-06-2007 28-06-2007
DE 3642628 A1	23-06-1988	KEINE	
GB 721537 A	05-01-1955	KEINE	
US 1855069 A	19-04-1932	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82