



(10) **DE 10 2015 224 156 A1** 2017.06.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 224 156.4**

(22) Anmeldetag: **03.12.2015**

(43) Offenlegungstag: **08.06.2017**

(51) Int Cl.: **A61H 1/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Rösler, Uwe, Dipl.-Phys.Univ., 81241 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Lefint, Jérémy, 70191 Stuttgart, DE; Riehs,  
Christopher, 70569 Stuttgart, DE; Hochberg,  
Conrad, 70176 Stuttgart, DE; Daub, Urban, 70599  
Stuttgart, DE; Breuninger, Jannis, 70188 Stuttgart,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

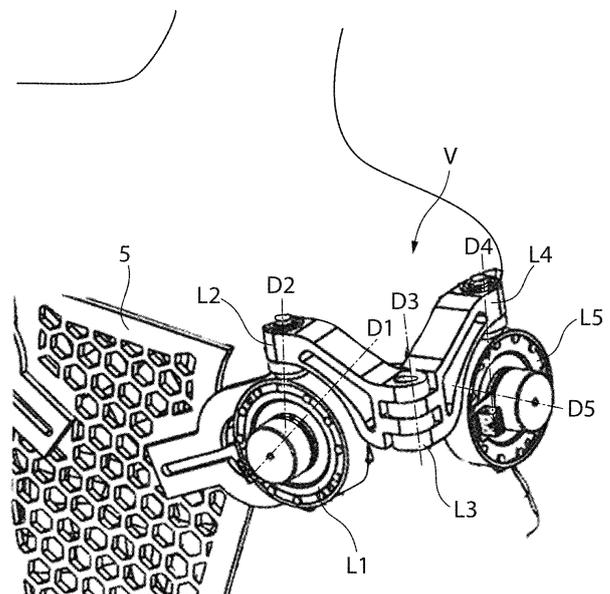
US	2007 / 0 225 620	A1
US	2011 / 0 251 533	A1
WO	2015/ 058 249	A1
WO	2015/ 099 858	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes mit einem ersten Drehlager (L1) zur Ausübung einer Drehung eines ersten Lagerteils (1) um eine erste Drehachse (D1), einem zweiten Drehlager (L2) zur Ausübung einer Drehung eines zweiten Lagerteils (2) um eine zweite Drehachse (D2), wobei die zweite Drehachse (D2) mittel- oder unmittelbar mit dem ersten Lagerteil (1) verbunden ist, einem dritten Drehlager (L3) zur Ausübung einer Drehung eines dritten Lagerteils (3) um eine dritte Drehachse (D3), wobei die dritte Drehachse (D3) mittel- oder unmittelbar mit dem zweiten Lagerteil (2) verbunden ist, einem vierten Drehlager (L4) zur Ausübung einer Drehung eines vierten Lagerteils (4) um eine vierte Drehachse (D4), wobei die vierte Drehachse (D4) mittel- oder unmittelbar mit dem dritten Lagerteil (3) verbunden ist und einem fünften Drehlager (L5) zur Ausübung einer Drehung des vierten Lagerteils (4) um eine fünfte Drehachse (D5), wobei a) die erste Drehachse (D1) mit einem ersten Befestigungsmittel (5) raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbar feste Anbringung und Ausrichtung des ersten Drehlagers (D1) am Schulterbereich einer Person geeignet ist, so dass die erste Drehachse (D1) das Schulterblatt der Person traversiert, b) die fünfte Drehachse (D5) mit einem zweiten Befestigungsmittel (6) raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbar feste Anbringung und Ausrichtung des fünften Drehlagers (D5) am Oberarmbereich des Schulterblattes einer Person geeignet ist, so dass die Drehachse (D5) den Oberarmkopf (Humeruskopf) der Person traversiert, und c) zumindest das erste und/oder fünfte Drehlager eine die Drehung unterstützende Aktorik aufweist bzw. aufweisen.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes.

### Stand der Technik

**[0002]** Gattungsgemäße Systeme kommen seit langem in der Medizin in Form von motorisch angetriebenen Gelenkorthesen zum Einsatz und dienen zur Stabilisierung und Entlastung sowie auch zur Führung und Korrektur von beweglichen Gliedmaßen bzw. des Körperrumpfes. Zudem sind so genannte künstliche Exoskelette bekannt, d.h. am Körper tragbare motorisch unterstützte Gelenkmaschinenstrukturen, die Bewegungen des Trägers unterstützen oder verstärken, indem zum Beispiel Gelenke des Exoskelettes durch Servomotoren oder ähnliche elektromotorische Antriebskonzepte angetrieben werden.

**[0003]** Im Wege interdisziplinärer Forschung und Entwicklung an derartigen bewegungsunterstützten Systemen gewinnen derartige Systeme zunehmend an Bedeutung und Aufmerksamkeit. Insbesondere die stetige Verbesserung von relevanten Systemkomponenten, wie beispielsweise die Realisierung leistungsfähiger Elektromotoren, hocheffizienter Steuerungsgeräte sowie Akkumulatoren mit hoher Energiedichte machen neuartige Entwicklungen auf dem Gebiet der Orthesen und Exoskelette erst möglich.

**[0004]** Allen Exoskeletten liegt eine gemeinsame Maxime zugrunde, nämlich das für die Bewegungsunterstützung erforderliche Antriebssystem möglichst nah am Körpergelenk zu positionieren und das Eigengewicht des Antriebssystems möglichst über eine direkt am menschlichen Körper angebrachte, stabile Struktur und/oder vorzugsweise über geeignete, kraftableitende Stützstrukturen direkt am Boden abzustützen. Die Herausforderung ist dabei die natürliche Beweglichkeit des Menschen möglichst nicht zu beeinträchtigen, sondern diese vielmehr ohne nennenswerte Hinderung zu unterstützen. Ein typisches Exoskelett besitzt eine Vielzahl jeweils über steife Strukturen miteinander verbundene Gelenkmechanismen, deren aufeinander abgestimmte Freiheitsgrade so gewählt sind, dass sie der natürlichen Gelenkinematik der Person analog nachempfunden sind.

**[0005]** Unter den menschlichen Gelenken stellt insbesondere das Schultergelenk die größten Anforderungen an eine künstliche, gelenkige Nachbildung der natürlichen Gelenkbeweglichkeit. So ist zu beachten, dass die Beweglichkeit des Schultergelen-

kes zum einen durch eine nahezu 360°-Beweglichkeit des Glenohumeralgelenks, d.h. das Kugelgelenk zwischen dem Oberarmknochen und dem Schulterblatt (Skapula), und zum anderen durch die Beweglichkeit des Schulterblatts selbst vorgegeben ist. So wird das Glenohumeralgelenk sowohl längs der Transversalebene (x-y-Ebene) als auch längs der Frontalebene (y-z-Ebene) linearbeweglich ausgelenkt. Hierbei sei angemerkt, dass die x-Achse bei einer aufrechtstehenden Person, die Horizontalrichtung in Blickrichtung, die y-Achse die Horizontalrichtung orthogonal zur x-Achse und die z-Achse der Vertikalachse entsprechen. In diesem Zusammenhang sei aus Gründen der Vollständigkeit auch die Sagittalebene genannt, die im vorstehenden Koordinatensystem der x-z-Ebene entspricht.

**[0006]** Eine bekannte das Schultergelenk entlastende, exoskelettartig ausgebildete Struktur ist in der Druckschrift US 2007/0225620 A1 beschrieben. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um starre Verbindungsstreben, die in Art einer seriell, kinematischen Kette gelenkig miteinander verbunden sind. Zur körpernahen Abstützung der kinematischen Kette dient eine Rückenplatte, die lösbar fest am Oberkörper einer Person fixierbar ist und an der ein erstes Drehgelenk mit einer den Oberkörper transversierenden Drehachse angebracht ist. Das erste Drehgelenk ermöglicht ein seitliches Anheben (Abduktion) bzw. Absenken (Adduktion) des Oberarmes längs der Frontalebene (y-z-Ebene), die die Drehachse des ersten Drehgelenkes orthogonal schneidet. Drehbeweglich am ersten Drehgelenk ist eine starre Bügelkonstruktion vorgesehen, die rückwärtig und oberhalb zum Schulterbereich der Person angeordnet ist und an der endseitig ein Arrangement aus drei Drehgelenken mit jeweils orthogonal zueinander orientierten Drehachsen angebracht ist, das einer die 360° Drehbeweglichkeit des Glenohumeralgelenkes nachbildenden Kugelgelenkanordnung entspricht. Die Drehachsen der drei in der Kugelgelenkanordnung enthaltenden Drehgelenke schneiden sich jeweils im Gelenk zwischen Oberarmknochen und Schulterblatt. Ferner schließt sich an das aus drei Drehgelenken zusammengesetzte Arrangement über eine weitere starre Achse ein im Bereich des Ellbogens angeordnetes Drehgelenk an, das jedoch keinen direkten Einfluss auf die Mobilität im Schulterblattbereich hat. Die bekannte Exoskelettanordnung verfügt in einer bevorzugten Ausführungsform in jedem der genannten Drehgelenke über entsprechende Servomotoren, durch die die Bewegung im Schulterbereich motorisch unterstützt werden kann.

**[0007]** Ein weiteres Beispiel für eine am Oberkörper getragene Exoskelettanordnung geht aus der Druckschrift WO 2015/099858 A2 hervor, die eine sich aus fünf Drehgelenken zusammensetzende kinematische Kette darstellt und in einer ganz ähnlichen Anordnung und Ausbildung am Oberkörper eines Trä-

gers um das Schultergelenk angebracht ist, wie beim vorstehend erläuterten Fall gemäß der Druckschrift US 2007/0225620 A1. Im Unterschied zum vorstehend beschriebenen Stand der Technik ist die Gelenkanordnung zusätzlich um eine parallel zum Rückgrat des Trägers orientierte Drehachse gelenkig an einer Rückenplatte zur Anbringung an den Träger angeleitet, um so translatorische Bewegungen des Schultergelenkes längs der so genannten Transversalebene zu ermöglichen.

**[0008]** Alle bekannten Ansätze zur Nachbildung der natürlichen Beweglichkeit des Schultergelenkes im Rahmen einer Exoskelettanordnung verfügen über eine großbauende, kulissenartig ausgebildete, den Nacken-, Schulter- sowie Oberarmbereich überragende, gelenkige Tragarmkonstruktion, die aufgrund ihrer Größe zumindest systembedingte Einschränkungen an die Person stellt. So bedarf es erhöhter Achtsamkeit um Kollisionen mit der Umgebund sowie mit der Person selbst, so insbesondere bei abduktorisches Bewegungen des Oberarms über die Schulterebene hinaus nach oben, zu vermeiden.

#### Darstellung der Erfindung

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes anzugeben, so dass die volle Beweglichkeit des Schultergelenkes erhalten bleibt. Die bewegungsunterstützende Vorrichtung soll abduktorisches Armbewegungen über Kopf ohne eine mechanische Begrenzung und ohne Kollisionsgefahr zwischen Vorrichtung und Körper ermöglichen. Ferner gilt es die Vorrichtung möglichst leicht und kleinbauend auszugestalten, so dass sie nicht, wie bei bekannten Lösungen durch eine die Schulter überragende Kulissenkonstruktion augenfällig in Erscheinung tritt und somit eine hohe Akzeptanz bei potenziellen Anwendern findet.

**[0010]** Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Den Erfindungsgedanken in vorteilhafter Weise ausbildende Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der weiteren Beschreibung insbesondere unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

**[0011]** Die lösungsgemäße Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes, das sich aus der 360°-Drehbeweglichkeit des Kugelgelenkes zwischen Oberarmknochen und Schulterblatt (Glenohumeralgelenk) sowie die Transversalbeweglichkeit des Schulterblattes selbst auszeichnet, verfügt über fünf kinematisch miteinander gekoppelte Drehlager, von denen ein erstes Drehlager zur Ausübung einer Drehung eines ersten Lagerteils um eine erste Drehachse ausgebildet ist, wobei die erste Drehachse mit einem ersten Befesti-

gungsmittel raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbar feste Anbringung und Ausrichtung des ersten Drehlagers am Schulterbereich einer Person geeignet ist, so dass die erste Drehachse das Schulterblatt der Person traversiert. Die erste Drehachse ist vorzugsweise orthogonal zur Schulterblattebene, der sogenannten Scapulaebene, orientiert, die im Normalfall gegenüber der Frontalebene um ca. 30 ° in Richtung der Sagittalebene geneigt ist.

**[0012]** Mittel- oder unmittebar mit dem ersten Lagerteil des ersten Drehlagers ist eine zweite Drehachse eines zweiten Drehlagers verbunden, um die ein zweites Lagerteil drehbeweglich gelagert ist. Mittel- oder unmittebar mit dem zweiten Lagerteil des zweiten Drehlagers ist eine dritte Drehachse eines dritten Drehlagers verbunden, um die ein drittes Lagerteil drehbeweglich gelagert ist. Schließlich ist mittel- oder unmittebar mit dem dritten Lagerteil eine vierte Drehachse eines vierten Drehlagers verbunden, um die ein viertes Lagerteil drehbeweglich gelagert ist. Das vierte Lagerteil ist zudem drehbeweglich um eine fünfte Drehachse eines fünften Drehlagers gelagert, wobei die fünfte Drehachse mit einem zweiten Befestigungsmittel raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbare feste Anbringung und Ausrichtung des fünften Drehlagers am Oberarmbereich des Schulterblattes einer Person geeignet ist, so dass die fünfte Drehachse den Oberarmkopf (Humeruskopf) der Person traversiert.

**[0013]** Um die Bewegung des Schultergelenkes kraftentlastend zu unterstützen, weist zumindest eines des ersten und fünften Drehlagers eine die Drehung unterstützende Aktorik auf. Hierzu ist die Aktorik als integrales Element jeweils des ersten und/oder fünften Drehlagers ausgebildet, so dass Größe, Gewicht und Raumform des ersten und/oder fünften Drehlagers möglichst klein und leicht ausfallen. In einem einfachsten Ausführungsbeispiel umfasst die Aktorik ein elastisches Spannmittel mit einer ein Drehmoment generierenden Vorspannung, beispielsweise in Form einer Feder oder Federanordnung. In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Aktorik jedoch aus einem elektromotorischen Antrieb, vorzugsweise in Form eines Servo-, Schritt- oder Synchronmotors, wodurch die durch das erste und/oder fünfte Drehlager auf das Schultergelenk entlastend wirkenden Drehmomente individuell dosiert, bspw. im Rahmen einer Regelung oder Steuerung, vorgegeben werden können.

**[0014]** Im Unterschied zu bekannten exoskelettartigen Ausbildungen zur Bewegungsunterstützung des Schultergelenkes, wie eingangs erläutert, verfügt die lösungsgemäße Vorrichtung nicht über drei x-y-z-Koordinatensystem aufspannende Drehlager, deren Drehachsen sich im Humeruskopf einer Person schneiden, vielmehr spannen die Drehachsen des vorzugsweise motorisch angetriebenen ersten und

fünften Drehlagers eine gemeinsame Ebene auf, unabhängig von der jeweiligen Verschwenkung des zweiten, dritten und vierten Drehlagers jeweils um die den einzelnen Lagern zugeordneten Drehachsen.

**[0015]** Vorzugsweise sind das zweite, dritte und vierte Drehlager derart mittel- oder unmittelbar miteinander verbunden, so dass wenigstens zwei ihrer Drehachsen vorzugsweise alle drei Drehachsen, das heisst die zweite, dritte und vierte Drehachse, parallel zueinander orientiert sind.

**[0016]** Der Begriff der „parallelen Orientierung“ kann durchaus mathematisch exakt begriffen werden, jedoch soll das lösungsgemäße Konzept auch jene alternative Bauformen umfassen, bei denen die zweite, dritte und vierte Drehachse eine von der Parallelität abweichende Winkeltoleranz von maximal plusminus  $10^\circ$  aufweisen kann.

**[0017]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind das erste und zweite Drehlager derart miteinander verbunden, so dass sich die erste und zweite Drehachse stets schneiden, vorzugsweise orthogonal zueinander orientiert sind. Alternativ oder in Kombination mit der vorstehend orthogonalen Ausrichtung der ersten und zweiten Drehachse sind in einer bevorzugten Ausführungsform das vierte und fünfte Drehlager derart ausgebildet und angeordnet, so dass sich ihre Drehachsen schneiden und vorzugsweise orthogonal zueinander orientiert sind.

**[0018]** Die sich aus den ersten bis fünften Drehlagern zusammensetzende kinematische Kette entspricht einer seriellen Anordnung aller fünf Drehlager, bei der der Abstand zwischen der zweiten und dritten Drehachse sowie der Abstand zwischen der dritten und vierten Drehachse jeweils konstant und vorzugsweise gleich lang gewählt sind. Die Größe der vorstehenden Abstände ist jeweils durch die Größe und Form des zweiten und dritten Lagerteils vorgegeben und kann grundsätzlich individuell an die körperlich vorgegebenen Größenmaße im Bereich des Schulter- und Oberarmbereiches einer Person angepasst werden.

**[0019]** Aufgrund der Drehbeweglichkeit des zweiten und dritten Lagerteils um die dritte Drehachse ist der Abstand zwischen der zweiten und vierten Drehachse veränderlich und vermag insbesondere einer Transversalbewegung des Schultergelenkes, d.h. Liniarbewegungen längs der Forntalebene zu folgen.

**[0020]** Die form- und größenspezifische Ausgestaltung der lösungsgemäßen Vorrichtung ist kompakt und kleinbauend und ermöglicht im Tragezustand an einer Person ein unauffälliges Erscheinungsbild, das sich im Wesentlichen durch eine den Schulterblatt- und Oberarmbereich seitlich begrenzte lokale Umklammerungsstruktur auszeichnet, deren alternative

Ausführungsbeispiele nachstehend unter Bezugnahme der Figuren näher erläutert werden.

#### Kurze Beschreibung der Erfindung

**[0021]** Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

**[0022]** Fig. 1 Darstellung des äußeren Erscheinungsbildes der lösungsgemäßen Vorrichtung an einer Person,

**[0023]** Fig. 2 Detaildarstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der lösungsgemäßen Vorrichtung im Bereich der rechten Schulter einer Person,

**[0024]** Fig. 3 Detaildarstellung eines in den Fig. 1 und Fig. 2 illustrierten Ausführungsbeispiels sowie

**[0025]** Fig. 4 Darstellung eines alternativen Ausführungsbeispiels.

#### Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

**[0026]** In Fig. 1 ist eine perspektivische Rückansicht auf den Oberkörper einer Person P dargestellt, die eine lösungsgemäß ausgebildete Vorrichtung V an beiden Schultern trägt, die jeweils an einem am Rücken der Person P abnehmbar fest abstützenden Befestigungsmittel 5 gelagert sind.

**[0027]** Bereits das äußere Erscheinungsbild der lösungsgemäßen Vorrichtung V unterscheidet sich signifikant von bekannten exoskelettartigen Strukturen zur Bewegungsunterstützung des Schultergelenkes dadurch, dass keinerlei Abstützstreben vorhanden sind, die über das Schulterniveau der Person P kulissenartig emporragt. Vielmehr umspannt die lösungsgemäße Vorrichtung V in einer aufrechten Grundhaltung der Person P, deren beide Arme seitlich am Körper gerade anliegen, den Schulterblatt- und Oberarmbereich in Art einer ausschließlich seitlichen Umklammerung. Trotz der kleinen und kompakten Bauform der lösungsgemäßen Vorrichtung V bietet diese die vollständige natürliche uneingeschränkte Beweglichkeit des Schultergelenkes sowohl im Hinblick auf die nahezu  $360^\circ$  Drehbeweglichkeit des Glenohumeralgelenkes (Gelenk zwischen Oberarmknochen und Schulterblatt) sowie auch die Transversalbeweglichkeit des Schulterblattes längs der XY-Ebene, die der so genannten Transversalebene entspricht.

**[0028]** In Fig. 2 ist eine Detaildarstellung der am Körper der Person P befestigten lösungsgemäßen Vorrichtung V im Bereich der rechten Schulter gezeigt. Die lösungsgemäße Vorrichtung V verfügt über fünf

Drehlager L1, L2, L3, L4 und L5, siehe hierzu auch eine weitere Detaildarstellung der lösungsgemäßen Vorrichtung in Alleinstellung gemäß **Fig. 3**, auf die im Weiteren neben **Fig. 2** in gleichberechtigter Weise Bezug genommen wird, mit den zu den jeweiligen Drehlagern zugehörigen Drehachsen D1, D2, D3, D4 und D5.

**[0029]** Das erste Drehlager L1 ist mit dem am Rücken der Person P lösbar fest anbringbaren Befestigungsmittel **5** in Form einer flächigen Abstützplatte derart verbunden, so dass die erste Drehachse D1 ortsfest am Befestigungsmittel **5** angebracht ist. Gegenüber der Drehachse D1 ist das erste Lagerteil **1**, das im gezeigten Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildet ist drehbeweglich gelagert. Das erste Drehlager L1 ist zudem mit einem kleinbauenden, effizienten Elektromotor **7** ausgerüstet, der radial innenliegend zum ringförmig ausgebildeten ersten Lagerteil **1** angeordnet ist und das ringförmige erste Lagerteil **1** um die Drehachse D1 kontrolliert auszulernen vermag. Vorzugsweise ist der Elektromotor **7** als Servomotor, Schrittmotor oder Synchronmotor ausgebildet.

**[0030]** Das motorisch angetriebene erste Drehgelenk L1 vermag kraftunterstützende Drehmomente auf das Schultergelenk zu übertragen, durch die abduktorische sowie auch adduktorische Armbewegungen, das heißt vertikales Anheben und Absenken des Oberarms seitlich zum Körper mit einem maximalen Schwenkbereich bis vertikal über den Kopf, uneingeschränkt möglich sind.

**[0031]** Ferner verfügt die lösungsgemäße Vorrichtung V wenigstens über ein zweites motorisch angetriebenes Drehgelenk, das so genannte fünfte Drehgelenk L5, das über ein zweites Befestigungsmittel (siehe **Fig. 3**) im schulternahen Oberarmbereich der Person P lösbar fest befestigt ist. Die Anbringung des fünften Drehgelenkes L5 am Oberarm der Person P erfolgt derart, so dass die dem fünften Drehgelenk L5 zugeordnete fünfte Drehachse D5 den Oberarmkopf der Person P und damit das Glenohumeralgelenk traversiert. Die Anbringung und Ausgestaltung des fünften Drehlagers L5 an der Person ermöglicht aufgrund des dort gleichfalls radial innenliegend integrierten elektromotorischen Antriebes **7** eine kraftunterstützte Schwenkbewegung des Oberarms um die der fünften Drehachse D5 zugeordnete Horizontalachse. Somit sind Oberarmbewegungen betreffend die Protraktion, d.h. Vorwärtsführen der Schulter vor den Oberkörper, sowie die Retraktion, d.h. Rückwärtsführen der Schulter zum Oberkörper, sowie schließlich die Zirkumduktion, d.h. kreisförmige Oberarmbewegung oberhalb des Kopfes längs der X-Z-Ebene, das heißt längs der so genannten Sagittalebene bzw. einer parallel zur Sagittalebene orientierten Bewegungsebene, uneingeschränkt möglich.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform, die in **Fig. 3** illustriert ist, sind das erste und fünfte Drehlager L1, L5 in Form und Größe identisch ausgebildet. Zur kinematisch gelenkigen Verbindung beider Drehlager L1, L5 dient eine seriell kinematische Kette, die drei weitere Drehlager L2, L3 und L4 umfasst. So umfasst das zweite Drehlager L2 einen fest mit dem ringförmig ausgebildeten ersten Lagerteil **1**, an dessen Außenumfang verbundenen Lagerzapfen **1'**, der von der zweiten Drehachse D2 durchsetzt ist und um den drehbar das zweite Lagerteil **2** gelagert ist. Durch die kompakte Anbringung des zweiten Drehlagers L2 am ersten Drehlager L1 schneiden sich die erste und zweite Drehachse D1, D2 und sind überdies orthogonal zueinander orientiert.

**[0033]** In gleicher Weise ist das vierte Drehlager L4 ausgebildet und verfügt über einen fest mit dem ringförmig ausgebildeten vierten Lagerteil **4** an dessen Umfangsrand verbundenen vierten Lagerzapfen **4'**, durch den die vierte Drehachse D4 verläuft und um den das dritte Lagerteil **3** drehbar gelagert ist. Das zweite und dritte Lagerteil **2, 3** sind in dem Ausführungsbeispiel gleichförmig bzw. identisch ausgebildet. Selbstverständlich ist es möglich, die Form und Größe des zweiten und dritten Lagerteils **2, 3** unterschiedlich und insbesondere individuell an die Ergonomie des jeweiligen Trägers anzupassen.

**[0034]** Das zweite und dritte Lagerteil **2, 3** weist jeweils einander zugewandt ineinandergreifende Lageraugen **2', 3'** auf, durch die sich ein gemeinsamer Lagerbolzen **8** erstreckt, durch den die dritte Drehachse D3 hindurchtritt. Durch die Drehbeweglichkeit des ersten und zweiten Drehlagers L1, L2 sowie des vierten und fünften Drehlagers L4, L5 um die die mittig angebrachte dritte Drehachse D3 ist der Abstand zwischen der zweiten und vierten Drehachse D2, D4 variierbar, wohingegen die Abstände zwischen den ersten und dritten sowie dritten und vierten Drehachsen jeweils konstant bleiben.

**[0035]** Aus Gründen einer kompakten und insbesondere in ihrer vertikalen Bauhöhe reduziert gehaltenen Bauform der Vorrichtung sind das jeweils zweite und dritte Lagerteil **2, 3** schwingenartig gebogen ausgebildet, so dass das dritte Drehlager L3 räumlich die radialen Ausmaße des ersten und fünften Drehlagers L1, L5 nicht oder nicht wesentlich überragt.

**[0036]** Durch die kinematische gelenkige Kette, umfassend das zweite, dritte und vierte Drehlager L2, L3, L4, die das am Körper der Person anzubringende erste und fünfte Drehlager L1, L5 miteinander verbindet, eröffnet sich die Möglichkeit, dass bei transversalen Bewegungen des Schulterblattes, zum Beispiel längs der Transversalebene (XY-Ebene), die am Körper getragene Vorrichtung den natürlichen Schulterblattbewegung folgen kann. Sowohl eine lineare Vorwärtsbewegung des Schulterblattes als auch Rück-

wärtsbewegung wird somit durch die lösungsgemäße Vorrichtung realisiert.

**[0037]** Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform zur Realisierung der lösungsgemäß ausgebildeten Vorrichtung zur motorisch bewegungsunterstützten Bewegung des menschlichen Schultergelenkes. Gleiche oder gleichwirkende Komponenten sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen, die bereits im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 eingeführt worden sind, so dass auf eine wiederholte Funktionsbeschreibung verzichtet werden kann.

**[0038]** Gleichsam dem in Fig. 3 illustrierten Ausführungsbeispiel ist die erste Drehachse D1 des ersten Lagerelements L1 fest mit einem Befestigungsmittel 5 verbunden, das am Rücken einer nicht weiter illustrierten Person lösbar fest anzubringen ist. Im Unterschied zu dem in Fig. 3 illustrierten Ausführungsbeispiel, bei dem konstruktionsbedingt die erste und zweite Drehachse D1, D2 orthogonal zueinander ausgerichtet sind und sich schneiden, ist das zweite Drehlager L2 räumlich vom ersten Drehlager L1 lateral beabstandet angebracht. Hierbei ist ein fest mit dem ersten Lagerteil 1 verbundener erster Hebelarm 9 vorgesehen, an dem drehfest die zweite Drehachse D2 des zweiten Drehlagers L2 montiert ist.

**[0039]** Einen entsprechenden lateralen Hebelarm 10 ist ebenfalls zwischen dem fünften und vierten Drehlager L4, L5 angebracht, der einerseits drehbar um die fünfte Drehachse D5 und andererseits drehfest mit der vierten Drehachse D4 des vierten Lagerteils L4 verbunden ist. Durch die lateralen Hebelarme 9, 10 kann insbesondere der laterale Gesamtabstand zwischen dem ersten Drehlager L1 und fünften Drehlager L5 vergrößert bzw. individuell eingestellt werden. So kann beispielsweise durch eine modular-tige Bevorratung von unterschiedlich lang ausgebildeten lateralen Hebelarme 9, 10 eine individuelle Vor-Ort-Anpassung der lösungsgemäßen Vorrichtung an die ergonomischen Größenverhältnisse einer Person vorgenommen werden.

**[0040]** Die zwischen beiden Hebelarmen 9, 10 angeordnete seriell ausgebildete kinematische Kette, umfassend das zweite, dritte und vierte Drehlager L2, L3, L4 mit dem damit verbundenen Drehachsen D2, D3, D4, ist mechanisch gleichwirkend zu den jeweiligen Drehlagern des in Fig. 3 illustrierten Ausführungsbeispiels ausgebildet. Gleichsam sind die zweite, dritte und vierte Drehachse D2, D3, D4 parallel zueinander angeordnet und verfügen jeweils über einen lateralen Abstand zueinander, der durch zusammengesetzte Lagerteile bestimmt wird. Selbstverständlich ist es möglich die seriell ausgebildete kinematische Kette mit wenigstens einem weiterer Drehlager mit jeweils einer parallel zu den übrigen Drehachsen D2, D3, D4 orientierten Drehachse zu ergänzen, um auf diese Weise den lateralen Abstand der ersten und

fünften Drehachse längs der durch beide Achsen aufgespannten Ebene variabel zu vergrößern.

**[0041]** Der Einsatz von hochleistungsfähigen Elektromotoren 7 ermöglicht eine kraftunterstützte Bewegung des Schulterblattes einer Person nicht nur zu Zwecken einer therapeutischen Mobilitätssteigerung oder -rückgewinnung, sondern auch und vor allem zu Zwecken einer Kraftunterstützung bei Arm- und Schulterbewegungen, die zu Produktions-, Montage- oder sonstigen Arbeitszwecken zu bewältigen sind.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Erstes Lagerteil
<b>1'</b>	Lagerzapfen
<b>2</b>	Zweites Lagerteil
<b>3</b>	Drittes Lagerteil
<b>3'</b>	Lagerauge
<b>4</b>	Viertes Lagerteil
<b>4'</b>	Lagerzapfen
<b>5</b>	Befestigungsmittel
<b>6</b>	Befestigungsmittel
<b>7</b>	Elektromotor
<b>8</b>	Lagerbolzen
<b>9, 10</b>	Hebelarm
<b>D1</b>	Erste Drehachse
<b>D2</b>	Zweite Drehachse
<b>D3</b>	Dritte Drehachse
<b>D4</b>	Vierte Drehachse
<b>D5</b>	Fünfte Drehachse
<b>L1</b>	Erstes Drehlager
<b>L2</b>	Zweites Drehlager
<b>L3</b>	Drittes Drehlager
<b>L4</b>	Viertes Drehlager
<b>L5</b>	Fünftes Drehlager
<b>V</b>	Vorrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2007/0225620 A1 [0006, 0007]
- WO 2015/099858 A2 [0007]

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bewegungsunterstützung eines menschlichen Schultergelenkes mit einem ersten Drehlager (L1) zur Ausübung einer Drehung eines ersten Lagerteils (1) um eine erste Drehachse (D1),  
 einem zweiten Drehlager (L2) zur Ausübung einer Drehung eines zweiten Lagerteils (2) um eine zweite Drehachse (D2), wobei die zweite Drehachse (D2) mittel- oder unmittelbar mit dem ersten Lagerteil (1) verbunden ist,  
 einem dritten Drehlager (L3) zur Ausübung einer Drehung eines dritten Lagerteils (3) um eine dritte Drehachse (D3), wobei die dritte Drehachse (D3) mittel- oder unmittelbar mit dem zweiten Lagerteil (2) verbunden ist,  
 einem vierten Drehlager (L4) zur Ausübung einer Drehung eines vierten Lagerteils (4) um eine vierte Drehachse (D4), wobei die vierte Drehachse (D4) mittel- oder unmittelbar mit dem dritten Lagerteil (3) verbunden ist und  
 einem fünften Drehlager (L5) zur Ausübung einer Drehung des vierten Lagerteils (4) um eine fünfte Drehachse (D5),  
 wobei

- a) die erste Drehachse (D1) mit einem ersten Befestigungsmittel (5) raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbar feste Anbringung und Ausrichtung des ersten Drehlagers (D1) am Schulterbereich einer Person geeignet ist, so dass die erste Drehachse (D1) das Schulterblatt der Person traversiert,
- b) die fünfte Drehachse (D5) mit einem zweiten Befestigungsmittel (6) raumfest verbunden ist, das für eine abnehmbar feste Anbringung und Ausrichtung des fünften Drehlagers (D5) am Oberarmbereich des Schulterblattes einer Person geeignet ist, so dass die Drehachse (D5) den Oberarmkopf (Humeruskopf) der Person traversiert, und
- c) zumindest eines des ersten und fünften Drehlagers eine die Drehung unterstützende Aktorik aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Drehachse (D1) und die fünfte Drehachse (D5) eine gemeinsame Ebene aufspannen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens zwei der drei Drehachsen (D2, D3, D4) parallel zueinander orientiert sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die erste und zweite Drehachse schneiden.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die vierte und fünfte Drehachse schneiden.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite und dritte Drehachse sowie die dritte und vierte Drehachse jeweils einen konstanten Abstand zueinander aufweisen und der Abstand zwischen der zweiten und der vierten Drehachse veränderlich ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Drehachse orthogonal zur ersten Drehachse orientiert ist, und dass die vierte Drehachse orthogonal zur fünften Drehachse orientiert ist

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Orthogonalität jeweils mit einer Toleranz von plusminus 10° behaftet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktorik ein elastisches Spannmittel mit einer ein Drehmoment generierenden Vorspannung umfasst, oder dass die Aktorik einen elektromotorischen Antrieb aufweist, in Form eines der nachfolgenden Elektromotoren: Servo-, Schritt- oder Synchronmotor.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste, zweite, dritte und vierte Lagerteil (1, 2, 3, 4) jeweils als voneinander separate Bauteile ausgebildet sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

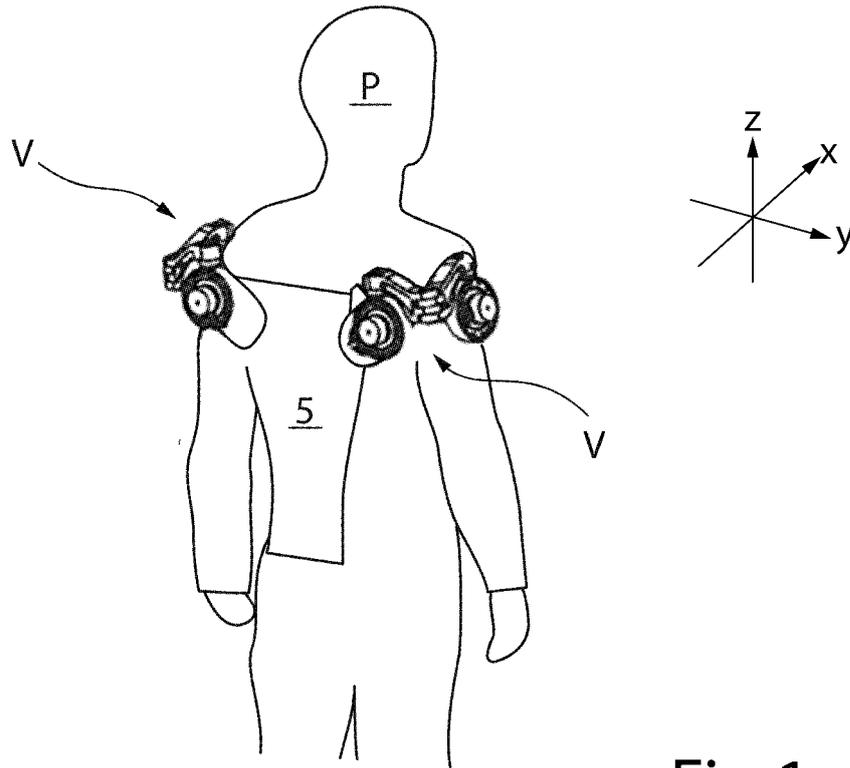


Fig.1

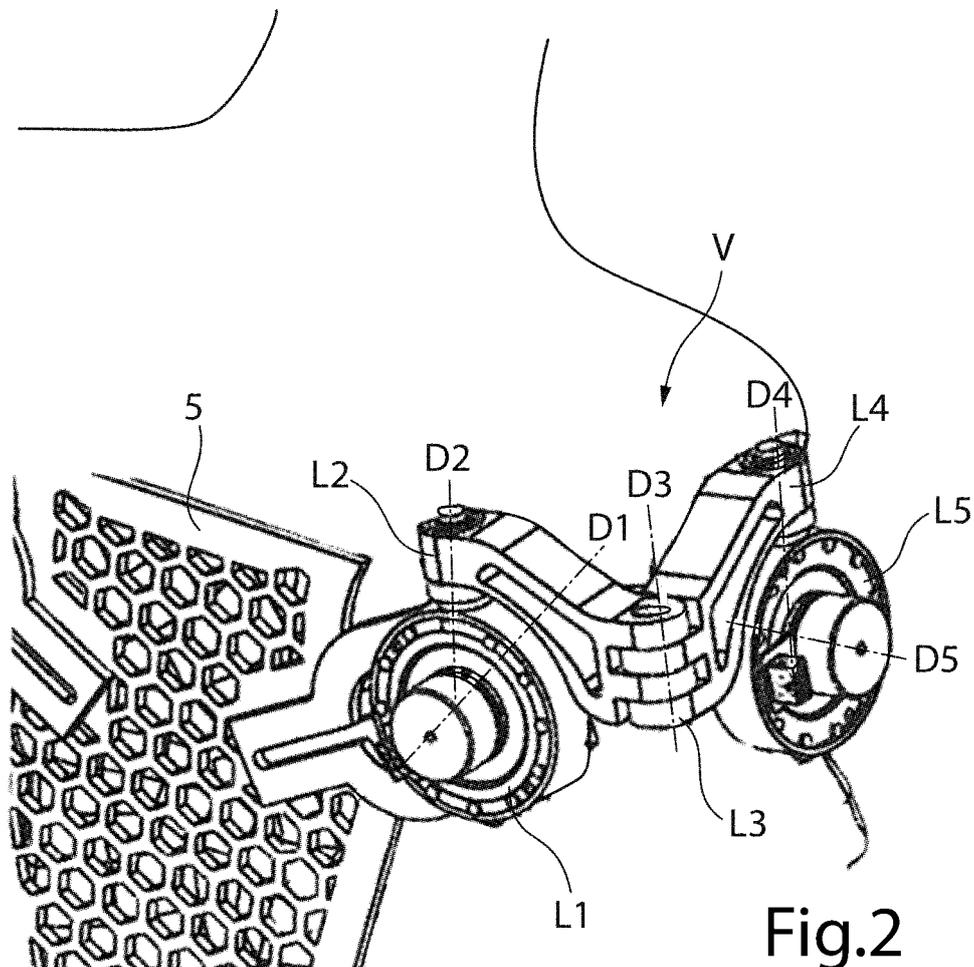


Fig.2

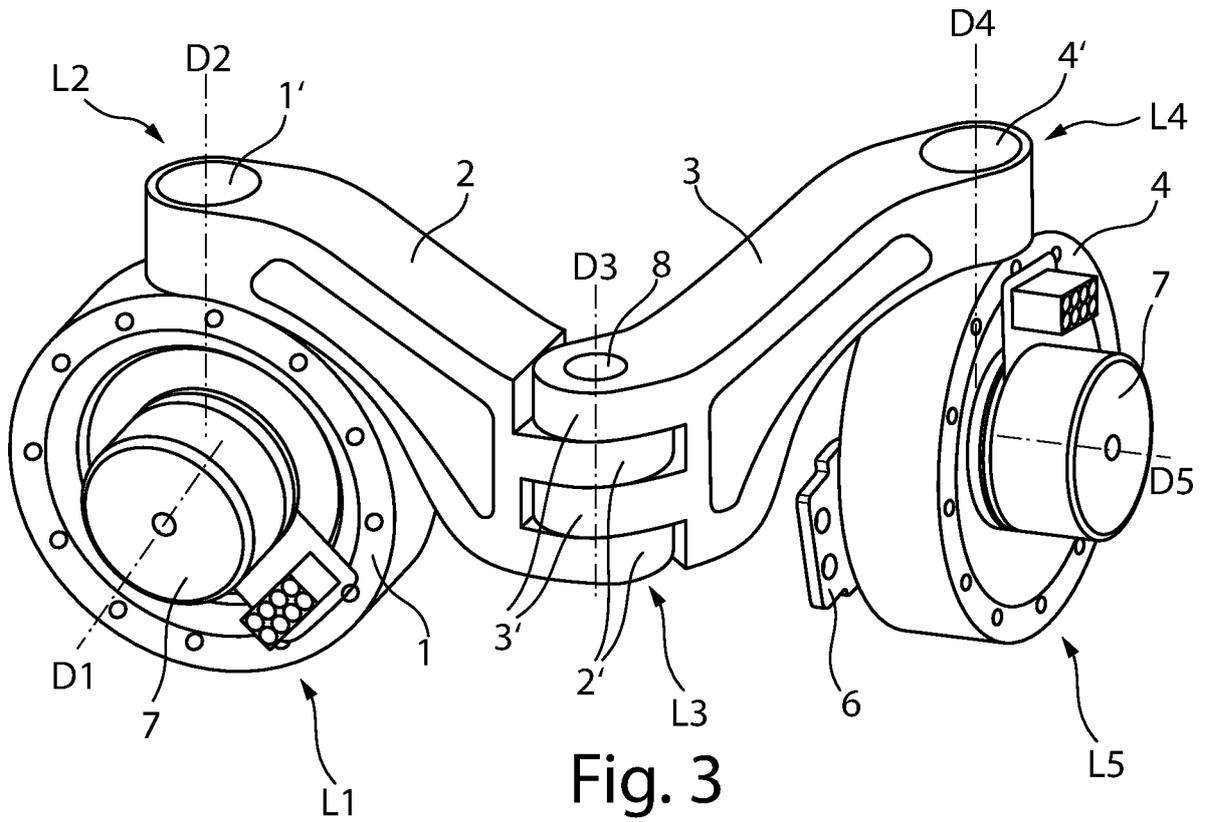


Fig. 3

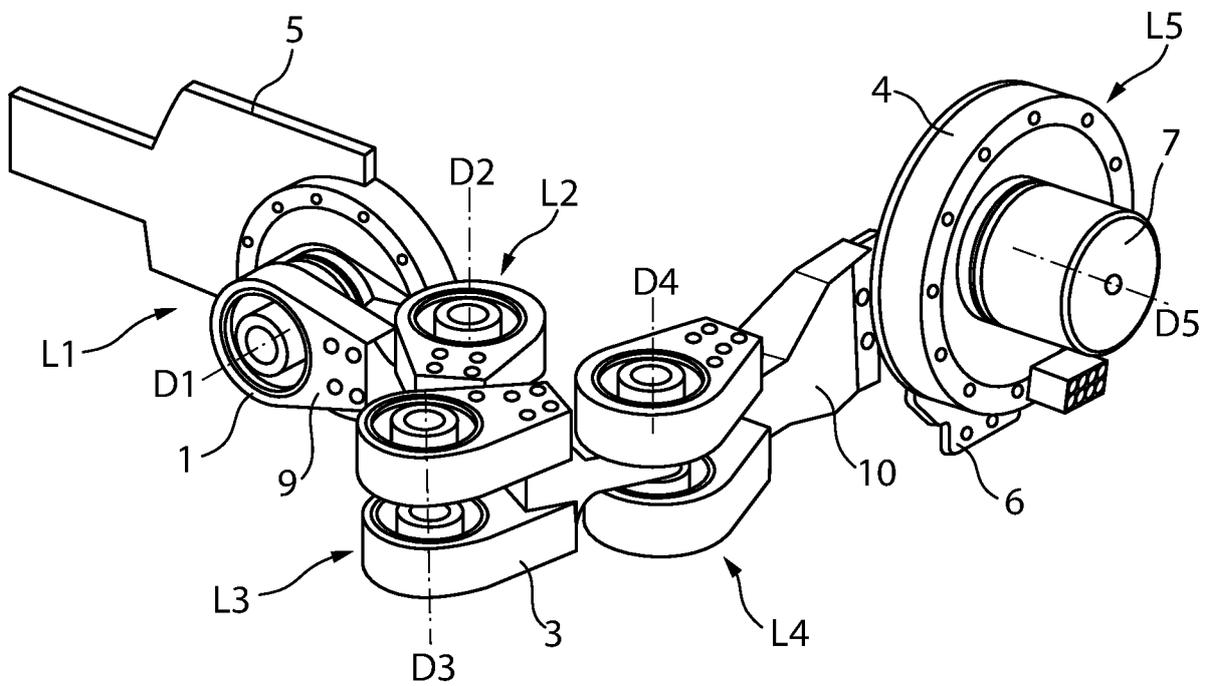


Fig. 4