

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Oktober 2017 (05.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/168004 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F16F 9/53 (2006.01) A61B 5/22 (2006.01)
F16F 15/10 (2006.01) A63B 21/008 (2006.01)
F16F 9/12 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2017/057791
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
31. März 2017 (31.03.2017)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
PCT/EP2016/057162 31. März 2016 (31.03.2016) EP
10 2016 118 920.0
5. Oktober 2016 (05.10.2016) DE
- (71) **Anmelder:** INVENTUS ENGINEERING GMBH
[AT/AT]; Nummer 181, A - 6771 St. Anton i.M. (AT).
- (72) **Erfinder:** BATTLOGG, Stefan; Nummer 166, 6771 St. Anton i.M. (AT).
- (74) **Anwalt:** BSB - INTELLECTUAL PROPERTY LAW;
Am Markt 10, 59302 Oelde (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** TRAINING EQUIPMENT AND METHOD

(54) **Bezeichnung :** TRAININGSGERÄT UND VERFAHREN

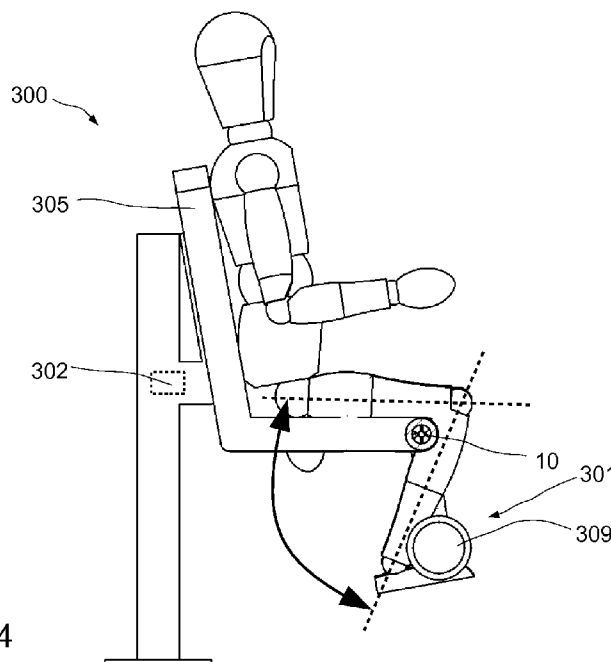


Fig. 14

(57) **Abstract:** The invention relates to training equipment (300) for targeted muscle actuation. The training equipment (300) comprises a muscle-powered actuating element (301) and a damping system (10) comprising two components (2, 3) that can move in relation to one another. One of the components (2, 3) is operatively connected to the actuating element (301), such that a movement of the actuating element (301) can be damped. A field-sensitive rheological medium (5) and a field generation system (7) are associated with the damping system (10), in order to generate and control a field strength. A damping characteristic can be influenced by the field generation system (7). A control system (302) is suited and designed to control the field generation system (11) in a targeted manner in accordance with a training parameter, such that the movement of the actuating element (301) can be damped taking into account the training parameter.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Trainingsgerät (300) zur gezielten Muskelbetätigung. Das Trainingsgerät (300) umfasst ein muskelkraftbetriebenes

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/168004 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Betätigungselement (301) und eine Dämpfeinrichtung (10) mit zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten (2, 3). Eine der Komponenten (2, 3) ist mit dem Betätigungselement (301) wirkverbunden, sodass eine Bewegung des Betätigungselementes (301) dämpfbar ist. Der Dämpfeinrichtung (10) sind ein feldempfindliches rheologisches Medium (5) und eine Felderzeugungseinrichtung (7) zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke zugeordnet. Durch die Felderzeugungseinrichtung (7) ist eine Dämpfungseigenschaft beeinflussbar. Dabei ist eine Steuereinrichtung (302) dazu geeignet und ausgebildet, die Felderzeugungseinrichtung (11) in Abhängigkeit eines Trainingsparameters gezielt zu steuern, sodass die Bewegung des Betätigungselementes (301) unter Berücksichtigung des Trainingsparameters dämpfbar ist.

Trainingsgerät und Verfahren

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Trainingsgerät zur gezielten Muskelbetätigung mit wenigstens einem wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenen Betätigungselement und mit wenigstens einer Dämpfereinrichtung.

Ein entscheidendes Merkmal von Trainingsgeräten ist deren Anpassungsfähigkeit an bestimmte Trainingsvorgaben und an die individuellen Bedürfnisse der Trainingsperson. Daher weisen Trainingsgeräte in der Regel verschiedene Einstellmöglichkeiten auf. Beispielsweise kann eingestellt werden, welche Kraft die Trainingsperson aufbringen muss oder wie sehr sie sich strecken oder dehnen muss.

Allerdings ist die Einstellung von Trainingsgeräten oft sehr unkomfortabel und zeitaufwendig. In der Regel sind Fachkenntnisse vorausgesetzt, um die für ein gezieltes Training notwendigen Einstellungen optimal vornehmen zu können. Es kann sogar vorkommen, dass aufgrund von fehlerhaften Einstellungen Überbelastungen und Schmerzen auftreten.

Im Stand der Technik sind daher Trainingsgeräte bekannt geworden, bei denen die Trainingsbewegungen durch Dämpfer beeinflusst werden. Das ermöglicht in der Regel eine einfachere Einstellung bestimmter Trainingsvorgaben.

Für ein optimales Training und eine besonders komfortable Benutzung der Trainingsgeräte wäre es jedoch von Vorteil, wenn die Einstellung der entsprechenden Dämpfer noch gezielter und insbesondere auch wenigstens teilweise automatisiert erfolgen könnte.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein

Trainingsgerät und ein Verfahren zum Betreiben eines Trainingsgeräts zur Verfügung zu stellen, welche ein verbessertes Training ermöglichen und bei denen besonders unaufwendig und vorzugsweise auch wenigstens teilweise automatisiert gezielte Einstellungen vorgenommen werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Trainingsgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 25. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der allgemeinen Beschreibung und der Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

Das erfindungsgemäße Trainingsgerät dient zur gezielten Muskelbetätigung und umfasst wenigstens ein wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenes Betätigungselement. Das Trainingsgerät umfasst wenigstens eine Dämpfereinrichtung mit wenigstens zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten. Eine der Komponenten ist mit dem Betätigungselement wirkverbunden, sodass eine Bewegung des Betätigungselements dämpfbar ist. Der Dämpfereinrichtung sind ein feldempfindliches rheologisches Medium und wenigstens eine Felderzeugungseinrichtung zu Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke zugeordnet. Durch die Felderzeugungseinrichtung ist wenigstens eine Dämpfungseigenschaft beeinflussbar.

In einer bevorzugten Weiterbildung umfasst das Trainingsgerät wenigstens eine Steuereinrichtung. Die Steuereinrichtung ist insbesondere dazu geeignet und ausgebildet, die Felderzeugungseinrichtung in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters gezielt zu steuern. Vorzugsweise ist dadurch die Bewegung des Betätigungselements unter Berücksichtigung des Trainingsparameters dämpfbar.

Das erfindungsgemäße Trainingsgerät bietet viele Vorteile. Durch die entsprechende Dämpfereinrichtung des Trainingsgeräts kann das Training erheblich verbessert werden, da die Dämpfung sehr gezielt einstellbar ist. Zudem können die für das Training

gewünschten Einstellungen besonders komfortabel und unaufwendig vorgenommen werden.

Besonders vorteilhaft ist auch die Steuereinrichtung. Durch diese kann die Felderzeugungseinrichtung so eingestellt werden, dass ein Training mit sehr gezielten Trainingsparametern möglich ist. Zudem kann über die Steuereinrichtung eine automatisierte Einstellung des Trainingsgerätes erfolgen. Dazu kann ein Trainer bzw. Therapeut die erforderlichen Trainingsparameter im Vorfeld ermitteln und im Trainingsgerät hinterlegen. Oder der Benutzer erhält die Trainingsparameter online bzw. aus dem Netz. Die Trainingsperson kann dann mit dem Training beginnen, ohne selbst Einstellungen vorzunehmen oder auf den Trainer warten zu müssen.

Insbesondere ist der Trainingsparameter in der Steuereinrichtung hinterlegt. Der Trainingsparameter kann auch auf einem Speichermedium hinterlegt sein, welches mit der Steuereinrichtung wirkverbunden ist. Beispielsweise kann der Trainingsparameter auf einem transportablen Speichermedium hinterlegt sein, welches die Trainingsperson mit sich führt. So kann durch Einlegen des Speichermediums oder auch durch eine Nahfeld-Erkennung eine automatisierte Einstellung der gewünschten Trainingsparameter erfolgen, wenn die Trainingsperson das Trainingsgerät nutzt.

Insbesondere ist in Abhängigkeit des Trainingsparameters eine zur Bewegung einer der beiden Komponenten aufzubringende Dämpfungskraft einstellbar. Durch die Dämpfungskraft ist insbesondere die Betätigungskraft des Betätigungselements einstellbar.

Vorzugsweise ist in Abhängigkeit des Trainingsparameters ein Weg und/oder ein Drehwinkel einstellbar, über welchen wenigstens eine der beiden Komponenten bewegbar ist. Dadurch ist insbesondere auch der Weg und/oder der Drehwinkel der Bewegung des Betätigungselements einstellbar. Möglich ist auch, dass über die Einstellung der Dämpfungskraft die Bewegbarkeit des Betätigungselements einschränkbar und/oder blockierbar ist. So kann beispielsweise eine Bewegung des Betätigungshebels außerhalb eines vorgegebenen Weges bzw. Drehwinkels verhindert werden. Das

Blockieren des Betätigungselements erfolgt insbesondere durch Einstellen einer entsprechend hohen Dämpfungskraft, sodass beispielsweise das Betätigungselement nicht mehr durch Muskelkraft bewegbar ist.

Vorzugsweise ist die Dämpfungseigenschaft während wenigstens einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements variierbar. Insbesondere ist eine einzelne Betätigung des Betätigungselements mit unterschiedlichen Dämpfungseigenschaften und beispielsweise mit unterschiedlichen Dämpfungskräften ausführbar. Insbesondere ist die Dämpfungseigenschaft während eines einzelnen Bewegungszyklus variierbar. Der Bewegungszyklus kann z. B. eine einzelne Umdrehung mit dem rechten und/oder linken Bein sein.

Beispielsweise ist die Betätigung ein Ziehen an einem Armhebel oder ein Schwenken eines Beinhebels. Dann können zu Beginn des Ziehens bzw. Schwenkens andere Dämpfungseigenschaften und vorzugsweise andere Dämpfungskräfte einstellbar sein als im weiteren Verlauf oder gegen Ende des Ziehens bzw. Schwenkens.

Die Einstellung der Dämpfungseigenschaft während einer Betätigung kann durch wenigstens eine Funktion beschreibbar sein. Die Funktion ist vorzugsweise in der Steuereinrichtung hinterlegt. Das bietet erhebliche Vorteile gegenüber einer Dämpfung, welche während der gesamten Betätigung auf einem bestimmten Wert verbleibt. Bei vielen Übungen ist es von großem Vorteil, wenn gerade zu Beginn oder gegen Ende der jeweiligen Bewegung bzw. Betätigung die Dämpfungskraft gezielt abgesenkt oder angehoben wird. Aufgrund der Dämpfereinrichtung mit dem rheologischen Medium bzw. mit der Felderzeugungseinrichtung kann die Dämpfungskraft während einer einzelnen Betätigung durch Anpassen der Feldstärke nahezu beliebig variiert werden. Das bietet erhebliche Vorteile gegenüber Trainingsgeräten, die über mechanische Ventile eingestellt werden müssen.

Das ermöglicht, dass der Trainingsablauf über die Trainingszeit besonders individuell und gezielt verlaufen kann. Das bietet erhebliche Vorteile gegenüber Anpassungen, die für längere Dauer erfolgen und z. B. für Aufwärmphase, Haupttrainingsphase,

Auslaufphase, welche jeweils z. B. mehrere Minuten oder Stunden lang sind, vorgenommen werden. Denn dabei werden die zu trainierenden Körperpartien meist synchron belastet bzw. beaufschlagt. Für ein optimales Training im Sinne von Gelenksschonung bzw. bestmöglichen Muskelaufbau ist es jedoch von Vorteil, wenn der Trainingsverlauf nicht über eine längere Zeitdauer, z. B. Minuten oder sogar Stunden, grob variabel gestaltet wird, sondern jeder Bewegungszyklus einzeln und sogar noch für das zu trainierende Körperteil unterschiedlich.

Die hier vorgestellte Erfindung bietet dagegen eine sehr schnelle Anpassung der Einstellungen, z. B. in Echtzeit und/oder während nur einer einzigen Bewegung. In einer Ausgestaltung als Hometrainer in Form eines Fahrrades kann so z. B. während einer Pedalumdrehung um 360° die Bremskraft bzw. das Drehmoment anhand der Dämpfereinstellungen kontrolliert variiert werden. In besonders bevorzugten Ausgestaltungen kann dabei sogar das linke Bein anders als das rechte Bein trainiert bzw. mit Bremsmoment beaufschlagt werden und umgekehrt.

Der Trainingsparameter ist besonders bevorzugt einer Gruppe von Parametern entnommen, welche eine zur Betätigung des Betätigungselements vorgesehene Kraft bzw. Drehmoment, Geschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit, Beschleunigung, Strecke, Bewegungsrichtung bzw. Drehrichtung, Bewegungsbahn und einen zur Betätigung des Betätigungselements vorgesehenen Winkel umfasst. Die Berücksichtigung solcher Trainingsparameter bei der Steuerung der Dämpfereinrichtung ermöglicht eine besonders gezielte Anpassung an die individuellen Trainingsvoraussetzungen einer Trainingsperson. Der Winkel kann beispielsweise den Bereich vorgeben, um den das Betätigungselement mit einer bestimmten Kraft und/oder Geschwindigkeit verschwenkbar ist.

Möglich ist auch, dass der Trainingsparameter wenigstens ein Parameter der Gruppe als Funktion wenigstens eines anderen Parameters der Gruppe beschreibt. Beispielsweise kann die Geschwindigkeit und/oder die Kraft als Funktion der Strecke und/oder des Winkels in der Steuereinrichtung hinterlegbar sein.

Es kann vorgesehen sein, dass ein charakteristischer Wert für den Trainingsparameter eingegeben werden kann, durch welchen der Trainingsparameter ableitbar ist und/oder mittelbar hervorgeht. Beispielsweise kann der Trainer einen Wert aus einer Skala für den Trainingszustand auswählen und eingeben. Ein hoher Wert ist dann z. B. für eine kräftige, trainierte Person und ein niedriger Wert für eine untrainierte Person. Die Steuereinrichtung kann dann den charakteristischen Wert in einen Trainingsparameter umsetzen, der für die Ansteuerung der Dämpfereinrichtung geeignet ist.

Die Steuereinrichtung ist bevorzugt dazu geeignet und ausgebildet, die Felderzeugungseinrichtung in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters als Funktion wenigstens eines anderen Trainingsparameters zu steuern.

Beispielsweise kann der Trainer bestimmten Winkelstellungen des Betätigungselements bestimmte Kräfte zur Betätigung des Betätigungselements zuordnen. Die Steuereinrichtung berücksichtigt dann insbesondere die Kraft als Funktion des Winkels. Das hat den Vorteil, dass in bestimmten Stellungen des Betätigungselements eine höhere oder auch eine geringere Kraft von der Trainingsperson abverlangt wird. Besonders von Vorteil ist dies bei Rehaübungen, da in bestimmten Dehnungsstellungen hohe Kräfte vermieden werden müssen. So kann bei der Rehabilitation einer Knieverletzung mit zunehmendem Streckwinkel des Knies eine geringere Dämpfung und somit eine geringere Betätigungskraft vorgesehen sein.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, anhand wenigstens einer Sensoreinrichtung wenigstens eine Kenngröße für die Bewegung des Betätigungselements zu erfassen. Insbesondere ist die Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, die Felderzeugungseinrichtung unter Berücksichtigung der Kenngröße gezielt zu steuern. Insbesondere ist die Dämpfungskraft zur Bewegung wenigstens einer der beiden Komponenten unter Berücksichtigung der Kenngröße einstellbar. Insbesondere betrifft die erfasste Kenngröße eine oder mehrere der Größen, welche auch

als Trainingsparameter herangezogen werden. Insbesondere beschreibt die Kenngröße eine zur Betätigung des Betätigungselements vorgesehene Kraft bzw. Drehmoment, Luftdruck, Druck in Flüssigkeiten, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Strecke, Bewegungsrichtung bzw. Drehrichtung, Bewegungsbahn und/oder einen Winkel.

Eine solche Ausgestaltung hat den besonderen Vorteil, dass die Einstellung der Dämpfungskraft nicht nur in Abhängigkeit eines zuvor festgelegten Trainingsparameters erfolgt, sondern auch durch eine sensorische Überwachung des Trainings anpassbar und besonders bevorzugt auch regelbar ist. So können z. B. falsch ausgeführte Übungen und zum Beispiel zu schnelle Bewegungen auch ohne Anwesenheit des Trainers erkannt werden können.

Beispielsweise kann bei Erkennung von zu schnell ausgeführten Bewegungen die Dämpfungskraft so nach geregelt werden, dass die Trainingsperson aufgrund einer erhöhten Dämpfungskraft die Übung entsprechend langsamer ausführt.

Bevorzugt ist es auch möglich, dass die erfasste Kenngröße in der Steuereinrichtung hinterlegt wird. Dadurch hat der Trainer die Möglichkeit, den Trainingsverlauf im Nachhinein zu analysieren und das Training eventuell anzupassen.

Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, den Trainingsparameter in Abhängigkeit der Kenngröße anzupassen. Das ermöglicht eine intelligente bzw. adaptive Anpassung des Trainingsparameters. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass die Anpassung des Trainingsparameters durch die Steuereinrichtung erfolgt. Das erspart dem Trainer eine zeitaufwendige und mühsame Neubestimmung des Trainingsparameters. Besonders vorteilhaft an einer solchen Ausgestaltung ist auch, dass der Trainer zunächst einen Erfahrungswert bzw. einen Näherungswert als Trainingsparameter vorgeben kann. Sollte dieser Trainingsparameter einer Optimierung bedürfen, erkennt dies die Steuereinrichtung insbesondere aufgrund der sensorisch erfassten Kenngröße und nimmt z. B. eine selbstständige Anpassung des Trainingsparameters vor.

Beispielsweise gibt die sensorisch erfasste Kenngröße die Geschwindigkeit bei der Betätigung des Betätigungselements an. Übersteigt die Geschwindigkeit einen Schwellenwert, kann von einer eher einfachen Übung ausgegangen werden. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise dazu geeignet und ausgebildet, bei Überschreiten eines Schwellenwertes den Trainingsparameter anzupassen. Beispielsweise stellt die Steuereinrichtung die zur Betätigung notwendige Kraft anhand der Dämpfungskraft auf einen höheren Wert ein. Dadurch wird das Trainingsniveau automatisch auf einem vorteilhaften Level gehalten.

Besonders bevorzugt ist Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, eine dauerhafte Anpassung des Trainingsparameters vorzunehmen. Dadurch kann auch bei späteren Trainingseinheiten der angepasste und nicht der ursprüngliche Trainingsparameter herangezogen werden. Möglich ist aber auch, dass durch die Steuereinrichtung nur eine zeitweise Anpassung des Trainingsparameters erfolgt. Beispielsweise wird der Trainingsparameter nur für eine Sitzung oder Betätigung angepasst.

In allen Ausgestaltungen ist es besonders bevorzugt, dass die Dämpfereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet ist, die Dämpfungseigenschaft in Echtzeit einzustellen. Insbesondere ist die Dämpfereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, unter Berücksichtigung der Kenngröße die Dämpfungseigenschaft in Echtzeit einzustellen. Dadurch ist auch bei schnellen bzw. sehr dynamischen Trainingsabläufen eine optimale Anpassung an die individuellen Bedürfnisse der Trainingsperson möglich.

Zum Beispiel wird in Echtzeit der Istzustand der Trainingsperson erfasst und der Trainingsumfang in dieser Form ebenfalls in Echtzeit anpasst, indem während einer Trainingsbewegung die Parameter verändert werden. Dies erfolgt vorzugsweise für jeden Körperteil angepasst, d.h., der rechte Arm wird z. B. anders als der linke Arm trainiert. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die Sensoreinrichtung insbesondere mit verschiedenen Sensoren Zustände erfasst, diese Daten an eine Steuerelektronik weiter gibt, ein Algorithmus diese bewertet und an schnelle Aktoren ausgibt und dieser es in Kraft oder Moment umsetzt.

Schnell ist z.B. hundert Mal pro Sekunde bzw. innerhalb von weniger als 100 ms.

Ein erheblicher Vorteil eines Trainingsgeräts nach der Erfindung besteht darin, dass die Dämpfereinrichtung mit einem magneto-rheologischen Fluid als Arbeitsfluid ausgerüstet ist. Es kann von der Steuereinrichtung gesteuert das Magnetfeld der elektrischen Spule in Echtzeit, d. h. in wenigen Millisekunden (kleiner 10 oder 20 ms) eingestellt werden. Somit kann in Echtzeit auch die Dämpfungskraft eingestellt werden.

Insbesondere ist die Dämpfereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, die Dämpfungseigenschaft innerhalb weniger als 100 Millisekunden um wenigstens 30% zu verändern. Insbesondere ist die Dämpfungseigenschaft innerhalb weniger als 10 Millisekunden um wenigstens 10%, vorzugsweise um wenigstens 30% und besonders bevorzugt um wenigstens 50%, variierbar. Die Dämpfungseigenschaft kann auch innerhalb weniger als 100 Millisekunden um wenigstens 100% oder 500% oder um das Zehnfache oder Tausendfache variierbar sein. Eine solche Echtzeitsteuerung ist für Trainingsabläufe von besonders großem Vorteil.

Besonders bevorzugt ist die Dämpfungseigenschaft während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements unter Berücksichtigung der Kenngröße adaptiv variierbar. So kann einer falsch ausgeführten und zum Beispiel zu schnellen Betätigung des Betätigungselements besonders schnell durch Anpassung der Dämpfungseigenschaft entgegengewirkt werden. Das ist besonders bei einem Rehabilitationstraining von Vorteil, da bereits eine einzige zu kräftig oder zu sehr gestreckte Bewegung zu großen Schmerzen bei der Trainingsperson führen kann. So kann beispielsweise eine zu kräftig ausgeführte Bewegung bereits im Ansatz sensorisch erkannt und dadurch unterbunden werden, dass die Dämpfungskraft stark reduziert oder ganz zurückgenommen wird.

Es ist möglich und bevorzugt, dass sie Dämpfereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet ist, eine muskelkraftbetriebene Bewegung des Betätigungselements mittels der Felderzeugungseinrichtung und des feldempfindlichen rheologischen Mediums zu blockieren.

Dadurch können bestimmte Bewegungen der Trainingsperson gezielt verhindert werden. Beispielsweise kann ein Bewegungsspielraum dadurch angepasst werden und/oder eine zu weitläufige Bewegung gestoppt werden. Bevorzugt ist die Dämpfereinrichtung dazu derart ausgelegt, dass die maximale Dämpfungskraft ein Mehrfaches der zu erwartenden Muskelkraft beträgt.

Besonders bevorzugt ist die Bewegung in Abhängigkeit des Trainingsparameters und/oder der Kenngröße blockierbar. Dadurch können ungünstige Trainingsbewegungen gezielt und vorteilhaft verhindert werden. Da ein solches Blockieren besonders schnell und vorzugsweise in Echtzeit erfolgen kann, werden ungünstige Bewegungen bereits im Ansatz verhindert. Beispielsweise kann der Trainer einen Winkel bzw. einen Winkelbereich festlegen, in denen die Bewegbarkeit des Betätigungselements gezielt blockiert wird. Durch die Blockierung in Abhängigkeit der erfassten Kenngröße kann eine ungünstige Bewegung besonders schnell und vorzugsweise in Echtzeit verhindert werden, wenn die Kenngröße auf eine solche Bewegung hinweist.

In allen Ausgestaltungen ist es bevorzugt, dass das Betätigungselement einer Gruppe von Betätigungselementen entnommen ist, umfassend: Pedaltrieb, Beinhebel, Kniehebel, Armhebel, Rückenhebel, Bauchhebel, Rumpfhebel, Seilzug, Ruderhebel. Das Betätigungselement kann auch als ein Fingerhebel und/oder Handhebel und/oder Handgelenkhebel ausgebildet sein. Der Pedaltrieb kann als eine Trittplatte ausgebildet sein oder wenigstens eine solche umfassen. Vorzugsweise ist für jeden Finger und/oder jeden Fuß jeweils ein Betätigungselement vorgesehen.

Unter einem Hebel wird insbesondere auch eine Schwinge bzw. ein verschwenkbares und/oder drehbares Hebelelement oder auch ein Druck- oder Zughebel verstanden. Über das Betätigungselement erfolgt insbesondere ein Ziehen und/oder Drücken.

Das Trainingsgerät kann auch als ein Handtrainer ausgeführt sein oder wenigstens einen solchen umfassen. Dabei sind insbesondere zwei Betätigungselemente vorgesehen, welche an ihren Endabschnitten über eine Schwenklagereinrichtung miteinander

verbunden sind. Vorzugsweise sind das eine Betätigungselement mit der einen Komponente und das andere Betätigungselement mit der anderen Komponente der Dämpfereinrichtung und z. B. des Drehdämpfers verbunden, sodass ein Verschwenken der beiden Betätigungselemente dämpfbar ist.

Das Trainingsgerät kann auch als ein Fingertrainer ausgeführt sein oder wenigstens einen solchen umfassen. Dabei ist für jeden Finger ein Betätigungselement mit jeweils wenigstens einem Dämpfer vorgesehen. Der Trainingsparameter gibt dann unter anderem die Anzahl der zu bewegenden Finger und/oder den Fingertyp vor. Die Dämpfer dieser Finger sind dann mit einer definierten Dämpfungskraft bzw. einer durch eine Funktion definierten Dämpfungskurve betätigbar. Die Dämpfer der anderen Finger sind dann insbesondere blockiert. Es können auch alle Finger freigegeben sein. Es können für jeden Finger individuelle Dämpfungskräfte bzw. Dämpfungskurven vorgesehen sein.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst das Trainingsgerät wenigstens eine Dämpfereinrichtung mit wenigstens einem Drehdämpfer. Insbesondere umfasst die eine Komponente eine Innenkomponente und die andere Komponente eine Außenkomponente. Insbesondere umgibt die Außenkomponente die Innenkomponente vorzugsweise wenigstens abschnittsweise radial. Insbesondere ist zwischen den Komponenten ein radial nach innen von der Innenkomponente und radial nach außen von der Außenkomponente begrenzter und wenigstens teilweise mit dem rheologischen Medium gefüllter ringförmiger und umlaufender Dämpfungsspalt angeordnet. Der Dämpfungsspalt ist insbesondere durch die Felderzeugungseinrichtung einem Magnetfeld aussetzbar, um eine Schwenkbewegung zwischen den beiden gegeneinander verschwenkbaren Komponenten um eine Achse zu dämpfen.

Besonders bevorzugt ist eine Mehrzahl an wenigstens teilweise radial verlaufenden Armen an wenigstens einer der Komponenten vorgesehen. Insbesondere ist wenigstens ein Teil der Arme mit einer elektrischen Spule mit wenigstens einer Wicklung ausgerüstet. Insbesondere erstreckt sich die Wicklung jeweils neben der Achse und beabstandet von der Achse.

Ein solcher Drehdämpfer eignet sich besonders gut zur Verwendung in dem Trainingsgerät, da er nur wenig Bauraum benötigt und sehr schnell einstellbar ist.

Insbesondere umfasst das Trainingsgerät wenigstens eine Getriebeeinrichtung. Die Getriebeeinrichtung ist vorzugsweise dazu geeignet und ausgebildet, eine lineare Bewegung des Betätigungselements wenigstens teilweise in eine Schwenkbewegung einer der beiden Komponenten umzusetzen, sodass die lineare Bewegung durch den Drehdämpfer dämpfbar ist.

Möglich ist auch, dass das Betätigungselement selbst drehbar ist. Dann ist die Drehbewegung des Betätigungselements vorzugsweise direkt durch den Drehdämpfer dämpfbar.

Vorzugsweise umfasst das Trainingsgerät einen Drehdämpfer mit wenigstens einer Verdrängereinrichtung, wobei die Verdrängereinrichtung eine Dämpferwelle und ineinander eingreifende Verdrängerkomponenten aufweist, wobei eine Drehbewegung der Dämpferwelle dämpfbar ist. Dabei enthält die Verdrängereinrichtung vorzugsweise wenigstens ein magnetorheologisches Fluid als Arbeitsfluid und ist damit betreibbar. Es ist vorzugsweise eine Steuereinrichtung zugeordnet, mit der ein Magnetfeld einer wenigstens eine elektrische Spule umfassenden Magnetfeldquelle bzw. Magnetfelderzeugungseinrichtung steuerbar ist. Durch das Magnetfeld ist das magnetorheologische Fluid beeinflussbar, um eine Dämpfung der Drehbewegung der Dämpferwelle einzustellen.

Vorzugsweise umfasst das Trainingsgerät eine Dämpfereinrichtung mit wenigstens einer Dämpfereinheit, wobei eine Dämpfung der Drehbewegung zwischen den wenigstens zwei Komponenten einstellbar ist. Dabei ist wenigstens ein Kanal vorgesehen, wobei der Kanal ein magnetorheologisches Medium enthält. Es ist wenigstens eine Magnetfelderzeugungseinrichtung zur Erzeugung wenigstens eines Magnetfeldes in dem Kanal vorgesehen, um mit dem Magnetfeld das magnetorheologische Medium in dem Kanal zu beeinflussen. In Kanal ist vorzugsweise wenigstens ein Drehkörper vorgesehen.

In einer Weiterbildung ist ein freier Abstand zwischen dem Drehkörper und der Komponente wenigstens zehnmal so groß ist wie ein typischer mittlerer Durchmesser der magnetisch polarisierbaren Partikel in dem magnetorheologischen Medium.

Vorzugsweise ist zwischen dem Drehkörper und wenigstens einer Komponente wenigstens ein spitzwinkliger und das magnetorheologische Medium enthaltender Bereich vorgesehen, der mit dem Magnetfeld der Magnetfelderzeugungseinrichtung beaufschlagbar ist, um die Partikel wahlweise zu verketteten und/oder mit dem Drehkörper zu verkeilen oder freizugeben.

Dabei kann der spitzwinkliger Bereich zwischen dem Drehkörper und einer Komponente sich in Richtung der Relativbewegung der Komponente relativ zu dem Drehkörper verjüngen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Dämpfereinrichtung wenigstens einen Lineardämpfer mit wenigstens einer ersten Dämpferkammer und wenigstens einer zweiten Dämpferkammer. Die erste und die zweite Dämpferkammer sind insbesondere über wenigstens ein steuerbares Dämpfungsventil miteinander gekoppelt. Dem Dämpfungsventil ist vorzugsweise die Felderzeugungseinrichtung zugeordnet. Die Felderzeugungseinrichtung dient insbesondere zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke in wenigstens einem Dämpfungskanal des Dämpfungsventils. In dem Dämpfungskanal ist vorzugsweise das feldempfindliche rheologische Medium vorgesehen.

Ein solcher Lineardämpfer kann besonders gut zur Dämpfung von translatorischen bzw. linearen Bewegungen des Betätigungselements eingesetzt werden. Möglich ist auch, dass der Lineardämpfer über wenigstens eine Getriebeeinrichtung mit dem Betätigungselement wirkverbunden ist. Dabei ist die Getriebeeinrichtung insbesondere dazu geeignet und ausgebildet, eine Drehbewegung des Betätigungselements wenigstens teilweise in eine translatorische Bewegung einer der beiden Komponenten umzusetzen.

Insbesondere umfasst der Lineardämpfer eine mit dem rheologischen Medium gefüllte Kammer und einen relativ zu der Kammer

beweglichen Kolben. Der Kolben ist insbesondere mit dem Betätigungselement wirkverbunden.

In weiteren bevorzugten Ausgestaltungen ist das Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät mit wenigstens einem Drehdämpfer ausgestattet. Insbesondere wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter einem Trainingsgerät auch ein Fitnessgerät verstanden und umgekehrt. Das Trainingsgerät ist zur kontrollierten Muskelbetätigung geeignet und ausgebildet. Es umfasst wenigstens ein wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenes Betätigungselement. Dabei ist wenigstens eine Bewegung des Betätigungselementes durch den Drehdämpfer dämpfbar.

In einer möglichen Variante kommt ein Kunde z. B. ins Fitnessstudio und geht zu einem Körperscanner und/oder Analysegerät. Hier werden die „Hebelverhältnisse“ ermittelt und gespeichert (z. B. Oberarm, Unterarm, Schenkel, Körpergröße ...). Der Kunde erhält ein Device (z. B. NFC Armband, Chip, Smartdevice wie Smartphone oder -watch oder dergleichen) welches bei der Benutzung des Geräts diese Daten an das Fitnessgerät übermittelt. Somit ist dieses immer optimal bezüglich des Trainings (z. B. Kraft über Weg; Moment über Winkel oder dergleichen) eingestellt bzw. sagt dem Benutzer, wie er es einstellen soll (z. B. Sitz mechanisch verstellen oder dergleichen) oder das Gerät stellt sich selber ein (z. B. mittels E-Motoren oder dergleichen).

In einer anderen möglichen Variante hat der Kunde die Daten dabei (z. B. anhand einer Smartwatch, Smartphone, Chip oder dergleichen). Er kann so in jedem Fitnessstudio (weltweit) gleich loslegen, welches diese Daten verwerten kann bzw. die passenden Fitnessgeräte dazu hat (Nutzerbindung).

In beiden Varianten oder einer weiteren Variante werden die Daten vom Fitnessgerät wieder an einen „Speicher“ übermittelt und ausgewertet (z. B. Cloud, interner Speicher oder dergleichen). Der Kunde kann dann z. B. zu Hause die Daten verarbeiten.

Aufgrund der Daten wird das Nutzprofil vorzugsweise verfeinert (z. B. kann eine lernfähige Ausgestaltung vorgesehen sein). Die

Daten können auch mit Kollegen vergleichen und optimiert werden (z. B. per Community, Cloud oder dergleichen). Bevorzugt wird eine Logdatei erstellt, die den Trainingsverlauf und -erfolg anzeigt. Die Daten können auch an Diagnosestellen, Ärzte, Betreuer oder Krankenkassen übermittelt werden, damit diese sehen, wie und was gemacht wurde.

Vorzugsweise ist wenigstens eine Steuereinrichtung vorgesehen und dazu geeignet und ausgebildet, unter Berücksichtigung wenigstens eines vorgegebenen Parameters den Dämpfer gezielt einzustellen. Die Einstellung erfolgt vorzugsweise in Echtzeit. Beispielsweise kann als Parameter eine für eine Muskelübung gewünschte Kraft vorgesehen sein. Der Dämpfer wird dann so eingestellt, dass der Benutzer die Kraft zur Bewegung des Betätigungselementes aufbringen muss.

Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, wenigstens eine Kenngröße der Bewegung des Betätigungselements zu registrieren. Insbesondere ist die Steuereinrichtung dazu geeignet und ausgebildet, in Abhängigkeit der Kenngröße den Drehdämpfer in seiner Dämpfung unter Berücksichtigung des Parameters gezielt einzustellen.

Die Kenngröße der Bewegung des Betätigungselements wird insbesondere durch wenigstens einen Sensor erfasst. Insbesondere erfolgt eine kontinuierliche Erfassung. Beispielsweise durch einen der hier beschriebenen Sensoren und vorzugsweise durch den Drehgeber. Der Parameter betrifft dann vorzugsweise einen Schwellenwert und/oder eine Vergleichsfunktion für die Kenngröße. Es kann auch eine Zuordnung von vorgegebenem Parameter und erfasster Kenngröße in der Art eines Kennfeldes erfolgen.

Beispielsweise kann der Betreuer einen Wert für eine bei der Übung gewünschte Kraft/Drehmoment als Parameter vorgeben. Als Kenngröße der Bewegung des Betätigungselements wird dann die vom Benutzer aufgebrachte Kraft/Drehmoment erfasst und mit dem vorgegebenen Wert verglichen. Überschreitet der Benutzer den Wert, kann der Dämpfer weicher bzw. leichter bewegbar eingestellt werden. So wird eine Überlastung des Muskels beim Training

wirkungsvoll vermieden. Das ist besonders bei Rehabilitationsmaßnahmen von Vorteil, wo eine Überlastung unbedingt zu vermeiden ist. Alternativ kann auch ein haptisches Feedback durch den Dämpfer an den Benutzer ausgegeben werden. Bei einer registrierten Überlast kann der Dämpfer auch kraftlos oder sehr leichtgängig geschaltet werden.

Vorzugsweise beschreibt die Kenngröße eine Winkelstellung und/oder eine Bewegungsrichtung und/oder ein Bewegungsmoment und/oder eine Beschleunigung des Betätigungselementes. Diese Kenngrößen sind besonders vorteilhaft, da sie für die Muskelbetätigung des Benutzers am Trainingsgerät charakteristisch sind.

Besonders bevorzugt erfolgt die Einstellung des Dämpfers als Funktion der Kenngröße. Insbesondere erfolgt die Einstellung des Dämpfers dynamisch und/oder adaptiv. Das hat den Vorteil, dass ein viel individuelleres Training als bei Gewichtszügen oder einer herkömmlichen linearen Dämpfereinstellung möglich ist. So kann beispielsweise eine Trainingsbewegung mit leichter Kraft einsetzen und mit zunehmendem Hub und/oder Drehwinkel schwerer werden. Die aufzubringende Kraft kann auch in Echtzeit in Abhängigkeit einer als Kenngröße registrierten Beschleunigung eingestellt werden. Auch kann zwischen linker und rechter Körperhälfte unterschieden und entsprechend angepasst werden.

Bei vielen Menschen sind die Körperhälften oft von Haus aus unterschiedlich stark ausgebildet (z.B. Links - oder Rechtshänder), hierauf kann das Trainingsgerät besonders bevorzugt angepasst werden oder sich einstellen. Dies gilt insbesondere auch nach Krankheit, Unfällen, bei denen zumeist ein Körperteil mehr in Mitleidenschaft gezogen wird als das andere (Rehabilitation).

Das Trainingsprogramm kann auch innerhalb der Trainingszeit mehrmals und individuell variiert werden.

Beispielsweise beschreibt die Kenngröße den Drehwinkel beim Kniestrecken. Dann kann in Abhängigkeit des Drehwinkels der Dämpfer und somit die aufzubringende Muskelkraft eingestellt

werden. Z. B. wird bei zunehmender Streckung des Knies die Kraft verringert. Das verhindert schädliche Trainingsbelastungen. Bei einem kritischen Drehwinkel kann der Dämpfer auch kraftlos eingestellt werden, sodass schädliche Überdehnungen verhindert werden.

Kritische Winkel oder Stellungen können auch verletzungsbedingt vorgegeben sein oder physiologischen Ursprung haben. Hier kann der Dämpfer genau auf diese Gegebenheiten voreingestellt werden (Personalisiertes Training).

Da Übungen oft zu hastig und zu schnell ausgeführt werden, was die Gelenke und die Muskulatur stärker oder sogar schädigend belastet, kann in einer solchen Situation der Dämpfer so eingestellt werden oder stellt sich automatisch ein, dass ein schnelles Verfahren/Bewegen nicht möglich ist bzw. nicht zugelassen wird. Der Dämpfer kann dann auch sehr weich eingestellt werden oder ein haptisches Feedback ausgeben.

Möglich ist auch, dass die Kenngröße die Bewegungsrichtung beschreibt. Dadurch kann z. B. für ein Kniestrecken eine andere Kraft eingestellt werden als für die Rückwärtsbewegung oder das Kniebeugen. Bei vielen Muskelübungen ist es oft sehr entscheidend, dass die Rückbewegung leichter oder auch kraftaufwendiger erfolgt, als die Hinbewegung.

Es kann während des Trainings auch ein haptisches Feedback an den Benutzer auszugeben. Das erfolgt insbesondere durch eine gezielte Veränderung der Dämpfungseigenschaften und vorzugsweise wie zuvor beschrieben. Das Feedback wird insbesondere in Abhängigkeit der Kenngröße der Bewegung ausgegeben. Beispielsweise kann ein haptisches Rattern oder Ruckeln durch den Dämpfer eingestellt werden, wenn die Kenngröße erkennen lässt, dass der Benutzer eine Übung zu schnell oder zu stark ausführt. Das Feedback kann auch ausgegeben werden, wenn der Benutzer über einen Drehwinkel oder über eine Bewegungsstrecke hinausgeht oder innerhalb einer Bewegungstrecke eine Übung nicht korrekt durchführt. So kann der Benutzer leicht und einfach die korrekte Ausführung der Übungen erlernen.

Möglich ist auch, dass das Feedback unter Berücksichtigung anderer als Kenngröße dienender Sensorwerte ausgegeben wird. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung Pulswerte, Herzfrequenz und andere Vitalparameter registrieren und zur Einstellung der Dämpfers heranziehen. Überanstrengt sich der Benutzer (Erschöpfungszustand) oder liegt er außerhalb eines sinnvollen Trainingsbereichs, wird er durch das haptische Feedback darauf hingewiesen und/oder der Dämpfer passt sich automatisch und adaptiv so an, dass der Benutzer wieder in einem sinnvollen und vorzugsweise gesundheitlich nicht schädlichen Trainingsbereich arbeitet.

Unter Berücksichtigung anderer Sensorwerte und beispielsweise der Vitalparameter als Kenngröße kann auch eine Anpassung der Dämpfereigenschaften erfolgen. So kann die aufzubringende Kraft erhöht werden, wenn der Puls einen aufgewärmten Muskelapparat anzeigt. Möglich ist auch, dass bis zur Registrierung eines bestimmten Werts der Vitalparameter oder anderer Kenngrößen der Dämpfer in bestimmten Drehwinkeln so hart eingestellt wird, dass der Benutzer das Betätigungselement nicht in diese Drehwinkel bringen kann. So wird eine Überdehnung der Muskeln zu Beginn des Trainings vermieden.

Der erfindungsgemäße Drehdämpfer kann in bevorzugten Weiterbildungen bei Fitnessgeräten als Dämpfer und insbesondere als Hybriddämpfer zu bestehenden Systemen eingesetzt werden. Hierbei kann z. B. der im Millisekundenbereich und stufenlos schaltende Drehdämpfer parallel zu einer bestehenden relativ trägen Bremse (z. B. Reibbremse, Wirbelstrombremse oder andere geeignete Bremsen) in einem Trainingsgerät und z. B. einem Fitness Fahrrad (z. B. Ergotrainer oder dergleichen) geschaltet werden. Dadurch können Lastspitzen (welche sich z. B. aus kinematischen Gegebenheiten ergeben), Ungleichförmigkeiten, Schwingungen, Verschleiß, Lagerspiel und andere Spiele usw. ausgeglichen werden. Vorteilhaft geschieht dies als geregeltes System.

Nachfolgend ist mit „einzelne Betätigung“ z. B. eine Pedalumdrehung bei einem Trainingsfahrrad, eine teilweise oder

komplette Ruderbewegung (z. B. Auslage, Durchzug, Rücklage oder dergleichen) bei einer Bootstrainingsmaschine, ein Öffnen und Schließen einer Tür uvm. gemeint. Es kann auch eine Bewegung des Betätigungselementes des Trainingsgerätes gemeint sein.

Der erfindungsgemäße Drehdämpfer kann auch als einziges Energieumwandlungselement (z. B. eine Bremse oder dergleichen) eingesetzt werden, wodurch bisher nicht mögliche bzw. sehr individuelle Kraft-/Momentenverläufe möglich werden. Es kann so z. B. die Betätigungskraft-/moment nicht nur von einzelner Betätigung zu einzelner Betätigung (nicht nur z. B. pro volle Umdrehung, pro vollen Hub) variiert werden, sondern auch während einer einzelnen Betätigung. Insbesondere kann die Kraft/Moment über Weg/Winkel verändert werden, sodass sich ein mehrfach änderndes Moment während einer Umdrehung und somit ein gezielter Momentenverlauf/-kennlinie während einer Umdrehung ergibt).

Bei einer Rudertrainingsmaschine kann so z. B. während einer vollständigen Ruderbewegung der genaue Momentenverlauf (z. B. Kraftverlauf an der Hand des Menschen), adäquat einer Ruderbewegung in einem Boot im Wasser, erzeugt werden. Der erfindungsgemäße Drehdämpfer simuliert hierbei vorzugsweise die Ruder- bzw. Betätigungs kinematik, Eintauchtiefe, Verfahrensgeschwindigkeit, Anstellwinkel des Paddels und viele andere Kraftverläufe der Sportart.

Bei einem Langlauf-, Ski- oder Biathlontrainingsgerät kann so z. B. während einer vollständigen Bewegung der Arme bzw. des Körpers ein genauer Kraftverlauf (z. B. Kraftverlauf an der Hand bzw. den Armen und Schultern des Menschen), adäquat einer Bewegung auf Schnee, erzeugt werden. Das erfindungsgemäße Trainingsgerät mit seiner steuerbaren Dämpfereinrichtung simuliert hierbei vorzugsweise die Betätigungs kinematik, Eintauchtiefe in den Schnee (insbesondere einstellbar, damit verschiedene Schneearten und -härten simuliert werden können), Verstellung des Anstellwinkels im Schnee, Verfahren-/Betätigungsgeschwindigkeit, Anstellwinkel des Stocks zum Körper, Winkel und Positionen, welche sich beim Aufwärts oder Abwärtsfahren ergeben und viele andere Kraftverläufe der

Sportart. Dabei können lineare oder/und rotative Dämpfer zum Einsatz kommen, welche auch noch mit verstellbaren Federn (Federsteifigkeit; Federweg) kombiniert werden können. Vorzugsweise ist der Dämpfereinrichtung wenigstens eine Federeinrichtung zugeordnet.

Je nach Ausgestaltung des Trainingsgeräts kann nicht nur die Dämpfung, sondern auch die Federkraft einstellbar sein. So kann der Arbeitsbereich des Trainingsgerätes aber im Besonderen das Trainingsgerät selber besser auf den Benutzer abgestimmt werden. Eine Einstellung in Relation zum Benutzergewicht oder der Tagesverfassung ist meist sinnvoll. Bei der Verwendung von z. B. Schraubenfedern kann dies durch händisches oder automatisches Verstellen (z.B. mit einem Elektromotor) der Federauflagefläche erfolgen. Dadurch verändert sich insbesondere die Federlänge (Linearlänge). Bei Torsionsfedern kann das Federstabe eine Verzahnung haben, welche im Eingriff mit einem Gehäuse ist. Durch Verdrehen der Grundposition können andere Momente erzeugt werden. Vorzugsweise können jegliche geeignete Federarten verwendet werden (Biegefeder, Torsionsfeder, Schraubenfeder, Spiralfeder, Schenkelfeder, Stabfeder, Spiralfeder, Gasdruckfeder).

Eine komfortable Art der Einstellung ist z. B. mittels einer Luftfeder bzw. Gasdruckfeder. Die Luftfederung ist ein Federungssystem, das die Kompressibilität von Gasen, insbesondere von Luft ausnutzt. Hier ist die Luft (Umgebungsluft) zum Beispiel in einem Rollbalg eingeschlossen, der mit weiteren Teilen wie Deckel und Abrollkolben luftdicht verbunden ist. Der Rollbalg ist insbesondere über den Kolben gestülpt und rollt insbesondere unter Druck auf diesem ab. Die Luftfeder kann durch eine Handpumpe (z.B. Fahrradpumpe) und/oder einen Kompressor mit Druckluft versorgt werden. Abhängig von dem gewünschten Trainingsbereich, dem Körpergewicht oder der Beladung (Eigengewicht der Bauteile des Trainingsgeräts) kann Luft zu- oder abgepumpt werden, um die Federkraft zu erhöhen oder zu verringern. Über das Füllvolumen kann auch die Niveaulage (Längserstreckung) konstant gehalten und/oder variiert werden. Bei Trainingsgeräten ist die Luftfeder auch deshalb besonders vorteilhaft, weil diese besonders sauber und einfach ein- bzw. verstellbar ist.

Eine dynamische Anpassung der Federkraft, ähnlich der dynamischen Dämpfungsverstellung, erhöht insbesondere den Funktionsumfang des Trainingsgerätes. Vorzugsweise ist die Federeinrichtung bzw. die Federkraft analog zu der zuvor beschriebenen Dämpfereinrichtung bzw. Dämpferkraft einstellbar.

Insbesondere ist für eine linke Körperhälfte wenigstens teilweise eine andere Dämpfungseigenschaft als für eine rechte Körperhälfte einstellbar. Vorzugsweise ist für die linke Körperhälfte eine andere aufzubringende Dämpfungskraft als für die rechte Körperhälfte einstellbar.

Insbesondere ist für jede Körperhälfte wenigstens ein Betätigungselement BE vorgesehen. Zum Beispiel ist für jedes Bein und/oder jeden Arm und/oder jede Hand und/oder jede Rumpfhälfte wenigstens ein Betätigungselement vorhanden. Die jeweiligen Betätigungselemente können dabei einen separaten Dämpfer umfassen. Dabei ist vorzugsweise jeder Dämpfer einzeln einstellbar. Zum Beispiel kann die Dämpfung für den rechten Arm oder das rechte Bein anders als für den linken Arm bzw. das linke Bein eingestellt werden.

Die jeweiligen Betätigungselemente können auch gemeinsam gedämpft sein bzw. wenigstens einen gemeinsamen Dämpfer umfassen. Zum Beispiel sind die Betätigungselemente als Tretkurbeln ausgebildet, welche über eine gemeinsame Welle wirkverbunden sind. Dann kann jede Tretkurbel jeweils ein Betätigungselement darstellen, wobei die Drehbewegung der gemeinsamen Welle gedämpft ist. Vorzugsweise ist eine andere Dämpfereinstellung einstellbar, wenn das linke Bein an der linken Tretkurbel heruntertritt und das rechte Bein mitgenommen wird, als wenn das rechte Bein an der rechten Tretkurbel heruntertritt und das linke Bein mitgenommen wird. Insbesondere ist je nach Winkelposition des Betätigungselements für die jeweilige Körperhälfte eine andere Dämpfung einstellbar. Insbesondere ist die Dämpfereinstellung davon abhängig einstellbar, welche Körperhälfte bzw. mit welchem Betätigungselement die größere oder kleinere Kraft auf den Dämpfer eingebracht wird.

Es kann ein Zusammenwirken der beiden Körperhälften bzw. Betätigungselemente berücksichtigt werden, sodass der Grad des Unterschieds zwischen den Einstellungen für die Körperhälften dynamisch anpassbar ist. Beispielsweise wird bei der Dämpfereinstellung für den linken Arm sensorisch der Kraftverlauf oder Drehwinkel des rechten Arms erfasst und berücksichtigt. Werden Unterschiede zwischen den Körperhälften bzw. Betätigungselementen erkannt, kann die Dämpfereinstellung individuell für jede Körperhälfte angepasst werden. Ist z. B. der rechte Arm erkrankt und ermüdet schneller, kann auch die Dämpfungskraft für den linken Arm angepasst werden, sodass ein ungesundes Ungleichgewicht vermieden wird. Andererseits ist aber auch ein für das Training vorteilhaftes Ungleichgewicht einstellbar.

Die Dämpfungseigenschaft kann auch für eine Kombination von Körperteilen einer Körperhälfte und/oder verschiedener Körperhälften unterschiedlich einstellbar sein. Zum Beispiel kann dabei eine Arm-Bein-Kombination über Kreuz oder auf einer Körperhälfte erfolgen. Zum Beispiel ist für ein linkes Bein und einen rechten Arm eine andere Dämpfereinstellung als für ein rechtes Bein und einen linken Arm möglich.

Vorzugsweise ist die für eine bestimmte Körperhälfte vorgesehene Dämpfungseigenschaft wenigstens teilweise während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements variierbar. Bevorzugt ist für die zu beeinflussende bzw. gewählte Körperhälfte die Dämpfungskraft während eines einzelnen Bewegungszyklus veränderbar und insbesondere mehrfach veränderbar.

Arme und Beine und viele Muskeln sind in der Regel links und rechts vorhanden. Bei den meisten Menschen sind diese unterschiedlich stark ausgebildet bzw. trainiert. Zudem ist die Gelenkigkeit von Mensch zu Mensch oder sogar von linker zur rechten Körperhälfte stark unterschiedlich. Das tritt besonders auch nach einem Unfall oder nach Verletzungen auf. Selbst modernste Trainings- oder Rehageräte berücksichtigen dies in der Regel nicht. Daher bietet die Erfindung hier besondere Vorteile, da die Körperhälften gezielt unterschiedlich angesprochen werden

können, z. B. sogar während einer einzigen Bewegung.

Insbesondere ist die Dämpfungseigenschaft wenigstens teilweise unter Berücksichtigung wenigstens eines Signals eines Nahfeldererkennungssystems variierbar. Die Dämpfungseigenschaft kann auch unter Berücksichtigung wenigstens einer vorzugsweise intelligenten Auswertung des Signals des Nahfeldererkennungssystems variierbar sein. Insbesondere ist die Dämpfungskraft abhängig von den Signalen und der nachfolgenden intelligenten Auswertung eines Nahfeldererkennungssystems veränderbar.

Das Nahfeldererkennungssystem umfasst insbesondere wenigstens einen Nahfeldsensor. Beispielsweise können vorgesehen sein: optische Sensoren, Umfeldkamera, Ultraschall, Bilderkennung, Laser. Es können hierfür auch vorhandene Sensoren (z.B. Microsoft Kinetics) und/oder an ein Smartphone gekoppelte Sensoren mit dem Trainingsgerät kombiniert werden. Das Nahfeldererkennungssystem ist insbesondere dazu geeignet und ausgebildet, den Trainingsparameter insbesondere wenigstens teilweise unter Berücksichtigung des erfassten Signals anzupassen und/oder unter Berücksichtigung des erfassten Signals zu erstellen.

Das Nahfeldererkennungssystem erkennt z. B. die Körperhaltung. Die Steuereinrichtung reduziert z. B. die Kräfte, wenn z. B. der Rücken stark gebeugt wird, um das Anheben eines Gewichtes zu trainieren. Der gebeugte Rücken führt in der Regel zu einer hohen Bandscheibenbelastung und damit zu möglichen Gesundheitsschäden. Daher wird vorzugsweise sobald oder analog der Zurücknahme der Rückenkrümmung die Kraft erhöht, sodass ein gutes Trainingsergebnis erzielt wird. Eine kontinuierliche Überwachung des Trainings mit Anpassungen zur gezielten Verbesserung kann so erfolgen. Dies gilt insbesondere nicht nur für Sportstudios oder Profigeräte, sondern auch für den Heimgebrauch.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zum Betreiben eines Trainingsgeräts zur gezielten Muskelbetätigung. Es wird ein wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenes Betätigungselement betätigt. Das Trainingsgerät umfasst wenigstens eine Dämpfungseinrichtung mit wenigstens zwei relativ zueinander

bewegbaren Komponenten. Eine der Komponenten ist mit dem Betätigungselement wirkverbunden, sodass eine Bewegung des Betätigungselementes dämpfbar ist. Der Dämpfereinrichtung sind ein feldempfindliches rheologisches Medium und wenigstens eine Felderzeugungseinrichtung zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke zugeordnet. Durch die Felderzeugungseinrichtung wird wenigstens eine Dämpfungseigenschaft beeinflusst. Dabei wird mit wenigstens einer Steuereinrichtung die Felderzeugungseinrichtung in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters gezielt gesteuert, sodass die Bewegung des Betätigungselementes unter Berücksichtigung des Trainingsparameters gedämpft wird.

Vorzugsweise wird das zuvor beschriebene erfindungsgemäße Trainingsgerät nach dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet eine unaufwendige und zugleich sehr individuelle Anpassung von Einstellungen für das Training.

Insbesondere wird wenigstens eine Kenngröße für wenigstens eine einzelne Betätigung des Betätigungselements überwacht. Die Dämpfungseigenschaft wird vorzugsweise unter Berücksichtigung der Kenngröße gezielt eingestellt, sodass ein optimaler Kraft-/Momentenverlauf hinsichtlich des gewünschten Trainingsergebnisses einstellbar ist. Vorzugsweise wird dazu in Echtzeit überwacht und/oder eingestellt. Insbesondere wird unter Berücksichtigung des Trainingsparameters eine einzelne Bewegung des Betätigungselementes während eines einzelnen Vorgangs vorzugsweise in Echtzeit überwacht und durch einen Aktor so beeinflusst bzw. gedämpft und gezielt angesteuert, dass daraus ein optimaler Kraft-/Momentenverlauf hinsichtlich des gewünschten Trainingsergebnisses resultiert. Insbesondere ist dazu wenigstens die zuvor beschriebene Sensoreinrichtung vorgesehen.

Insbesondere wird die Einstellung der Dämpfungseigenschaft unter Berücksichtigung der Kenngröße mehr als einmal, vorzugsweise mehrfach, während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements vorgenommen. Die Betätigung ist dabei z. B. eine Umdrehung des Betätigungselements. Die Einstellung kann auch

kontinuierlich während einer einzelnen Betätigung erfolgen. Vorzugsweise erfolgt auch die Erfassung der Kenngröße mehrfach und/oder kontinuierlich während einer einzelnen Betätigung.

Insbesondere vergehen zwischen der Betätigung des Betätigungselements, für welche die Kenngröße überwacht wird, und der daraus resultierenden Einstellung der Dämpfungseigenschaft weniger als 100 ms. Möglich sind auch weniger als 10 ms. Die Einstellung erfolgt insbesondere in Echtzeit und vorzugsweise so, wie zuvor für das Trainingsgerät beschrieben.

Insbesondere wird wenigstens ein Kennwert für eine Relativbewegung der ersten und der zweiten Komponente zueinander in Echtzeit ermittelt und insbesondere wiederholt und z. B. periodisch ermittelt. Insbesondere wird mit der Felderzeugungseinrichtung ein Feld nur dann erzeugt, wenn die Relativbewegung der ersten und der zweiten Komponente zueinander vorliegt. Insbesondere wird mit dem Kennwert eine einzustellende Feldstärke insbesondere in Echtzeit abgeleitet. Insbesondere wird mit der Felderzeugungseinrichtung, vorzugsweise in Echtzeit, die einzustellende Feldstärke erzeugt, um eine Dämpfungseigenschaft, insbesondere Dämpfungskraft, in Echtzeit einzustellen, die sich aus dem ermittelten Kennwert ergibt. Insbesondere vergehen zwischen der Relativbewegung und der daraus resultierenden Einstellung der Dämpfungseigenschaft weniger als 100 ms, vorzugsweise weniger als 10 ms. Insbesondere vergehen zwischen der Kennwertermittlung und der daraus abgeleiteten Dämpfungseigenschaft weniger als 100 ms, vorzugsweise weniger als 10 ms. Die Einstellung der Dämpfungseigenschaft erfolgt dabei insbesondere mehr als einmal und vorzugsweise mehrfach während einer Betätigung des Betätigungselements.

Das Trainingsgerät kann wenigstens eine aktive oder passive Kühleinrichtung umfassen.

Die Dämpfereinrichtung des Trainingsgeräts kann insbesondere derart ausgestaltet sein, wie es für Dämpfereinrichtungen in der DE 10 2012 016 948 A1 und der WO 2017/013234 A1 sowie der WO 2017/013236 A1 beschrieben ist. Die Gegenstände dieser

Schriften und insbesondere die Konstruktionsprinzipien der darin beschriebenen Dämpfer sind daher vollumfänglich in der Beschreibung der vorliegenden Erfindung aufgenommen.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Figuren erläutert werden.

In den Figuren zeigen:

- Figur 1 eine schematische Explosionsdarstellung eines erfindungsgemäßen Drehdämpfers;
- Figur 2 einen schematischen Querschnitt durch den Drehdämpfer nach Figur 1;
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht eines Teils des Drehdämpfers nach Figur 1;
- Figur 4 einen schematischen Querschnitt durch den Drehdämpfer nach Figur 1;
- Figur 5 schematisch eingezeichnete Magnetfeldlinien in dem Drehdämpfer nach Figur 4;
- Figur 6 einen Querschnitt durch einen weiteren Drehdämpfer;
- Figur 7 einen schematischen perspektivischen Teilquerschnitt eines Drehdämpfers für ein erfindungsgemäßes Fitnessgerät;
- Figur 8 einen Schnitt durch eine teilweise explodierte Darstellung nach Figur 7;
- Figur 9 eine stark schematisierte Skizze der Steuerung der Dämpfereinrichtung;
- Figur 10 eine stark schematisierte Skizze einer weiteren

Ausgestaltung der Steuerung der Dämpfereinrichtung;

- Figur 11 ein Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät;
- Figur 12 ein weiteres Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät;
- Figur 13 noch ein Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät;
- Figur 14 ein anderes Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät;
- Figur 15 noch ein weiteres Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät;
- Figur 16 einen Dämpfer für das Trainingsgerät nach Figur 15 im Schnitt;
- Figur 17 eine schematische Schnittansicht für den Dämpfer nach Figur 16;
- Figur 18 einen linearen Dämpfer z. B. das Fitnessgerät nach Figur 12;
- Figur 19 einen Kraftverlauf;
- Figur 19a einen weiteren Kraftverlauf;
- Figur 20 einen anderen Kraftverlauf;
- Figur 21 ein stark schematisiertes Trainingsgerät mit einem Nahfeldererkennungssystem;
- Figur 22 noch einen Kraftverlauf; und
- Figur 23 noch einen weiteren Kraftverlauf.

In den Figuren 1 bis 18 werden unterschiedliche Trainingsgeräte 300 bzw. Fitnessgeräte beschrieben. Ohne die Aufzählung zu beschränken, ist das Fitnessgerät als Gerät für den Muskelaufbau einsetzbar, beispielsweise als Beinpresse, als Hantelbank, als Kabelzugstation, als Lastzuggerät, als Multi-Press-Rack, als

Stepper und als Kraftstation. Es ist auch an Hanteln einsetzbar. Möglich ist auch der Einsatz der Erfindung bei Fitnessgeräten für die Ausdauersteigerung, so bei Ergometern und Crosstrainern, bei Laufbändern und auch bei Rudergeräten.

Die Erfindung bietet z. B. bei Ausgestaltung als Beinpresse Vorteile, da es dort bei großen Gewichten in Kombination mit zu schwachen Muskeln und dem Durchstrecken der Beine zu einem Durchknicken der Beine nach hinten und damit zu schweren Verletzungen kommen könnte. Mit der Erfindung kann das vermieden werden. Ein erfindungsgemäßes Trainingsgerät mit einer (adaptiven) Dämpfereinrichtung kann dies gezielt verhindern, indem eine Positionserkennung erfolgt oder die Kraft abhängig von dem Winkel erzeugt wird. Es wird vorzugsweise nur dann (eine entsprechend angepasste) Kraft aufgebracht, wenn auch gedrückt wird.

Das Gleiche gilt auch beim Heben eines Gewichts. Auch hier kann die Körperstellung ungünstig sein, z. B. beim Anheben (Anreißen) der Gewichte ist der Rücken stärker gekrümmt, was hohe Belastungen auf die Wirbel erzeugt. Das Fitnessgerät mit der steuerbaren (adaptiven) Dämpfereinrichtung kann hier optimal angepasst werden.

Ein möglicher Einsatz in einer Variante A kann wie folgt sein: Der Kunde kommt ins Studio und geht zu einem Körperscanner. Hier werden die „Hebelverhältnisse“ ermittelt und gespeichert (Oberarm, Unterarm, Schenkel, Körpergröße..). Der Kunde erhält ein Gerät (Computer, Armband, Chip, Smartphone oder Smartwatch oder dergleichen) welches bei der Benutzung des Geräts diese Daten an das Gerät übermittelt. Somit ist dieses immer optimal eingestellt bzw. sagt dem Kunden, wie er einstellen soll (z. B. Sitz mechanisch verstellen ...) oder das Gerät stellt sich selber ein (Elektromotoren ...).

In einer Variante B kann folgendermaßen vorgegangen werden: Der Kunde hat die Daten dabei (Smartwatch, Smartphone, Chip ...). Er kann so in jedem Fitnessstudio (weltweit) gleich loslegen, welches diese Daten verwerten kann bzw. die passenden Geräte dazu

hat (Nutzerbindung ...).

In beiden Varianten können die Daten vom Fitnessgerät auch wieder an den „Speicher“ übermittelt und ausgewertet werden. Der Kunde kann zu Hause die Daten verarbeiten. Aufgrund der Daten kann das Nutzprofil verfeinert (lernfähig) werden.

Beim Training ist es möglich, dass sich die Kraft (das Moment) und/oder die Verfahrensgeschwindigkeit nicht nur während einer Bewegung, sondern auch während der Anzahl der Bewegungen anpasst (z. B. nimmt die Kraft zu). Dies ist vorzugsweise abhängig von z. B. dem Erschöpfungszustand, dem Profil des Nutzers, dem Herzschlag und/oder dem Blutdruck etc. Es kann auch abhängig von den Hebelverhältnissen der Maschine und des Nutzers (Beugewinkel der Gliedmaßen ...) sein. Die Anzahl der Bewegungen und die eingebrachte Energie kann auch angezeigt/ausgegeben werden.

Es kann in allen Ausgestaltungen entweder nur in eine Richtung gebremst oder in beide Richtungen gebremst werden. Es kann auch mit einem Speicher eine konstante Kraft erzeugt werden (Pumpe mit Druckspeicher). Dies oder alles kann auch abwechslungsweise erfolgen. Die linke und die rechte Seite können verschieden behandelt werden. Bestimmte Stellungen (Biegewinkel, Körperhaltungen ...) können anders als andere belastet werden, wenn z. B. eine Verletzung vorliegt, darf unter Umständen in dieser Stellung nicht so belastet werden.

Bei der Rehabilitation ergibt sich ein besonderer Nutzen: Besonders bei Nutzern mit/nach gesundheitlichen Vorbelastungen und/oder Problemen ist ein koordiniertes Training sehr wichtig. Je größer das von einem Unfall/Krankheit sich ergebende Defizit zum Standard ist, desto wichtiger ist das gezielte Training. Gezielt heißt hier: genau auf die Muskel-/Körperbeeinträchtigung angepasst. Z. B. ein (älterer) Patient kann nach einem Schlaganfall meist nur minimal das Training hinsichtlich Kraft, Dauer und Beweglichkeit ausführen, ein trainierter (Profi-)Sportler nach einem z. B. Beinbruch hat hier ein ganz anderes Trainingsspektrum. Zum Beispiel ein verletztes linkes Knie muss/soll beim Training auf demselben Trainingsgerät (z.B.

Ergometer bzw. Heimtrainerfahrrad) anders belastet werden wie das gesunde rechte Knie. Dies kann das Trainingsgerät mit dem MRF-Dämpfer individuell berücksichtigen.

So ist z. B. eine Frühmobilisierung auf der Normalstation oder sogar auf der Intensivstation möglich.

Möglich sind adaptive und intelligente Therapie-Aktoren/Trainingsgeräte, welche eine Frühmobilisierung ermöglichen oder sogar automatisieren.

Nach einem Schlaganfall oder Ähnlichem sind meist einzelne Körperteile oder Körperhälften mehr beeinträchtigt wie andere Regionen. Deshalb ist es wichtig, dass die nicht so leistungsfähigen Gliedmaßen/Muskeln anders und insbesondere mit einer kleineren Kraft belastet werden. So kann ein anderer Kraft-über-Weg- oder Moment-über-Winkel-Verlauf eingesetzt werden. Auch die Zug- und Druckstufe können verschieden sein. So kann in Summe ein bestmögliches Ergebnis erzielt werden bzw. der Patient wird nicht überlastet und verliert nicht die Lust am Training. Hierbei kann der Genesungsfortschritt auch protokolliert werden (senden der Daten an die Versicherung oder eine Cloud zur Auswertung).

Es ist auch ein Trainingsgerät realisiert worden, welches als smarterer Handtrainer bezeichnet werden kann.

Figur 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Dämpfereinrichtung 10 bzw. eines Drehdämpfers 1 für das z. B. in Figur 11 dargestellte Trainingsgerät bzw. Fitnessgerät 300. Dabei sind in Figur 1 die einzelnen Teile des Drehdämpfers 1 erkennbar sind.

Der Drehdämpfer 1 wird im Wesentlichen aus den Komponenten 2 und 3 gebildet, wobei an der Komponente 2 die Schwenkwelle 4 angeordnet oder ausgebildet ist. Die Schwenkwelle 4 weist ein erstes Ende 31 und ein zweites Ende 32 auf. Über dem Umfang der Komponente 2 sind hier mehrere Arme 21, 22 und 23 zu sehen, auf die in der Beschreibung der Figuren 3 bis 5 noch näher eingegangen wird.

An der Schwenkwelle 4 kann ein Mitnehmer 4a (z. B. Passfeder) angeordnet werden, um die Komponente 2 drehfest mit einem zu dämpfenden Teil zu verbinden. Statt der Passfeder kann auch eine Keilverzahnung, Polygonverbindung oder eine andere kraft- oder formschlüssige Verbindung verwendet werden. Bei der Montage wird die Komponente 3 über die Komponente 2 geschoben und schließlich mit dem Deckel 3a verschraubt, wobei das erste Ende 31 der Schwenkwelle 4 sich aus dem hier rechten Ende der Komponente 3 aus nach außen erstreckt. Distanzhülsen 38 können zur Einhaltung vorbestimmter Abstände eingesetzt werden.

Grundsätzlich sind hier zwei Variationen möglich, nämlich, dass sich auf der andern Seite der Komponente 3 das zweite Ende 32 der Schwenkwelle bis nach draußen erstreckt, oder aber, dass das zweite Ende 32 der Schwenkwelle 4 im Inneren der Komponente 3 und z. B. in dem Lager 37 des Deckels 3a aus z. B. Aluminium oder dgl. gelagert wird. Das Lager 37 kann ein kostengünstiges Gleitlager, aber auch bei hohen oder sehr hohen Anforderungen an die Grundreibung und Lebensdauer ein Kugel- oder Wälzlager sein. Bei geringen Anforderungen kann es auch weggelassen werden.

Ein Drehgeber bzw. Winkelsensor 17 dient zur Erfassung der relativen Winkelposition der Komponenten 2 und 3 zueinander. Der Winkelsensor 17 kann einen Magnetstack enthalten und berührungslos von außerhalb des Gehäuses 30 abgelesen werden. Die Sensoren können auch auf Koppelungselementen oder wirkverbundenen Teilen angebracht sein. Statt eines rotativen Messsystems kann auch ein lineares Messsystem verwendet werden.

Die Verbindungsleitungen 14 versorgen den Drehdämpfer 1 mit elektrischer Energie.

Des Weiteren sind von links nach rechts eine Bundbuchse, eine Passscheibe, noch eine Bundbuchse, Dichtungen und Lager, Distanzhülse etc. zu sehen.

Die Komponenten 2 und 3 können auch eine kegelige Form haben. Der Dämpfungsspalt 6 muss über die axiale Erstreckung 16 nicht gleich groß oder gleichförmig sein.

Figur 2 zeigt einen schematischen Querschnitt im zusammengebauten Zustand, wobei erkennbar ist, dass die Komponente 3 im zusammengebauten Zustand ein Gehäuse 30 des Drehdämpfers 1 bildet. Die Komponente 3 nimmt im Inneren den wesentlichen Teil der Komponente 2 auf, sodass nach der Verschraubung des Deckels 3a mit der Komponente 3 nur noch das erste Ende 31 der Schwenkwelle 4 aus dem Gehäuse 30 nach außen hervor steht. An dem nach außen vorstehenden Teil der Schwenkwelle 4 ist der Mitnehmer 4a angeordnet. Die Komponente 3 weist eine Außenkomponente 13 auf und bildet das Gehäuse 30. Die Komponente 2 weist eine Innenkomponente 12 auf, die von der Außenkomponente 13 umgeben ist.

Die Schwenkwelle 4 wird in der Nähe des ersten Endes 31 über ein Lager 37 gelagert und an dem anderen Ende 32 ist eine hier kugelförmige Lagerung mit einer Art Lager 37 vorgesehen, sodass nur eine Durchführung der Schwenkwelle 4 nach außen vorliegt. Dadurch kann die Grundreibung und somit das Grundmoment gesenkt werden, wodurch eine höhere Empfindlichkeit und besseres Ansprechverhalten des Drehdämpfers 1 bei Belastungen erzielbar ist.

Eine geometrische Achse 9 erstreckt sich zentral durch die Schwenkwelle 4. Durch die Schwenkwelle 4 erstrecken sich auch die elektrischen Verbindungsleitungen 14, die von außen (ohne Schleifring) durch die Schwenkwelle 4 zu den elektrischen Spulen 8 durchgeführt werden, die im Inneren des Gehäuses 30 angeordnet sind.

In dem hier stark schematischen Querschnitt des Drehdämpfers 1 sind zwei Arme 21, 22 an der Innenkomponente 12 der Komponente 2 zu erkennen.

Der Dämpfungsspalt 6 ist radial zwischen der Innenkomponente 12 und der Außenkomponente 13 vorgesehen und erstreckt sich über eine axiale Länge 16, die einen wesentlichen Teil der Länge der Innenkomponente 12 aufweist. Die Länge 16 des Dämpfungsspalts 6 beträgt vorzugsweise wenigstens die Hälfte und insbesondere wenigstens $2/3$ der Länge der Komponente 3.

Insbesondere bei großen Durchmessern 27 des Dämpfungsspalts 6 ist es möglich, an den axialen Enden des Dämpfungsspalts 6 jeweils Dichtungen vorzusehen, um das magnetorheologische Medium im Wesentlichen und vorzugsweise vollständig innerhalb des Dämpfungsspalts 6 zurückzuhalten. In einfachen Ausgestaltungen kann eine magnetische Dichtung vorgesehen sein, bei der eine magnetische Abdichtung des dort zwischen den Komponenten 2 und 3 noch vorhandenen sehr dünnen Spalts erfolgt.

Es wird wenigstens eine Dichtung an dem Austritt der möglichst dünnen Schwenkwelle 4 aus dem Gehäuse 30 vorgesehen. Hier ist die Dichtung 11 zwischen der Schwenkwelle und der entsprechenden Durchführungsöffnung in dem Deckel 3a vorgesehen.

Ohne eine separate Dichtung an den axialen Enden des Dämpfungsspalts 6 ist die Grundreibung sehr gering. Das Volumen des magnetorheologischen Mediums bestimmt sich durch das Volumen des Dämpfungsspalts 6 und der etwa scheibenförmigen Volumina an den beiden axialen Stirnseiten zwischen der Innenkomponente 12 und der Außenkomponente 13 und ist insgesamt gering.

Das Volumen des Dämpfungsspalts 6 ist sehr gering, da die radiale Höhe des Dämpfungsspalts vorzugsweise kleiner als 2 % eines Durchmessers 27 des hier zylindrischen Dämpfungsspalts beträgt. Die radiale Höhe des Dämpfungsspalts beträgt insbesondere weniger als 1 mm und vorzugsweise weniger als 0,6 mm und besonders bevorzugt weniger als 0,3 mm. Bei einer Länge 16 von zum Beispiel bis zu 40 oder 50 mm und einem Durchmesser 27 von bis zu 30 mm und einer Spalthöhe im Bereich von 0,3 mm ergibt sich so ein Spaltvolumen von <2 ml, wodurch die Herstellkosten sehr gering gehalten werden können. Das Volumen des und des magnetorheologischen Mediums beträgt insbesondere weniger als 3 ml und vorzugsweise weniger als 2 ml.

Zwischen Schwenkwelle 4 und dem zu dämpfenden Element kann auch ein Getriebe nach dem Stand der Technik, vorzugsweise ein möglichst spielfreies Planetengetriebe, Microgetriebe oder Wellgetriebe (z. B. Harmonic Drive) angeordnet werden.

Statt der direkten Anbindung oder einer Anbindung über ein Koppelgestänge kann auch eine Scheibe auf der Eingangswelle angebracht werden. Die Scheibe bzw. der Scheibenaußendurchmesser kann über zumindest ein Seil, Riemen mit dem zu dämpfenden Element (kraft- oder wirkschlüssig) verbunden sein. Das Verbindungselement kann auch über Umlenkungen, Übersetzungen (z. B. Flaschenzugprinzip ...) mit dem zu dämpfenden Element wirkverbunden sein. Dadurch ist der Aufbau bezüglich der Anbringung sehr flexibel. Es kann aber auch eine Exzenter- oder Nockenscheibe verwendet werden, wodurch die Kräfte/Momente winkelpositionsabhängig werden. Es kann auch ein umlaufendes Seil mit Fixierstelle verwendet werden, wodurch eine Zwangssteuerung möglich wird, d. h., es können Zug- und Druckkräfte übertragen werden. Das Übertragungselement (z. B. das Seil) kann kraft- oder formschlüssig mit der Scheibe verbunden sein.

Figur 3 zeigt eine schematische perspektivische Darstellung eines Teils des Drehdämpfers 1, wobei die Komponente 2 ohne die Schwenkwelle 4 dargestellt ist. Bei der Montage wird der abgebildete Teil der Komponente 2 mit der Schwenkwelle 4 drehfest gekoppelt.

Die Komponente 2 weist eine Mehrzahl von radial nach außen abstehenden Armen 21, 22, 23 etc. auf. Hier sind acht Arme vorgesehen. Möglich und bevorzugt sind aber auch 6 oder 10 oder 12 oder mehr Arme.

Um die jeweiligen Arme ist jeweils eine Spule 8 mit wenigstens einer und hier einer Mehrzahl von Windungen gewickelt. Dabei erfolgen die Wicklung und der Anschluss der elektrischen Spulen derart, dass sich an benachbarten Stellen benachbarter Arme unterschiedliche Pole des Magnetfelds ergeben, wenn die Spulen 8 mit Strom versorgt werden.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch den Drehdämpfer 1, wobei die Komponente 2 die Innenkomponente 12 aufweist, die von der Außenkomponente 13 der Komponente 3 umgeben ist. Zwischen den beiden Komponenten 2 und 3 erstreckt sich hier ein im Wesentlichen zylindrischer Dämpfungsspalt 6, in dem ein

magnetorheologisches Medium 5 vorhanden ist. Insbesondere ist der Dämpfungsspalt 6 vollständig mit dem magnetorheologischen Medium 5 gefüllt. Es kann wenigstens ein Reservoir 15 vorgesehen sein, in dem ein Vorrat des magnetorheologischen Mediums bevorratet wird, um über die Lebensdauer des Drehdämpfers 1 den Verlust einer gewissen Menge des Mediums kompensieren zu können. Ein solches Reservoir 15 kann beispielsweise in der Aussparung zwischen zwei Armen 22, 23 vorgesehen sein. Das Reservoir kann aber auch außerhalb der Komponente 3 sein.

Bei der Herstellung werden zunächst um die einzelnen Arme die Spulen 8 gewickelt. Anschließend können die verbleibenden Hohlräume zwischen den einzelnen Armen teilweise oder vollständig mit einem Medium aufgefüllt werden, damit dort kein magnetorheologisches Fluid eingefüllt werden muss. Beispielsweise kann dort Gießharz oder dergleichen eingefüllt werden, um die Hohlräume aufzufüllen. Gießharz oder dergleichen ist kostengünstiger wie das magnetorheologische Fluid. Das Ausfüllen der Hohlräume ist funktionsmäßig nicht notwendig. Möglich ist es aber auch, dass eine zum Beispiel dünne Schutzschicht in Form einer Abdeckung 34 übergezogen wird, um die Dämpfungsspalte 6 örtlich zu begrenzen, während die Aussparungen zwischen den Armen hohl verbleiben.

Vorzugsweise ist der Dämpfungsspalt zylindrisch ausgebildet. Es ist aber auch möglich, dass Trennelemente 29 in dem Kopplungsspalt angeordnet sind, die den an sich zylindrischen Kopplungsspalt in mehrere Teilspalte aufteilen. Dabei werden die Trennelemente 29 vorzugsweise entweder mit der Komponente 2 oder der Komponente 3 verbunden.

Der Kopplungsspalt 6 kann selbst die Kammer 28 für das magnetorheologische Medium bilden oder aber der Kopplungsspalt 6 bildet zusammen mit dem Reservoir 15 wenigstens den wesentlichen Teil der Kammer 28.

Figur 5 zeigt eine stark schematische Ansicht eines Feldlinienverlaufs über den Querschnitt des Drehdämpfers 1 aus Figur 6. Dabei treten die Feldlinien 36 etwa radial durch den

Dämpfungsspalt 6 hindurch, verlaufen jeweils über einen Winkelabschnitt durch die Komponente 3, bevor sie beim benachbarten Arm wieder etwa senkrecht durch den Dämpfungsspalt 6 hindurch (in den benachbarten Arm) eintreten.

Anschaulich zeigt Figur 5, dass praktisch über dem gesamten Umfang des Drehdämpfers eine hohe Feldliniendichte vorliegt, sodass eine effektive Dämpfung einer Schwenkbewegung ermöglicht wird.

Figur 6 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines Drehdämpfers 1 für ein Trainingsgerät 300, bei dem die Funktionalität grundsätzlich genauso ist, wie bei dem vorhergehenden Drehdämpfer 1. Im Unterschied zu den vorhergehenden Ausgestaltungen tritt bei dem Drehdämpfer 1 nach Figur 6 die Schwenkwelle 4 sowohl an dem ersten Ende 31 als auch einem zweiten Ende 32 nach außen aus. Deshalb wird die Schwenkwelle 4 an beiden Enden gelagert und über Dichtungen 11 nach außen hin abgedichtet. Auch hier können wieder magnetische Dichtungen 11a den Dämpfungsspalt 6 in die axialen Richtungen hin abdichten.

Die Schwenkwelle 6 kann bei dieser wie auch den anderen Ausführungen stehend ausgeführt werden, d. h. also als Achse, wobei dann das Gehäuse 3 dämpfend schwenkt und mit dem zu dämpfenden Element wirkverbunden ist.

Figur 7 zeigt einen Drehdämpfer 1 eines Fitnessgeräts 300 z. B. aus Figur 11, 13 oder auch Figur 14.

Figur 7 zeigt dabei einen Teilschnitt des Drehdämpfers 1, wobei eine Außenverzahnung 411 der ersten Verdrängerkomponente 404 und auch die Innenverzahnung 413 der zweiten Komponente bzw. Verdrängerkomponente 405 erkennbar sind. Im Inneren ist ein magnetorheologisches Medium bzw. Fluid vorgesehen bzw. das Innere ist im Wesentlichen mit einem magnetorheologisches Fluid ausgefüllt, welches mit den elektrischen Spulen 8 einem Magnetfeld 408 aussetzbar ist.

Hier ist erkennbar, dass das Gehäuse 412 des Drehdämpfers 1 drei

Abschnitte umfasst, nämlich einen ersten Endbereich 422, einen Mittelbereich 423 und einen zweiten Endbereich 424. Hier wird jeder Bereich durch ein separates Teil gebildet. Möglich ist es auch, dass noch mehr Teile vorgesehen sind, oder dass insgesamt nur zwei Gehäusehälften vorgesehen sind.

Das Gehäuse bildet eine Komponente 2 bzw. 3 und die Dämpferwelle 403 bildet die andere Komponente 3 bzw. 2. Eine Drehbewegung der Komponente 2 und 3 zueinander wird gesteuert gedämpft, um bei dem Trainingsgerät 300 die zu dem entsprechenden Zeitpunkt nötige Dämpfungskraft einzustellen.

In dem Gehäuse 412 des Drehdämpfers 1 sind in dem hier linken Endbereich 422 und in dem hier rechten zweiten Endbereich 424 jeweils eine elektrische Spule 8 jeweils in einem Spulenhalter 438 aufgenommen.

Axial benachbart zu jeder elektrischen Spule 8 ist ein Ring 420 vorgesehen, wobei die Ringe 420 zwischen den beiden Spulen 8 angeordnet sind und hier jeweils von außen an den Mittelbereich 423 angrenzen. Die Ringe 420 sind axial benachbart zu den elektrischen Spulen 8 angeordnet, um dort einen magnetischen Kurzschluss zu verhindern.

An der Dämpferwelle 403 ist ein Winkelsensor 432 vorgesehen, der beispielsweise als Absolutdrehwinkelgeber ausgeführt sein kann. Die Dämpferwelle 403 ist über eine Dichtung 428 zum Innenraum 416 hin abgedichtet. Zwischen den Gehäuseteilen der unterschiedlichen Bereiche sind umlaufenden Dichtungen 442 angeordnet, um den Austritt von magnetorheologischen Fluid aus dem Innenraum der Verdrängereinrichtung 402 nach außen zu verhindern.

Die zweite Verdrängerkomponente 405 mit einer insgesamt etwa zylindrischen Außenform weist auf dem Außenumfang mehrere Führungseinheiten 421 auf, die sich hier im Ausführungsbeispiel über die vollständige axiale Länge erstrecken, in anderen Ausführungen aber auch zum Beispiel kürzer ausgebildet sein können. Die Führungseinheiten 421 stehen radial nach außen über die zweite Verdrängerkomponente 405 bzw. das Kernmaterial der

zweiten Verdrängerkomponente 405 nach außen über und sorgen für einen definierten radialen Abstand zwischen der Außenoberfläche des Kernmaterials der zweiten Verdrängerkomponente 405 und dem Innenumfang des Gehäuses 412 an dem Mittelbereich 423.

Figur 8 zeigt eine Explosionsdarstellung des Drehdämpfers 1 im Schnitt, wobei das hier linke Gehäuseteil mit dem ersten Endbereich 422 und auch die erste Verdrängerkomponente 404 und die zweite Verdrängerkomponente 405 jeweils ein Stück axial versetzt angeordnet dargestellt sind, um ein besseres Verständnis der technischen Funktion zu ermöglichen.

Die Dämpferwelle 403 ist hier einstückig mit der ersten Verdrängerkomponente 404 ausgebildet, die auf ihrem Außenumfang eine Außenverzahnung 411 aufweist, die mit einer Innenverzahnung 413 im Inneren der zweiten Verdrängerkomponente 405 kämmt. Radial umgeben wird die zweite Verdrängerkomponente 405 von einem Dämpfungs kanal 417, durch den das hier im Inneren der zweiten Verdrängerkomponente 405 durchgeführte magnetorheologische Fluid wieder zur axial anderen Seite zurückströmen kann.

Auf der Außenseite ist hier die Steuereinrichtung 407 abgebildet, die über einen Energiespeicher 437 oder Akkumulator oder dergleichen mit dem nötigen Strom versorgt werden kann, auch wenn eine elektrische Stromversorgung ausfällt.

Ein Ausgleichsvolumen 429 stets Verfügung, um einen Volumenausgleich bei unterschiedlichen Temperaturen zur Verfügung zu stellen.

Die Dämpferwelle 403 ist über ein Lager 444 gelagert. Die Drehachse 414 der ersten Verdrängerkomponente 404 stimmt mit der Drehachse der Dämpferwelle 403 überein. Die Drehachse 415 der zweiten Verdrängerkomponente 405 ist dazu parallel versetzt.

Ein Fitnessgerät 300 mit einem Drehdämpfer 1 nach Figuren 7 und 8 oder mit mehreren Drehdämpfern (gleichen oder unterschiedlichen) bietet hervorragende Eigenschaften und kann hohe Drehmomente erzeugen bzw. abbremsen. Dabei kann jederzeit in Echtzeit eine

Einstellung und beliebige Veränderung der Dämpfungsstärke erfolgen. Die Dämpfung kann in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters eingestellt werden.

Der Drehdämpfer 1 nach den Figuren 7 und 8 weist eine Verdrängereinrichtung 402 auf. Die Verdrängereinrichtung 402 weist eine Dämpferwelle 403 und ineinander eingreifende und insbesondere rotierende Verdrängerkomponenten 404 und 405 auf. Dabei ist eine Drehbewegung der Dämpferwelle 403 kontrolliert und gesteuert dämpfbar. Die Verdrängereinrichtung 402 enthält ein magnetorheologisches Fluid als Arbeitsfluid. Es ist wenigstens eine Steuereinrichtung 407 zugeordnet. Weiterhin ist wenigstens eine Magnetfeldquelle vorgesehen bzw. umfasst, die wenigstens eine elektrische Spule 8 aufweist. Die Magnetfeldquelle ist über die Steuereinrichtung 407 steuerbar und über das Magnetfeld ist das magnetorheologische Fluid beeinflussbar, um eine Dämpfung der Drehbewegung der Dämpferwelle 403 einzustellen.

Ein solcher Drehdämpfer 1 in einem Fitnessgerät 300 ist sehr vorteilhaft. Ein Vorteil besteht darin, dass die Verdrängereinrichtung 402 mit einem magnetorheologischen Fluid als Arbeitsfluid ausgerüstet ist. Dadurch kann von der Steuereinrichtung 407 gesteuert das Magnetfeld der Magnetfeldquelle in Echtzeit, d. h. in wenigen Millisekunden (kleiner 10 oder 20 ms) eingestellt werden und somit wird in Echtzeit auch das anliegende Bremsmoment an der Dämpferwelle 403 eingestellt, wenn das Fitnessgerät 300 ein entsprechendes Bremsmoment aufgeben soll. Der Aufbau des Drehdämpfers 1 ist einfach und kompakt und benötigt wenig Bauteile, sodass der Drehdämpfer 1 kostengünstig herstellbar und in das Fitnessgerät integrierbar ist.

Die Verdrängereinrichtung 402 ist insbesondere als eine Art von Verdichtereinrichtung oder Pumpe ausgeführt. Die Verdrängereinrichtung 402 weist ineinander eingreifende und im Betrieb rotierende Verdrängerkomponenten 404 und 405 auf. Im Inneren der Verdrängereinrichtung 402 ist ein Verdrängerraum vorgesehen, der auch als Verdichterraum bezeichnet werden kann. Im Inneren bzw. im Innenraum der Verdrängereinrichtung ist ein

magnetorheologisches Fluid als Arbeitsfluid enthalten.

Als Sensor kann ein Flüssigkeitsdrucksensor verwendet werden, welcher den Pumpdruck erfasst. Dadurch kann auf das eingebrachte Moment und/oder Kraft rückgeschlossen werden und diese als Kenngröße in der Steuereinrichtung bzw. dem Trainingsalgorithmus Verwendung finden.

Die Figuren 9 und 10 zeigen stark schematisierte Ausführungsbeispiele eines Steuerungssystems der Dämpfereinrichtung 10 eines Fitnessgeräts 300 (oder mehrerer Fitnessgeräte 300).

Dabei wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter dem Begriff Steuerung auch eine Regelung verstanden, sodass das Steuerungssystem vorzugsweise auch zur Regelung geeignet und ausgebildet ist.

Als Beispiel sind hier nur drei verschaltete Drehdämpfer 1 als Aktoren gezeigt. Es können aber auch vier oder fünf oder auch 10 oder eine Vielzahl von angesteuerten Aktoren vorgesehen sein. Möglich ist aber auch, dass nur ein Aktor oder zwei Aktoren vorgesehen sind.

Die Dämpfer 1 sind hier mit einer Recheneinheit 201 wirkverbunden. Die Recheneinheit 201 empfängt für jeweils einen Dämpfer 1 wenigstens ein Aktorsignal 204, welches wenigstens eine für wenigstens einen Zustand des Dämpfers 1 charakteristische Größe beschreibt. Beispielsweise umfasst ein Aktorsignal eine charakteristische Größe, die von dem Drehgeber 17 erfasst wird. Das Aktorsignal kann auch eine charakteristische Größe umfassen, die von wenigstens einem Momentensensor und/oder wenigstens einem Stromsensor erfasst wird. Möglich sind auch andere geeignete Sensorarten. Besonders bevorzugt berücksichtigt die Recheneinheit 201 eine Mehrzahl Aktorsignalen 204, die von unterschiedlichen Sensoren stammen.

Vorzugsweise berücksichtigt die Recheneinheit 201 auch wenigstens eine Systeminformation 203, welche wenigstens eine Systemgröße beschreibt. Die Systeminformation 203 umfasst beispielsweise

Beschleunigungswerte der Trommel 101 und/oder des Trommelgehäuses 109 und/oder weitere Systemgrößen.

Anhand der bereitgestellten Aktorsignale 204 ermittelt die Recheneinheit 201 für die Dämpfer 1 jeweils wenigstens eine Kenngröße für ein optimales Widerstandsmoment. Die Kenngrößen für die ermittelten Widerstandsmomente der Dämpfer 1 Aktors werden jeweils einer einem Dämpfer 1 zugeordneten Strom-/Drehmomentregelung 202 bereitgestellt.

Die Strom-/Drehmomentregelung 202 gibt in Abhängigkeit der bereitgestellten Widerstandsmomente für jeden Dämpfer 1 jeweils wenigstens eine Stellspannung 205 aus. Möglich sind auch Stellsignale mit anderen und/oder zusätzlichen zur Steuerung der Dämpfer 1 geeigneten Größen als der Spannung. Anhand der Stellspannung 205 wird der jeweilige Dämpfer 1 eingestellt.

Die in der Figur 9 gezeigte Steuerung ist als eine Zentralsteuerung 200 ausgestaltet. Dabei umfasst die Zentralsteuerung 200 die Recheneinheit 201 und die den jeweiligen Dämpfern 1 zugeordnete Strom-/Drehmomentregelung 202.

In einer hier nicht gezeigten Ausgestaltung kann die den jeweiligen Dämpfern 1 zugeordnete Strom-/Drehmomentregelung 202 auch dezentral ausgebildet sein. Die Recheneinheit 201 bleibt dabei zentral. Dazu ist die Strom-/Drehmomentregelung 202 insbesondere separat und räumlich getrennt zur Recheneinheit 201 angeordnet.

In der Figur 10 ist eine Steuerung gezeigt, die als eine dezentrale Steuerung 206 ausgestaltet ist. Dabei sind den Dämpfern 1 jeweils wenigstens eine eigene Recheneinheit 201 und wenigstens eine eigene Strom-/Drehmomentregelung 202 zugeordnet. Es ist möglich, dass die einem Dämpfer 1 zugewiesene Recheneinheit 201 sowie die Strom-/Drehmomentregelung 202 autonom agierend ausgebildet ist. Möglich ist aber auch eine Ausgestaltung, bei welcher die dezentrale Steuerung 206 auch Systeminformationen 203 berücksichtigt.

Die Figur 11 zeigt ein Trainingsgerät 300 bzw. Fitnessgerät ausgebildete Vorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Dämpfereinrichtung 10. Dabei ist das Trainingsgerät 300 als ein Ergometer bzw. Heimtrainer ausgebildet. Es umfasst ein muskelkraftbetriebenes Betätigungselement 301, welches hier als eine Tretkurbeleinrichtung mit einer Pedale und einem Tretlager ausgebildet ist. Dabei ist die Bewegung des Betätigungselementes 301 durch den Drehdämpfer 1 dämpfbar.

Die Dämpfungseigenschaften des Drehdämpfers 1 können dabei auch während einer Umdrehung mehrfach angepasst werden. Insbesondere wird das zum Drehen des Betätigungselementes 301 benötigte Drehmoment angepasst. Zur Einstellung des Dämpfers 1 ist hier eine Steuereinrichtung 302 vorgesehen.

Die Figur 11 zeigt ein Trainingsgerät 300 mit einer Dämpfereinrichtung 10. Dabei ist das Trainingsgerät 300 als ein Ergometer bzw. Heimtrainer ausgebildet. Es umfasst ein muskelkraftbetriebenes Betätigungselement 301, welches hier als eine Tretkurbeleinrichtung mit einer Pedale und einem Tretlager ausgebildet ist. Dabei ist die Bewegung des Betätigungselementes 301 durch den Drehdämpfer 1 dämpfbar. Zur Einstellung des Dämpfers 1 ist hier eine Steuereinrichtung 302 vorgesehen.

Die Dämpfungseigenschaften des Drehdämpfers 1 können dabei auch während einer Umdrehung mehrfach angepasst werden. Insbesondere wird das zum Drehen des Betätigungselementes 301 benötigte Drehmoment angepasst. Als Trainingsparameter ist somit das Drehmoment vorgesehen. Das Drehmoment kann auch in Abhängigkeit des Drehwinkels angepasst werden. Die Winkelstellung bzw. der Drehwinkel ist hier durch zwei gestichelte Linien und einen Doppelpfeil angedeutet. Die Drehrichtung ist durch einen Pfeil markiert.

Die Steuereinrichtung 302 steuert die Felderzeugungseinrichtung hier so, dass eine bestimmte Dämpfungskraft für die Bewegung der zueinander bewegbaren Komponenten 2, 3 aufgebracht werden muss. Dabei berücksichtigt die Steuereinrichtung 302 den oder die vorgegebenen Trainingsparameter. Ist beispielsweise ein

bestimmtes Drehmoment vorgegeben, stellt die Steuereinrichtung 302 die Dämpfungskraft so ein, dass die Trainingsperson den Pedaltrieb nur mit dem vorgegebenen Drehmoment drehen kann.

Als Trainingsparameter kann auch eine Winkelgeschwindigkeit bzw. Trittfrequenz vorgegeben werden, welche die Trainingsperson erreichen muss. Die Dämpfungskraft kann dabei auf einen Grundwert oder einen vom Trainer festgelegten Wert eingestellt werden. Die Trainingsperson muss die vorgegebene Trittfrequenz dann mit diesem Drehmoment erreichen.

Wird die als Trainingsparameter festgelegte Trittfrequenz über einen definierten Zeitraum erreicht oder um einen definierten Wert überschritten, kann die Steuereinrichtung 302 die Dämpfungskraft um einen definierten Wert erhöhen. Dazu überwacht die Steuereinrichtung 302 mittels einer hier nicht sichtbaren Sensoreinrichtung die Trittfrequenz als Kenngröße und berücksichtigt diese auch bei der Einstellung der Dämpfungskraft.

Das Erreichen bzw. das Überschreiten der geforderten Trittfrequenz zeigt an, dass ein bestimmter Trainingszustand erreicht wurde. Somit kann die Steuereinrichtung nun selbstständig eine Anpassung der Dämpfungskraft vornehmen, damit die Trainingsperson die geforderte Trittfrequenz bei einem höheren Drehmoment erreichen muss. Durch eine solche adaptive bzw. intelligente Anpassung können besonders gute Trainingsergebnisse erzielt werden.

Ebenso kann das erforderliche Drehmoment bzw. die Dämpfungskraft verringert werden, wenn die Trainingsperson die als Trainingsparameter gesetzte Trittfrequenz auch nach einem bestimmten Zeitraum nicht erreicht.

Das hier gezeigte Trainingsgerät 300 bietet zudem auch eine Anpassung der Dämpfungskraft während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements 301. Eine einzelne Betätigung meint in diesem Fall eine einzige Umdrehung des Pedaltriebs. Beispielsweise kann die Dämpfungskraft verringert werden, wenn sich der Pedaltrieb in einer Totpunktstellung befindet. Möglich

ist auch, dass die Dämpfungskraft erhöht wird, wenn die Pedalstellung in einer für die Trainingsperson optimalen Hebelstellung oder außerhalb des Totpunktes steht.

Die Dämpfungskraft bzw. -moment kann auch während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements 301 dahingehend variiert werden, dass sich daraus eine geringe Körperbelastung (Gelenksbelastung, Muskelbelastung) ergibt. Die Dämpfungskraft bzw. -moment kann auch während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements 301 dahingehend variiert werden, dass sich daraus ein möglichst gutes Trainingsergebnis/-erfolg (Ausdauerzunahme, Muskelzunahme, gute Fettverbrennung) ergibt. Die Dämpfungskraft bzw. das Dämpfungsmoment kann auch während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements 301 dahingehend variiert werden, dass sich eine vom Benutzer gewählte Kombination aus Körperbelastung und Trainingsergebnis/-erfolg ergibt. Dies alles kann auch dahingehend noch weiter optimiert bzw. angepasst werden, indem während einer einzelnen Betätigung zwischen linker und rechter Körperhälfte (z.B. linker oder rechtes Bein) unterschieden und angepasst wird.

Das wird hier dadurch erreicht, dass die Steuereinrichtung 302 die Einstellung der Dämpferkraft und somit des Drehmoments in Abhängigkeit der Winkelstellung des Betätigungselements 301 bzw. des Pedaltriebs vornimmt. Dazu wird die Winkelstellung des Betätigungselements 301 vorzugsweise fortlaufend während des Tretens als eine Kenngröße sensorisch erfasst.

Die Figur 12 zeigt eine Ausgestaltung des Trainingsgerätes 300 als eine Rudermaschine. Das Betätigungselement 101 ist hier als der Sitz 305 bzw. das Ruder 306 ausgebildet. Dabei ist der Sitz 305 verschiebbar an einem Gestell 304 gelagert. Das Ruder 306 ist ebenfalls an dem Gestell 304 befestigt. In einer alternativen Ausgestaltung kann das Ruder 306 auch bewegbar bzw. verschiebbar an dem Gestell 304 aufgenommen sein.

Die Bewegung des Sitzes 305 ist hier über eine Dämpfereinrichtung 10 mit einem linearen Dämpfer gedämpft. Es kann auch die Bewegung des Ruders 306 über eine Dämpfereinrichtung 10 gedämpft sein.

Als Trainingsparameter kann hier zum Beispiel die zum Heranziehen des Sitzes 305 an das Ruder 306 benötigte Kraft eingestellt werden. Die Steuereinrichtung 302 stellt dann entsprechend die Dämpferkraft ein. Dabei kann für die Vorwärtsbewegung eine andere Dämpferkraft als für die Rückwärtsbewegung vorgesehen sein. So kann die Ruderbewegung besonders gut simuliert werden.

Zudem kann auch der Weg als Trainingsparameter vorgegeben sein, den der Sitz 305 bei einem Ruderzug zurücklegen kann. Dabei kann die Steuereinrichtung 302 die Stellung des Sitzes 305 in Bezug zu dem Gestell 304 sensorisch erfassen und die Dämpfungskraft als Funktion der Sitzposition anpassen. So kann die Bewegbarkeit des Sitzes 305 vollständig durch eine entsprechend hohe Dämpfungskraft blockiert werden, wenn der Sitz um eine als Trainingsparameter vorgegebene Länge in Richtung des Ruders 306 vorgezogen wurde. Dadurch kann eine falsche Haltung beim Rudertraining vermieden werden. Zudem kann die Ruderbewegung auf die Körpergröße bzw. Beinlänge der Trainingsperson optimal angepasst werden.

Das Trainingsgerät 300 bietet hier die Möglichkeit, die Dämpfungskraft während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements 301 unter Berücksichtigung einer Kenngröße adaptiv zu variieren. Die einzelne Betätigung des Betätigungselements 301 ist hier ein einzelner Ruderzug. Dabei wird als Kenngröße die Bewegungsgeschwindigkeit des Sitzes 305 entlang des Gestells 304 sensorisch erfasst. Erreicht bei einem einzelnen Ruderzug die Geschwindigkeit des Sitzes 305 einen Schwellenwert bzw. überschreitet den Schwellenwert, wird die Dämpfungskraft für die Bewegung des Sitzes 305 um einen bestimmten Wert erhöht. Ebenso kann die Dämpfungskraft um einen bestimmten Wert verringert werden, wenn der Sitz 305 einen Schwellenwert für eine Bewegungsgeschwindigkeit einmal oder auch wiederholt nicht erreicht.

In der Figur 13 ist eine Ausgestaltung des Trainingsgerätes 300 als ein Seilzuggerät zum Trainieren der Arme und/oder des Rumpfes gezeigt. Dabei zieht die Trainingsperson mit den Händen an jeweils einem Seilzug 307 als Betätigungselement 301. Die

Seilzüge 307 sind hier an jeweils einer Seilrolle 308 aufgenommen. Es kann auch ein durchgehender Seilzug 307 für beide Arme vorgesehen sein, welcher an nur eine Seilrolle 308 angebunden ist. Die Rückstellung der Seilzüge 307 erfolgt hier über eine Rollfeder.

Die Drehbewegung der Seilrolle 308 beim Ziehen an dem Seilzug 307 wird hier durch einen Drehdämpfer 1 gedämpft. In einer alternativen Ausgestaltung kann die Bewegung des Seilzuges 307 auch über eine Dämpfereinrichtung 10 mit einem Lineardämpfer erfolgen.

Die Dämpfung für das Ziehen und Halten sowie Zurücklassen des Seilzugs 307 ist hier separat einstellbar. Das verbessert den Trainingseffekt erheblich. Beispielsweise kann der Seilzug 307 durch die Dämpfung gezielt langsam wieder zurückgelassen werden. Ein Zurückschnellen durch die Feder und hohe Haltekräfte können so z. B. bei Rehabilitationsübungen vermieden werden. Zugleich sind aber auch höhere Zugkräfte bei einem Herausziehen des Seilzugs 307 möglich.

Die Figur 14 zeigt ein als Beinstrecker ausgebildetes Trainingsgerät 300. Die Trainingsperson befindet sich während des Trainings auf einem Sitz 305 und hebt durch Strecken der Beine bzw. der Knie einen Beinhebel 309 an. Der Beinhebel 309 dient hier als Betätigungselement 301 und ist verschwenkbar an dem Sitz 305 angebracht. Die Schwenkbewegung ist dabei durch eine Dämpfereinrichtung 10 dämpfbar. Als Dämpfereinrichtung 10 dient hier beispielsweise der mit Bezug zur Figur 7, 8 Drehdämpfer 1 oder mit der Dämpfereinheit 80 gemäß Figur 16.

Als Trainingsparameter sind hier der Schwenkwinkel und die zum Verschwenken des Beinhebels 309 notwendige Kraft vorgegeben. Als weiterer Trainingsparameter ist hier die Betätigungskraft des Beinhebels 309 als Funktion des Winkels vorgesehen.

Zu Beginn der Bewegung, also wenn das Knie noch gebeugt ist, wird eine an die Bedürfnisse der Trainingsperson angepasste Dämpfungskraft durch die Steuereinrichtung 302 eingestellt. Um

eine ungünstige Belastung des Knies zu vermeiden, wird mit zunehmender Streckung des Knies die zum Bewegen des Beinhebels 109 erforderliche Kraft gesenkt. Dazu erfasst die Steuereinrichtung 302 fortlaufend die Winkelstellung des Beinhebels 309 und passt in Abhängigkeit des Winkels die Dämpfungskraft an. Die Winkelstellung bzw. der Winkel ist hier durch zwei gestichelte Linien und einen Doppelpfeil angedeutet.

Zudem kann hier als Trainingsparameter auch der Winkelbereich eingestellt werden, in welchem der Beinhebel 309 verschwenkbar ist. Das ist besonders bei der Rehabilitation von Knieverletzungen wichtig, da dann eine zu weite Streckung des Knies vermieden werden sollte. So kann der Trainer beispielsweise als Trainingsparameter angeben, bei welcher Winkelstellung des Beinhebels 309 die Dämpferkraft auf ein Maß heraufgesetzt wird, welches die Bewegbarkeit des Beinhebels 309 blockiert. Dazu überwacht die Steuereinrichtung 302 die Winkelstellung des Beinhebels 309.

Das Trainingsgerät 300 kann hier auch die Dämpfungseigenschaft während einer einzelnen Betätigung des Beinhebels 309 unter Berücksichtigung der Kenngröße adaptiv variieren. Dazu erfasst die Steuereinrichtung 302 die Winkelgeschwindigkeit bzw. die Bewegungsgeschwindigkeit des Beinhebels 309 als Kenngröße. So kann vermieden werden, dass die Trainingsperson das Knie zu schnell streckt und somit nicht das erforderliche Muskeltraining erzielt.

Erkennt die Steuereinrichtung 302 beispielsweise ein zu schnelles Bewegen des Beinhebels 309, erhöht sie selbstständig die Dämpfungskraft und bremst somit die unvorteilhafte Bewegung ab. Besonders vorteilhaft ist dabei, dass diese adaptive Anpassung während einer einzelnen Betätigung bzw. einer einzelnen Kniestreckung erfolgen kann. Ansonsten kann bereits ein einmaliges Überstrecken Schmerzen verursachen. Besonders vorteilhaft bei der adaptiven Anpassung ist auch, dass diese von der Steuereinrichtung 302 selbst vorgenommen wird und der Trainer bzw. Therapeut somit nicht ständig die Trainingsperson überwachen muss.

Führt die Trainingsperson die nächste Bewegung wieder mit einer korrekten Geschwindigkeit aus, nimmt die Steuereinrichtung 302 keine Anpassung vor bzw. stellt den Trainingsparameter unverändert ein.

Die Steuereinrichtung 302 kann die zum Verschwenken des Beinhebels 309 notwendige Kraft auch dauerhaft erhöhen oder herabsetzen. Das kann erfolgen, wenn wiederholt zu schnelle Bewegungen des Beinhebels 309 sensorisch erfasst werden. So kann ein Trainingsparameter angepasst werden, ohne dass der Trainer die gesamte Übungseinheit verfolgen muss oder die aufgezeichneten Kenngrößen analysieren muss.

Mit Bezug auf die Figuren 15 bis 17 wird ein weiteres Trainingsgerät 300 und die darin eingesetzte Dämpfereinheit 80 erläutert. Die Dämpfereinheit 80 kann als Drehdämpfer 1 ausgeführt sein, aber auch als linearer Dämpfer realisiert werden. In Figur 15 ist eine perspektivische Ansicht des als Handgreifgeräts ausgeführten Trainingsgeräts 300 dargestellt.

Das Trainingsgerät 300 umfasst zwei Betätigungselemente 301, wobei jeweils ein Betätigungselement mit einer Komponente der Dämpfereinheit 80 verbunden ist. Die Betätigungselemente 301 sind schwenkbar miteinander verbunden. An dem Schwenkgelenk ist hier ein Drehdämpfer 1 als Dämpfereinheit 80 angeordnet.

Das Moment bzw. die Handkraft kann mittels des Drehdämpfers 1 stufenlos variiert werden. Die Handkraft kann auch über den Winkel variiert werden. Es sind auch fühlbare Raster oder Rippel usw. möglich. Die Steuerung kann intern oder extern untergebracht sein. Eine Ansteuerung kann auch via Bluetooth und Smartdevice (Smartphone, Smartwatch ...) oder Computer erfolgen. Auch über das Internet oder ein (firmeninternes) LAN kann gesteuert werden. Zur Steuerung kann ein Programm auf dem Computer dienen (auch als App). Die Handkraft wird dabei zwischen den Komponenten 2 und 3 eingestellt.

Figur 16 zeigt einen schematischen Querschnitt eines Drehdämpfers 1 des Trainingsgeräts 300, wobei der Drehdämpfer auf

magnetorheologischer Basis arbeitet, dessen Wirkprinzip mit Bezug auf Figur 17 erläutert wird.

Figur 16 zeigt einen Querschnitt, wobei hier die Komponente 2 mit dem Grundkörper verbunden ist, gegenüber dem die Komponente 3 drehbar aufgenommen ist. Der Grundkörper weist ein Aufnahmegehäuse 561 auf, welches an einer separaten Grundplatte 560 befestigt ist. Beispielsweise kann das Aufnahmegehäuse 561 nach der Montage der darin angeordneten Teile mit der Grundplatte 560 verklebt werden. Relativ gegenüber dem Grundkörper ist die Komponente 3 drehbar bzw. verschwenkbar aufgenommen. Die Komponente 3 umfasst hier eine Welle 562 an der ein Halter 582 über eine Schraube 581 angeschraubt ist. An dem Halter 582 kann auch eine interne Anzeigeeinheit aufgenommen sein, die von der Komponente 3 umgeben ist. Dadurch können die Komponenten gegeneinander gedreht werden und die Anzeigeeinheit bleibt sichtbar. Bevorzugt ist es aber, eine Anzeige auf einem externen Gerät vorzusehen und die nötigen Daten dorthin über eine drahtgebundene oder drahtlose Schnittstelle zu übertragen.

Die Welle 562 ist über ein Lager 530 drehbar an dem Aufnahmegehäuse 561 gelagert. Das Lager 530 kann beispielsweise als Gleitlager ausgeführt sein, kann aber auch ein sonstiges Wälzlager umfassen.

Im Innenraum ist in der Komponente 2 und genauer in dem Aufnahmegehäuse 561 ein ringförmiger Aufnahmeraum 569 vorgesehen, der hier durch eine elektrische Spule 8 als Felderzeugungseinrichtung 7 ausgefüllt ist. Eventuelle Freiräume können durch beispielsweise eine Vergussmasse oder einen Füllstoff ausgefüllt werden, der gleichzeitig dazu dient, die elektrische Spule 8 in dem ringförmigen Aufnahmeraum zu halten.

Es ist möglich, wie auf der linken Seite von Figur 16 eingezeichnet, dass ein zusätzlicher Dauermagnet 525 oder mehrere zusätzliche Dauermagnete 525 an dem Aufnahmegehäuse 561 vorgesehen sind, um unabhängig von einer Stromquelle ein permanentes Magnetfeld zu erzeugen. Gegebenenfalls kann die Magnetisierung des Dauermagneten 525 über entsprechende

magnetische Impulse der elektrischen Spule 8 verändert werden.

In dem Innenraum 563 zwischen dem Aufnahmegehäuse 561 und der Welle 562 ist ein Kanal 505 vorgesehen, der teilweise mit hier zylinderförmigen Drehkörpern 511 ausgefüllt ist, die insbesondere symmetrisch über dem Umfang des Kanals 505 angeordnet sind. Die Drehkörper drehen bei der Rotation der beiden Komponenten 2, 3 gegeneinander mit, da die Drehkörper 511 regelmäßig mit dem Aufnahmegehäuse 561 und/oder der Welle 562 in Kontakt stehen und so darauf abrollen.

Zur Unterstützung des Abrollens und zur Gewährleistung eines rollenden Kontakts kann wenigstens ein Kontaktelement 559 in Form eines Kontaktrings 559 (Reibring) vorgesehen sein. Ein solcher Kontaktring kann insbesondere als O-Ring (rund oder eckig oder Rechteckring) ausgeführt sein und beispielsweise aus einem gummiartigen Material bestehen.

Ein derartiger Kontaktring 559 kann beispielsweise in einer umlaufenden Nut 567 auf der Lauffläche 565 des Aufnahmegehäuses 561 angeordnet sein. Möglich ist es auch, dass ein weiterer Kontaktring 559b in einer Nut 566 an der Lauffläche 564 an einem vergrößerten Umlaufring 568 der Welle 562 angeordnet ist.

Möglich und bevorzugt ist es, dass ein Kontaktring 559 in der Nut 567 angeordnet ist und dass ein Kontaktring 559b in der inneren Umfangsnut 566 an der Lauffläche 564 des Umlaufrings 568 angeordnet ist.

Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die einzelnen Drehkörper 511 jeweils mit einem Kontaktring 559c versehen sind, wobei ein Kontaktring 559c sich dann rings um einen Drehkörper 511 erstreckt. Auch bei einer solchen Ausgestaltung wird gewährleistet, dass die Drehkörper 511 bzw. deren Kontaktring 559 jeweils Kontakt zu der Welle 562 bzw. dem Aufnahmegehäuse 561 haben, sodass für eine fortlaufende Drehung der Drehkörper gesorgt wird, wenn die Komponente 3 (oder 2) gedreht wird.

Hier im Ausführungsbeispiel wird über einen Anschlagring 583 ein

definierter axialer Abstand zwischen dem Aufnahmegehäuse 561 und einer axialen Fläche des Umlaufrings 568 gewährleistet. Der Innenraum 563 wird über eine Dichtung 546 abgedichtet, sodass das magnetorheologische Medium nicht aus dem Innenraum 563 entweichen kann.

Zwischen dem Deckel bzw. dem Halter zu 582 und dem Aufnahmegehäuse 561 ist ein umlaufender Spalt vorgesehen, an dem ein als Winkelsensor dienender Sensor 556 angeordnet ist. Vorzugsweise besteht der Winkelsensor 556 aus wenigstens zwei Teilen 557 und 558, wobei das Sensorteil 557 beispielsweise an bestimmten Winkelpositionen Magnete oder andere Positionsmarken oder dergleichen aufweist, sodass über das z. B. auf der Elektronik montierte Sensorteil 558 an dem Aufnahmegehäuse 561 eine Drehbewegung der Komponente 3 detektierbar ist. Dabei kann sowohl eine absolute Winkelposition als auch eine relative Winkelveränderung erfassbar sein. Mit dem Winkelsensor 556 oder mit einem separaten Betätigungssensor 554 kann eine Axialbewegung bzw. Axialkraft auf die Komponente 3 insgesamt erfasst werden. Beispielsweise kann durch Ausüben einer Axialkraft eine geringe Abstandsänderung zwischen dem Halter 582 und dem Aufnahmegehäuse 561 erreicht werden, die durch den Betätigungssensor 554 erfassbar ist. Möglich ist es auch, dass gewisse Teile oder der äußere Drehring der Komponente 3 gegen eine Federkraft axial verschiebbar sind, sodass eine axiale Betätigung erfassbar ist. Die Steuerung arbeitet vorzugsweise mit einem Regeltakt von 4kHz oder mehr.

Es ist möglich, dass eine Kabelzuführung 591 und ein zentraler Kanal vorgesehen sind, und dem benötigten elektrischen Strom zur Verfügung zu stellen. Es ist aber bevorzugt, dass ein Energiespeicher 528 insbesondere intern vorgesehen ist. Der Energiespeicher 528 (Batterie oder Akku) kann auch extern vorgesehen sein.

Es ist ein axialer Abstand 223 zwischen der Stirnfläche 570 an der Welle 562 und der Stirnfläche 571 an dem Aufnahmegehäuse 561 vorgesehen. Dieser axiale Abstand ist erheblich geringer als der radiale Abstand 574 zwischen dem Umlaufring 568 und der

Lauffläche 565 in dem Aufnahmegehäuse 561. Ein geringer Abstand ist vorteilhaft, da das Magnetfeld 508 bzw. die Magnetfeldlinien in axialer Richtung durch den Spalt 572 durchtritt. Bei einem dünnen Spalt sind relativ geringe magnetische Verluste möglich.

Mit Bezug auf die Figur 17 wird im Folgenden das Funktionsprinzip zur Erzeugung von Momenten des Drehdämpfers nach Fig. 16 beschrieben.

Figur 17 zeigt eine stark schematische Querschnittsansicht einer Dämpfereinheit 80, die als Drehdämpfer 1 oder als Lineardämpfer ausgeführt sein kann. Die Dämpfereinheit 80 dient zur Beeinflussung der Kraftübertragung zwischen den zwei Komponenten 2 und 3. Dabei ist zwischen den zwei Komponenten 2 und 3 in Fig. 17 jedenfalls ein Drehkörper 511 als separates Teil vorgesehen. Die Komponenten 2 und 3 können gegenüber einander drehen (vgl. Fig. 16) oder aber auch linear verschiebbar sein. Bei der Relativbewegung dreht sich jedenfalls der Drehkörper 511. Der Drehkörper 511 ist hier als Kugel 514 ausgebildet. Möglich ist es aber ebenso, Drehkörper 511 als Zylinder (Fig. 16) oder Ellipsoide, Rollen oder sonstige rotierbare Drehkörper auszubilden. Auch im eigentlichen Sinn nicht rotations-symmetrische Drehkörper wie beispielsweise ein Zahnrad oder Drehkörper 511 mit einer bestimmten Oberflächenstruktur können als Drehkörper verwendet werden. Die Drehkörper 511 werden nicht zur Lagerung gegenüber einander eingesetzt, sondern zur Übertragung von Drehmoment.

Zwischen den Komponenten 2 und 3 des Drehdämpfers 1 ist ein Kanal 505 vorgesehen, der hier mit einem magnetorheologisches Fluid 5, welches beispielsweise als Trägerflüssigkeit ein Öl umfasst, in dem ferromagnetische Partikel 519 vorhanden sind. Glykol, Fett, dickflüssige Stoffe können auch als Trägermedium verwendet werden, ohne darauf beschränkt zu sein. Das Trägermedium kann auch gasförmig sein bzw. es kann auf das Trägermedium verzichtet werden (Vakuum). In diesem Fall werden lediglich durch das Magnetfeld beeinflussbare Partikel in den Kanal gefüllt.

Die ferromagnetischen Partikel 519 sind vorzugsweise Carbonyl-

eisenpulver, wobei die Größenverteilung der Partikel vom konkreten Einsatzfall abhängt. Konkret bevorzugt ist eine Verteilung Partikelgröße zwischen ein und zehn Mikrometern, wobei aber auch größere Partikel von zwanzig, dreißig, vierzig und fünfzig Mikrometer möglich sind. Je nach Anwendungsfall kann die Partikelgröße aus deutlich größer werden und sogar in den Millimeterbereich vordringen (Partikelkugeln). Die Partikel können auch eine spezielle Beschichtung/Mantel (Titanbeschichtung, Keramik-, Karbonmantel etc.) aufweisen, damit sie die je nach Anwendungsfall auftretenden hohen Druckbelastungen besser aushalten. Die MR-Partikel können für diesen Anwendungsfall nicht nur aus Carbonyleisenpulver (Reineisen), sondern z. B. auch aus speziellem Eisen (härterem Stahl) hergestellt werden.

Der Drehkörper 511 wird durch die Relativbewegung 517 der beiden Komponenten 2 und 3 in Rotation um seine Drehachse 512 versetzt und läuft praktisch auf der Oberfläche der Komponente 3 ab. Gleichzeitig läuft der Drehkörper 511 auf der Oberfläche der anderen Komponente 2, sodass dort eine Relativgeschwindigkeit 518 vorliegt.

Genau genommen hat der Drehkörper 511 keinen direkten Kontakt zur Oberfläche der Komponente 2 und/oder 3 und wälzt sich deshalb nicht direkt darauf ab. Der freie Abstand 509 von dem Drehkörper 511 zu einer der Oberflächen der Komponente 2 oder 3 beträgt z. B. 140 µm. In einer konkreten Ausgestaltung mit Partikelgrößen zwischen 1 µm und 10 µm liegt der freie Abstand insbesondere zwischen 75 µm und 300 µm und besonders bevorzugt zwischen 100 µm und 200 µm.

Der freie Abstand 509 beträgt insbesondere wenigstens das zehnfache des Durchmessers eines typischen mittleren Partikeldurchmessers. Vorzugsweise beträgt der freie Abstand 509 wenigstens das zehnfache eines größten typischen Partikels. Durch den fehlenden direkten Kontakt ergibt sich eine sehr geringe(s) Grundreibung/-kraft/-moment beim relativen Bewegen der Komponenten 2 und 3 zueinander.

Wird der Drehdämpfer 1 mit einem Magnetfeld beaufschlagt, bilden

sich die Feldlinien abhängig vom Abstand zwischen den Drehkörpern 511 und den Komponenten 2, 3 aus. Der Drehkörper besteht aus einem ferromagnetischen Material und z. B. hier aus ST 37. Der Stahltyp ST 37 hat eine magnetische Permeabilität μ_r von etwa 2000. Die Feldlinien treten durch den Drehkörper hindurch und konzentrieren sich in dem Drehkörper. An der hier radialen Ein- und Austrittsfläche der Feldlinien an dem Drehkörper herrscht eine hohe Flussdichte in dem Kanal 505. Das dort inhomogene und starke Feld führt zu einer lokalen und starken Vernetzung der magnetisch polarisierbaren Partikel 519. Durch die Drehbewegung des Drehkörpers 511 in Richtung auf den sich bildenden Keil in dem magnetorheologischen Fluid wird die Wirkung stark erhöht und das mögliche Brems- oder Kupplungsmoment wird extrem vergrößert weit über den Betrag hinaus, der normalerweise in dem magnetorheologischen Fluid erzeugbar ist. Vorzugsweise bestehen Drehkörper 511 und Komponente 2, 3 zumindest teilweise aus ferromagnetischem Material, weshalb die magnetische Flussdichte umso höher wird, je kleiner der Abstand zwischen Drehkörper 511 und Komponente 2, 3 ist. Dadurch bildet sich ein im Wesentlichen keilförmiger Bereich 516 im Medium aus, in welchem der Gradient des Magnetfelds zum spitzen Winkel bei der Kontaktstelle/dem Bereich des geringsten Abstands hin stark zunimmt.

Trotz Abstand zwischen Drehkörper 511 und Komponente 2, 3 kann durch die Relativgeschwindigkeit der Oberflächen zueinander der Drehkörper 511 in eine Drehbewegung versetzt werden. Die Drehbewegung ist ohne und auch mit einem wirkenden Magnetfeld 508 möglich.

Wenn die magnetorheologische Übertragungsvorrichtung 1 einem Magnetfeld 508 einer hier in Figur 17 nicht dargestellten Magnetfelderzeugungseinrichtung 7 ausgesetzt ist, verketteten sich die einzelnen Partikeln 519 des magnetorheologischen Fluides 5 entlang der Feldlinien des Magnetfeldes 508. Zu beachten ist, dass die in Figur 1 eingezeichneten Vektoren den für die Beeinflussung des MRF relevanten Bereich der Feldlinien nur grob schematisch darstellen. Die Feldlinien treten im Wesentlichen normal auf die Oberflächen der ferromagnetischen Bauteile in den Kanal 505 ein und müssen vor allem im spitzwinkligen Bereich 510

nicht geradlinig verlaufen.

Gleichzeitig wird auf dem Umfang des Drehkörpers 511 etwas Material von dem magnetorheologischen Fluid mit in Rotation versetzt, sodass sich ein spitzwinkliger Bereich 510 zwischen der Komponente 3 und dem Drehkörper 511 ausbildet. Auf der anderen Seite entsteht ein gleicher spitzwinkliger Bereich 510 zwischen dem Drehkörper 511 und der Komponente 2. Die spitzwinkligen Bereiche 510 können beispielsweise bei zylinderförmig ausgestalteten Drehkörpern 511 eine Keilform 516 aufweisen. Durch die Keilform 516 bedingt wird die weitere Rotation des Drehkörpers 511 behindert, sodass die Wirkung des Magnetfeldes auf das magnetorheologische Fluid verstärkt wird, da sich durch das wirkende Magnetfeld innerhalb des spitzwinkligen Bereiches 510 ein stärkerer Zusammenhalt des dortigen Mediums ergibt. Dadurch wird die Wirkung des magnetorheologischen Fluids im angesammelten Haufen verstärkt (die Kettenbildung im Fluid und damit der Zusammenhalt bzw. die Viskosität), was die weitere Rotation bzw. Bewegung des Drehkörpers 511 erschwert.

Durch die Keilform 516 können wesentlich größere Kräfte oder Momente übertragen werden, als es mit einem vergleichbaren Aufbau möglich wäre, der nur die Scherbewegung ohne Keileffekt nützt.

Die direkt durch das angelegte Magnetfeld übertragbaren Kräfte stellen nur einen kleinen Teil der durch die Vorrichtung übertragbaren Kräfte dar. Durch das Magnetfeld lässt sich die Keilbildung und somit die mechanische Kraftverstärkung steuern. Die mechanische Verstärkung des magnetorheologischen Effekts kann soweit gehen, dass eine Kraftübertragung auch nach Abschalten eines angelegten Magnetfeldes möglich ist, wenn die Partikel verkeilt wurden.

Es hat sich herausgestellt, dass durch die Keilwirkung der spitzwinkligen Bereiche 510 eine erheblich größere Wirkung eines Magnetfeldes 508 einer bestimmten Stärke erzielt wird. Dabei kann die Wirkung um ein Vielfaches verstärkt werden. In einem konkreten Fall wurde eine etwa zehnmal so starke Beeinflussung der Relativgeschwindigkeit zweier Komponenten 2 und 3 zueinander

wie beim Stand der Technik bei MRF Kupplungen beobachtet. Die mögliche Verstärkung hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Gegebenenfalls kann sie durch eine größere Oberflächenrauigkeit der Drehkörper 511 noch verstärkt werden. Möglich ist es auch, dass auf der Außenoberfläche der Drehkörper 511 nach außen ragende Vorsprünge vorgesehen sind, die zu einer noch stärkeren Keilbildung führen können. Die Keilwirkung bzw. der Keileffekt verteilt sich flächig auf den Drehkörper 511 und die Komponenten 2 oder 3.

Figur 18 zeigt einen Lineardämpfer 60, der mit einer Ventileinrichtung 69 ausgerüstet ist, die hier zwei Dämpfungskanäle 70 umfasst. Der Lineardämpfer 60 als Dämpfungseinrichtung 10 weist hier eine erste Komponente 2 und eine zweite Komponente 3 auf, die mit zwei unterschiedlichen Gehäuseteilen, Gehäusen oder Körpern verbunden werden können, um eine Relativbewegung bei einem Fitnessgerät zu dämpfen. Für eine solche Lineardämpfung eignet sich z. B. das Fitnessgerät aus Figur 12.

Der Lineardämpfer 60 weist ein Dämpfergehäuse 63 auf, in dem ein Kolben 65 angeordnet ist. Der Kolben 65 ist mit einer Kolbenstange 64 verbunden, die hier fest mit der zweiten Komponente 3 verbunden ist.

Der Kolben 65 teilt das Innere des Dämpfergehäuses 63 in eine erste Dämpferkammer 66 und eine zweite Dämpferkammer 67, die wenigstens teilweise mit einem magnetorheologischen Medium und insbesondere einem magnetorheologischen Fluid 5 gefüllt sind.

Der Kolben 65 dient hier auch als Ventileinrichtung bzw. umfasst wenigstens eine solche. Dazu ist in dem Kolben 65 wenigstens ein Strömungskanal bzw. Dämpfungskanal 70 vorgesehen. Die Strömung des magnetorheologischen Fluids 5 wird beim Durchtritt durch den Strömungskanal 70 des Kolbens 65 gedämpft. Die Strömungsrichtung ist entweder von der ersten Dämpferkammer 66 zur zweiten Dämpferkammer 67 oder umgekehrt gerichtet. Über ein Kabel 68 kann die Stromzufuhr erfolgen.

Die Figur 19 zeigt den Kraftverlauf (am Fuß) bzw. den Momentenverlauf (am Gerät oder in dem Kniegelenk) von einem Trainingsgerät über die Winkelstellung, z.B. der Beinpresse laut Figur 14. Die Kraft ist auf der Y-Achse und der Winkel auf der X-Achse aufgetragen. Bezüglich der Gelenks- und Muskelbelastung (Körperbeanspruchung; Langzeitfolgen...) kann es z.B. bei diesem Fitnessgerät unvorteilhaft sein, wenn bei einem Winkel von 90° zwischen Ober- und Unterschenkel hohe Kräfte an dem Bein bzw. Fuß anliegen. Bei einem Winkel von 50 bis 80° dürfen die Kräfte höher sein, sollen dann aber zwischen 80° und 110° stark reduziert werden, um dann wieder bis in die Nähe von 180 Grad (Bein durchgestreckt) ganz hoch zu sein. Unmittelbar vor der kompletten Streckung (180°) ist es wiederum vorteilhaft, wenn die Kräfte niedriger sind.

Die Fig. 19a zeigt einen Kraftverlauf mit kleineren Kraftunterschieden als z. B. der Verlauf der Fig. 19. Die Kraft ist auf der Y-Achse und der Winkel auf der X-Achse aufgetragen. Der Momenten- oder Kraftverlauf kann auch an die Tagesverfassung oder/und die Trainingszeit angepasst werden. Dies bedeutet, dass z.B. bei Trainingsbeginn niedriger Kräfte/Momente am Trainingsgerät anliegen, welche im Trainingsverlauf ansteigen, weil die Muskeln/der Benutzer aufgewärmt ist, und gegen Trainingsende wieder reduzieren, quasi in Form eines „Auslaufens“. Dabei kann nicht nur die Kurve skaliert werden, sondern auch der Verlauf verändert, sodass ein möglichst gutes Trainingsergebnis bei gleichzeitig geringer Körperbelastung erreicht wird.

Die Figur 20 zeigt einen anderen Kraftverlauf über den Bewegungswinkel. Die Kraft ist auf der Y-Achse und der Winkel auf der X-Achse aufgetragen. Dieser ist beim Gewichtheben bzw. Hanteltraining von Vorteil ist, da der Ellenbogen unter Belastung nicht gestreckt werden soll. Dies wird mit der geringeren Kraft am Anfang der Bewegung (Kennlinie) erreicht. Die geringe Kraft am Ende der Bewegung ergibt einen schonenden Auslaufen der Übung, dadurch werden Gelenksschmerzen und eventuellen Muskelschäden vorgebeugt.

Die Figur 21 zeigt eine Ausgestaltung mit einem Nahfeldererkennungssystem 310. In einer möglichen Variante kommt ein Kunde z. B. ins Fitnessstudio und geht zu einem Körperscanner und/oder Analysegerät. Hier werden die „Hebelverhältnisse“ ermittelt und gespeichert (z. B. Oberarm, Unterarm, Schenkel, Körpergröße...). Der Kunde erhält ein Device (z. B. NFC Armband, Chip, Smartdevice wie Smartphone oder -watch oder dergleichen), welches bei der Benutzung des Geräts diese Daten an das Fitnessgerät 300 übermittelt. Somit ist dieses immer optimal bezüglich des Trainings (z. B. Kraft über Weg; Moment über Winkel oder dergleichen) eingestellt bzw. sagt dem Benutzer, wie er es einstellen soll (z. B. Sitz mechanisch verstellen oder dergleichen) oder das Gerät stellt sich selber ein (z. B. mittels E-Motoren oder dergleichen).

Die Figur 22 zeigt einen beispielhaften Kraftverlauf bei dem Gerät 300 bzw. Ergotrainer nach Figur 11. Die Kraft ist auf der Y-Achse und der Winkel auf der X-Achse aufgetragen. Die gestrichelte Linie markiert die Trennung zwischen den Körperhälften. Beispielsweise wird rechts von der Linie die Dämpfereinstellung für das rechte Bein und links davon für das linke Bein vorgenommen. Die Dämpfereinstellungen sind hier für beide Körperhälften gleich.

Die Kurve startet hier bei 50° , die Kraft steigt an verläuft dann gelenkschonend. Bei der unteren Pedalposition (180°) wird die Kraft auch reduziert, um im "fast" gestreckten Bein keine zu hohe Belastung zu übertragen bzw. die Gelenke nicht zu stark zu beanspruchen. Nach dem Tiefpunkt (180°) fängt der Tritt des anderen Beines an. Je nach Sitzposition (Größe, Kinematik vom Nutzer ...) ändern sich die Winkel, wobei der adaptive Dämpfer diesen Zusammenhang hier berücksichtigt.

Die Figur 23 zeigt einen weiteren beispielhaften Kraftverlauf. Die gestrichelten Linien markieren die Trennungen zwischen den Körperhälften. Die Dämpfereinstellungen sind hier für beide Körperhälften unterschiedlich. In diesem Beispiel ist die linke Körperhälfte bzw. das linke Bein geschwächt, z. B. durch einen Unfall oder eine Krankheit. Der Kraftverlauf ist hier über einen

Bewegungszyklus (360°) eines Ergotrainers in Form eines Fahrrades dargestellt. Hierbei wird der Kraftverlauf (Bremskennlinie) vom linken Bein (linke Körperhälfte) reduziert, sodass diese Körperhälfte geringer belastet wird. Damit kann z.B. nach einem Unfall der Rehabilitationsvorgang optimiert werden. Der Muskelaufbau kann so gezielter voran gehen. Denkbar ist aber auch die umgekehrte Vorgehensweise. Ein Athlet will den jetzt schwächeren Körperteil stärker aufbauen, trotzdem aber nicht den anderen Körperteil überlasten, was er gezielt machen kann, indem er die Bremskraft bzw. die Momentendämpfung individuell anpasst.

Je nach Trainingsgerät und Trainingszustand des Benutzers ist der Energieeintrag größer oder kleiner. Eine notwendige Kühlung, um die Energie abzuführen, ist primär insbesondere über das Außengehäuse möglich. Bei dem erfindungsgemäßen Drehdämpfer strömt das MRF über Leitungen oder/und Strömungskanäle (z.B. Figur 7 und 8). Somit kann hier besonders gut ein zwischengeschalteter separater Kühler eingebaut werden, damit der Dämpfer bzw. die Bremse nicht zu heiß wird. Möglich ist auch eine aktive Kühlung mittels zusätzlichem Pumpkreis, Heatpipes (ein Wärmerohr welches unter Nutzung von Verdampfungswärme eines Mediums eine hohe Wärmestromdichte erlaubt), oder mittels Luftstrom (z.B. elektrischer oder mechanischer Kühllüfter). Dies ist bei MRF Aktoren ohne Strömungsleitung von Vorteil.

Bezugszeichenliste:

1	Drehdämpfer	35	Hohlraum, Füllmasse
2	Komponente	36	Feldlinie
3	Komponente	37	Lager
3a	Deckel	38	Distanzhülse
4	Schwenkwelle	60	Lineardämpfer
4a	Mitnehmer	63	Gehäuse
5	magnetorheologisches Medium	64	Kolbenstange
6	Dämpfungsspalt	65	Kolben
7	Magnetfeld- erzeugungseinrichtung	66	erste Dämpferkammer
8	elektrische Spule	67	zweite Dämpferkammer
9	Achse	68	Kabel
10	Dämpfereinrichtung	69	Dämpfungsventil
11	Dichtungseinrichtung	70	Dämpfungskanal
12	Innenkomponente	80	Dämpfereinheit
13	Außenkomponente	200	Zentralsteuerung
14	Verbindungsleitung	201	Recheneinheit
15	Reservoir	202	Strom-/Drehmomentregelung
16	axiale Länge	203	Systeminformation
17	Drehgeber	204	Aktorsignal
18	Wicklung	205	Stellspannung
19	Ende von 21, 22	206	dezentrale Steuerung
20	Federeinrichtung	300	Trainingsgerät
21	Arm	301	Betätigungselement
22	Arm	302	Steuereinrichtung
23	Arm	303	Getriebeeinrichtung
24	Pol	304	Gestell
25	Pol	305	Sitz
26	radiale Höhe von 6	310	Nahfeldererkennungssystem
27	Durchmesser von 6	402	Verdrängereinrichtung
28	Kammer	403	Dämpferwelle
29	Trennelement	404	Verdrängerkomponente
30	Gehäuse	405	Verdrängerkomponente
31	Ende von 4	407	Steuereinrichtung
32	Ende von 4	408	Feldlinie
33	Dauermagnet	411	Außenverzahnung von 404
34	Abdeckung	412	Gehäuse von 402
		413	Innenverzahnung von 405
		414	Drehachse von 404

415 Drehachse von 405
417 Dämpfungskanal
420 Ring in 412
421 Führungseinheit
422 erster Endbereich
423 Mittelbereich
424 zweiter Endbereich
428 Dichtung an 403
429 Ausgleichsvolumen
432 Winkelsensor
437 Energiespeicher
438 Spulenhalter
442 Dichtung von 423
444 Lager
505 Kanal
508 Feld
509 freier Abstand
510 spitzwinkliger Bereich
511 Drehkörper
512 Drehachse
513 Drehkörper
514 Kugel
515 Zylinder
516 Keilform
517 Richtung der
 Relativbewegung
518 Richtung der
 Relativbewegung
519 magnetische Partikel
520 Fluid
525 Dauermagnet
527 Steuereinrichtung
528 Energiespeicher
530 Lager
556 Winkelsensor
557 Sensorteil
558 Sensorteil, Elektronik
559 Kontaktring, Reibring
560 Grundplatte
561 Aufnahmegehäuse
562 Welle
564 Lauffläche von 562
565 Lauffläche von 561
566 Nut
567 Nut
568 Umlaufring mit 564 und
569 Aufnahmeraum für 8
570 Stirnfläche von 568
571 Stirnfläche von 561
572 Spalt
580 Deckel
581 Schraube
582 Halter
583 Anschlagring
591 Kabel

Ansprüche:

1. Trainingsgerät (300) zur gezielten Muskelbetätigung, umfassend wenigstens ein wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenes Betätigungselement (301) und wenigstens eine Dämpfereinrichtung (10) mit wenigstens zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten (2, 3), wobei eine der Komponenten (2, 3) mit dem Betätigungselement (301) wirkverbunden ist, sodass eine Bewegung des Betätigungselementes (301) dämpfbar ist und wobei der Dämpfereinrichtung (10) ein feldempfindliches rheologisches Medium (5) und wenigstens eine Felderzeugungseinrichtung (7) zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke zugeordnet sind und dass durch die Felderzeugungseinrichtung (7) wenigstens eine Dämpfungseigenschaft beeinflussbar ist **gekennzeichnet,** durch wenigstens eine Steuereinrichtung (302), welche dazu geeignet und ausgebildet ist, die Felderzeugungseinrichtung (11) in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters gezielt zu steuern, sodass die Bewegung des Betätigungselementes (301) unter Berücksichtigung des Trainingsparameters dämpfbar ist.
2. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei in Abhängigkeit des Trainingsparameters eine zur Bewegung einer der beiden Komponenten (2, 3) aufzubringende Dämpfungskraft einstellbar ist.
3. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in Abhängigkeit des Trainingsparameters ein Weg und/oder Drehwinkel einstellbar ist, über welchen wenigstens eine der beiden Komponenten (2, 3) bewegbar ist.
4. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfungseigenschaft während wenigstens einer

einzelnen Betätigung des Betätigungselements (301) variierbar ist.

5. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Trainingsparameter einer Gruppe von Parametern entnommen ist, welche eine zur Betätigung des Betätigungselementes (301) vorgesehene Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Strecke, Bewegungsrichtung, eine Bewegungsbahn und einen Winkel umfasst.
6. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (302) dazu geeignet und ausgebildet ist, die Felderzeugungseinrichtung (7) in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters als Funktion wenigstens eines anderen Trainingsparameters zu steuern.
7. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (302) dazu geeignet und ausgebildet ist, anhand wenigstens einer Sensoreinrichtung wenigstens eine Kenngröße für die Bewegung des Betätigungselements (301) zu erfassen und die Felderzeugungseinrichtung (7) unter Berücksichtigung der Kenngröße gezielt zu steuern.
8. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Steuereinrichtung (302) dazu geeignet und ausgebildet ist, den Trainingsparameter in Abhängigkeit der Kenngröße anzupassen.
9. Trainingsgerät (300) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) dazu geeignet und ausgebildet ist, unter Berücksichtigung der Kenngröße die Dämpfungseigenschaft in Echtzeit einstellen.
10. Trainingsgerät (300) nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfungseigenschaft während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements (301) unter

Berücksichtigung der Kenngröße adaptiv variierbar ist.

11. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) dazu geeignet und ausgebildet ist, die Dämpfungseigenschaft innerhalb weniger als 100 Millisekunden um wenigstens 30% zu verändern.
12. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) dazu geeignet und ausgebildet ist, eine wenigstens teilweise muskelkraftbetriebene Bewegung des Betätigungselementes (301) mittels der Felderzeugungseinrichtung (7) und des feldempfindlichen rheologischen Mediums (9) zu blockieren.
13. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bewegung in Anhängigkeit des Trainingsparameters und/oder der Kenngröße blockierbar ist.
14. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Betätigungselement (301) aus einer Gruppe von Betätigungselementen entnommen ist, umfassend: Pedaltrieb, Beinhebel, Kniehebel, Armhebel, Rückenhebel, Bauchhebel, Rumpfhebel, Seilzug, Ruderhebel.
15. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) wenigstens einen Drehdämpfer (1) umfasst und wobei eine Komponente (2) eine Innenkomponente (12) und eine andere Komponente (3) eine Außenkomponente (13) umfasst und wobei die Außenkomponente (13) die Innenkomponente (12) wenigstens abschnittsweise radial umgibt, wobei zwischen den Komponenten (2, 3) ein radial nach innen von der Innenkomponente (12) und radial nach außen von der Außenkomponente (13) begrenzter und wenigstens teilweise mit dem rheologischen Medium (5) gefüllter ringförmiger und umlaufender Dämpfungsspalt (6) angeordnet ist, wobei der Dämpfungsspalt (6) durch die Felderzeugungseinrichtung (7) einem Magnetfeld aussetzbar

ist, um eine Schwenkbewegung zwischen den beiden gegeneinander verschwenkbaren Komponenten (2, 3) um eine Achse (4) zu dämpfen.

16. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Mehrzahl an wenigstens teilweise radial verlaufenden Armen (21, 22, 23) an wenigstens einer der Komponenten (2, 3) vorgesehen ist und dass wenigstens ein Teil der Arme (21, 22) mit einer elektrischen Spule (8) mit wenigstens einer Wicklung (18) ausgerüstet ist, wobei sich die Wicklung (18) jeweils neben der Achse (4) und beabstandet von der Achse (4) erstreckt.
17. Trainingsgerät (300) nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, umfassend wenigstens eine Getriebeeinrichtung (303), welche dazu geeignet und ausgebildet ist, eine lineare Bewegung des Betätigungselementes (301) wenigstens teilweise in eine Schwenkbewegung einer der beiden Komponenten (2, 3) umzusetzen, sodass die Linearbewegung durch den Drehdämpfer (1) dämpfbar ist.
18. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) wenigstens einen Drehdämpfer (1) mit wenigstens einer Verdrängereinrichtung (402) umfasst, wobei die Verdrängereinrichtung (402) eine Dämpferwelle (403) und ineinander eingreifende Verdrängerkomponenten (404, 405) aufweist, wobei eine Drehbewegung der Dämpferwelle (403) dämpfbar ist.
19. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Verdrängereinrichtung (402) wenigstens ein magnetorheologisches Fluid (5) als Arbeitsfluid enthält und damit betreibbar ist, und wobei durch eine zugeordnete Steuereinrichtung (407) ein Magnetfeld einer wenigstens eine elektrische Spule (409) umfassenden Magnetfeldquelle steuerbar und durch das Magnetfeld das magnetorheologische Fluid (5) beeinflussbar sind, um eine Dämpfung der

Drehbewegung der Dämpferwelle (403) einzustellen.

20. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfereinrichtung (10) wenigstens einen Lineardämpfer (60) mit wenigstens einer ersten Dämpferkammer (66) und wenigstens einer zweiten Dämpferkammer (67) umfasst, welche über wenigstens ein steuerbares Dämpfungsventil (69) miteinander gekoppelt sind und wobei dem Dämpfungsventil (70) die Magnetfelderzeugungseinrichtung (7) zugeordnet ist, welche zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke in wenigstens einem Dämpfungskanal (70) des Dämpfungsventils (69) dient, wobei in dem Dämpfungskanal (70) das feldempfindliche rheologische Medium (5) vorgesehen ist.
21. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Lineardämpfer (60) eine mit dem rheologischen Medium (5) gefüllte Dämpferkammer (66, 67) und einen relativ zu der Dämpferkammer (66, 67) beweglichen Kolben (65) umfasst.
22. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei für eine linke Körperhälfte wenigstens teilweise eine andere Dämpfungseigenschaft als für eine rechte Körperhälfte einstellbar ist.
23. Trainingsgerät (300) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die für eine bestimmte Körperhälfte vorgesehene Dämpfungseigenschaft wenigstens teilweise während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements (301) variierbar ist.
24. Trainingsgerät (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dämpfungseigenschaft wenigstens teilweise unter Berücksichtigung wenigstens eines Signals eines Nahfeldererkennungssystems variierbar ist.
25. Verfahren zum Betreiben eines Trainingsgeräts (300) zur gezielten Muskelbetätigung, wobei ein wenigstens teilweise muskelkraftbetriebenes Betätigungselement (301) betätigt wird

und wobei wenigstens eine Dämpfereinrichtung (10) mit wenigstens zwei relativ zueinander bewegbaren Komponenten (2, 3) vorgesehen ist und wobei wenigstens eine der Komponenten (2, 3) mit dem Betätigungselement (301) wirkverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Bewegung des Betätigungselementes (301) gedämpft wird und dass der Dämpfereinrichtung (10) wenigstens ein feldempfindliches rheologisches Medium (5) und wenigstens eine Felderzeugungseinrichtung (7) zur Erzeugung und Steuerung einer Feldstärke zugeordnet sind und dass durch die Felderzeugungseinrichtung (7) wenigstens eine Dämpfungseigenschaft beeinflusst wird und dass mit wenigstens einer Steuereinrichtung (302) die Felderzeugungseinrichtung (7) in Abhängigkeit wenigstens eines Trainingsparameters gezielt gesteuert wird, sodass die Bewegung des Betätigungselementes (301) unter Berücksichtigung des Trainingsparameters gedämpft wird.

26. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei wenigstens eine Kenngröße für wenigstens eine einzelne Betätigung des Betätigungselements (301) überwacht wird und die Dämpfungseigenschaft unter Berücksichtigung der Kenngröße gezielt eingestellt wird, sodass ein optimaler Kraft-/Momentenverlauf hinsichtlich des gewünschten Trainingsergebnisses einstellbar ist.
27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einstellung der Dämpfungseigenschaft unter Berücksichtigung der Kenngröße mehr als einmal, insbesondere mehrfach, während einer einzelnen Betätigung des Betätigungselements (301) vorgenommen wird.
28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen der Betätigung des Betätigungselements (301), für welche die Kenngröße überwacht wird, und der daraus resultierenden Einstellung der Dämpfungseigenschaft weniger als 100 ms vergehen.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei wenigstens ein Kennwert für eine Relativbewegung der ersten und der zweiten Komponente (2, 3) zueinander wiederholt in Echtzeit ermittelt wird und wobei mit der Felderzeugungseinrichtung (7) ein Feld nur dann erzeugt wird, wenn die Relativbewegung der ersten und der zweiten Komponente (2, 3) zueinander vorliegt und wobei mit dem Kennwert eine einzustellende Feldstärke in Echtzeit abgeleitet wird und wobei mit der Felderzeugungseinrichtung (7) in Echtzeit die einzustellende Feldstärke erzeugt wird, um eine Dämpfungseigenschaft, insbesondere Dämpfungskraft, in Echtzeit einzustellen, die sich aus dem ermittelten Kennwert ergibt.

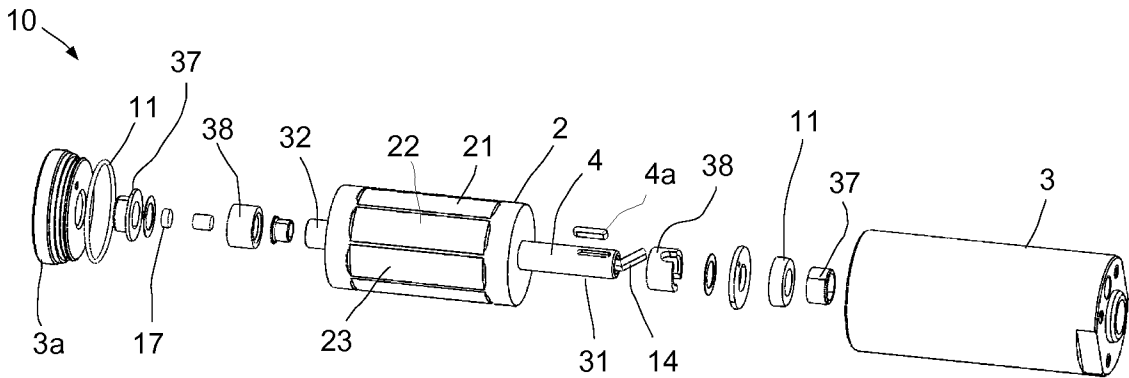


Fig. 1

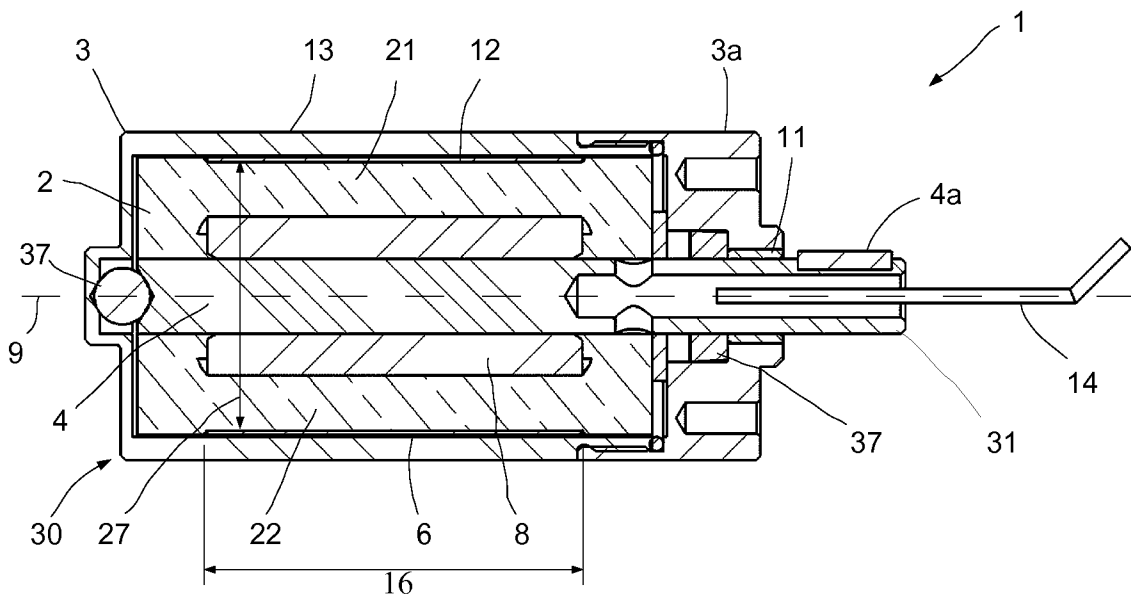


Fig. 2

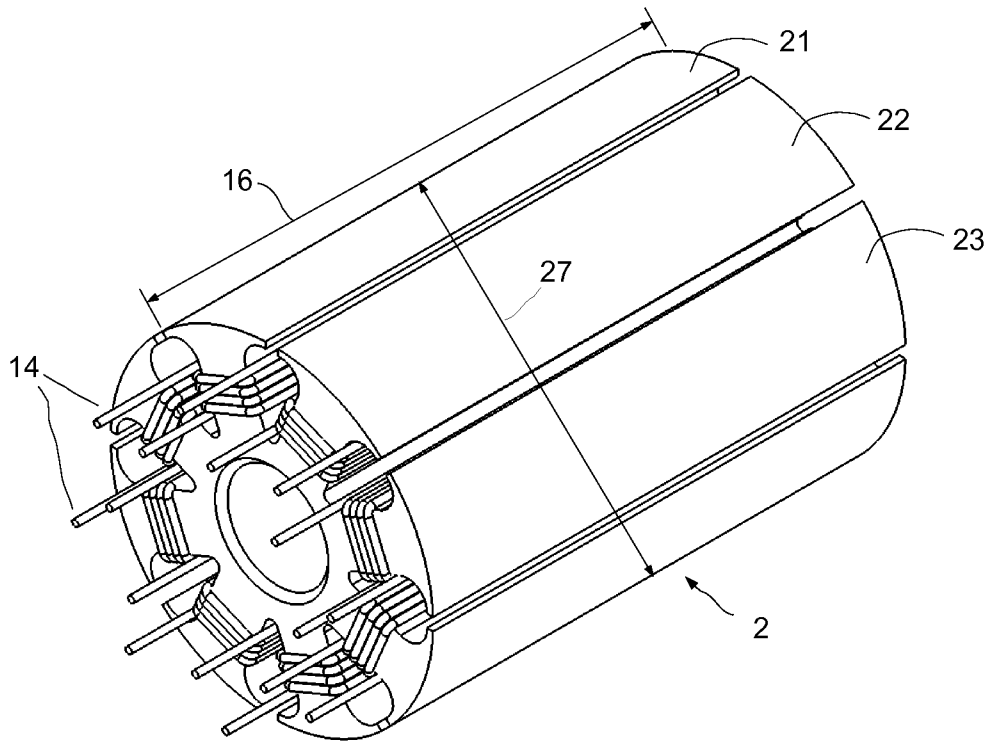


Fig. 3

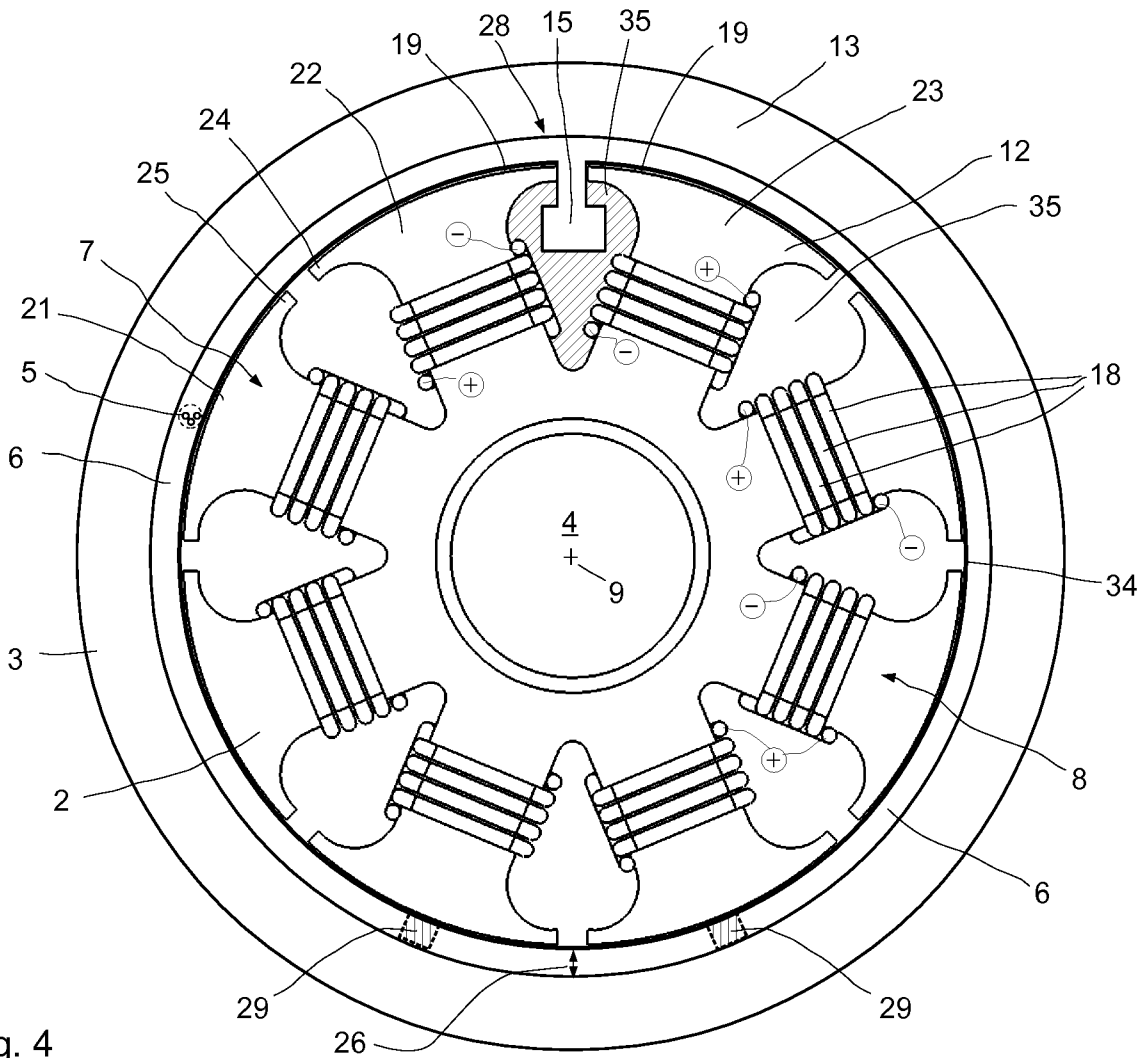


Fig. 4

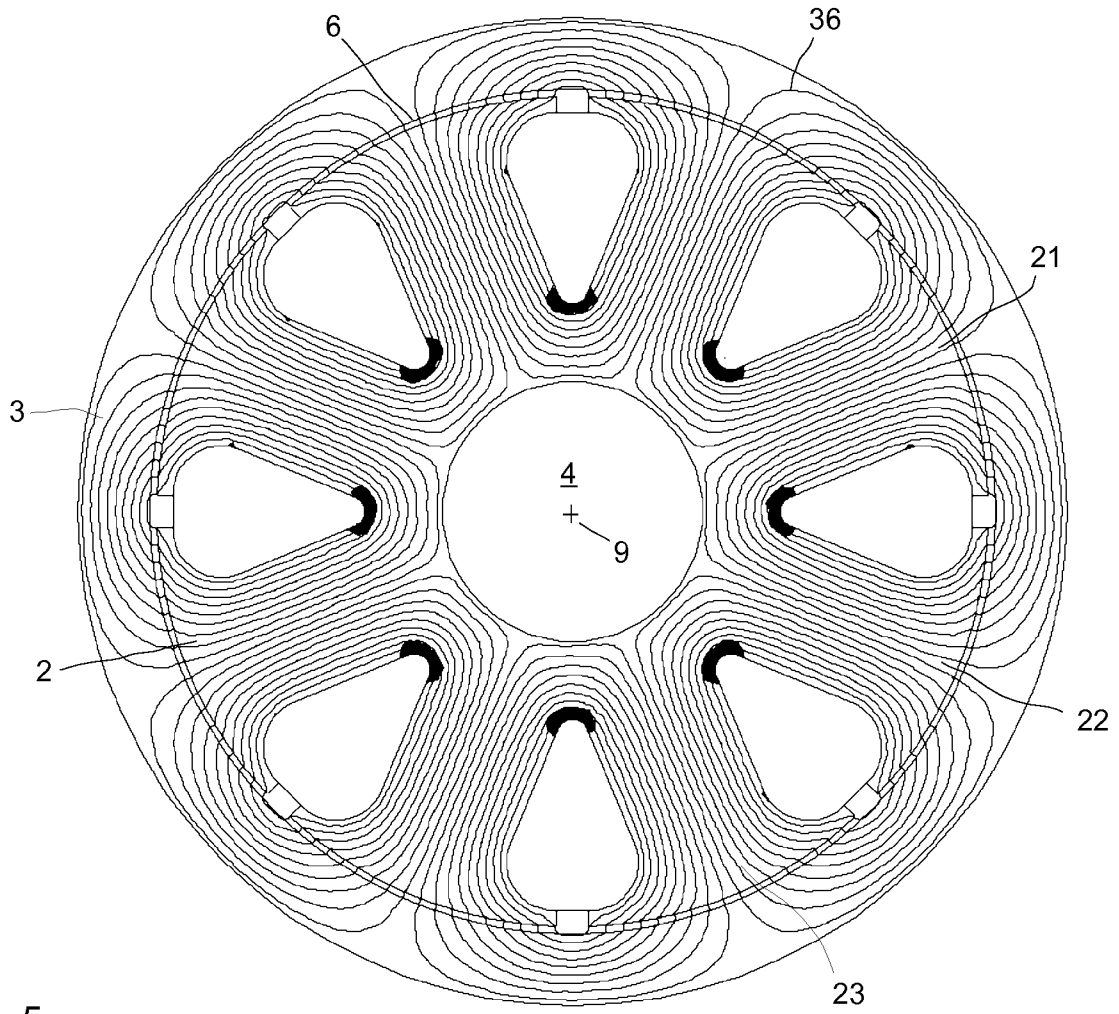


Fig. 5

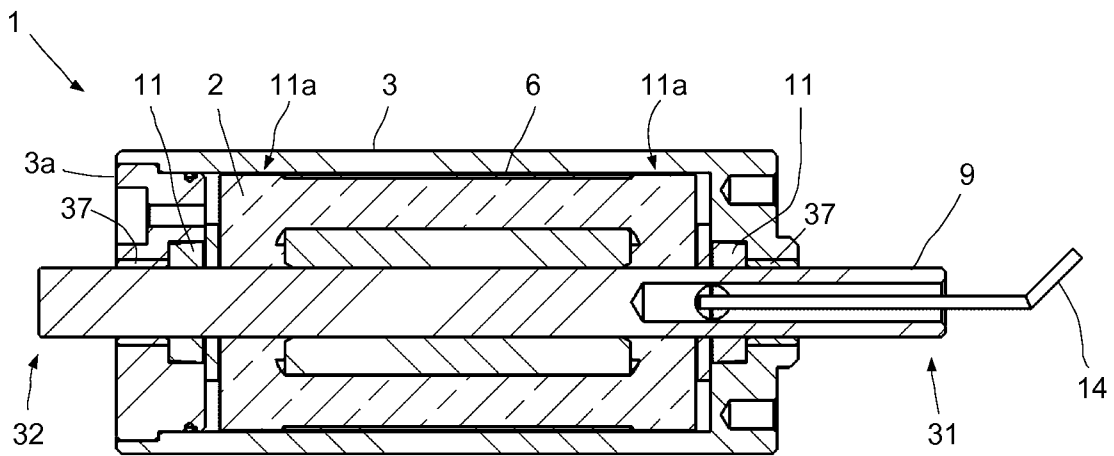


Fig. 6

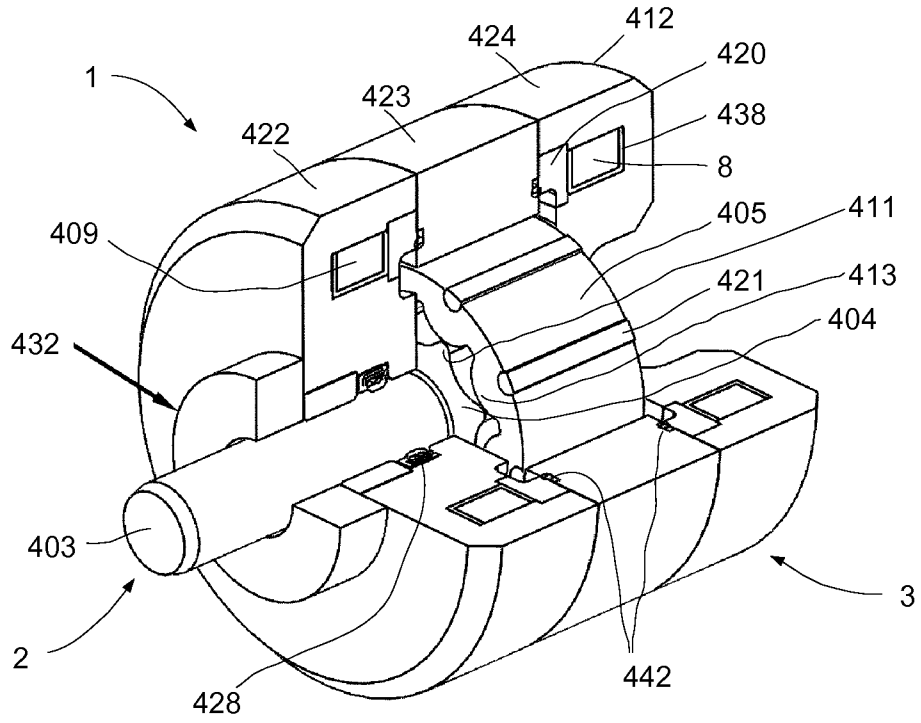


Fig. 7

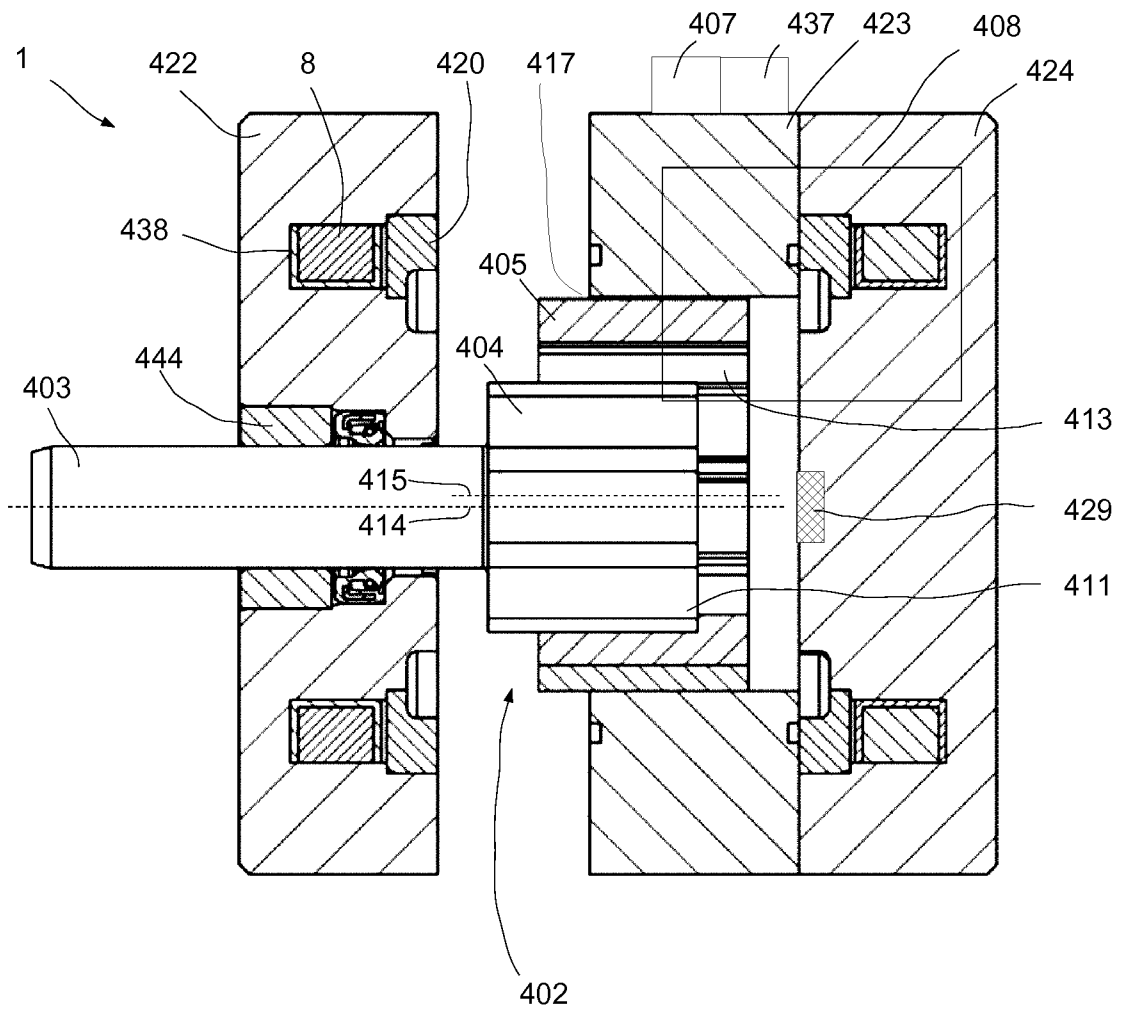


Fig. 8

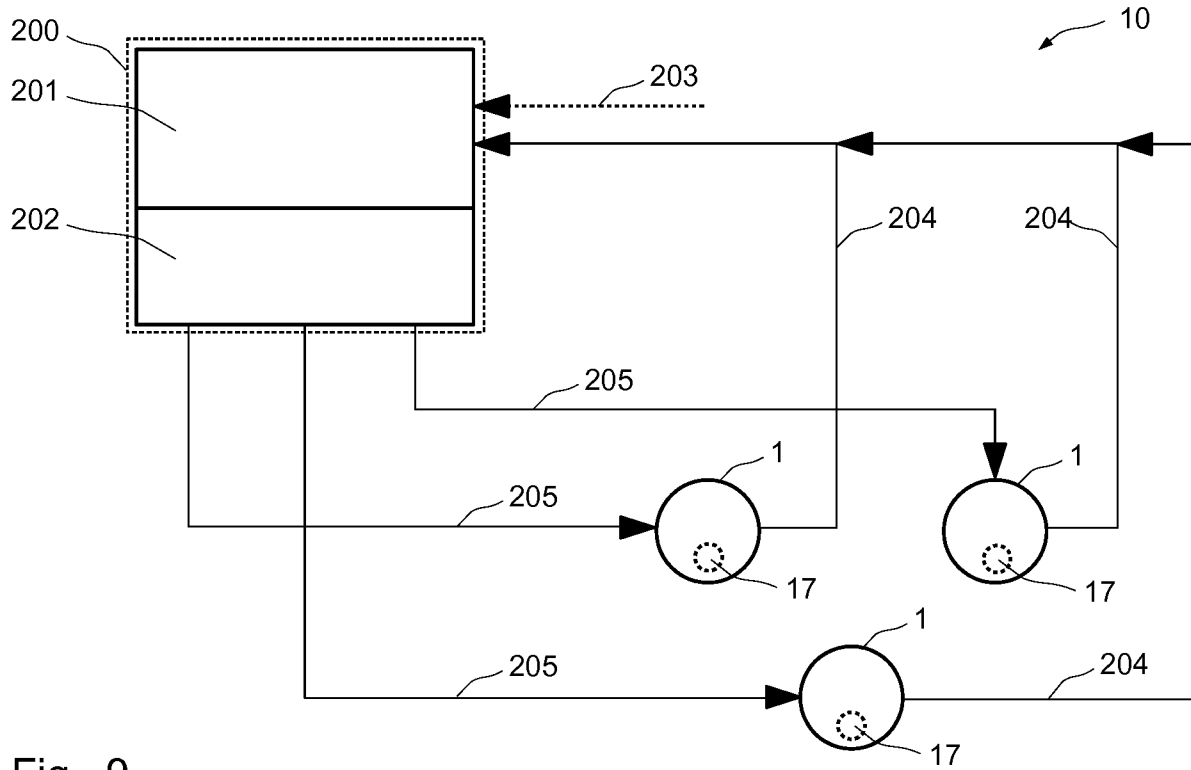


Fig. 9

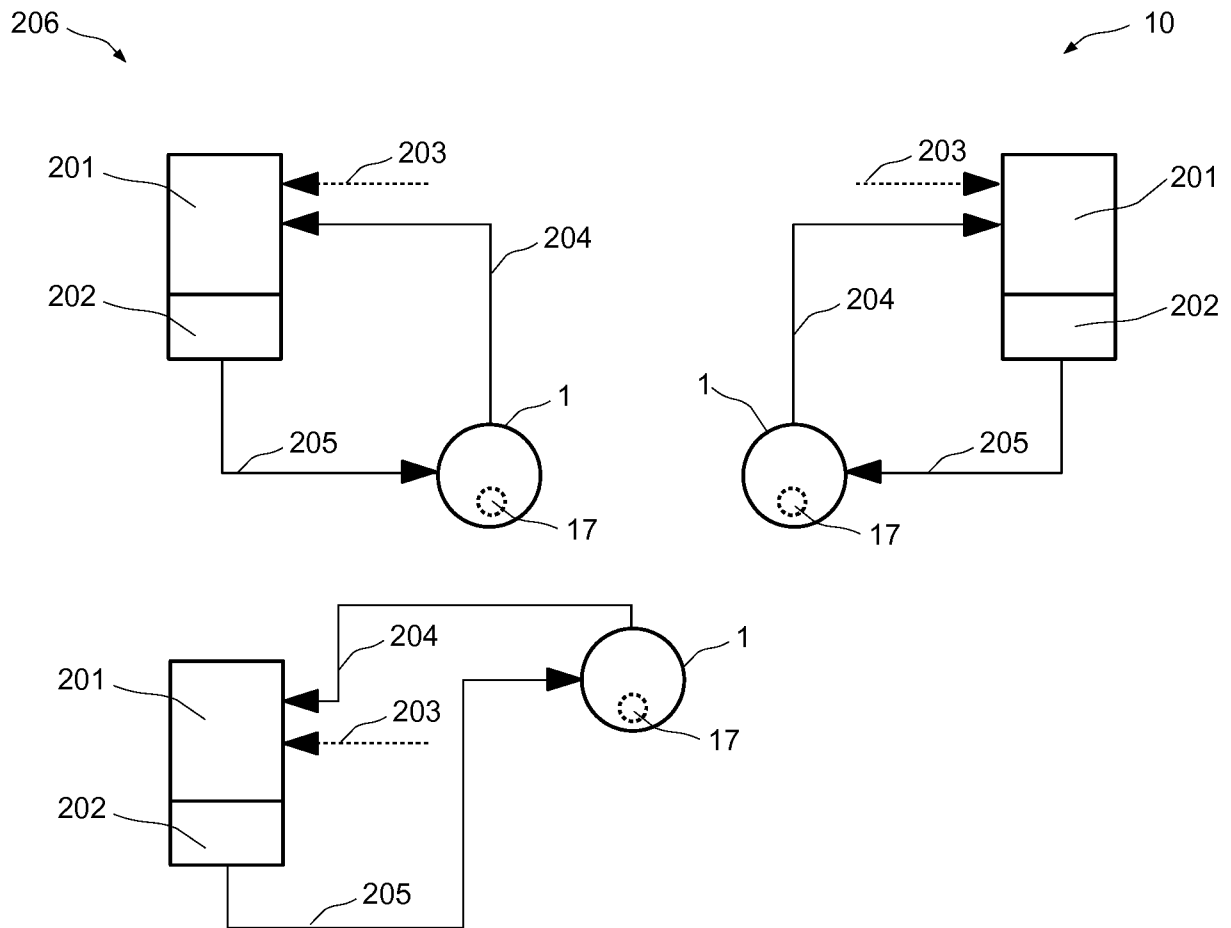


Fig. 10

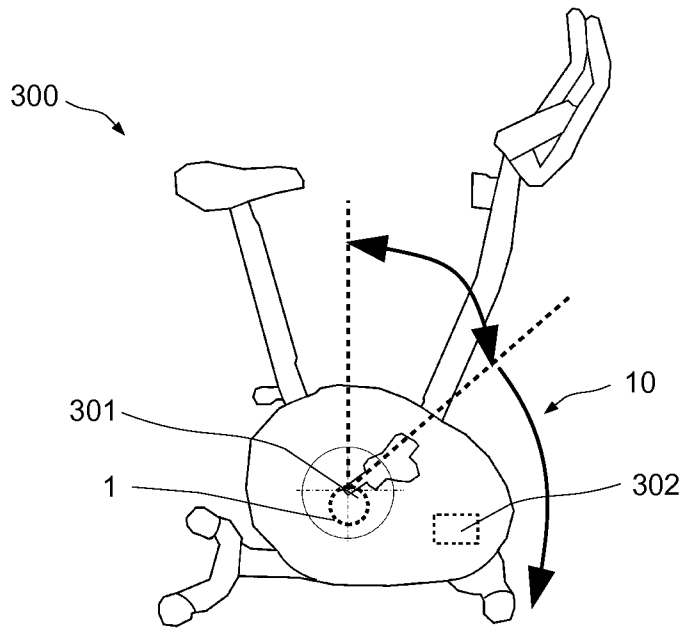


Fig. 11

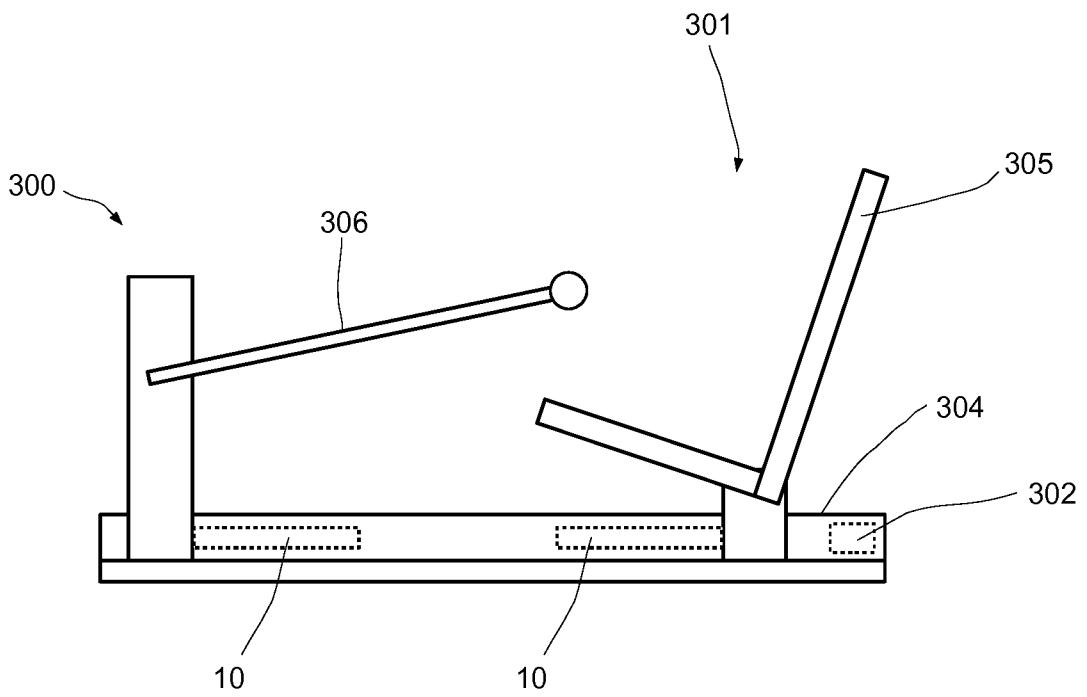


Fig. 12

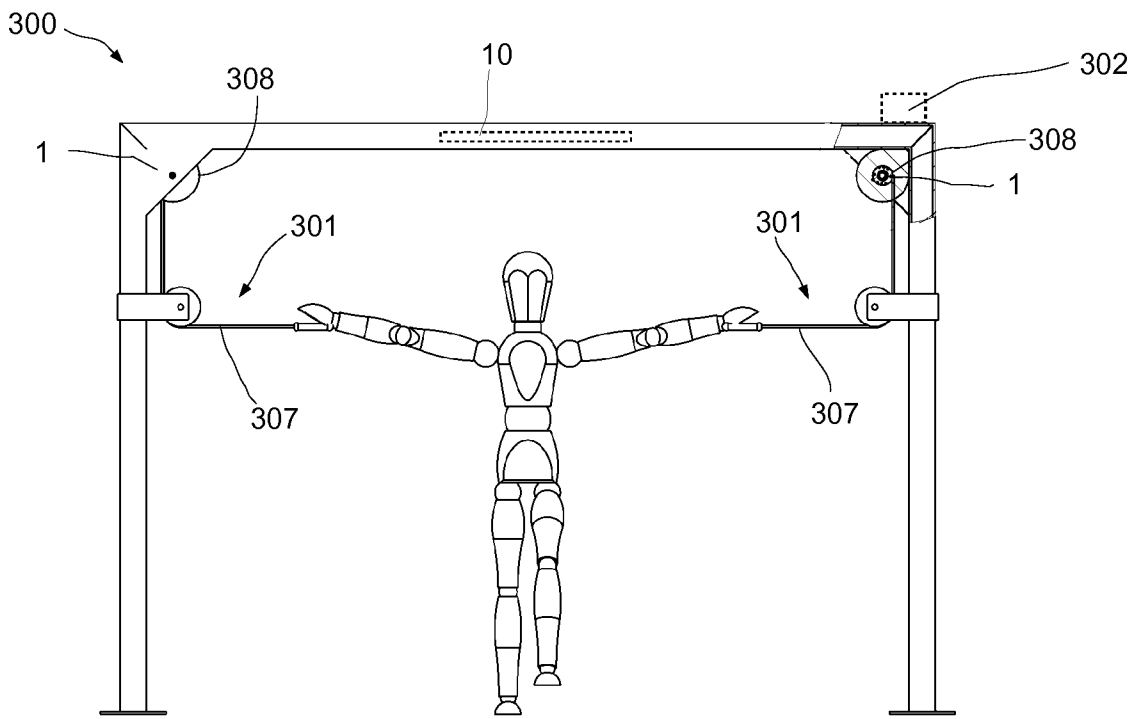


Fig. 13

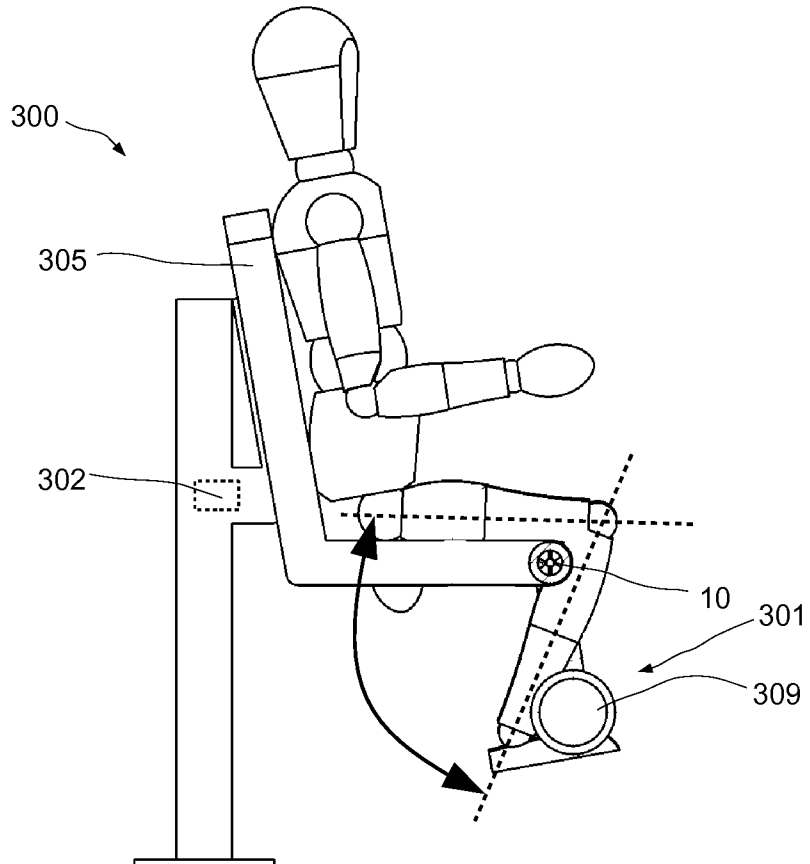


Fig. 14

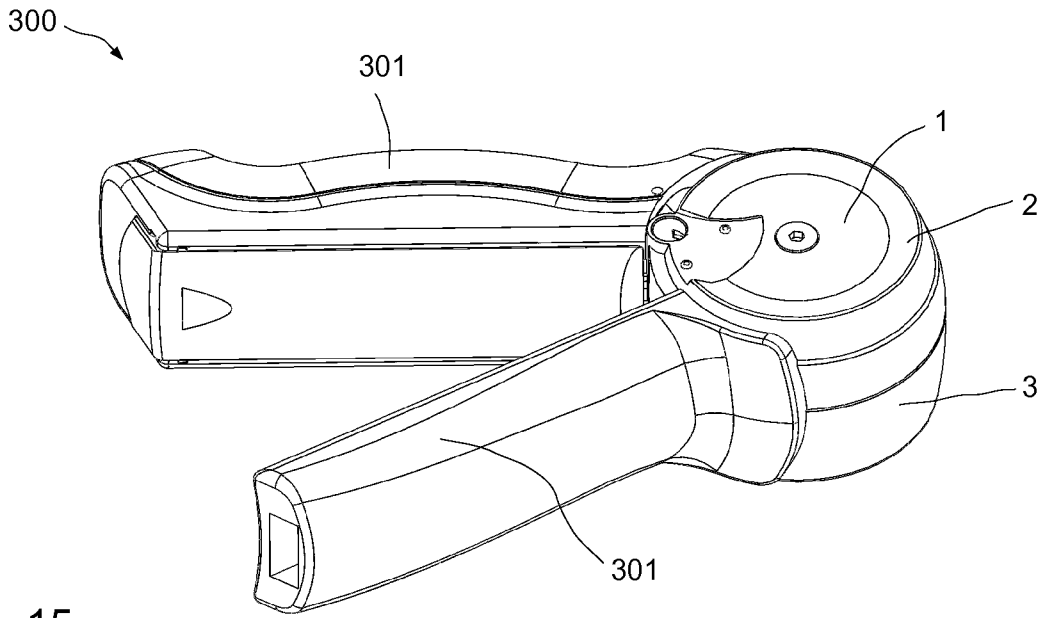


Fig. 15

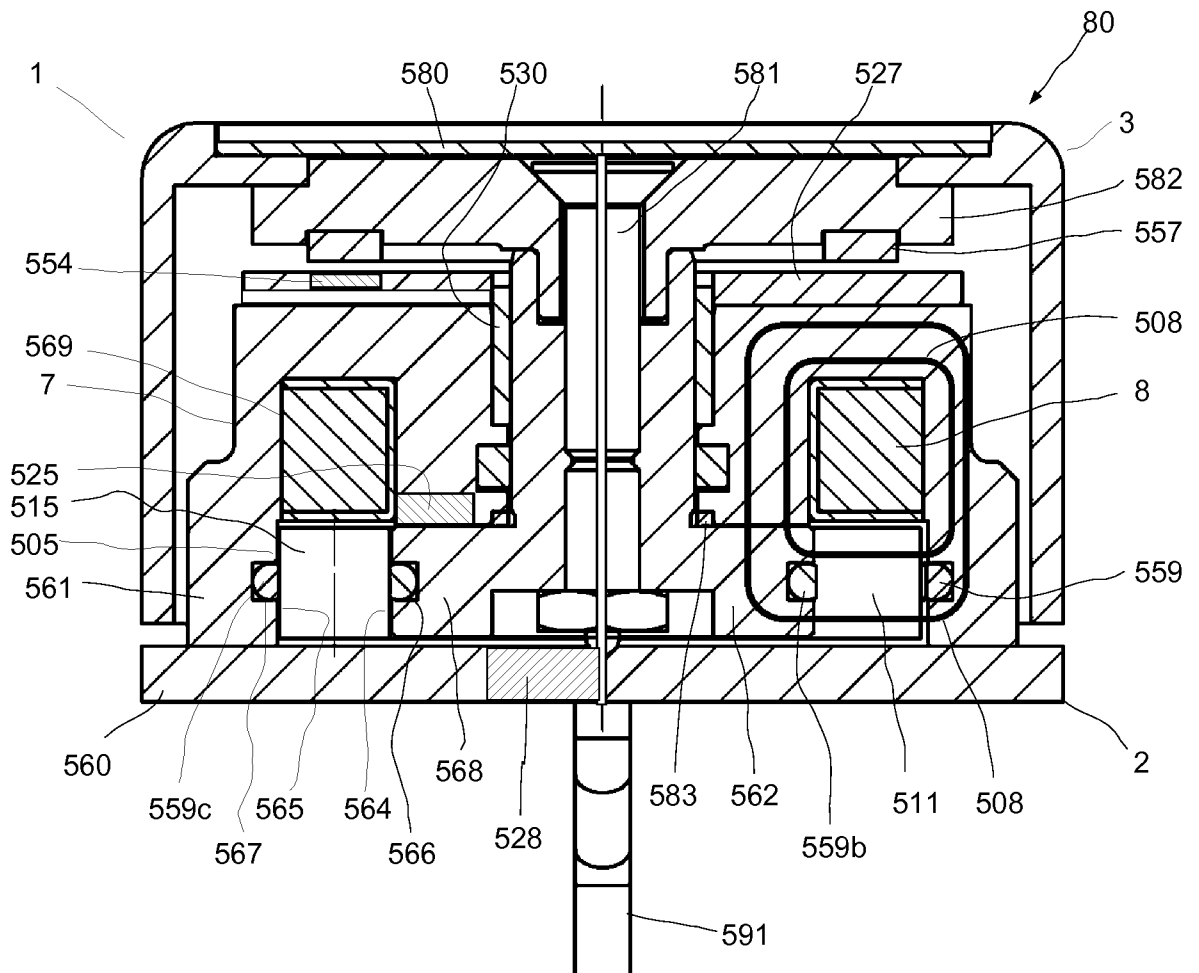


Fig. 16

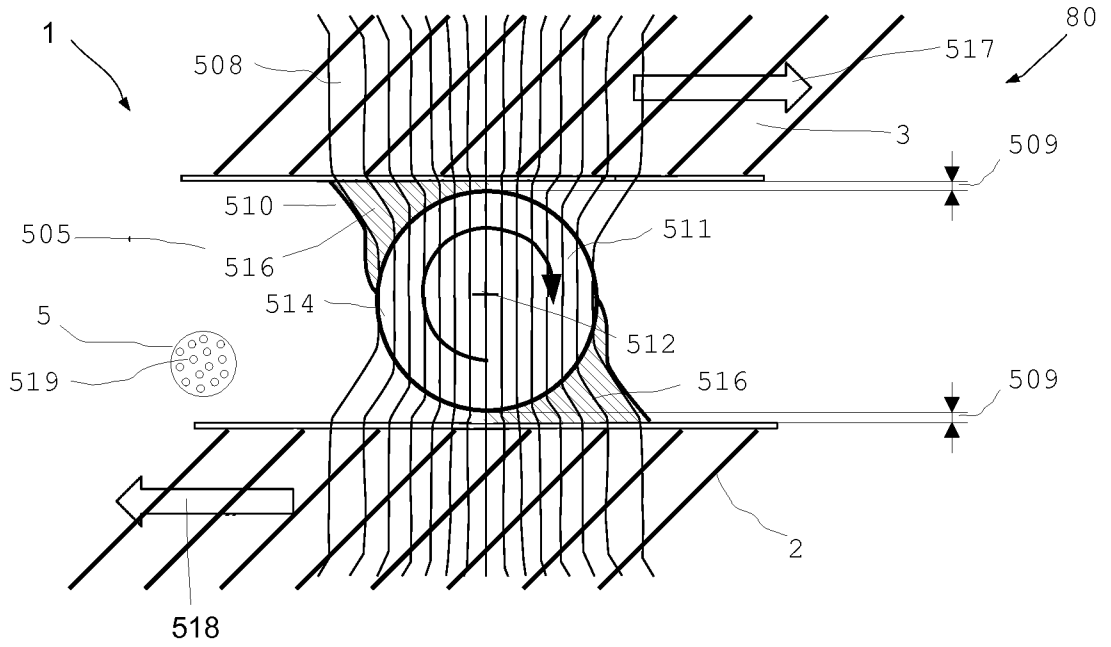


Fig. 17

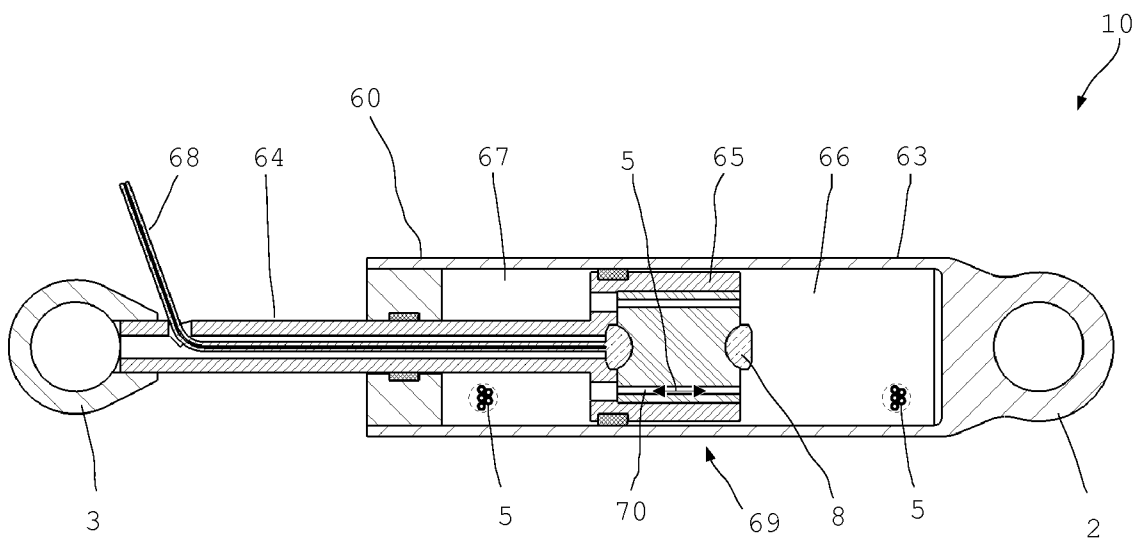


Fig. 18

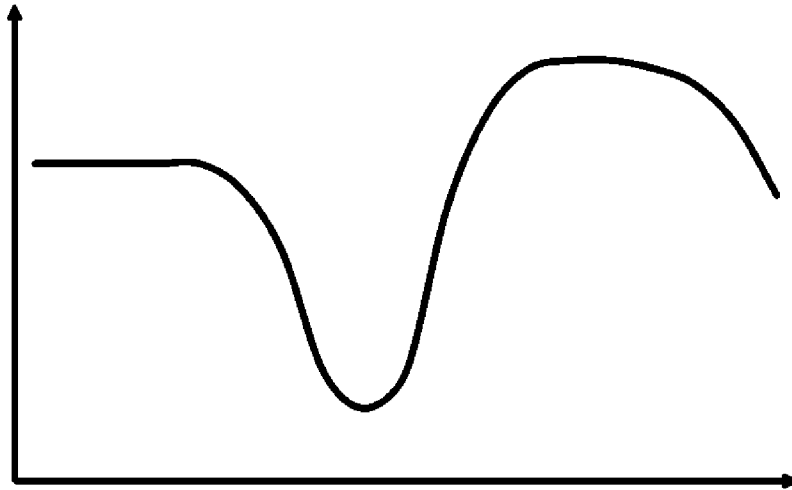


Fig. 19

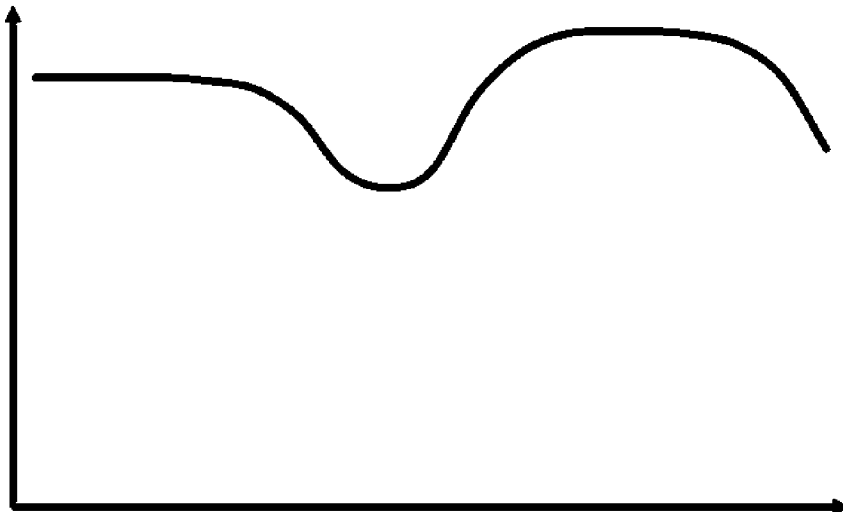


Fig. 19a

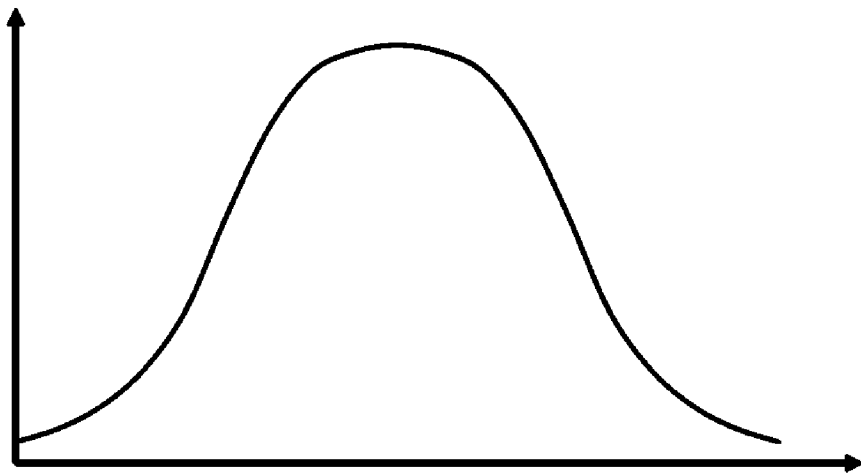


Fig. 20

300

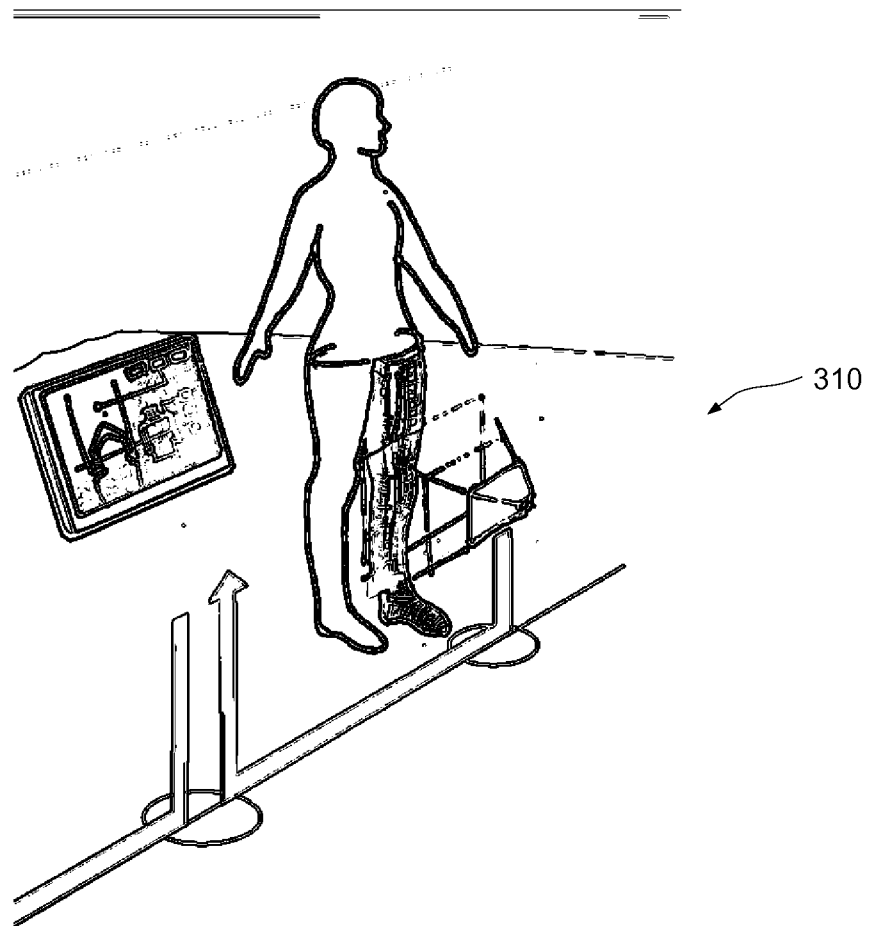


Fig. 21

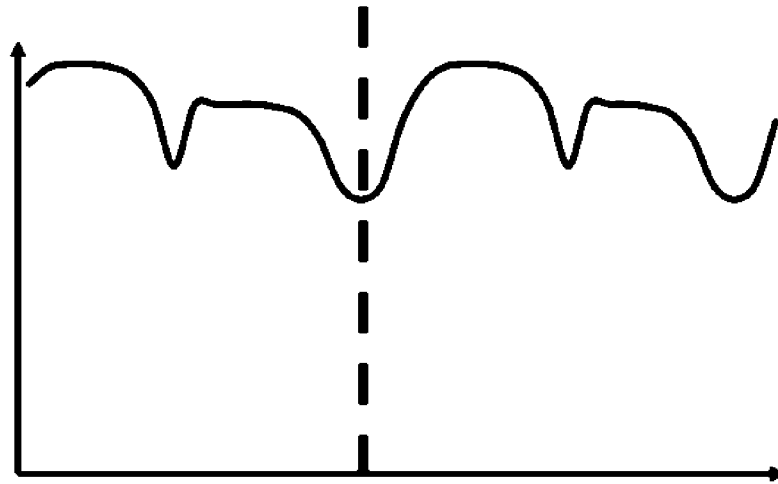


Fig. 22

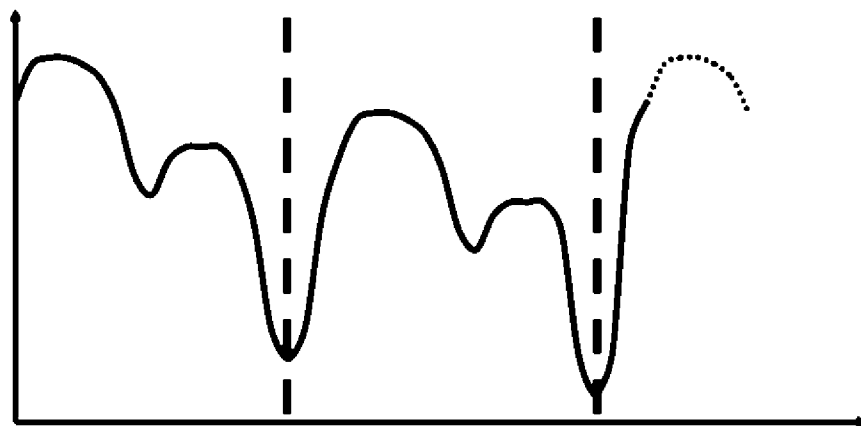


Fig. 23