



(10) **DE 10 2015 119 741 A1** 2016.05.19

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 741.3**

(22) Anmeldetag: **16.11.2015**

(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**

(51) Int Cl.: **A61H 1/00 (2006.01)**

**A61B 5/11 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:

**10 2014 116 656.6 14.11.2014**

(71) Anmelder:

**Universität Potsdam, 14469 Potsdam, DE**

(74) Vertreter:

**HERTIN und Partner Rechts- u. Patentanwälte  
PartG mbB, 10707 Berlin, DE**

(72) Erfinder:

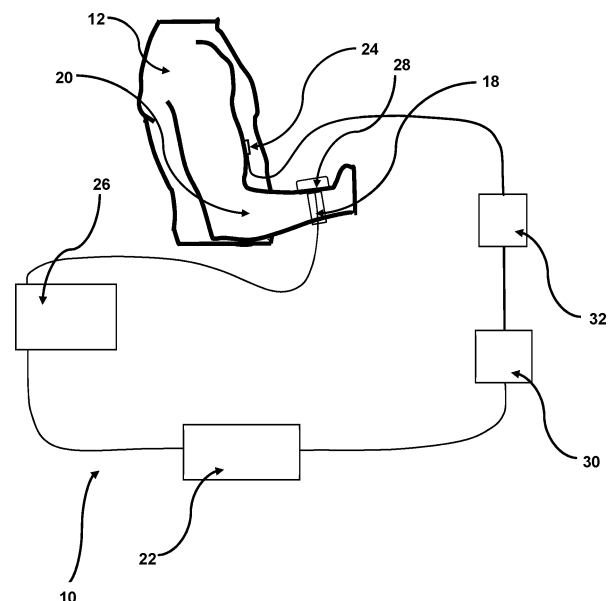
**Bittmann, Frank, Prof. Dr., 14469 Potsdam, DE;  
Schaefer, Laura, Dr., 14476 Potsdam, DE; Venner-  
Zinn, Stefanie, 15711 Königs Wusterhausen, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur individuell rückgekoppelten Regulation von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers und Verfahren zur Aufzeichnung, Analyse und Übertragung solcher Oszillationen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur individuell rückgekoppelten Regulation von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers, sowie ein Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers, ein Verfahren zur rückgekoppelten Regulation und ein Verfahren zur simultanen Durchführung von Körperübungen und Übertragung von Schwingungen durch eine Schwingungseinheit der Aktoreinheit einer Vorrichtung.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur individuell rückgekoppelten Regulation von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers, sowie ein Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers, ein Verfahren zur rückgekoppelten Regulation und ein Verfahren zur simultanen Durchführung von Körperübungen und Übertragung von Schwingungen durch eine Schwingungseinheit der Aktoreinheit einer Vorrichtung.

**[0002]** Im Stand der Technik sind Vorrichtungen bekannt, bei denen unter Verwendung eines Seil-Systems mechanische Schwingungen auf einen menschlichen und/oder tierischen Körper übertragen werden können. In der WO 2015/030602 A1 wird beispielsweise eine Schwingungsvorrichtung offenbart, mit der stochastische Schwingungen erzeugt werden können. Nachteilig an der in der WO 2015/030602 A1 offenbarten Vorrichtung ist, dass die Übertragung der Schwingungen mittels eines Seil-Systems erfolgt, was die Einsatzmöglichkeiten der Vorrichtung einschränkt. Die in WO 2015/030602 A1 offenbarte Vorrichtung ist ausschließlich zur Übertragung von Schwingungen auf mindestens ein Körperteil eines Nutzers geeignet; sie dient nicht zur Erfassung und Analyse von Oszillationen, beispielsweise von Muskeln und/oder Sehnen des Nutzers bei der Durchführung von Körperübungen.

**[0003]** Die DE 10 2010 000 390 A1 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Behandlung eines Patienten mit Vibrations-, Tast- und/oder Thermo- reizen, wobei unterschiedliche Stimulationstypen mit verschiedenen Stimulationseinheiten auf einen Patienten übertragen werden können. Auch bei der in der DE 10 2010 000 390 A1 offenbarten Vorrichtung erfolgt keine Erfassung und/oder Analyse von Oszillationen, die vom Nutzer der Vorrichtung erzeugt werden.

**[0004]** In der DE 20 2007 014 078 U1 wird ein Trainingsgerät mit vorzugsweise bewegungsverkoppeltem oder bewegungsverkoppelbarem Greifelement offenbart, mit der der Bewegungsapparat einer Person stimuliert und trainiert werden soll. Das Trainingsgerät gemäß der DE 20 2007 014 078 U1 ist als motorangetriebene, schwenkbare Wippe ausgestaltet, wobei sich die trainierende Person auf einem Greifelement abstützt.

**[0005]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und Verfahren bereitzustellen, die nicht die Mängel und Nachteile des Standes der Technik aufweisen und es insbesondere ermöglichen, sowohl Schwingungen zu erzeugen und diese auf einen menschi-

chen und/oder tierischen Nutzer zu übertragen, als auch solche Oszillationen zu erfassen und zu analysieren, die vom Nutzer erzeugt werden. Insbesondere wäre es wünschenswert, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen zu können, bei denen die erzeugten Schwingungen individuell auf den einzelnen Nutzer anpassbar sind und entsprechend der ermittelten Oszillationen und/oder Oszillationsmuster eines Nutzers variiert werden können, so dass eine positive Beeinflussung der Oszillationen und/oder Oszillationsmuster des Nutzers erreicht beziehungsweise ein besonders hoher Trainingseffekt erzielt wird.

**[0006]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe in einem ersten Aspekt durch eine Vorrichtung zur individuell rückgekoppelten Regulation von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers gelöst, wobei die Vorrichtung mindestens eine Sensoreinheit zur Aufzeichnung von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen und mindestens eine Aktoreinheit zur Erzeugung und Übertragung von Schwingungen auf einen Körper des menschlichen und/oder tierischen Nutzers umfasst und die Sensoreinheit und die Aktoreinheit miteinander einen Regelkreis bilden, und die Aktoreinheit mit einer Befestigungsvorrichtung direkt mit mindestens einem Körperteil des menschlichen und/oder tierischen Nutzers verbindbar ist.

**[0007]** Vorzugsweise bedeutet der Begriff „individuell rückgekoppelte Regulation“ im Sinne der Erfindung, dass die physiologischen Schwingungen, die ein menschlicher und/oder tierischer Nutzer beispielsweise bei der Durchführung von Körperübungen erzeugt, aufgezeichnet und analysiert werden und dass aufgrund der so erhaltenen Oszillationen und Oszillations-Muster individuell auf diesen einen Nutzer abgestimmte Schwingungen auf den Nutzer und/oder mindestens ein Körperteil des Nutzers übertragen werden können. Dies wird vorteilhafterweise dadurch ermöglicht, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Sensoreinheit und eine Aktoreinheit umfasst, wobei die Sensoreinheit der Aufzeichnung von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen dient und die Aktoreinheit zur Erzeugung und Übertragung von Schwingungen auf den Körper des Nutzers.

**[0008]** Es ist im Kontext der Erfindung besonders bevorzugt, wenn die Aktoreinheit mittels der Befestigungsvorrichtung direkt mit mindestens einem Körperteil des menschlichen und/oder tierischen Nutzers verbunden vorliegt, so dass eine unmittelbare Übertragung der Schwingungen ermöglicht wird. Vorzugsweise wird die erfindungsgemäße Vorrichtung für die Durchführung von Körperübungen, das heißt im sportlichen Bereich und/oder zu Trainingszwecken, eingesetzt. Es war vollkommen überraschend, dass durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrich-

tung eine erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Nutzer gezeigt werden konnte.

**[0009]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die Vibrationen, die von der erfindungsgemäßen Vorrichtung auf einen Nutzer, beziehungsweise dessen Körper, übertragen werden, als „Schwingungen“ zu bezeichnen. Diese Schwingungen werden bevorzugt durch Schwingungsparameter charakterisiert, wobei diese Schwingungsparameter ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend Frequenzen, Amplituden und/oder Zeitintervalle. Es ist weiter bevorzugt, die vom Nutzer erzeugten Vibrationen als „Oszillationen“ zu bezeichnen. Insbesondere bevorzugt ist es im Sinne der Erfindung, Oszillationen von Muskeln und/oder Sehnen des Nutzers zu erfassen und zu analysieren. Dies kann beispielsweise unter Verwendung der Mechanomyografie (MMG) beziehungsweise der Mechanotendografie (MTG) erfolgen, wobei die Mechanomyografie insbesondere zur Erfassung der mechanischen Oszillationen der Muskeln und die Mechanotendografie insbesondere zur Erfassung der mechanischen Oszillationen der Sehnen eingesetzt wird. Diese mechanischen Oszillationen dienen bevorzugt als Fenster zur Beurteilung zentralnervöser Prozesse, insbesondere bei Störungen der motorischen Steuerung, da solche Störungen oftmals mit einer Veränderung von Oszillations-Parametern einhergehen. Vorteilhafterweise soll durch die Erfassung und Analyse körpereigener Oszillationen und der darauf abgestimmten Übertragung von externen Schwingungen durch eine Schwingungseinheit das Oszillations-Verhalten eines Nutzers positiv beeinflusst werden. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass das Oszillations-Verhalten eines Nutzers in Richtung eines solchen Oszillations-Verhaltens verschoben wird, welches einer intakten Motorik entspricht. Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere auch zu Sport- und/oder Trainingszwecken eingesetzt werden.

**[0010]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die Messung von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen mittels Piezo-Sensoren durchzuführen. Es ist weiter bevorzugt, kinematische Oszillationen eines Körperteils eines Nutzers, beispielsweise ein Zittern und/oder einen Tremor, mit Hilfe von Beschleunigungs-Sensoren, zum Beispiel ACC-Sensoren, zu erfassen. Dies kann besonders vorteilhaft in Zusammenhang mit Menschen mit Morbus Parkinson erfolgen. Des Weiteren können bevorzugt Kraft-Sensoren zur Ermittlung von Messwerten hinsichtlich der Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen verwendet werden.

**[0011]** Die Verwendung von MTG-Verfahren hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, da dabei die Superposition einer Sehne ausgenutzt wird, bei der die mechanischen Zugspannungen der umgebenden Muskeln und Muskelköpfe zusammenlaufen, wo-

durch vorteilhafterweise die Oszillation einer Vielzahl von Muskelfasern als integriertes Signal erfasst werden kann. Es war vollkommen überraschend, dass durch die Verwendung von MTG-Verfahren ein besonders gut reproduzierbares Oszillationsverhalten erreicht wird.

**[0012]** Insbesondere wird mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Diagnostikmöglichkeit zur Früherkennung beziehungsweise zur Verlaufskontrolle von degenerativen, orthopädischen und/oder sportmedizinischen Erkrankungen zur Verfügung gestellt, sowie ein Trainingssystem für die Therapie in Neurologie, Orthopädie, Sport und/oder Arbeitsmedizin. Dabei werden mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung und bei den erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt einzelne Messungen für eine Befunderhebung, aber nicht die vollständige Befunderhebung selbst durchgeführt. Die Messungen betreffen dabei vorteilhafterweise die Oszillationen von Muskeln und/oder Sehnen eines menschlichen und tierischen Nutzers.

**[0013]** Vorteilhafterweise bilden die Sensoreinheit und die Aktoreinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung miteinander einen Regelkreis. Dies bedeutet im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Schwingungen, die mittels der Aktoreinheit auf den Nutzer übertragen werden, durch Variation der Schwingungsparameter, an mittels der Sensoreinheit ermittelte Oszillationen und/oder Oszillations-Mustern des Nutzers, insbesondere seiner Muskeln und/oder Sehnen, angepasst werden können. In der Sprache der Regelungstechnik bedeutet dies bevorzugt, dass die Schwingungsparameter, wie Frequenzen, Amplituden und/oder Zeitintervalle, die zu regelnde Regelgröße darstellen. Diese können mittels eines Reglers, hier vorzugsweise der Aktoreinheit, variiert werden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Regelgröße, das heißt die Schwingungsparameter, der von der Aktoreinheit übertragenden Schwingungen, in Abhängigkeit von den mittels der Sensoreinheit erfassten Oszillationen des menschlichen und/oder tierischen Nutzers verändert und an das ermittelte Oszillations-Verhalten des Nutzers angepasst werden können. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Schwingungen, die mittels der mindestens einen Aktoreinheit auf den Nutzer übertragen werden, Schwingungscharakteristika, wie Sinus-, Rechteck-, Impuls- und/oder Dreieckverlauf, umfassen.

**[0014]** Die Oszillationen und/oder Oszillations-Muster werden bevorzugt mittels der Sensoreinheit erfasst und analysiert, wobei die Analyse vorzugsweise unter Verwendung mathematischer Methoden erfolgt. Sie umfasst bevorzugt den Abgleich der ermittelten Oszillations-Daten mit in der Sensoreinheit hinterlegten Referenzwerten. Diese Referenzwerte entsprechen in der Sprache der Regelungstechnik bevorzugt dem Sollwert und stellen solche Oszillationen

und/Oszillations-Muster dar, die bei gesunden Nutzern bei intakter Motorik ermittelt werden. Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die Referenzwerte in der Analyseeinheit hinterlegt sind, die vorzugsweise als Regelzentrum der Regelstrecke fungiert und beispielsweise von einer Datenverarbeitungs-Vorrichtung gebildet werden kann. Referenzwerte im Sinne der Erfindung sind bevorzugt stochastische Frequenzverteilungen zwischen 5 und 30 Hz, wie sie beispielsweise bei Nutzern, die keine Erkrankungen aufweisen, vorgefunden werden. Schwingungen, die diesen Referenzwerten entsprechen, können mittels der Aktoreinheit auf den Nutzer übertragen werden. Eine andere vorteilhafte Anwendung der Vorrichtung ist das Training mit Störungsreizen, wobei beispielsweise ein 4 Hz-Tremor auf einen Nutzer übertragen wird und die Reaktion des Nutzers, insbesondere seiner Muskeln und/oder Sehnen, auf diesen Störungsreiz erfasst wird.

**[0015]** Es ist erfindungsgemäß weiter bevorzugt vorgesehen, dass die Aktoreinheit mit einer Befestigungsvorrichtung direkt mit mindestens einem Körperteil des menschlichen und/oder tierischen Nutzers verbindbar ist und/oder verbunden vorliegt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Befestigungsvorrichtung beispielsweise von einem justierbaren Gurt und/oder einer justierbaren Manschette gebildet wird, mit der die Aktoreinheit ohne Verwendung zusätzlicher Befestigungsmittel am Körper des Nutzers, beziehungsweise an einem Körperteil des Nutzers, befestigt werden kann. Vorzugsweise erfolgt die Befestigung der Aktoreinheit dergestalt, dass eine feste Fixierung mit dem gewünschten Körperteil erfolgt, ohne dass dieses Körperteil in seiner Bewegung behindert wird oder dass unangenehme Empfindungen beim Nutzer erzeugt werden.

**[0016]** Durch die bevorzugt direkte Verbindung der Aktoreinheit mit dem Nutzer wird vorteilhafterweise eine unmittelbare Übertragung der Schwingungen auf den Nutzer erreicht. Im Stand der Technik werden zur Übertragung von Schwingungen an einen Nutzer beispielsweise Seil-Systeme verwendet. Demgegenüber hat sich die erfindungsgemäß vorgesehene direkte Anbringung der Aktoreinheit mittels einer Befestigungsvorrichtung an einen Nutzer und die damit verbundene unmittelbare Applikation der mechanischen Schwingungen als vorteilhaft erwiesen, da in Verbindung mit Seil-Systemen häufig ein chaotisches Eigenschwingungs-Verhalten des Seil-Systems beobachtet wird, welches zu unvorhersehbaren Interferenzen zwischen den Schwingungen der Aktoreinheit und den zu erfassenden Körper-Oszillationen des Nutzers führen kann. Vorteilhafterweise wird somit durch die direkte Verbindung und/oder Verbindbarkeit zwischen Aktoreinheit und Nutzer eine verbesserte Kontrolle und Steuerung der übertragenen Schwingungen erreicht, sowie eine ungestörte Erfassung der Nutzer-Oszillationen.

**[0017]** Darüber hinaus hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass durch die Anbringung der Aktoreinheit in unterschiedlichen Raumebenen die Schwingungsrichtungen der übertragenen Schwingungen nahezu beliebig ausgewählt werden können. So unterscheidet sich beispielsweise für die sensomotorische Realisierung und die beteiligten Muskelgruppen des Arms eine Oszillation in Ante- oder Retroversions-Richtung wesentlich von der Schwingung in Ab- oder Adduktionsrichtung.

**[0018]** Ein weiterer Vorteil der direkten Übertragung der Schwingungen von der Aktoreinheit an den Nutzer besteht darin, dass mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung prinzipiell jedes Körperteil des Nutzers aktiviert werden kann, insbesondere auch der Rumpf und/oder die Beine des Nutzers, was sich als technische Herausforderung bei der Verwendung von Seilen gezeigt hat. Insbesondere erlaubt die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung den Einsatz bei einer Vielzahl von unterschiedlichen Körperübungs-, Sport- und/oder Trainingsformen und ist insbesondere nicht auf den Einsatz von Seil-Systemen beschränkt. Infrage kommen beispielsweise natürliche Übungen ohne Geräte, die Arbeit mit Freihanteln und/oder Therabändern, sowie die Arbeit mit Grossgeräten, wie beispielsweise Beinpressen oder Seilzuggeräten. Dadurch kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vorteilhafterweise in Verbindung mit bereits vorhandenen Trainings- und/oder Therapiegeräten eingesetzt oder kombiniert werden und erfordert nicht die Anschaffung eines spezifischen Seil-Systems.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Sensoreinheit eine Analyseeinheit und mindestens einen Mechanosensor, wobei der mindestens eine Mechanosensor mit dem Körper des menschlichen und/oder tierischen Nutzers verbindbar ist.

**[0020]** Es kann für einige Anwendungen bevorzugt sein, dass die Sensoreinheit einen, zwei oder drei oder mehr mechanische Sensoren umfasst, die im Kontext der Erfindung bevorzugt auch als Mechanosensoren bezeichnet werden und die ausgewählt sein können aus einer Gruppe umfassend Sensor zur Erfassung der mechanischen myotendinösen Oszillationen, Piezosensor, kapazitiv-arbeitender Sensor, Beschleunigungssensor, ACC-Sensor, Kraftsensor und/oder Dehnmessstreifen.

**[0021]** Vorzugsweise kann der Sensor zur Erfassung der mechanischen myotendinösen Oszillationen piezoelektrisch und/oder kapazitiv ausgestaltet sein. Es ist bevorzugt, dass dieser Sensor direkt auf der Haut über bestimmten Muskeln und/oder Sehnen appliziert wird. Diese Art der Applikation hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, da die Vorbereitung der entsprechenden Haut-Areale für die Sensor-

Applikation einfach, ökonomisch, nicht-invasiv und wenig fehleranfällig ist.

**[0022]** Darüber hinaus kann die Sensoreinheit vorzugsweise einen Beschleunigungssensor umfassen, der bevorzugt an solchen Körperteilen angebracht wird, deren räumlichen Schwingungen erfasst werden sollen. Beispielsweise kann der Beschleunigungssensor als ACC-Sensor ausgestaltet sein.

**[0023]** Des Weiteren kann die Sensoreinheit mindestens einen Kraftsensor, der beispielsweise von einem Dehnmessstreifen gebildet werden kann, umfassen. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Kraftsensor etwaige Reaktionskräfte zwischen dem Nutzer und Gerät beziehungsweise dem Widerlager erfasst. Es kann für einzelne Anwendungen auch bevorzugt sein, dass ein erster Nutzer gegen einen zweiten Nutzer agiert und die Reaktionskraft zwischen den beiden Nutzern gemessen wird.

**[0024]** Es kann im Sinne der Erfindung weiter bevorzugt sein, dass die Vorrichtung Mittel zur Vorverstärkung sowie Mittel zur mehrkanaligen AD-Wandlung zur Datenüberttragung umfasst, wobei die Mittel zur Vorverstärkung vorteilhafterweise energiearm und niederfrequent ausgebildet sind und die Mittel zur Datenübertragung kabelgebunden und/oder mobil ausgestaltet sein können.

**[0025]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die mechanischen Sensoren mit dem Körper des menschlichen und/tierischen Nutzers zu verbinden, wobei die mechanischen Sensoren der Sensoreinheit und die Aktoreinheit vorzugsweise getrennt voneinander appliziert werden, da sonst die Schwingungen der Aktoreinheit die von den Mechanosensoren zu ermittelnden Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen beeinflussen. Der Begriff „getrennt voneinander“ ist für den durchschnittlichen Fachmann nicht unklar, da der durchschnittliche Fachmann weiß, in welchem Abstand schwingungsgenerierende Einheiten und Oszillations-Sensoren voneinander an einem menschlichen und/oder tierischen Körper angebracht sein müssen, damit die Schwingungs-Erfassung und die Übertragung von Schwingungen auf den Nutzer nicht interferieren.

**[0026]** Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die Mechanosensoren der Sensoreinheit auf der Haut des Nutzers frei schwingen können und nicht durch eine gegebenenfalls zu straffe Befestigung beeinträchtigt werden. Geeignet für die Anbringung der Sensoren sind beispielsweise folgende Befestigungsalternativen:

- das Aufkleben der Sensoren mit doppelseitigem Klebeband auf der Haut des Nutzers
- das Überkleben der Sensoren mit einem Tape und/oder
- die Befestigung mittels einer dünnen und elastischen Manschette, beispielsweise einer dünnen Strumpfbandage.

**[0027]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Analyseeinheit von einer Datenverarbeitung-Vorrichtung und einer Software gebildet wird. Bei der Datenverarbeitung-Vorrichtung kann es sich beispielsweise um einen personal computer (PC), ein Notebook, ein Laptop, ein Tablet PC oder dergleichen handeln. Eine Software im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogramm-Produkt zur Durchführung von Berechnungen und mathematischen Methoden auf der Datenverarbeitung-Vorrichtung. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die mathematischen Methoden ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend Komprimierung, Zuschneiden, Filtern, Glätten der Messwerte, lineare und nicht-lineare Daten-Analytik, Phasendifferenzberechnung, Phasenabstandsberechnung, Power Spectral Density, Mean Power Frequency, spezifische Quotienten, beispielsweise in bestimmten Frequenzbändern, Korrelationsanalyse, Kohärenzanalyse und/oder Waveletanalyse (zum Beispiel einfache Wavelets, Kohärenz-Wavelets, Cross-Wavelets), ohne darauf beschränkt zu sein.

**[0028]** Es ist im Sinne der Erfindung weiter bevorzugt, dass das Computerprogramm-Produkt auf der Datenverarbeitung-Vorrichtung betrieben wird und die ermittelten Oszillations-Daten des Nutzers von den Sensoren an die Analyseeinheit geleitet und dort ausgewertet werden.

**[0029]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Aktoreinheit eine Steuereinheit und eine Schwingungseinheit. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Steuereinheit beispielsweise computergestützt ausgestaltet ist und mittels der Steuereinheit die Schwingungseinheit der Aktoreinheit und somit die Übertragung von Schwingungen auf den Nutzer-Körper gesteuert wird.

**[0030]** Die Schwingungseinheit der Aktoreinheit kann beispielsweise durch die Kombination einer Spule mit einem dazu beweglich angeordneten ferromagnetischen Element gebildet werden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass das ferromagnetische Element durch das von der Spule erzeugte Magnetfeld angezogen wird, wobei das Element durch ein oszillierendes beziehungsweise pulsierendes Magnetfeld in Schwingung versetzt wird. Vorteilhafterweise weist das bewegliche Element der Schwingungseinheit der Aktoreinheit eine hinreichend große Masse auf, um eine genügend große

Kraft zu erzeugen, die auf den Körper des Nutzers wirkt.

**[0031]** Es ist im Sinne der Erfindung ebenfalls bevorzugt, eine Flachspule zu verwenden, die vorzugsweise mittels magnetischer Anziehung einen ferromagnetischen Schwingkörper in Bewegung versetzt. Vorteilhafterweise befindet sich zwischen der Spule und dem Schwingkörper eine elastische komprimierbare Schicht, die eine Annäherung des Schwingkörpers an die Spule zulässt, beziehungsweise bei nachlassenden Magnetfeld durch die elastische Ausdehnung den Schwingkörper wieder von der Spule entfernt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Bewegungen des Schwingungskörpers den Schwingungen entsprechen, die auf den Nutzer der erfindungsgemäßen Vorrichtung übertragen werden. Diese Schwingungen werden bevorzugt durch Schwingungsparameter charakterisiert, die vorzugsweise durch die Kontrolle und die Steuerung des elektrischen Stroms, der durch die Flachspule fließt, eingestellt werden können. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Schwingungen, die von der Schwingungseinheit an den Nutzer der erfindungsgemäßen Vorrichtung übertragen werden, statisch, oszillierend und/oder stochastisch erfolgen. Es ist weiter bevorzugt, dass es sich um harmonische Schwingungen mit unterschiedlichen Frequenzen, überlagerte Frequenzen und/oder stochastische Frequenzabläufe handeln kann, ohne darauf beschränkt zu sein.

**[0032]** Es ist im Sinne der Erfindung insbesondere bevorzugt, dass die durch die Schwingungseinheit an den Nutzer übertragene Schwingungen an die vom Nutzer selbst erzeugten Oszillationen, beispielsweise seiner Muskeln und/oder Sehnen, angepasst werden können, wodurch bevorzugt eine rückgekoppelte Regulation des Nutzers erreicht wird.

**[0033]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erzeugt die Schwingungseinheit Schwingungen mit Frequenzen im Bereich von 2 bis 50 Hz, besonders bevorzugt im Bereich von 8 bis 15 Hz. Die bevorzugten Frequenzen im Bereich von 2 bis 50 Hz stellen dabei die physiologischen mechanischen Oszillationen von Muskeln und/oder Sehnen dar, die vorzugsweise einem stochastischen Prozess folgen. Es hat sich gezeigt, dass sich das Oszillationsverhalten von Muskeln und/oder Sehnen von gesunden Nutzern und solchen Nutzern der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die Erkrankungen haben, beispielsweise hinsichtlich der Oszillationsparameter Amplitude und/oder Frequenz unterscheiden. Gezeigt werden konnten diese Abweichungen beispielsweise für Parkinson, Schlaganfall, Muskeldystrophie und/oder Rückenschmerz. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann nun vorteilhafterweise dazu verwendet werden, Schwingungen auf den Nutzer zu übertragen und dadurch das Oszillationsverhal-

ten seiner Muskeln und/oder Sehnen positiv zu beeinflussen. Es ist insbesondere bevorzugt, das Oszillationsbild eines Nutzers, der beispielsweise eine oben genannte Erkrankung hat und dessen Oszillationsmuster von den Referenzwerten, die für „gesunde“ Nutzer mit ungestörter Motorik ermittelt werden, abweicht, so zu beeinflussen, dass sich die Unterschiede verringern und gegebenenfalls beseitigt werden. Eine solche gezielte positive Beeinflussung des Oszillationsverhaltens von Muskeln und/oder Sehnen konnte überraschenderweise insbesondere bei übertragenen Schwingungen mit Frequenzen im Bereich von 8 bis 15 Hz beobachtet werden.

**[0034]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann insbesondere auch zu Sport- und/oder Trainingszwecken verwendet werden, wobei Tests gezeigt haben, dass durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung das individuelle Leistungsvermögen erheblich gesteigert werden kann. Es war vollkommen überraschend, dass durch den Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung individuell auf den einzelnen Nutzer abgestimmte Trainingsprogramme und/oder -abläufe bereitgestellt werden können, bei denen beispielsweise Schwingungen unter Verwendung der Schwingungseinheit auf den Nutzer übertragen werden, während dieser trainiert und/oder Körper-, Sport- und/oder Trainingsübungen durchführt.

**[0035]** Die Erfinder haben weiter erkannt, dass die Vorrichtung vorteilhafterweise auch zur Therapie- und/oder Trainingskontrolle eingesetzt werden kann. Dies wird insbesondere dadurch möglich, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung sowohl eine Aktoreinheit zur Übertragung der Schwingungen, als auch eine Sensoreinheit zur Erfassung und Analyse der Nutzer-Oszillationen umfasst. Dieses Merkmal ermöglicht zusammen mit der unmittelbaren Übertragung der Schwingungen auf den Nutzer, besonders einfach Trainings- und/oder Therapiefortschritte beim Nutzer festzustellen und somit den Fortgang der Therapie und/oder des Trainingsprogrammes zu kontrollieren. Dadurch wird insbesondere eine Anpassung der Schwingungen an die festgestellten Erfolge und/oder Fortschritte ermöglicht. Die Kombination der Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung stellt damit keine Aggregation von Merkmalen dar, sondern die Gesamtheit der Wirkungen der Merkmale weist einen synergistischen Effekt auf, wobei die Gesamtwirkung der erfinderischen Vorrichtung größer ist als die Summe der Wirkungen der einzelnen Merkmale. Beispielsweise führt die Möglichkeit, die Oszillationen und Oszillationsmuster des Nutzers erfassen und analysieren zu können vorteilhafterweise nicht nur dazu, Kenntnisse über das Oszillationsverhalten der Muskeln und/oder Sehnen des Nutzers zu erhalten, sondern überraschenderweise auch dazu, die mittels der Schwingungseinheit übertragenen Schwingungen gezielt und individuell abgestimmt auf den einzelnen Nutzer anpassen und variieren zu kön-

nen, insbesondere auch während der Nutzer Körper-Übungen durchführt oder mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung trainiert.

**[0036]** In zeitlicher Hinsicht ist es bevorzugt, die Zeitintervalle und -regime, mit der die Schwingungen auf den Nutzer übertragen werden, der entsprechenden Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung anzupassen. Bei therapeutischen und/oder sportlichen Anwendungen können beispielsweise intermittierende Phasen mit oder ohne Aktorschwingungen eingesetzt werden. Bei diagnostischen Anwendungen und/oder biomechanischen Analysen kann zum Beispiel eine Daueraktivierung der Aktoreinheit bevorzugt sein.

**[0037]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erzeugt die Schwingungseinheit Schwingungen mit einer Amplitude im Bereich von 1 mm bis 50 mm. Tests haben gezeigt, dass die Übertragung von Schwingungen mit einer Amplitude im Bereich von 1 mm bis 50 mm besonders wirkungsvoll zum Erreichen einer positiven Beeinflussung der nutzeigenen Oszillations-Muster durch externe Schwingungen beiträgt. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass größere Amplituden, beispielsweise im Bereich von 20 bis 50 mm, insbesondere in Verbindung mit niedrigen Frequenzen verwendet werden, während kleine Amplituden, beispielsweise im Bereich von 1 bis 19 mm, bei höheren Frequenzen. Dies ist vor allem deswegen vorteilhaft, weil dadurch das unerwünschte Auftreten von großen Beschleunigungen, die zu Schäden an der erfindungsgemäßen Vorrichtung führen können, wirksam vermieden werden kann.

**[0038]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers, das folgende Schritte umfasst:

- a) Bereitstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung
- b) Inkontaktbringen des Nutzers mit der Vorrichtung, so dass Mechanosensoren der Sensoreinheit und eine Schwingungseinheit der Aktoreinheit mit mindestens einem Körperteil des Nutzers verbunden vorliegen.
- c) Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer in einer Aktionsposition
- d) Erfassung von vom Nutzer erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren der Sensoreinheit während der Aktionsposition und Übermittlung der so erhaltenen ersten Oszillationsdaten an eine Analyseeinheit der Sensoreinheit
- e) Analyse der ersten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit unter Verwendung mathematischer Methoden und Abgleich der ersten Oszillationsdaten mit Referenzwerten,

wobei eine Einstellung von individuell an den Nutzer anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit vor der Durchführung der Körperübungen und/oder nach der Analyse der ersten Oszillationsdaten erfolgt.

**[0039]** Es kann im Sinne der Erfindung bevorzugt sein, das Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung durchzuführen, welche in einem ersten Verfahrensschritt bereitgestellt wird. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, den Nutzer mit der Vorrichtung in Kontakt zu bringen, indem die mechanischen Sensoren der Sensoreinheit und die Schwingungseinheit der Aktoreinheit mit mindestens einem Körperteil des Nutzers verbunden werden, wobei die Applikation der mechanischen Sensoren und der Schwingungseinheit insbesondere getrennt voneinander erfolgt, damit die von der Schwingungseinheit übertragenden Schwingungen die mittels der mechanischen Sensoren zu ermittelnden Oszillationen des Nutzers nicht beeinflussen.

**[0040]** Erfindungsgemäß ist weiter vorgesehen, dass der Nutzer der erfindungsgemäßen Vorrichtung Körperübungen durchführt, wobei es sich bei diesen Körperübungen um eine Vielzahl von denkbaren motorischen Aktivitäten, wie sportlichen Übungen, Therapieformen, Trainingsmethoden und dergleichen handeln kann. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, die Körperübungen in einer Aktionsposition durchzuführen. Vorzugsweise ist bei der Durchführung der Körperübungen die Aktoreinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung noch nicht im Betrieb, das heißt die Körperübungen werden vom Nutzer ausgeführt, ohne dass externe Schwingungen von der Schwingungseinheit der Aktoreinheit auf den Körper des Nutzers übertragen werden.

**[0041]** Vorzugsweise dient die Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Nutzers dem Sammeln von Daten für die Diagnose, wobei die Erfassung und Auswertung der Oszillationsdaten insbesondere nicht die Diagnose selbst darstellt, sondern vielmehr einen Beitrag dazu leistet. Es ist im Sinne der Erfindung besonders bevorzugt, die Verfahren im Kontext der vorliegenden Erfindung für nicht-therapeutische Körperübungen einzusetzen, das heißt vorzugsweise für Sport- und/oder Trainingszwecke.

**[0042]** Es ist weiter bevorzugt, dass an der Aktoreinheit individuell an den Nutzer anpassbare Schwingungsparameter eingestellt werden können. Dieser Schritt dient zum Beispiel der Vorbereitung der Übertragung von Schwingungen durch die Schwingungseinheit der Aktoreinheit auf den Nutzer der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es kann aber für ei-

nige Anwendungen auch bevorzugt sein, wenn die Einstellung der individuellen Schwingungsparameter erst nach der Analyse des ersten Oszillationsdatensatzes erfolgt.

**[0043]** Es ist erfindungsgemäß weiter vorgesehen, die vom Nutzer während der Durchführung der Körperübungen in einer Aktionsposition erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren beziehungsweise die mechanischen Sensoren der Sensoreinheit zu erfassen, wobei die bei der Durchführung der Körperübungen in der Aktionsposition ermittelten Oszillationsdaten im Sinne der vorliegenden Erfindung als „erste Oszillationsdaten“ oder „erster Oszillations-Datensatz“ bezeichnet werden. Es ist weiter bevorzugt, diese ersten Oszillationsdaten an die Analyseeinheit der Sensoreinheit zu übermitteln. Erfindungsgemäß ist dafür vorgesehen, dass die Analyse des ersten Oszillations-Datensatzes durch die Analyseeinheit der Sensoreinheit unter Verwendung mathematischer Methoden erfolgt, die ausgewählt sein können aus einer Gruppe umfassend Komprimierung, Zuschneiden, Filtern, Glätten der Messwerte, lineare und nicht-lineare Daten-Analytik, Phasendifferenzberechnung, Phasenabstandsberechnung, Power Spectral Density, Mean Power Frequency, spezifische Quotienten, beispielsweise in bestimmten Frequenzbändern, Korrelationsanalyse, Kohärenzanalyse und/oder Waveletanalyse (zum Beispiel einfache Wavelets, Kohärenz-Wavelets, Cross-Wavelets).

**[0044]** Es ist insbesondere bevorzugt, dass die Analyse der ersten Oszillationsdaten einen Abgleich dieser Daten mit Referenzwerten umfasst, wobei die Referenzwerte Oszillations-Muster von gesunden Nutzern mit intakter Motorik darstellen und diese Referenzwerte bevorzugt in der Analyseeinheit der Sensoreinheit hinterlegt sind. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, das beschriebene Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers als „intermittierendes Verfahren“ zu bezeichnen. Es ist bevorzugt, dass im intermittierenden Verfahren vorzugsweise die Frequenzen und deren Verteilung der Myo-Oszillationssignale als Regelgröße im Regelkreis zwischen Sensor- und Aktoreinheit verwendet werden.

**[0045]** Es kann für einige Anwendungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt sein, nach Übermittlung der ersten Oszillationsdaten die mechanischen Sensoren auszuschalten und den ersten Satz von Oszillationsdaten zu analysieren. Es kann jedoch für andere Anwendungen ebenfalls bevorzugt sein, dass die Sensoren, beispielsweise die Piezosensoren, während des Verfahrens aktiviert bleiben, d.h. die von ihnen ermittelten Daten abgerufen und von der Analyseeinheit ausgewertet werden. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass die Analyse

der Daten beispielsweise im Nachgang zu der Durchführung der Körperübungen erfolgt. Es kann aber für andere Anwendungen auch bevorzugt sein, dass die Analyse in Echtzeit während der Durchführung der Körperübungen erfolgt.

**[0046]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient das Verfahren der rückgekoppelten Regulation und umfasst die weiteren Schritte:

- a) Einstellung von individuell an den Nutzer anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit
- b) Inbetriebnahme der Schwingungseinheit der Aktoreinheit, wenn die ersten Oszillationsdaten und die Referenzwerte nicht übereinstimmen
- c) Fortsetzung der Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer in einer Aktionsposition
- d) Erzeugung von Schwingungen durch die Schwingungseinheit unter Verwendung der individuell anpassbaren Schwingungsparameter und Übertragung der Schwingungen auf den Nutzer
- e) Ausschalten der Schwingungseinheit nach einer definierten Zeitspanne
- f) Fortsetzung der Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer in einer Aktionsposition
- g) Erfassung der vom Nutzer erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren der Sensoreinheit während der Aktionsposition und Übermittlung der so erhaltenen zweiten Oszillationsdaten an die Analyseeinheit der Sensoreinheit
- h) Analyse der zweiten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit und Abgleich der zweiten Oszillationsdaten mit Referenzwerten und
- i) mindestens eine Wiederholung der Schritte a) bis g), wenn die zweiten und weiteren ermittelten Oszillationsdaten und die Referenzwerte nicht übereinstimmen.

**[0047]** Es ist bevorzugt, dass das Verfahren zur rückgekoppelten Regulation insbesondere dann durchgeführt wird, wenn die ersten Oszillationsdaten und die Referenzwerte, die beispielsweise in der Analyseeinheit der Sensoreinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung hinterlegt sind, nicht übereinstimmen. Der Begriff „übereinstimmen“ ist für den durchschnittlichen Fachmann nicht unklar, weil der durchschnittliche Fachmann weiß, dass Messwerte mit einer gewissen Mess-Toleranz ermittelt werden und somit mess-inhärente Abweichungen aufweisen. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass zusätzlich zu den Referenzwerten in der Analyseeinheit auch Toleranzbereiche für die einzelnen Referenzwerte hinterlegt werden, so dass beim Abgleich der Oszillationsdaten mit den Referenzwerten festgestellt werden kann, ob die Oszillationsdaten und die Referenzwerte übereinstimmen, was bevorzugt dann der Fall ist, wenn die Oszillationsdaten in einem zuvor definierten Toleranzbereich um die hinterlegten Referenzwerte herum liegen.



**[0048]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass der Nutzer die Durchführung der Körperübungen während der Analyse der Oszillationsdaten fortsetzt, wobei er vorzugsweise in der Aktionsposition verbleibt. Es ist weiter bevorzugt, wenn an der Aktoreinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung individuell an den Nutzer anpassbare Schwingungsparameter eingestellt werden können, durch die die von der Aktoreinheit auf den Nutzer zu übertragende Schwingungen eindeutig charakterisierbar sind. Die Schwingungsparameter können insbesondere ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend Frequenzen, Amplituden und/oder Zeitintervalle, wobei die Schwingungen vorzugsweise auch Schwingungscharakteristika, wie Sinus-, Rechteck-, Impuls- und/oder Dreieckverlauf, umfassen können.

**[0049]** Im Sinne der Erfindung ist es bevorzugt, dass anschließend Schwingungen durch die Schwingungseinheit unter Verwendung der individuell anpassbaren Schwingungsparameter erzeugt und auf den Nutzer übertragen werden, wobei der Nutzer auch bei der Übertragung der Schwingungen mit der Durchführung der Körperübungen fortfährt. Es ist bevorzugt, dass die Schwingungseinheit anschließend nach einer definierten Zeitspanne ausgeschaltet wird, wobei der Nutzer der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorzugsweise die Durchführung der Körperübungen in einer Aktionsposition fortsetzt. Nach dem Ausschalten der Schwingungseinheit werden die vom Nutzer erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren der Sensoreinheit während der Aktionsposition erfasst und diese so erhaltenen zweiten Oszillationsdaten an die Analyseeinheit der Sensoreinheit übermittelt. Vorzugsweise werden die zweiten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit ausgewertet, wobei die Analyse bevorzugt die Verwendung mathematischer Methoden und einen Abgleich der zweiten Oszillationsdaten mit den in der Analyseeinheit hinterlegten Referenzwerten und ihren Toleranzbereichen umfasst. Wenn die zweiten Oszillationsdaten wiederholt nicht mit den Referenzwerten übereinstimmen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Wiederholung der vorhergehenden Verfahrensschritte durchgeführt wird, bis entweder die Oszillationsdaten mit den Referenzwerten übereinstimmen oder das Verfahren manuell, nach einer zuvor festgelegten Zeitspanne und/oder automatisch beendet wird.

**[0050]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur simultanen Durchführung von Körperübungen und Übertragung von Schwingungen durch eine Aktoreinheit, das die folgenden Schritte umfasst:

- a) Bereitstellung einer erfindungsmäßigen Vorrichtung,
- b) Inkontaktbringen des Nutzers mit der Vorrichtung, so dass Mechanosensoren der Sensoreinheit und eine Schwingungseinheit der Aktoreinheit

mit mindestens einem Körperteil des Nutzers verbunden vorliegen,

c) Einstellung von individuell an den Nutzer anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit

d) Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer in einer Aktionsposition und gleichzeitige Inbetriebnahme der Schwingungseinheit der Aktoreinheit und Übertragung von Schwingungen mit den individuell an den Nutzer angepassten Schwingungsparametern an den Nutzer

e) Erfassung von vom Nutzer erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren der Sensoreinheit während der Aktionsposition und Übermittlung der so erhaltenen dritten Oszillationsdaten an eine Analyseeinheit der Sensoreinheit

f) Analyse der dritten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit unter Verwendung mathematischer Methoden wobei die Schwingungsparameter nach der Analyse der Oszillationsdaten konstant bleiben oder verändert werden können.

**[0051]** Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass das Verfahren zur simultanen Durchführung von Körperübungen und Übertragung von Schwingungen durch eine Schwingungseinheit der Aktoreinheit als „simultanes Verfahren“ bezeichnet wird. Es ist gekennzeichnet durch eine simultane, das heißt im Sinne der Erfindung bevorzugt gleichzeitige Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer und Inbetriebnahme der Schwingungseinheit der Aktoreinheit, indem Schwingungen mittels der Schwingungseinheit mit den individuell an den Nutzer angepassten Schwingungsparametern an den Nutzer übertragen werden, während dieser Körperübungen durchführt. Gleichzeitig werden die vom Nutzer erzeugten Oszillationen, beispielsweise seiner Muskeln und/oder Sehnen, mittels der mechanischen Sensoren der Sensoreinheit erfasst und die so erhaltenen dritten Oszillationsdaten an die Analyseeinheit der Sensoreinheit übertragen. Die dritten Oszillationsdaten werden durch die Analyseeinheit analysiert, wobei diese Analyse vorzugsweise einen Abgleich der Oszillationsdaten und der in der Analyseeinheit hinterlegten Referenzwerte und ihrer Toleranzbereiche umfasst. Darüber hinaus erfolgt die Analyse der Oszillationsdaten bevorzugt unter Verwendung von mathematischen Methoden, wobei die Schwingungsparameter für die Schwingungen, die von der Schwingungseinheit auf den Nutzer übertragen werden, nach der Analyse der Oszillationsdaten konstant bleiben oder verändert werden können. Es ist im Sinne der Erfindung bevorzugt, dass beim simultanen Verfahren die Amplitude und/oder die Frequenz des Kraft- und/oder des ACC-Signals, des MMG- und/oder des MTG-Signals als Regelgröße des Regelkreises aus Sensor- und Aktoreinheit verwendet werden.

**[0052]** Es ist weiter bevorzugt, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung beispielsweise in einer Sitzung

zum Zwecke der Diagnose eingesetzt wird, bei der beispielsweise keine Körperübungen durchgeführt, sondern lediglich Oszillationsdaten erhoben werden. Auf Grundlage einer solchen Diagnose-Sitzung kann dann abgeschätzt werden, ob der Nutzer für die Durchführung von Trainingssitzungen unter Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung geeignet ist, wobei der Begriff „geeignet“ im Sinne der Erfindung bevorzugt bedeutet, dass eine positive Beeinflussung des Oszillationsverhaltens des Nutzers, beziehungsweise seiner Muskeln und/oder Sehnen, aufgrund der Übertragung von Schwingungen mittels der Schwingungseinheit der Aktoreinheit zu erwarten ist.

**[0053]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Schwingungsparameter ausgewählt aus einer Gruppe umfassend Frequenzen, Amplituden und/oder Zeitintervalle wobei die Schwingungen, die mittels der mindestens einen Aktoreinheit auf den Nutzer übertragen werden, vorzugsweise auch Schwingungscharakteristika, wie Sinus-, Rechteck-, Impuls- und/oder Dreieckverlauf, umfassen können.

**[0054]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Sensoreinheit und die Schwingungseinheit getrennt voneinander an einem Nutzer appliziert. Dies ist insbesondere deswegen bevorzugt, um zu verhindern, dass es zu einer unerwünschten Beeinflussung von den auf den Körper des Nutzers übertragenen Schwingungen und den zu erfassenden Oszillationen des Nutzers kommt.

**[0055]** Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Anwendungsbeispiele näher erläutert:

Beispiel 1: Früherkennung und Kontrolle neurodegenerativer Erkrankungen

**[0056]** In Folge demografischer Veränderungen gibt es eine zunehmende Verbreitung neurodegenerativer Erkrankungen (unter anderem Morbus Parkinson, Demenz) in der alternden Bevölkerung mit extremen Belastungen der Betroffenen sowie immensen Gemeinkosten. Die Bedürfnisse bestehen darin, degenerative Veränderungen möglichst frühzeitig zu erkennen, um präventiv oder therapeutisch gegenzusteuern. Momentan vergehen jedoch oft Jahre zwischen beginnender Symptomausprägung bis zur gesicherten Diagnose neurodegenerativer Erkrankungen. Seitens Patient und Arzt besteht weiterhin das Interesse, Krankheitsverlauf und Medikamentenwirkung zu kontrollieren (etwa analog zu Blutdruckmessung, die heute jeder Patient selbst durchführen kann). In wenig besiedelten Regionen ergibt sich zudem die Notwendigkeit zur teilweisen Fernbetreuung per Telemedizin.

**[0057]** Bestimmte MMG-Parameter sind geeignet, um frühdiagnostisch Gesunde von neurologisch Erkrankten zu unterscheiden. Weiterhin kann durch MMG-Kontrolle der Krankheitsverlauf überwacht und objektiv dokumentiert werden. Per MMG-Sensorik (z.B. in der Armbanduhr) kontrolliert der Erkrankte die Oszillation und kann danach sein Verhalten richten (Entspannung, Bewegung, Medikamenteneinnahme; Meiden von Aufregung etc.). Dies ermöglicht beispielsweise die Medikamenteneinnahme nach tatsächlichem Bedarf und nicht nach Schema. Das ist sowohl im Interesse der Patienten als auch der Kostenträger und der Gesundheitsindustrie. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch eine drahtlos sendende Sensoreinheit umfassen, die die ermittelten Daten zur Analyse, beispielsweise mittels einer bluetooth-Datenverbindung und/oder einer anderen Datenübertragungsmethode, auf eine mobile Kommunikationsvorrichtung, beispielsweise eine Smartphone, überträgt. Das mobile Monitoring ermöglicht zudem partiell telemedizinische Fernbetreuung, für die derzeit nur wenige geeignete Gesundheitsparameter zur Verfügung stehen.

Beispiel 2: Ansätze bei neurodegenerativen Erkrankungen

**[0058]** Training der sensomotorischen Funktionalität kann das Nervensystem positiv beeinflussen. Neuropathologien sind durch mehr niederfrequente Anteile im mechanischen Schwingungsspektrum gekennzeichnet. Das zu entwickelnde sensorkontrollierte Trainingssystem soll den Patienten interaktiv wieder in das (höher frequente) physiologische Muster zurückführen. Dies zwingt die zentralen Regelsysteme der Motorik in Abläufe, die Gesunde kennzeichnen. Ziel ist die Re-Adaptation des Systems.

**[0059]** In diesem Zusammenhang werden zwei erfindungsgemäße Lösungsansätze umgesetzt:

1. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird einerseits die aktuelle Frequenz der Oszillationen von Muskeln und/oder Sehnen diagnostisch erfasst. Andererseits kann durch Einstellungen an der Vorrichtung ein Training physiologischer Frequenzen durchgeführt werden, um ein Re-Training der sensomotorischen Gehirnzentren zu erreichen.
2. Die Reizstromtherapie (EMS), die bereits u. a. zur Schmerzreduktion oder zum Muskelaufbau angewendet wird, kann auf Basis des MMG-Feedbacks eine individualisierte Regelung der Myo-Stimulation realisieren. Eine Vorrichtung zur Erzeugung und/oder Applikation von Reizstromsignalen kann beispielsweise mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbunden werden und/oder mit einer Vibrations-Aktoreinheit eingesetzt werden. Es kann im Sinne der Erfindung ebenso bevorzugt sein, dass die erfindungsgemäßen Verfahren die Erzeugung und/oder Übertragung von Reizstrom-

signalen durch eine entsprechende Vorrichtung auf einen Nutzer umfassen. Eine spezifische individualisierte EMS-Frequenz, -signalcharakteristik, -amplitude und -dauer kann eine Kontraktionscharakteristik des Muskels erzeugen, die der intakten Physiologie nahekommst.

#### Beispiel 3: Neurologische Diagnostik bei Schädigung peripherer Nerven

**[0060]** Bei Schädigung eines peripheren Nerven (z. B. N. ischiadicus durch eine prolabierte Bandscheibe, Traumata oder andere raumfordernde Prozesse) ist die nervale Aktivität beeinträchtigt. Die konventionelle Diagnostik unterliegt einigen Einschränkungen, da die zumeist eingesetzte Reflexprüfung auf Grund der Variabilität der Reflexantworten nur eingeschränkt aussagefähig ist und nur sehr bedingt quantitative Differenzierungen ermöglicht. Die alternative elektrophysiologische Messung der Nervenleitgeschwindigkeit ist zeitlich und apparativ aufwändig, sowie störanfällig.

**[0061]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht die Messung der motorischen (Rest-)Aktivität bei Nervenschädigungen.

#### Beispiel 4: Apotheken

**[0062]** Apotheken sehen sich angesichts zunehmenden Online-Handels gezwungen, ihre Marktposition zu verteidigen und entwickeln dabei vermehrt neue Dienstleistungsfunktionen, um Kunden zu binden.

**[0063]** So wie heute Blutdruck- oder Blutzuckermessungen und andere Dienstleistungen in der Apotheke angeboten werden, kann eine schnelle Erfassung des Frequenzmusters der muskulären Oszillation Rückschlüsse auf mögliche gesundheitliche Störungen geben. Auch könnte bei Patienten die aktuelle Wirksamkeit der Medikamente überprüft werden.

**[0064]** Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Vorrichtung wie folgt verwendet werden:

- Stressmonitoring am Arbeitsplatz und bei Risikopatienten
- Feedback für Entspannungstechniken
- Erfassung der Wirkdauer sedierender oder stimulierender Medikamente bei diversen Indikationen zur Regelung und Einstellung einer Medikation nach Bedarf
- Überwachung und Warnfunktion bei möglichen kritischen Zuständen:
  - hypoglykämischer Schock bei Diabetes-Patienten, Panikattacken etc.
- Überwachung des Muskelzitterns bei Operationen
  - Einschätzung des Narkose-/Wachzustands

– Prüfung der motorischen Funktion bei OPs am Nerv

- Sportanwendungen:
  - Beurteilung der Wiederbelastbarkeit nach Muskelverletzungen
  - Ermüdungsbeurteilung
  - nichtinvasive Erfassung der Muskelfaserzusammensetzung
- Entwicklung von Sensorik zur Prothesensteuerung
- Erfassung der Bewegungsaktivität von Personen (z.B. Kinder, Senioren, Pflegebedürftige ...)
- Analyse der intermuskulären Synchronisation (z. B. ist das Zusammenspiel der muskulären Gegenspieler bei neurologischen Patienten verändert)

**[0065]** Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figur näher beschrieben; es zeigt:

**[0066]** Fig. 1 Prinzipskizze einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung

**[0067]** Fig. 2 Prinzipskizze einer denkbaren Ausführungsform einer Schwingungsvorrichtung

**[0068]** Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung (10). Dargestellt ist ein Nutzer (12) beziehungsweise ein Körperteil (20) eines Nutzers (12). An dem Nutzer (12) liegt mittels einer Befestigungsvorrichtung (18) eine Schwingungseinheit (28) befestigt vor. Bei der Befestigungsvorrichtung (18) kann es sich beispielsweise um einen justierbaren Gurt oder um eine justierbare Manschette handeln. Bei der Schwingungseinheit (28) handelt es sich bevorzugt um eine Vorrichtung zur Erzeugung und Übertragung von beispielsweise mechanischen Schwingungen auf den Nutzer (12) oder ein Körperteil (20) des Nutzers (12).

**[0069]** In Fig. 1 ist die Schwingungseinheit (28) mittels der Befestigungsvorrichtung (18) beispielsweise am Unterarm des Nutzers (12) befestigt. Ebenfalls am Nutzer (12) befestigt liegen mechanische Sensoren (24) vor, wobei die Applikation der mechanischen Sensoren (24) und der Schwingungseinheit (28) getrennt voneinander erfolgt, d.h. beispielsweise an unterschiedlichen Körperteilen (20) des Nutzers (12). In der in Fig. 1 gezeigten bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung (12) liegt ein mechanischer Sensor (24) beispielsweise auf dem Oberarm des Nutzers (12) angeordnet vor. Die mechanischen Sensoren (24) bildeten gemeinsam mit der Analyseeinheit (22) die Sensoreinheit (14) der erfindungsgemäßen Vorrichtung (12). Bei der Analyseeinheit (22) kann es sich beispielsweise um eine Datenverarbeitungs-Vorrichtung, wie ein PC, ein Tablett, ein Notebook und/oder ein Laptop handeln, ohne darauf beschränkt zu sein. Zwischen den mechanischen Sensoren (24) und der Analyseeinheit

(22) können Mittel zur Verstärkung (32) und Mittel zur AD-Wandlung der von den mechanischen Sensoren (24) erfassten Oszillationsdaten angeordnet vorliegen. Die einzelnen Bestandteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung (10) können beispielsweise mit Leitungs- und/oder Verbindungsmitteln, die beispielsweise zur Datenübertragung geeignet sind, miteinander verbunden werden.

**[0070]** Vorzugsweise werden mit den mechanischen Sensoren (24) die Oszillationen von Muskeln und oder Sehnen eines Nutzers (12) erfasst und an die Analyseeinheit (22) weitergeleitet. Dabei können die Oszillationsdaten beispielsweise (vor-)verstärkt und/oder in andere Daten-Formate umgewandelt werden. In der Analyseeinheit (22) werden die Oszillationsdaten unter Verwendung von mathematischen Methoden analysiert und mit in der Analyseeinheit (22) hinterlegten Referenzdaten abgeglichen. Aus dem Ergebnis der Daten-Analyse können Steuerbefehle generiert werden, die anschließend an eine Steuereinheit (26) weitergeleitet werden, wobei die Steuereinheit (26) zusammen mit der Schwingungseinheit (28) die Aktoreinheit (16) der erfindungsgemäßen Vorrichtung (10) bildet. Mittels der Steuereinheit (26) ist es möglich, die Schwingungseinheit (28) beziehungsweise die Übertragung von Schwingungen auf einen Nutzer (12) oder ein Körperteil (20) eines Nutzers (12) zu steuern. Insbesondere können mittels der Steuereinheit (26) die Schwingungen hinsichtlich ihrer Frequenz, ihrer Amplitude und/oder der Zeitintervalle, in denen die Schwingungen erfolgen, gesteuert werden.

**[0071]** Fig. 2 zeigt eine Prinzipskizze einer denkbaren Ausführungsform einer Schwingungsvorrichtung (28). Die Schwingungseinheit (28) umfasst beispielsweise einen ferromagnetischen Schwingkörper (40), der vorteilhafterweise eine hinreichend große Masse aufweist, die ausreicht, um Schwingungen auf den Körper beziehungsweise ein Körperteil (20) des Nutzers (12) zu erzeugen. Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Schwingungseinheit (28) unterhalb des ferromagnetischen Schwingkörpers (40) eine elastische Zwischenschicht (42) umfasst, die den ferromagnetischen Schwingkörper (40) mit einer Flachspule (42) verbindet. Die Flachspule (42) kann beispielsweise auf einem Spulenträger (44) angeordnet vorliegen, wobei die Schwingungseinheit (28) beispielsweise mittels des Spulenträgers (44) und der Befestigungsvorrichtung (18) am Nutzer (12) der erfindungsgemäßen Vorrichtung (10) appliziert werden kann.

20	Körperteil eines Nutzers
22	Analyseeinheit
24	Mechanosensor
26	Steuereinheit
28	Schwingungseinheit
30	Mittel zur AD-Wandlung
32	Mittel zur Vorverstärkung
40	ferromagnetischer Schwingkörper
42	elastische Zwischenschicht
44	Flachspule
46	Spulenträger

#### Bezugszeichenliste

10	Vorrichtung
12	Nutzer
14	Sensoreinheit
16	Aktoreinheit
18	Befestigungsvorrichtung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 2015/030602 A1 [0002, 0002, 0002]
- DE 102010000390 A1 [0003, 0003]
- DE 202007014078 U1 [0004, 0004]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur individuell rückgekoppelten Regulation von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers (12) **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (10) mindestens eine Sensoreinheit (14) zur Aufzeichnung von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen und mindestens eine Aktoreinheit (16) zur Erzeugung und Übertragung von Schwingungen auf einen Körper des menschlichen und/oder tierischen Nutzers (12) umfasst, wobei die Sensoreinheit (14) und die Aktoreinheit (16) miteinander einen Regelkreis bilden, und die Aktoreinheit (16) mit einer Befestigungsvorrichtung (18) direkt mit mindestens einem Körperteil (20) des menschlichen und/oder tierischen Nutzers (12) verbindbar ist.

2. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (14) eine Analyseeinheit (22) und mindestens einen Mechanosensor (24) umfasst, wobei der mindestens eine Mechanosensor (24) mit dem Körper des menschlichen und/oder tierischen Nutzers (12) verbindbar ist.

3. Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 und/oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aktoreinheit (16) eine Steuereinheit (26) und eine Schwingungseinheit (28) umfasst.

4. Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungseinheit (28) Schwingungen mit Frequenzen im Bereich von 2 bis 50 Hz, besonders bevorzugt im Bereich von 8 bis 15 Hz erzeugt.

5. Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungseinheit (28) Schwingungen mit einer Amplitude im Bereich von 1 mm bis 50 mm erzeugt.

6. Verfahren zur Aufzeichnung und Analyse von Muskel- und/oder Sehnen-Oszillationen eines Körpers eines menschlichen und/oder tierischen Nutzers (12)

umfassend die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellung einer Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche
- b) Inkontaktbringen des Nutzers (12) mit der Vorrichtung (10), so dass Mechanosensoren (24) der Sensoreinheit (14) und eine Schwingungseinheit (28) der Aktoreinheit (16) mit mindestens einem Körperteil (20) des Nutzers (12) verbunden vorliegen.
- c) Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer (12) in einer Aktionsposition
- d) Erfassung von vom Nutzer (12) erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren (24) der Sensoreinheit (14) während der Aktionsposition und Über-

mittlung der so erhaltenen ersten Oszillationsdaten an eine Analyseeinheit (22) der Sensoreinheit (14)

- e) Analyse der ersten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit (22) unter Verwendung mathematischer Methoden und Abgleich der ersten Oszillationsdaten mit Referenzwerten,

wobei eine Einstellung von individuell an den Nutzer (12) anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit (16) vor der Durchführung der Körperübungen und/oder nach der Analyse der ersten Oszillationsdaten erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6 zur rückgekoppelten Regulation umfassend die folgenden Schritte:

- a) Einstellung von individuell an den Nutzer (12) anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit (16)
- b) Inbetriebnahme der Schwingungseinheit (28) der Aktoreinheit (16), wenn die ersten Oszillationsdaten und die Referenzwerte nicht übereinstimmen
- c) Fortsetzung der Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer (12) in einer Aktionsposition
- d) Erzeugung von Schwingungen durch die Schwingungseinheit (28) unter Verwendung der individuell anpassbaren Schwingungsparameter und Übertragung der Schwingungen auf den Nutzer (12)
- e) Ausschalten der Schwingungseinheit (28) nach einer definierten Zeitspanne
- f) Fortsetzung der Durchführung von Körperübungen durch den Nutzer (12) in einer Aktionsposition
- g) Erfassung der vom Nutzer (12) erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren (24) der Sensoreinheit (14) während der Aktionsposition und Übermittlung der so erhaltenen zweiten Oszillationsdaten an die Analyseeinheit (22) der Sensoreinheit (14)
- h) Analyse der zweiten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit (22) und Abgleich der zweiten Oszillationsdaten mit Referenzwerten
- i) mindestens eine Wiederholung der Schritte a) bis h), wenn die zweiten und weiteren ermittelten Oszillationsdaten und die Referenzwerte nicht übereinstimmen.

8. Verfahren zur simultanen Durchführung von Körperübungen und Übertragung von Schwingungen durch eine Aktoreinheit (16) einer Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5 umfassend die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellung einer Vorrichtung (10) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,
- b) Inkontaktbringen des Nutzers (12) mit der Vorrichtung (10), so dass Mechanosensoren (24) der Sensoreinheit (14) und eine Schwingungseinheit (28) der Aktoreinheit (16) mit mindestens einem Körperteil des Nutzers verbunden vorliegen,
- c) Einstellung von individuell an den Nutzer (12) anpassbaren Schwingungsparametern an der Aktoreinheit (16)
- d) Durchführung von individuell anpassbaren Körperübungen durch den Nutzer (12) in einer Aktionspo-

sition und gleichzeitige Inbetriebnahme der Schwingungseinheit (28) der Aktoreinheit (16) und Übertragung von Schwingungen mit den individuell an den Nutzer (12) angepassten Schwingungsparametern an den Nutzer (12)

e) Erfassung von vom Nutzer (12) erzeugten Oszillationen durch die Mechanosensoren (24) der Sensoreinheit (14) während der Aktionsposition und Übermittlung der so erhaltenen dritten Oszillationsdaten an eine Analyseeinheit (22) der Sensoreinheit (14)

f) Analyse der dritten Oszillationsdaten durch die Analyseeinheit (22) unter Verwendung mathematischer Methoden

wobei die Schwingungsparameter nach der Analyse der Oszillationsdaten konstant bleiben oder verändert werden können.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungsparameter ausgewählt sind aus einer Gruppe umfassend Frequenzen, Amplituden und/oder Zeitintervalle.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (14) und die Schwingungseinheit (28) getrennt voneinander an einem Nutzer (12) appliziert werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

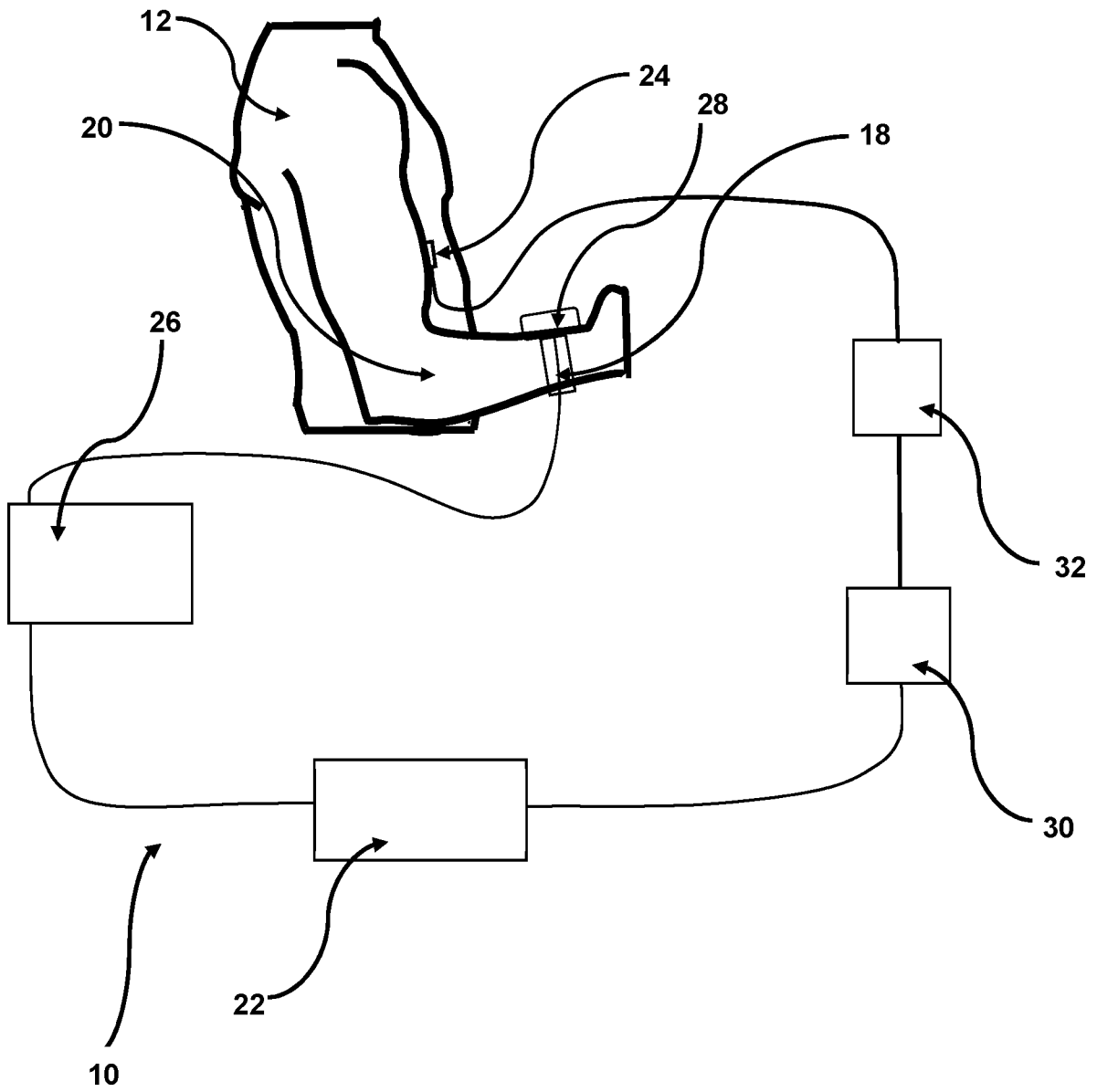




Fig. 2

