



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 703 610 B1

(51) Int. Cl.: A61H 1/02 (2006.01)
A63B 24/00 (2006.01)
G09B 5/14 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01357/11

(22) Anmeldedatum: 18.08.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.02.2012

(30) Priorität: 23.08.2010 AT A 1400/2010

(24) Patent erteilt: 15.07.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.07.2015

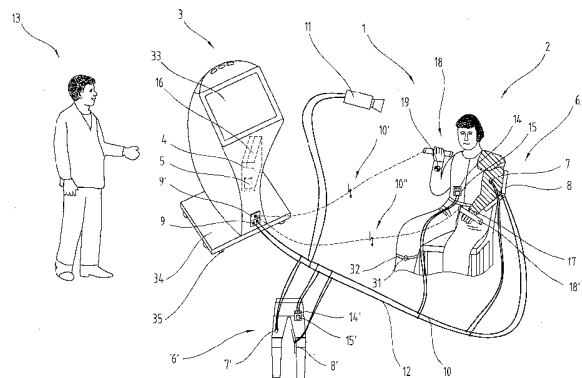
(73) Inhaber:
KEBA AG, Gewerbepark Urfahr 14 bis 16
A-4041 Linz (AT)

(72) Erfinder:
Thomas Linde, 73054 Eislungen (DE)

(74) Vertreter:
ABP PATENT NETWORK AG, Leutschenbachstrasse 95
8050 Zürich (CH)

(54) **Modulares Trainingssystem zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten.**

(57) Die Erfindung betrifft ein modulares Trainingssystem (1) zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten (2), umfassend ein Basisgerät (3), ein erstes Aufnahmemittel (6) für einen zu trainierenden Körperteil mit zumindest einem Sensor (7) und/oder zumindest einem Aktor (8), welches mit dem Basisgerät (3) über definierte Schnittstellen (9, 9') und Übertragungsstrecken (10, 10') verbunden ist und über definierte Datenprotokolle kommuniziert und zumindest ein weiteres Aufnahmemittel (6') mit zumindest einem Sensor (7') und/oder zumindest einem Aktor (8'). Wesentlich ist dabei, dass das weitere Aufnahmemittel (6') mit dem Basisgerät (3) wahlweise oder gleichzeitig über dieselben definierten Schnittstellen (9, 9') und Übertragungsstrecken (10, 10') verbindbar ist wie das erste Aufnahmemittel (6) und der zumindest eine Sensor (7) und/oder der zumindest eine Aktor (8') des weiteren Aufnahmemittels (6') über dieselben Datenprotokolle abfragbar bzw. ansteuerbar sind wie der zumindest eine Sensor (7) und/oder der zumindest eine Aktor (8) des ersten Aufnahmemittels (6). Dadurch ist ein modulares Trainingssystem (1) geschaffen, welches auf universelle und kostengünstige Weise Übungsprogramme für alle unterschiedlichen Körperbereiche ermöglicht und die Wirtschaftlichkeit der Herstellung solcher Trainingssysteme erhöht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein modulares Trainingssystem zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten, insbesondere von Patienten mit Bewegungsbeeinträchtigungen der Extremitäten.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Übungs- bzw. Trainingsgeräte zur physiotherapeutischen Therapie von Patienten mit physiologischen Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates bekannt, deren Prinzip darauf beruht, einen zu trainierenden Körperteil des Patienten in einem Befestigungsmittel zu fixieren und den Patienten bei der Durchführung von Trainingsübungen zu unterstützen. In einer passiven Ausführung dient das Befestigungsmittel ausschliesslich zur Stabilisierung des zu trainierenden Körperteils bzw. seiner Gelenke, da dessen Beweglichkeit etwa unfall- oder krankheitsbedingt unnatürliche Werte aufweisen kann. Sind ebenso die muskulären oder neurologischen Fähigkeiten des Patienten eingeschränkt, so werden über am Befestigungsmittel angebrachte Aktoren Kräfte auf den zu trainierenden Körperteil aufgebracht, um eine zumindest teilweise Gewichtsentlastung oder eine gänzlich aktive Bewegungsdurchführung zu erreichen. Ein Steuergerät gibt dazu die entsprechenden Befehle an die Aktoren. Auf dem Befestigungsmittel bzw. auf dem Körper des Patienten sind weiters in vielen Fällen Sensoren angebracht, um etwa translatorische und rotatorische Bewegungen, die auftretenden Kräfte oder verschiedene Vitalparameter des Patienten zu erfassen. Das Steuergerät sammelt und analysiert die Informationen der Sensoren und regelt die Aktoren entsprechend den Vorgaben der durchzuführenden Trainingsübung bzw. überwacht den körperlichen Zustand des Patienten.

[0003] In vielen Fällen sind die bekannten physiotherapeutischen Übungs- bzw. Trainingsgeräte nur für eine Art von zu trainierendem Körperteil, etwa einen Arm oder ein Bein, geeignet. Und oft ist dann ein solches Trainingsgerät auch noch auf eine kleine Gruppe von Beeinträchtigungen des einen zu trainierenden Körperteils weiter eingeschränkt. Um die Rehabilitationen auch für andere Beeinträchtigungen bzw. zu trainierende Körperteile durchführen zu können, muss üblicherweise ein weiteres, eigenständiges Trainingsgerät angeschafft werden. Neben dem hohen finanziellen Aufwand funktioniert die Bedienung der Trainingsgeräte über das jeweilige Steuergerät in den meisten Fällen sehr unterschiedlich, was vor allem für den Physiotherapeuten, aber teilweise auch für den Patienten von Nachteil ist.

[0004] Aus der DE 69 201 654 T2 ist ein mehrachsiges Übungsgerät bekannt, mit dem der zu trainierende Körperteil des Patienten aktiv bewegt wird, wobei der Bewegungsumfang auf bestimmte Werte begrenzt wird. In dieser Schrift wird ausschliesslich auf einen Fuss als zu trainierendes Körperteil Bezug genommen. Weiters wird in WO 2008/124 025 A1 eine angetriebene Orthese offenbart, welche durch die an den Gelenken angebrachten Aktoren eine Kraft auf den zu trainierenden Körperteil des Patienten aufbringt, um diesen bei der Bewegungsdurchführung zu unterstützen. Auch in diesem Fall wird beim zu trainierenden Körperteil immer nur auf ein Bein verwiesen. In US 2006/0 106 326 wird ein Bewegungssystem für ein Handgelenk bzw. der oberen Extremität gezeigt, das die Bewegungen dieses Körperteils je nach gewähltem Trainingsprogramm entweder unterstützt oder diesen Bewegungen einen Widerstand entgegensetzt. In diesem Fall ist das Trainingssystem auf einen Körperteil der oberen Extremitäten eingeschränkt.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Trainingssystem zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten zu schaffen, welches einerseits auf universelle und kostengünstige Art und Weise Übungs- bzw. Therapieprogramme für alle unterschiedlichen Körperbereiche eines Patienten ermöglicht und andererseits die Wirtschaftlichkeit der Herstellung solcher universaler Trainingssysteme erhöht.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein modulares Trainingssystem entsprechend den Merkmalen im Anspruch 1 gelöst.

[0007] Erfindungsgemäss ist ein Basisgerät des modularen Trainingssystems mit definierten Schnittstellen ausgestattet, sodass wahlweise oder gleichzeitig mehrere Aufnahmemittel für zu trainierende Körperteile mit dem Basisgerät über definierte Übertragungsstrecken verbindbar sind und die Sensoren und/oder Aktoren der Aufnahmemittel über definierte Datenprotokolle in einheitlicher Art und Weise abfragbar bzw. ansteuerbar sind. Eine solche Ausgestaltung ermöglicht die Realisierung eines vorteilhaften universellen Trainingssystems, welches verschiedene Aufnahmemittel für denselben oder unterschiedliche zu trainierende Körperteile bereitstellt. Die in ihrer Gestalt und/oder Funktion unterschiedlichen Aufnahmemittel werden auf einheitliche Art und Weise von ein und demselben Basisgerät über die definierten Schnittstellen, Übertragungsstrecken und Datenprotokolle angesteuert bzw. abgefragt. Dieser modulare Aufbau eines Trainingssystems erlaubt es, die konkrete Ausgestaltung des Trainingssystems speziell auf den zu trainierenden Körperteil und die Bedürfnisse des Patienten abzustimmen, ohne dabei in jedem sich ergebenden Behandlungsfall auf ein eigenes, auf das ausgewählte Trainingsprogramm und das dabei vorgesehene Aufnahmemittel für den zu trainierenden Körperteil abgestimmtes Basisgerät zu verwenden. Die verschiedenen Sensoren bzw. Aktoren der unterschiedlichen Aufnahmemittel, welche Messwerte zur Bestimmung des Zustandes des Patienten oder seines zu trainierenden Körperteiles liefern bzw. welche Trainingsbewegungen des Patienten durch Körperstabilisierung, Gewichtsentlastung und/oder Bewegungsausführung unterstützen, können also immer vom selben Basisgerät aus abgefragt bzw. angesteuert werden.

[0008] Sowohl Physiotherapeuten als auch Patienten müssen sich daher auch bei der Verwendung von verschiedenen Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile nur mehr mit einem Basisgerät vertraut machen und die für sie nötigen Bedienungsschritte erlernen. Dies ermöglicht vor allem für den Physiotherapeuten eine sehr effiziente Art der Festlegung sowie der Verwaltung, Verbesserung und Wiederverwendung der verschiedenen Trainingsprogramme seiner Patienten, wobei üblicherweise verschiedenste Aufnahmemittel für zu trainierende Körperteile zum Einsatz kommen. Ein weiterer

Vorteil für einen Physiotherapeuten ist, dass das modulare Trainingssystem relativ kostengünstig mit unterschiedlichen Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile erweiterbar ist, da nur mehr das spezielle Aufnahmemittel neu erworben werden muss und nicht mehr ebenso ein spezielles Basisgerät neu anzuschaffen ist.

[0009] Von Vorteil ist dabei eine Ausgestaltung nach Anspruch 2, da dadurch ein universales, mit einem Basisgerät bedienbares modulares Trainingssystem geschaffen ist, welches zur physiotherapeutischen Behandlung von verschiedenen Körperteilen von Patienten eingesetzt werden kann. Ein solches vielseitiges, modulares Trainingssystem eignet sich beispielsweise hervorragend zum Einsatz in einem physiotherapeutischen Rehabilitationszentrum, da dadurch Patienten mit unterschiedlichen physiologischen Beeinträchtigungen von unterschiedlichen Körperteilen mit nur einem Basisgerät und verschiedenen, jeweils auf die Patienten abgestimmten Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile betreut werden können.

[0010] Von Vorteil ist auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 3, da durch die Verwendung von Standardmodulen für die Sensoren und Aktoren der Aufnahmemittel und die Bereitstellung von entsprechenden, konfigurierbaren Softwaremodulen in Verbindung mit den klar definierten Schnittstellen, Übertragungstrecken und Datenprotokollen eine rasche und wirtschaftliche Herstellung von hochgradig spezifischen Aufnahmemitteln für verschiedene zu trainierende Körperteile bzw. für verschiedene physiologische Beeinträchtigungen von Patienten ermöglicht ist. Beispielsweise können Spezialisten aus dem Bereich des Prothesenbaus die Standardmodule für die Sensoren und Aktoren einfach und entsprechend den jeweiligen Anforderungen in die Prothesen bzw. Aufnahmemittel für zu trainierende Körperteile integrieren, welche mit den bereitgestellten, konfigurierbaren Softwaremodulen auf einfache und einheitliche Art und Weise aus den physiotherapeutischen Trainingsprogrammen heraus abfragbar bzw. ansteuerbar sind. Insgesamt erhält man durch diese Ausgestaltung einen hohen Grad an Wiederverwendbarkeit sowohl für die entwickelten Hardwarekomponenten als auch für die Softwaremodule und damit eine verbesserte Wirtschaftlichkeit. Weiters wird dadurch der preisgünstige und rasche Aufbau vergleichsweise selten benötigter Spezialausprägungen von Aufnahmemitteln bzw. Trainingsgeräten selbst bei nur geringen Stückzahlen ermöglicht.

[0011] Von Vorteil sind weiters die Massnahmen nach Anspruch 4, da dadurch der Konfigurationsaufwand des modularen Trainingssystems insbesondere für den Physiotherapeuten verringert wird, da beim Anschluss eines anderen Aufnahmemittels für ein zu trainierendes Körperteil am Basisgerät zumindest eine automatische Teilkonfiguration des Trainingssystems durchgeführt wird bzw. die Konfiguration der neuen Basisgerät-Aufnahmemittel-Kombination durch die automatische Identifizierung des jeweiligen Aufnahmemittels erleichtert wird. Weiters ermöglicht eine eindeutige Identifikation des verwendeten Aufnahmemittels die Überprüfung bzw. Sicherstellung, dass ein Patient das ihm persönlich zugeordnete und gegebenenfalls auch individuell an ihn angepasste Aufnahmemittel für den zu trainierenden Körperteil verwendet. Dies kann beispielsweise in einem Rehabilitationszentrum von Bedeutung sein, wo es durch die Vielzahl von vorhandenen Aufnahmemitteln leicht zu Verwechslungen kommen kann.

[0012] Von Vorteil sind weiters die Massnahmen gemäss Anspruch 5, da dadurch relevante Informationen zur Benutzung des Aufnahmemittels lokal in diesem in einem Speichermittel hinterlegt werden können und beispielsweise im Service-, Garantie- oder Störfall zur Verfügung stehen und ausgewertet werden können. Dadurch können etwa die Betriebssicherheit, die Zuverlässigkeit, die Lebensdauer oder auch die Hygiene der Aufnahmemittel verbessert werden.

[0013] Von Vorteil ist auch eine Erweiterung der Massnahmen gemäss Anspruch 5, bei der auch ein Speichermittel im Basisgerät des modularen Trainingssystems vorgesehen ist, in welchem die Informationen über das jeweilige angeschlossene Aufnahmemittel individuell abspeicherbar sind und/oder automatisch etwa über das Internet oder ein Mobilfunknetz an den Hersteller bzw. Vertreiber des modularen Trainingssystems übermittelbar sind.

[0014] Von Vorteil sind weiters die Massnahmen gemäss Anspruch 6, da durch die Ausbildung zumindest eines Bussystems die Aufnahmemittel mit ihren Sensoren und/oder Aktoren und/oder die weiteren Dateneingabe- und Datenausgabemittel auf einfache Art und Weise in das Trainingssystem sowohl mechanisch als auch logisch integrierbar bzw. daraus entfernbar sind. Bussysteme sind grundsätzlich dafür ausgelegt, mehrere Kommunikationsteilnehmer über Schnittstellen und eine gemeinsame Übertragungstrecke zu verbinden, wobei definierte Datenprotokolle festlegen, wie die mehreren Kommunikationsteilnehmer über eine gemeinsame Übertragungstrecke kommunizieren. Besondere Vorteile bietet die Verwendung von echtzeitfähigen Bussystemen, da dadurch auch zeitkritische Steuer- und Regelvorgänge im modularen Trainingssystem durchführbar sind. Ebenso vorteilhaft ist die Verwendung von sicherheitsgerichteten Bussystemen, wodurch eine sichere Datenübertragung mit dem Bussystem sichergestellt ist und beispielsweise Übertragungsfehler in den übermittelten Informationen vermieden werden. Weiters wird dadurch ein definiertes und sicheres Verhalten des Bussystems und der daran angeschlossenen Komponenten auch im Falle eines Fehlers bzw. Defekts sichergestellt, sodass keine Gefährdung für Menschen oder Sachwerte auftritt.

[0015] Von Vorteil sind weiters die Massnahmen gemäss Anspruch 7, da dadurch ein einfacher, kostengünstiger und stör-sicherer Aufbau der Aufnahmemittel und/oder der Dateneingabe- und Datenausgabemittel erreicht wird und eine einfache und kostengünstige Art der Energieversorgung dieser Mittel sichergestellt ist. Insbesondere wird durch diese Massnahmen der Aufwand für die Verkabelung reduziert und die Übersichtlichkeit des Trainingssystems erhöht, da das Bussystem sowohl Daten als auch Energie in einem Übertragungsstrang kombiniert überträgt.

[0016] Von Vorteil sind auch die Massnahmen nach Anspruch 8, da der Aufwand einer Verbindungsherstellung über eine drahtlose Übertragungstrecke, insbesondere in Bezug auf den Verkabelungsaufwand, auf ein absolutes Minimum

reduziert wird. Ebenso wird durch eine solche drahtlose Ausgestaltung der Übertragungsstrecke ein den Betrieb des modularen Trainingssystems, insbesondere die Benutzung durch einen Patienten, störende und langfristig störanfällige Verkabelung vermieden. Weiters lassen sich bei drahtlosen Verbindungen auf einfache Art und Weise Kommunikationsteilnehmer hinzufügen bzw. entfernen.

[0017] Von Vorteil sind auch die Massnahmen gemäss Anspruch 9, da dadurch ein sicherer Betrieb des modularen Trainingssystems sichergestellt wird. Insbesondere kann durch die Anwendung von kryptografischen Methoden erreicht werden, dass Dritte auf die im modularen Trainingssystem übertragenen Daten weder zugreifen noch diese verändern oder auch nicht selbst generierte Daten einschleusen können. Mit diesen Methoden wird ebenso verhindert, dass unbefugte Dritte etwa Aufnahmemittel im Trainingssystem integrieren, welche nicht den entsprechenden sicherheitstechnischen Normen entsprechen oder nicht entsprechend vereinbarter lizenzrechtlicher Nutzungsmodelle hergestellt, beschafft oder betrieben werden.

[0018] Von Vorteil sind auch die Massnahmen gemäss Anspruch 10, da dadurch ein mobiles Erfassungsmittel zur Verfügung steht, mit dem auf einfache Art und Weise die Position und/oder die Orientierung des zu trainierenden Körperteils, insbesondere der Hand des Patienten, oder des Aufnahmemittels für den zu trainierenden Körperteil ermittelt werden kann. Es hat sich gezeigt, dass bei einigen physiotherapeutisch zu behandelnden Patienten kein Aktor im Aufnahmemittel für den zu trainierenden Körperteil nötig ist, da der Patient die auszuführenden Trainingsbewegungen selbstständig durchführen kann, in einem solchen Fall ist es aber trotzdem wünschenswert, die Position und/oder die Orientierung des zu trainierenden Körperteils auf möglichst einfache und effiziente Art zu ermitteln und gleichzeitig den Patienten dabei möglichst wenig zu beeinträchtigen. Dies ist durch ein Erfassungsmittel gemäss Anspruch 10, insbesondere wenn es drahtlos an das Basisgerät angebunden ist, ermöglicht.

[0019] Von Vorteil ist auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 11, da dadurch ein zusätzlicher Kanal zur Informationsübertragung zwischen modularem Trainingssystem und einem Patienten geschaffen ist. Eine Informations- bzw. Anweisungsausgabe auf haptischem Weg stellt eine besonders intuitive Form der Informationsübermittlung dar, da insbesondere bei Verwendung mehrerer solcher Vibrations- oder Druckmittel an verschiedenen Stellen des Aufnahmemittels beispielsweise eine direkte Führung des Patienten bei der Korrektur mangelhaft ausgeführter Bewegungen ermöglicht ist. Der Patient spürt, an welcher Stelle und in welche Richtung er die Trainingsbewegung korrigieren soll. Auch wird durch die unmittelbare haptische Weitergabe der Information an den Benutzer des Erfassungsmittels dessen Konzentration auf die korrekte Durchführung der Trainingsübung nur geringfügig gemindert.

[0020] Von Vorteil sind auch die Massnahmen gemäss Anspruch 12, da dadurch ein einheitliches, modulares System für die verschiedenen Arten von Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile geschaffen ist, mit dem die Orientierung und/oder die Bewegung eines zu trainierenden Körperteils über eine Vermessung der passiven Markierungsmittel mittels einer Videokamera bestimmt wird. Eine genaue Analyse der Orientierung und/oder Bewegung des zu trainierenden Körperteils ist also mit Hilfe der passiven Markierungsmittel unabhängig von der konkreten Ausgestaltung des Aufnahmemittels für den zu trainierenden Körperteil und seiner Sensoren möglich. Weiters ist es mithilfe der passiven Markierungsmittel auf einfache Art und Weise möglich, die Sensoren und Aktoren eines Aufnahmemittels im verbauten Zustand zu kalibrieren, indem die am Aufnahmemittel angebrachten passiven Markierungsmittel optisch vermessen werden und diese Messwerte zur Kalibrierung der Sensoren und Aktoren herangezogen werden.

[0021] Von Vorteil ist auch eine Ausgestaltung nach Anspruch 13, da durch die Verwendung von sogenannten Luftmuskeln als Aktoren in einem Aufnahmemittel für einen zu trainierenden Körperteil besonders vorteilhafte Aufnahmemittel gebildet werden können. Gegenüber den üblichen elektromechanischen oder elektromagnetischen Aktoren bieten Luftmuskeln eine viel elastischere Kraftweitergabe an den zu trainierenden Körperteil. Dies senkt einerseits das Verletzungsrisiko des Patienten, andererseits ermöglicht es dem Patienten, den Bewegungsvorgaben eines derart ausgestalteten Aufnahmemittels zumindest teilweise durch moderate eigene Kraftaufbringung zu widerstehen. So kann der Patient etwa eine in Bezug auf einen auftretenden Schmerzreiz vorteilhaftere Bewegungsbahn mit dem zu trainierenden Körperteil verfolgen. Grundsätzlich ermöglicht die Elastizität von Luftmuskel-Aktoren, den Anteil an integrierter Sicherheitstechnik zum Schutz des Patienten vor physischen Verletzungen, insbesondere vor Verletzungen des zu trainierenden Körperteils, zu reduzieren.

[0022] Des Weiteren ermöglicht die flexible Verformbarkeit der Luftmuskeln eine gänzlich neue Art des Aufbaus von Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile, welche sich aufgrund der Flexibilität der Luftmuskeln auch einfacher an ein zu trainierendes Körperteil anlegen bzw. von diesem abnehmen lassen. Ebenso fördert die mit flexiblen Luftmuskeln realisierbare sanfte Form von Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile die Akzeptanz des Patienten, mit einem derartigen Aufnahmemittel die vorgesehenen physiotherapeutischen Trainingsprogramme entsprechend oft durchzuführen. Einen weiteren Vorteil von Aufnahmemitteln mit Luftmuskel-Aktoren stellt die schnelle und flexible Anpassbarkeit des Aufnahmemittels an den Patienten und seinen zu trainierenden Körperteile dar.

[0023] Von Vorteil sind auch die Massnahmen gemäss Anspruch 14, da mit dem Knickarm eines Gelenkroboters sehr vielseitige Bewegungsabläufe und damit sehr vielseitige Trainingsbewegungen durchführbar sind. Weiters stellen Gelenkroboter eine sehr ausgereifte Technik dar, wodurch darauf aufbauende modulare Trainingssysteme sehr wirtschaftlich hergestellt werden können. Durch den häufigen Einsatz von Gelenkrobotern auch in sicherheitskritischen Umgebungen, etwa in der Nähe von Personen, sind für solche Roboter umfassende Sicherheitseinrichtungen vorhanden, welche zum Schutz von Patienten vor Verletzungen eingesetzt werden. Des Weiteren ermöglicht ein Schnellkupplungsmittel zwischen

dem frei beweglichen Ende des Knickarmes des Gelenkroboters und des entsprechenden Teils des Aufnahmemittels für den zu trainierenden Körperteil eine schnelle und einfache Herstellung bzw. Lösung der Verbindung zwischen Gelenkroboter und Aufnahmemittel. Vorteilhaft ist weiters das einfachere Anlegen des Aufnahmemittels an die jeweiligen Körperpartien des Patienten noch bevor dieses mit dem Knickarmroboter verbunden ist, da dadurch eine bessere Beweglichkeit und Zugänglichkeit des Aufnahmemittels während dem Anlegen erzielt wird. Ein ganz besonderer Nutzen entsteht durch die anspruchsgemässen Massnahmen im Klinikbetrieb, da hierbei einem weiteren Patienten bereits ein entsprechendes Aufnahmemittel angelegt bzw. angepasst werden kann, während ein erster Patient noch sein Trainingsprogramm absolviert. Nachdem der erste Patient sein Trainingsprogramm abgeschlossen hat, kann dank der Schnellkupplungsmittel in sehr kurzer Zeit der weitere Patient mit dem Knickarmroboter verbunden werden und sein Trainingsprogramm beginnen. Dies ermöglicht eine kontinuierlich hohe Auslastung und Wirtschaftlichkeit des modularen Trainingsystems.

[0024] Vorteilhaft sind weiters die Massnahmen nach Anspruch 15, da durch den Einsatz von mehreren Gelenkrobotern sehr komplexe Stabilisierungs-, Gewichtsentlastungs- und Bewegungsvorgänge mit dem Aufnahmemittel für einen zu trainierenden Körperteil realisiert werden können.

[0025] Von Vorteil sind auch die Massnahmen gemäss Anspruch 16, da durch die Verwendung von Seilzügen sehr flexible und spezielle Aufnahmemittel für Patienten und deren zu trainierende Körperteile realisierbar sind. Beispielsweise lassen sich über oder neben dem Patienten angebrachte Aktoren über Seilzüge flexibel mit dem Aufnahmemittel für den zu trainierenden Körperteil verbinden, um eine Gewichtsentlastung bzw. Bewegungsunterstützung des zu trainierenden Körperteils durchzuführen. Ebenso lässt sich mit über Seilzüge verbundene Aktoren eine gesteuerte, nachgiebige Aufhängung für den Patienten realisieren, mit welcher etwa das Körpergewicht des Patienten mehr oder weniger elastisch abgefangen wird oder eine Vertikalisierung des Körpers des Patienten durchgeführt wird, um beispielsweise eine gewichtsentlastete Gangtherapie durchführen zu können. Hierbei ist die Gewichtsentlastung von beeinträchtigten Gelenken wie beispielsweise dem Kniegelenk von besonderem Vorteil. Die farbkodierten Schnellkupplungen ermöglichen einerseits ein rasches Verbinden und Trennen der Seilzüge und des Aufnahmemittels für den zu trainierenden Körperteil, andererseits wird durch die Farbkodierung der Schnellkupplungen einer Verwechslung bei der Verbindungsherstellung vorgebeugt.

[0026] Vorteilhaft sind weiters die Massnahmen nach Anspruch 17, da durch die Vielzahl an möglichen Sensoren eine umfassende Überwachung bzw. Analyse des Zustandes bzw. des Verhaltens eines Patienten bei der Absolvierung des Trainingsprogramms ermöglicht ist. Die von den Sensoren aufgenommenen Messwerte umfassen neben Lage- und Bewegungsinformationen im Speziellen auch verschiedene Vitalparameter des Patienten wie beispielsweise Pulsfrequenz, Blutdruck oder Körpertemperatur. Weiters ermöglichen Erfassungsvorrichtungen bzw. Sensoren zur Aufnahme von visueller oder akustischer Information umfassende Analysemöglichkeiten bezüglich des Zustandes des Patienten. Dehnmessstreifen können auf einfache Art und Weise dazu genutzt werden, um vom Patienten aufgebrauchte Kräfte am Aufnahmemittel für den zu trainierenden Körperteil zu messen.

[0027] Schliesslich sind die Massnahmen gemäss Anspruch 18 von Vorteil, da dadurch die Aufzeichnung und Überwachung von Bewegungsaktivitäten eines Patienten abseits der eigentlichen Trainingseinheiten und grösstenteils unabhängig vom Basisgerät ermöglicht ist. Damit kann eine erweiterte und umfassende Analyse der Auswirkungen des Trainings auf den physiologischen Zustand des Patienten durchgeführt werden, um eine möglichst effiziente Anpassung des Trainingsprogramms bzw. des Trainingspensums an den Trainingsfortschritt zu ermöglichen.

[0028] Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines modularen Trainingsystems bestehend aus einem Basisgerät und zwei Aufnahmemitteln für zu trainierende Körperteile der oberen bzw. der unteren Extremitäten;
- Fig. 2 ein exemplarisches Aufnahmemittel mit Luftmuskel-Aktoren zum Trainieren eines Kniegelenks;
- Fig. 3 ein exemplarisches Aufnahmemittel zum Trainieren eines Armes, welches mittels mehrerer Gelenkroboter bewegt wird;
- Fig. 4 ein exemplarisches Aufnahmemittel zum Trainieren der unteren Extremitäten, welches über Seilzüge mit den Aktoren verbunden ist.

[0029] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäss auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäss auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemässe Lösungen darstellen.

[0030] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines modularen Trainingssystems 1 zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten 2, insbesondere von Patienten 2 mit Bewegungsbeeinträchtigungen der Extremitäten, schematisch veranschaulicht.

[0031] Entsprechend dem dargestellten Ausführungsbeispiel stellt das Basisgerät 3 ein Hauptelement des modularen Trainingssystems 1 dar. Das Basisgerät 3 ist mit einem Datenverarbeitungsmittel 4 ausgestattet, mit dem die verschiedenen Module des modularen Trainingssystems 1 gesteuert bzw. koordiniert werden. Die dazu nötigen Informationen werden in einem Datenspeichermittel 5 abgelegt bzw. werden von dort abgerufen. Zur Anzeige bzw. zur Darstellung von Information kann im Basisgerät 3 gegebenenfalls ein Datenausgabemittel, insbesondere ein Bildschirm 33, integriert sein, mit welchem Informationen beispielsweise für den Patienten 2 ausgegeben werden können. Weiters ist das beispielhaft gezeigte Basisgerät 3 mit einem Standfuss 34 ausgestattet, der an seiner Unterseite Rollkörper 35 aufweist, sodass das Basisgerät 3 auf einfache Art und Weise bewegt werden kann.

[0032] Ein weiteres Hauptelement des modularen Trainingssystems 1 stellt ein Aufnahmemittel 6 für einen zu trainierenden Körperteil des Patienten 2 dar. Das im Ausführungsbeispiel gezeigte Aufnahmemittel 6 unterstützt einen Patienten 2 bei der Durchführung von physiotherapeutischen Trainingsprogrammen zur Rehabilitation seines linken Armes bzw. seiner linken Schulter. Zur Überwachung der Trainingsbewegung mit dem linken Arm und zur Feststellung des Zustandes des Patienten 2 ist im oder am Aufnahmemittel 6 für den zu trainierenden Körperteil zumindest ein Sensor 7 angebracht. Der mechanische Aufbau des Aufnahmemittels 6 ist entsprechend der Beweglichkeit des zu trainierenden Körperteils ausgebildet und besteht im Wesentlichen aus stabilen Teilelementen, welche mit Gelenken bzw. beweglichen Teilelementen verbunden sind. Als solches dient das Aufnahmemittel 6 zur Stabilisierung des zu trainierenden Körperteils während der Absolvierung einer Trainingsübung. In vielen Fällen ist das Aufnahmemittel 6 auch mit zumindest einem Aktor 8 ausgestattet, mit welchem Kräfte auf bestimmte Teilelemente des Aufnahmemittels 6 ausgeübt werden können. Dadurch ist eine Gewichtsentlastung oder auch aktive Bewegung des zu trainierenden Körperteils möglich. Um Verletzungen des Patienten 2 während der Durchführung von Trainingsübungen mit dem Aufnahmemittel 6 vorzubeugen, ist der zumindest eine Aktor 8 mit entsprechenden Sicherheitseinrichtungen ausgestattet bzw. steht mit solchen Sicherheitseinrichtungen in Verbindung. Um den Patienten 2 gefährdende Bewegungsvorgänge, Auslenkungen oder Kraftübertragungen des Aufnahmemittels 6 zu vermeiden, werden auch die Messdaten von zumindest einem Sensor 7 herangezogen.

[0033] Um die Steuerung bzw. Regelung des modularen Trainingssystems 1 durchführen zu können und damit die dazu nötigen Messdaten zur Verfügung stehen, sind zumindest der Sensor 7 und der Aktor 8 über eine Schnittstelle 9 und einer in diesem Fall drahtgebundenen Übertragungsstrecke 10 mit dem Basisgerät 3 verbunden, sodass über definierte Datenprotokolle Messwerte vom Sensor 7 abgerufen und Steuerbefehle an den Aktor 8 übermittelt werden können. Die Verarbeitung der Messwerte und die Generierung der Steuerbefehle werden dabei vom Datenverarbeitungsmittel 4 vorgenommen, welches dabei Informationen im Datenspeichermittel 5 ablegt bzw. von dort abrufen.

[0034] Ferner stellt ein weiteres, in seiner Gestalt und/oder Funktion zum ersten Aufnahmemittel 6 unterschiedliches Aufnahmemittel 6' für einen zu trainierenden Körperteil ein Hauptelement des modularen Trainingssystems 1 dar. Das weitere Aufnahmemittel 6', welches im Gegensatz zum ersten Aufnahmemittel 6 die Durchführung eines physiotherapeutische Trainings der unteren Extremitäten eines Patienten 2 unterstützt, ist in ähnlicher Art und Weise wie das erste Aufnahmemittel 6 mit zumindest einem Sensor 7' und zumindest einem Aktor 8' ausgestattet, um einerseits Messwerte bestimmen und andererseits Kräfte auf das Aufnahmemittel 6' aufbringen zu können. Wesentlich dabei ist, dass das erste Aufnahmemittel 6 und das zumindest eine weitere Aufnahmemittel 6' über dieselbe definierte Schnittstelle 9 und dieselbe Übertragungsstrecke 10 wahlweise oder gleichzeitig mit dem Basisgerät 3 verbindbar ist und dass die Sensoren 7, 7' und die Aktoren 8, 8' der beiden Aufnahmemittel 6, 6' über dieselben Datenprotokolle abfragbar bzw. ansteuerbar sind. Damit wird einem Physiotherapeuten 13 ein universelles modulares Trainingssystem 1 zur Verfügung gestellt, mit dem er für unterschiedliche Patienten 2 mit unterschiedlichen zu trainierenden Körperteilen ein optimal angepasstes Trainingssystem 1, bestehend aus einem Basisgerät 3 und zumindest einem der Aufnahmemittel 6, 6' für den zu trainierenden Körperteil, flexibel zusammenstellen und das entsprechende Trainingsprogramm festlegen kann. Im Speziellen wird auch die Wirtschaftlichkeit für den Physiotherapeuten 13 erhöht, da nicht mehr zu jedem Aufnahmemittel 6, 6' ein separates bzw. eigenes Basisgerät 3 erworben werden muss. Des Weiteren bietet die Verwendung eines Basisgerätes 3 für mehrere Aufnahmemittel 6, 6' eine einheitliche Benutzerschnittstelle für diese Aufnahmemittel sowohl für den Physiotherapeuten 13 als auch für den Patienten 2.

[0035] Zweckmässig ist es, wenn für die Sensoren 7, 7' und Aktoren 8, 8' der Aufnahmemittel 6, 6' Standardmodule aus unterschiedlichen Kategorien und Leistungsklassen verwendbar sind. Sensoren aus verschiedenen Kategorien nehmen unterschiedliche Messgrössen des Aufnahmemittels 6, 6' oder des Patienten 2 bzw. dessen zu trainierenden Körperteils auf, beispielsweise die Position, Orientierung oder Beschleunigung des zu trainierenden Körperteils oder die Muskelspannung, Sauerstoffsättigung im Blut oder Hauttemperatur des Patienten, und leiten diese Messgrössen an das Basisgerät 3 über die definierte Übertragungsstrecke 10 und die Schnittstelle 9 mit Hilfe der definierten Datenprotokolle weiter. Sensoren 7, 7' unterschiedlicher Leistungsklassen unterscheiden sich etwa in ihrer Genauigkeit oder in ihrer Datenerfassungsgeschwindigkeit. Aktoren 8, 8' aus verschiedenen Kategorien unterscheiden sich in ihren möglichen Bewegungsarten, etwa in der Möglichkeit der Durchführung von translatorischen und/oder rotatorischen Bewegungen, in der Anzahl der möglichen Freiheitsgrade der Bewegung und in der Art des Antriebssystems, welches elektrische Energie in kinetische Energie umsetzt. Aktoren 8, 8' aus unterschiedlichen Leistungsklassen unterscheiden sich in der Genauigkeit, mit der

sie auf Steuerbefehle reagieren und in der maximal möglichen Kraft, die sie aufbringen können. Für den Hersteller eines modularen Trainingssystems 1 ist die Verfügbarkeit von solchen Standardmodulen für Sensoren 7, 7' und Aktoren 8, 8' von grossem Vorteil, da damit die Wirtschaftlichkeit der Herstellung von unterschiedlichen Aufnahmemitteln 6, 6' für unterschiedliche zu trainierende Körperteile erhöht wird.

[0036] Weiters ist es zweckmässig, wenn zu jedem Standardmodul eines Sensors 7, 7' und Aktors 8, 8' ein entsprechendes konfigurierbares Softwaremodul verwendbar ist, da dadurch einerseits auf einfache Art und Weise die Standardmodule vom Hersteller des modularen Trainingssystems 1 programmtechnisch im System integrierbar sind und andererseits diese Standardmodule auch in einfacher und einheitlicher Art und Weise vom Physiotherapeuten 13 im softwaregesteuerten Trainingsprogramm verwendbar sind.

[0037] Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform sind die Aufnahmemittel 6, 6' für die zu trainierenden Körperteile mit elektronisch lesbaren Kennungen 14, 14' ausgestattet. Diese Kennungen 14, 14' sind über eine Übertragungsstrecke 10 und eine Schnittstelle 9 mit dem Basisgerät 3 verbunden, welches die Informationen dieser Kennungen 14, 14' auf elektronischem Wege ausliest und damit etwa die Art, den Aufbau und/oder die Konfiguration des jeweiligen Aufnahmemittels 6, 6' automatisch ermittelt. Mit dieser Information kann nun etwa das Basisgerät 3 zumindest teilweise automatisch konfiguriert werden und/oder die Grundstruktur des physiotherapeutischen Trainingsprogramms entsprechend der Art des Aufnahmemittels 6, 6' teilweise automatisch festgelegt werden, welches Trainingsprogramm anschliessend von einem Physiotherapeuten 13 nur mehr bezüglich der letzten Detailsinstellungen konfiguriert werden muss und/oder dieses Trainingsprogramm nur mehr bezüglich seiner Eignung für den Patienten 2 kontrolliert werden muss.

[0038] Zweckmässig ist es auch, wenn die Aufnahmemittel 6, 6' für die zu trainierenden Körperteile mit elektronisch beschreibbaren Speichermitteln 15, 15' ausgestattet sind. Diese Speichermittel 15, 15' sind über die Übertragungsstrecke 10 und die Schnittstelle 9 mit dem Basisgerät 3 verbunden, und in ihnen werden Informationen über das jeweilige Aufnahmemittel 6, 6' individuell abgespeichert, beispielsweise Informationen zum Zeitpunkt und zur Zeitdauer der Verwendung und Informationen zu aufgetretenen Fehlerzuständen des Aufnahmemittels 6, 6', welche Informationen vor allem für einen Wartungs- bzw. Störungstechniker von Interesse sind. Die Informationen können von den Sensoren 7, 7' oder den Aktoren 8, 8' der Aufnahmemittel 6, 6' oder vom Basisgerät 3 auf elektronischem Weg auf den Speichermitteln 15, 15' abgespeichert werden.

[0039] In einer nicht gezeigten Ausführungsform sind die Kennungen 14, 14' und/oder die Speichermittel 15, 15' in den Sensoren 7, 7' und/oder den Aktoren 8, 8' integriert und über deren Teil der definierten Übertragungsstrecke 10 und über die Schnittstelle 9 auslesbar bzw. beschreibbar.

[0040] Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform bildet die definierte Schnittstelle 9, die Übertragungsstrecke 10 und das darauf eingesetzte Datenprotokoll ein Bussystem, insbesondere ein echtzeitfähiges Bussystem, wie beispielsweise SERCOS III oder EtherCAT und/oder ein sicherheitsgerichtetes Bussystem, wie beispielsweise Ethernet POWERLINK Safety oder AS Interface Safety at Work. Damit ist grundsätzlich sichergestellt, dass ein oder mehrere Sensoren 7, 7', Aktoren 8, 8' und/oder weitere Dateneingabe- und Datenausgabemittel auf einfache Art und Weise in das modulare Trainingssystem 1 mechanisch und logisch integrierbar bzw. daraus entfernbar sind. Der Vorteil eines echtzeitfähigen Bussystems liegt darin, dass Daten unter garantierter Einhaltung festgelegter zeitlicher Grenzwerte sehr schnell und ohne merkliche Verzögerung zwischen den kommunizierenden Elementen übertragen werden. Weiters bringt die Verwendung eines sicherheitsgerichteten Bussystems den Vorteil, dass das System im Falle von Übertragungsfehlern oder Defekten auf eine definierte und für den Benutzer und etwaige Sachwerte sichere Weise reagiert.

[0041] Besonders zweckmässig ist es, das von der definierten Schnittstelle 9, der Übertragungsstrecke 10 und dem Datenprotokoll ausgebildete Bussystem ebenso mit einem elektrischen Übertragungsmittel 12 zur Energieversorgung von zumindest einem Teil der Sensoren 7, 7', Aktoren 8, 8' und/oder der weiteren Dateneingabe- und Datenausgabemittel auszustatten.

[0042] Zweckmässig ist es auch, im Basisgerät 3 ein kryptografisches Datenverarbeitungsmittel 16 vorzusehen, das die über die definierte Schnittstelle 9, die Übertragungsstrecke 10 und das Datenprotokoll übertragenen Daten mit symmetrischen und/oder asymmetrischen kryptografischen Methoden absichert, um deren Vertraulichkeit, deren Integrität und/oder deren Authentizität sicherzustellen.

[0043] Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform umfasst das modulare Trainingssystem 1 ein händisch zu führendes, eigenständiges Erfassungsmittel 18 und/oder ein mittels eines Steck- oder Kupplungsmittels 17 an zumindest einem der Aufnahmemittel 6 für einen zu trainierenden Körperteil anbringbares Erfassungsmittel 18'. Die von der jeweiligen Sensorik in den Erfassungsmitteln 18, 18' ermittelten Positionen und/oder Orientierungen der Erfassungsmittel 18, 18' werden über die drahtlosen Übertragungsstrecken 10', 10'', etwa Bluetooth oder ZigBee, und über die Schnittstelle 9' an das Basisgerät 3 übermittelt. Besonders zweckmässig ist es weiters, die Erfassungsmittel 18, 18' mit einem Vibrations- oder Druckmittel auszustatten, welche Informationen an den Patienten 2 auf haptischem Weg übermitteln. Dadurch ist es beispielsweise möglich, insbesondere durch Anbringen mehrerer Vibrations- oder Druckmittel an verschiedenen Stellen des jeweiligen Aufnahmemittels 6 dem Patienten 2 an jenen Körperstellen Reize zu vermitteln, an denen etwa auch ein Therapeut 13 bei der Korrektur von Bewegungsabläufen unterstützend anfassen würde.

[0044] Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform ist am zu trainierenden Körperteil des Patienten 2 zumindest ein passives Markierungsmittel 19 befestigt und als weiteres Dateneingabemittel eine vom elektrischen Übertragungsmittel 12 mit Energie versorgte Videokamera 11 über die Schnittstelle 9 und die Übertragungsstrecke 10 an das Basisgerät 3 angeschlossen. Bewegt nun der Patient 2 den zu trainierenden Körperteil, so wird das passive Markierungsmittel 19 mitbewegt, und diese Bewegung kann von dem Datenverarbeitungsmittel 4 im Basisgerät 3 über das Bild der Videokamera 11 erfasst werden. Ebenso kann so die Position des zu trainierenden Körperteils des Patienten 2 bestimmt werden.

[0045] Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein Sensor 31 zur Bewegungsüberwachung am Körper des Patienten 2 mittels des Aufnahmemittels 32 befestigt. Mit diesem Sensor 31, der ebenso mit einer Datenaufzeichnungsvorrichtung ausgestattet ist, kann die Aktivität des Patienten 2 abseits der eigentlichen Trainingseinheiten und unabhängig vom Aufnahmemittel 6 für den zu trainierenden Körperteil und vom Basisgerät 3 überwacht bzw. aufgezeichnet werden. Bei der nächsten regulären Trainingseinheit in Verbindung mit dem Basisgerät 3 werden die vom Sensor 31 ermittelten und aufgezeichneten Daten an das Basisgerät 3 übermittelt, analysiert und bilden die Grundlage für eine umfassende Bestimmung des physiologischen Zustandes des Patienten 2 bzw. dienen diese Daten zur situationsgerechten Adaption des Trainingsprogramms. Typische Ausführungsformen für den Sensor 31 sind ein Schrittzähler, der im Bereich der unteren Extremitäten des Patienten 2 angebracht ist, oder ein Beschleunigungssensor, der auch im Bereich der oberen Extremitäten, etwa am Handgelenk, mit dem Aufnahmemittel 32 angebracht werden kann.

[0046] Fig. 2 zeigt ein besonders zweckmässiges Aufnahmemittel 6' für ein zu trainierendes Kniegelenk, welches zwei als Luftmuskeln ausgebildete Aktoren 20, 20' aufweist, die aus schlauchförmigem, flexiblem Material ausgebildet sind und durch Einleiten von Luft kontrahieren. Die beiden zueinander beweglichen Teile des Aufnahmemittels 6' sind über ein Gelenk 21 verbunden, und diese Teile stehen jeweils mit den Enden 22, 22' bzw. 23, 23' der Luftmuskeln 20, 20' in Verbindung. Wird nun der Luftmuskel 20 durch Luftzufuhr kontrahiert, so üben die beiden Enden 22, 23 des Luftmuskels 20 eine Kraft auf die beiden zueinander beweglichen Teile des Aufnahmemittels 6' aus, und das Gelenk 21 und somit das Kniegelenk des Patienten 2 wird gestreckt. Wird im Gegensatz dazu der Luftmuskel 20' durch Luftzufuhr kontrahiert, so üben die Enden 22', 23' eine Zugkraft auf die Teile des Aufnahmemittels 6' aus, sodass das Gelenk 21 und somit das Kniegelenk des Patienten 2 gebeugt wird. Werden beide Luftmuskeln 20, 20' gleichmässig durch Luftzufuhr kontrahiert, so wird das Gelenk 21 und somit das Kniegelenk des Patienten 2 in seiner aktuellen Position stabilisiert bzw. fixiert.

[0047] In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel eines Aufnahmemittels 6 zum Trainieren einer oberen Extremität gezeigt. Das Aufnahmemittel 6 besteht aus den zueinander beweglichen Komponenten Schulterteil 36, Oberarmteil 37 und Unterarmteil 38. Das Oberarmteil 37 ist über ein Schnellkupplungsmittel 24 mit dem frei beweglichen Ende 25 des Knickarms 26 eines Gelenkroboters 27 verbunden. Ebenso ist der Unterarmteil 38 des Aufnahmemittels 6 über ein Schnellkupplungsmittel 24' mit dem frei beweglichen Ende 25' des Knickarms 26' eines Gelenkroboters 27' verbunden. Durch entsprechende Steuerung der Knickarme 26, 26' werden das Oberarmteil 37 und das Unterarmteil 38 des Aufnahmemittels 6 bewegt. Um Verletzungen vorzubeugen, sind die Schnellkupplungsmittel 24, 24' wahlweise mit Sollbruchstellen und/oder selbstöffnenden Verbindungsmitteln ausgestattet, welche bei einer bestimmten auftretenden Kraft die Verbindung zwischen Oberarmteil 37 und Knickarm 26 einerseits und zwischen dem Unterarmteil 38 und dem Knickarm 26' andererseits trennen. Die Schnellkupplungsmittel 24, 24' sind weiters mit Gelenken mit unterschiedlichen Freiheitsgraden baulich kombinierbar, sodass über die Schnellkupplungsmittel 24, 24' beispielsweise nur Kräfte, aber keine Drehmomente (Kugelgelenk) oder nur Drehmomente entlang bestimmter Achsen (Scharniergelenk, Doppelscharniergelenk bzw. Kardangelenke) übertragen werden. Zusätzlich zu einer mechanischen Kopplung kann durch die Schnellkupplungsmittel 24, 24' gleichzeitig auch eine elektrische Kopplung etwa zum einfachen Zugriff auf eine im Aufnahmemittel integrierte Sensorik hergestellt werden.

[0048] Je nach Art bzw. Aufbau des Aufnahmemittels 6, 6' für den zu trainierenden Körperteil und die Art der Trainingsübung können auch mehr bzw. weniger Gelenkroboter 27, 27' zum Einsatz kommen.

[0049] Fig. 4 zeigt als Ausführungsbeispiel eines Aufnahmemittels 6' zum Trainieren einer unteren Extremität ein Aufnahmemittel 6', das über farbkodierte Schnellkupplungen 30, 30', 30'', 30''' und über Seilzüge 29, 29', 29'', 29''' mit den über dem Aufnahmemittel 6' angebrachten Aktoren 28, 28', 28'', 28''' verbunden ist. Durch die Farbkodierungen der Schnellkupplungen 30, 30', 30'', 30''' ist sichergestellt, dass die Seilzüge 29, 29', 29'', 29''' richtig mit dem Aufnahmemittel 6' für den zu trainierenden Körperteil verbunden sind. Durch die Verwendung der Seilzüge 29, 29', 29'', 29''' können sehr spezielle Stütz- bzw. Bewegungsaufgaben in Verbindung mit dem Aufnahmemittel 6' realisiert werden. Beispielsweise ist es möglich, einen Patienten 2 durch Einziehen der Seilzüge 29', 29'' mittels der Aktoren 28', 28'' aufzurichten bzw. beim Aufrichten zu unterstützen und durch abwechselndes Einziehen und Ausgeben der Seilzüge 29, 29''' mittels der Aktoren 28, 28''' den Patienten 2 bei einer Gehbewegung zu unterstützen bzw. diese Bewegung für den Patienten 2 durchzuführen.

[0050] In einem nicht gezeigten Ausführungsbeispiel kann der Patient 2 mit dem in Fig. 4 gezeigten Aufnahmemittel 6' eine gesteuerte Auf- und Abbewegung seines Körpers durchführen, indem die Seilzüge 29, 29', 29'', 29''' in synchroner Art und Weise von den Aktoren 28, 28', 28'', 28''' eingezogen bzw. ausgegeben werden. Die Auf- und Abbewegung wird gesteuert, indem auf Druckplatten oder Handgriffe eine Kraft ausgeübt wird oder ein Erfassungsmittel 18, 18' – Fig. 1 – entsprechend auf und ab bewegt wird.

[0051] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des modularen Trainingssystems, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten desselben eingeschränkt ist.

[0052] Der Ordnung halber sei abschliessend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des modularen Trainingssystems dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmassstäblich und/oder vergrössert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenaufstellung

[0053]

1	Trainingssystem
2	Patient
3	Basisgerät
4	Datenverarbeitungsmittel
5	Datenspeichermittel
6, 6´	Aufnahmemittel
7, 7´	Sensor
8, 8´	Aktor
9, 9´	Schnittstelle
10, 10´, 10´´	Übertragungsstrecke
11	Videokamera
12	Elektrisches Übertragungsmittel
13	Physiotherapeut
14, 14´	Kennung
15, 15´	Speichermittel
16	Kryptografisches Datenverarbeitungsmittel
17	Kupplungsmittel
18, 18´	Erfassungsmittel
19	Markierungsmittel
20, 20´	Luftmuskel
21	Gelenk
22, 22´	Luftmuskelende
23, 23	Luftmuskelende
24, 24´	Schnellkupplungsmittel
25, 25´	Knickarmende
26, 26´	Knickarm
27, 27´	Gelenkroboter
28, 28´, 28´´, 28´´´	Aktor
29, 29´, 29´´, 29´´´	Seilzug
30, 30´, 30´´, 30´´´	Farbkodierte Schnellkupplung
31	Sensor
32	Aufnahmemittel

33	Bildschirm
34	Standfuss
35	Rollkörper
36	Schulterteil
37	Oberarmteil
38	Unterarmteil

Patentansprüche

- Modulares Trainingssystem (1) zur Rehabilitation von physiologisch beeinträchtigten Patienten (2), insbesondere von Patienten (2) mit Bewegungsbeeinträchtigungen der Extremitäten, umfassend
 - ein Basisgerät (3) mit Datenverarbeitungsmittel (4) und Datenspeichermittel (5);
 - erstes Aufnahmemittel (6) für einen zu trainierenden Körperteil, mit zumindest einem Sensor (7) und/oder zumindest einem Aktor (8), welches mit dem Basisgerät (3) über definierte Schnittstellen (9, 9') und Übertragungsstrecken (10, 10') verbunden ist und über definierte Datenprotokolle mit dem Basisgerät (3) kommuniziert, sodass insbesondere Messwerte von dem zumindest einen Sensor (7) und Steuerbefehle zu dem zumindest einen Aktor (8) übermittelbar sind;
 - weitere mit dem Basisgerät (3) über die definierten Schnittstellen (9, 9'), Übertragungsstrecken (10, 10') und Datenprotokolle verbundene Dateneingabe- und Datenausgabemittel, sodass das Trainingssystem (1) von Therapeuten (13) und Patienten (2) interaktiv bedienbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - zumindest ein weiteres, in seiner Gestalt und/oder Funktion zum ersten Aufnahmemittel (6) unterschiedliches Aufnahmemittel (6') für einen zu trainierenden Körperteil mit zumindest einem Sensor (7') und/oder zumindest einem Aktor (8') ausgebildet ist,
 - welches mit dem Basisgerät (3) wahlweise oder gleichzeitig über dieselben definierten Schnittstellen (9, 9') und Übertragungsstrecken (10, 10') verbindbar ist wie das erste Aufnahmemittel (6)
 - der zumindest eine Sensor (7') und/oder der zumindest eine Aktor (8') des weiteren Aufnahmemittels (6') über dieselben Datenprotokolle abfragbar bzw. ansteuerbar sind wie der zumindest eine Sensor (7) und/oder der zumindest eine Aktor (8) des ersten Aufnahmemittels (6).
- Modulares Trainingssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Aufnahmemittel (6) für einen ersten zu trainierenden Körperteil, insbesondere eine obere Extremität, ausgebildet ist und das zumindest eine weitere Aufnahmemittel (6') für einen anderen, vom ersten zu trainierenden Körperteil verschiedenen Körperteil, insbesondere eine untere Extremität, ausgebildet ist.
- Modulares Trainingssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensoren (7, 7') der Aufnahmemittel (6, 6') Standardmodule, welche zur Aufnahme unterschiedlicher Messgrößen des Aufnahmemittels (6, 6') oder des Patienten (2) ausgebildet sind, und mit unterschiedlicher Genauigkeit oder Datenerfassungsgeschwindigkeit, verwendet werden, und dass als Aktoren (8, 8') der Aufnahmemittel (6, 6') Standardmodule, welche sich in ihren möglichen Bewegungsarten und in ihrer Genauigkeit oder Maximalkraft unterscheiden, verwendet werden, und zu jedem Standardmodul ein entsprechendes, konfigurierbares Softwaremodul verwendbar ist, sodass die Sensoren (7, 7') und Aktoren (8, 8') sowohl mechanisch in den Aufnahmemitteln (6, 6') als auch programmtechnisch in einem softwaregesteuerten physiotherapeutischen Trainingsprogramm integrierbar sind.
- Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmemittel (6, 6') mit elektronisch lesbaren Kennungen (14, 14'), welche Informationen über das jeweilige Aufnahmemittel (6, 6') beinhalten, ausgestattet sind, sodass diese Informationen über das jeweilige Aufnahmemittel (6, 6') automatisch ermittelbar sind und eine zumindest teilweise automatische Konfigurierung des Basisgeräts (3) durchführbar ist.
- Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmemittel (6, 6') mit elektronisch beschreibbaren Speichermitteln (15, 15') ausgestattet sind, in welchen Informationen über das jeweilige Aufnahmemittel (6, 6'), insbesondere Informationen zum Zeitpunkt und zur Zeitdauer der Verwendung, zur Wartung und zu aufgetretenen Fehlerzuständen, individuell abspeicherbar sind.
- Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der definierten Schnittstellen (9, 9'), Übertragungsstrecken (10, 10') und Datenprotokolle zumindest ein Bussystem, insbesondere ein echtzeitfähiges Bussystem, oder zumindest ein sicherheitsgerichtetes Bussystem ausbilden, sodass ein oder mehrere Sensoren (7, 7'), Aktoren (8, 8') und/oder weitere Dateneingabe- und Datenausgabemittel auf einfache und sichere Art und Weise in das modulare Trainingssystem (1) mechanisch und logisch integrierbar bzw. daraus entfernbar sind.

7. Modulares Trainingssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der von den Schnittstellen (9, 9'), Übertragungsstrecken (10, 10') und Datenprotokollen ausgebildeten Bussysteme mit einem elektrischen Übertragungsmittel (12) zur Energieversorgung von zumindest einem Teil der Sensoren (7, 7'), Aktoren (8, 8') und/oder der weiteren Dateneingabe- und Datenausgabemittel ausgestattet ist.
8. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der definierten Übertragungsstrecken (10, 10', 10'') als eine drahtlose Verbindung ausgebildet ist, insbesondere als Funkverbindung mittels WLAN-Technologie nach dem Standard IEEE 802.11 oder mittels WPAN-Technologien nach dem Standard IEEE 802.15.
9. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass kryptografische Datenverarbeitungsmittel (16) vorgesehen sind, sodass mit symmetrischen und/oder asymmetrischen kryptografischen Methoden, insbesondere mit Verschlüsselungen, Prüfsummenberechnungen, Hashfunktionen oder Signaturen, die Vertraulichkeit, die Integrität und/oder die Authentizität der über die definierten Schnittstellen (9, 9'), Übertragungsstrecken (10, 10') und Datenprotokolle übertragenen Daten sicherstellbar sind.
10. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein händisch zu führendes, eigenständiges oder ein mittels eines Steck- oder Kupplungsmittels (17) an zumindest einem der Aufnahmemittel (6) für einen zu trainierenden Körperteil anbringbares Erfassungsmittel (18, 18') ausgebildet ist, welches mit einer Sensorik zur Ermittlung der Position und/oder der Orientierung des Erfassungsmittels (18, 18') ausgestattet ist, sodass über eine insbesondere drahtlose Übertragungsstrecke (10', 10'') die Position und/oder die Orientierung des Erfassungsmittels (18, 18') an das Basisgerät (3) übermittelbar ist.
11. Modulares Trainingssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Erfassungsmittel (18, 18') mit zumindest einem Vibrations- und/oder Druckmittel ausgestattet ist, sodass die vom Basisgerät (3) an das Erfassungsmittel (18, 18') über eine insbesondere drahtlose Übertragungsstrecke (10', 10'') übermittelten Informationen auf haptischem Weg an einen Benutzer des Erfassungsmittels (18, 18'), beispielsweise an einen Patienten (2), ausgebar sind.
12. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am zu trainierenden Körperteil und/oder am Aufnahmemittel (6) für den zu trainierenden Körperteil wenigstens ein passives Markierungsmittel (19) befestigt ist und das Basisgerät (3) mit einer Videokamera (11) verbunden ist und das Datenverarbeitungsmittel (4) im Basisgerät (3) derart ausgebildet ist, dass Bewegungen und/oder Orientierungen des zu trainierenden Körperteils anhand der Analyse der Position des wenigstens einen passiven Markierungsmittels (19) detektierbar sind.
13. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an oder in zumindest einem der Aufnahmemittel (6, 6') der zumindest eine Aktor (20, 20') aus schlauchförmigem, flexiblem Material aufgebaut ist, welcher durch Einleiten von Luft kontrahiert, und dass zwei gegeneinander bewegliche, insbesondere über ein Gelenk (21) verbundene, Teile des jeweiligen Aufnahmemittels (6') jeweils mit einem Ende (22, 22', 23, 23') des zumindest einen Aktors (20, 20') in Verbindung stehen, sodass das jeweilige Aufnahmemittel (6') mittels Luftzufuhr bewegbar ist.
14. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein beweglicher Teil von wenigstens einem der Aufnahmemittel (6) oder wenigstens ein gesamtes Aufnahmemittel (6) für einen zu trainierenden Körperteil über ein Schnellkupplungsmittel (24) mit dem frei beweglichen Ende (25) des Knickarms (26) eines Gelenkroboters (27) verbindbar ist, sodass mittels entsprechender Steuerung des Knickarms (26) die Bewegungen des im wenigstens einen der Aufnahmemittel (6) befindlichen zu trainierenden Körperteils teilweise unterstützbar oder aktiv durchführbar sind.
15. Modulares Trainingssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Knickarme (26, 26') mehrerer Gelenkroboter (27, 27') an deren freien Enden (25, 25') über Schnellkupplungen (24, 24') mit gegeneinander bewegbaren Teilen von wenigstens einem der Aufnahmemittel (6) verbindbar sind, sodass mittels entsprechender Steuerung der Knickarme (26, 26') die Bewegungen des im wenigstens einem der Aufnahmemittel (6) befindlichen zu trainierenden Körperteils teilweise unterstützbar oder aktiv durchführbar sind.
16. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Aktor (28, 28', 28'', 28''') von zumindest einem der Aufnahmemittel (6') mit einem Seilzug (29, 29', 29'', 29''') verbunden ist und der Seilzug (29, 29', 29'', 29''') mittels einer verwechslungssicheren, farbmarkierten Schnellkupplung (30, 30', 30'', 30''') mit dem jeweiligen Aufnahmemittel (6') verbunden ist, sodass Verbindungen zwischen dem zumindest einen Aktor (28, 28', 28'', 28''') und dem jeweiligen Aufnahmemittel (6') flexibel, sicher und auf einfache Art und Weise herstellbar und lösbar sind.
17. Modulares Trainingssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Sensor (7, 7') an oder in zumindest einem der Aufnahmemittel (6, 6') zur Übermittlung über definierte Schnittstellen (9, 9') und Übertragungsstrecken (10, 10') und zur Bereitstellung von Messwerten zu einer der folgenden Messgrößen des jeweiligen Aufnahmemittels (6, 6') oder des Patienten (2) oder dessen zu trainierenden Körperteils an das Basisgerät (3) ausgebildet ist: Position, Lage und/oder Orientierung, Geschwindigkeit, Beschleunigung,

Druck, Kraft, Muskelspannung, Pulsfrequenz, Blutdruck, Sauerstoffsättigung im Blut, Hautwiderstand, Hauttemperatur, Körpertemperatur oder Atemfrequenz, oder dass der zumindest eine Sensor (7, T) an oder in zumindest einem der Aufnahmemittel (6, 6') mit einer visuellen Erfassungsvorrichtung, einer akustischen Erfassungsvorrichtung oder mit einem Dehnmessstreifen ausgestattet ist.

18. Modulares Trainingssystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Sensor (31), insbesondere ein Sensor (31) zur Bewegungsüberwachung, mit einem Aufnahmemittel (32) am Körper oder am zu trainierenden Körperteil des Patienten (2) abseits der eigentlichen Trainingseinheiten angebracht ist und mit einer Datenaufzeichnungsvorrichtung ausgestattet ist, sodass eine Aktivitätsüberwachung und -aufzeichnung des Patienten (2) unabhängig vom Basisgerät (3) durchführbar ist, wobei die aufgezeichneten Aktivitätsdaten später an das Basisgerät (3) übermittelbar sind und so die Trainingsauswirkungen auf den physiologischen Zustand des Patienten (2) umfassend erfassbar sind und das Trainingsprogramm bzw. das Trainingspensum an die so eruierten Werte anpassbar ist.

Fig. 2

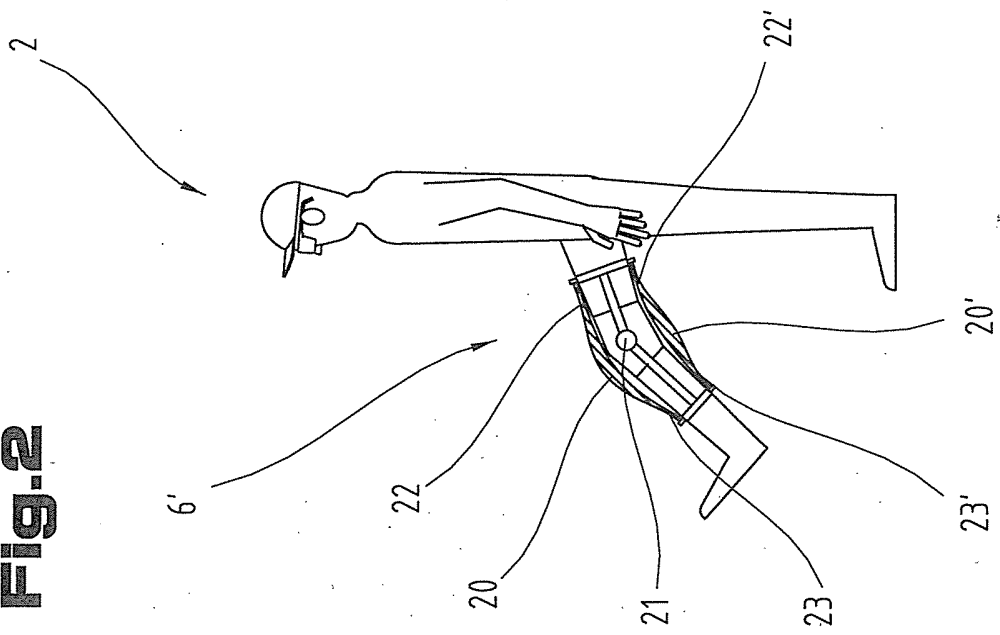


Fig. 3

