



## Beschreibung

**[0001]** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erfassung und zum Training einer Adaptiven Kraft, mit mindestens einem Gewichtsbehälter, dessen Innenvolumen mit einer Flüssigkeit oder einem Schüttgut gefüllt werden kann, mindestens einem Interface für eine Kräfteinwirkung eines Probanden, mindestens eine Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft zwischen Gewichtsbehälter und Interface, mindestens einem Kraftsensor und mindestens einem Positions- und/oder Bewegungssensor, wobei das Gewicht des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts veränderbar ist, wobei eine auf das Interface ausgeübte Kraft zum Halten, Heben und/oder Senken des Gewichtsbehälters durch den ersten Kraftsensor messbar ist und die Höhenposition und/oder die Bewegung eines angehobenen Gewichtsbehälters durch den zweiten Positionssensor messbar ist.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die Erfindung ein System aus Vorrichtung und Recheneinheit sowie ein Verfahren zum Messen und/oder Auswerten einer Adaptiven Kraft mithilfe der Vorrichtung.

### Hintergrund und Stand der Technik

**[0003]** Das Training der Muskelkraft ist weltweit und in vielen Anwendungsbereichen, wie Leistungs- und Breitensport, Fitnesstraining im Jugend-, Erwachsenen- und Seniorenalter sowie im gesundheitlichen Kontext (präventiv, kurativ und rehabilitativ) verbreitet. Meist wird die maximale Kraftfähigkeit trainiert, aber auch Schnell-, Explosiv- und Reaktivkraft sowie die Kraftausdauer.

**[0004]** Dabei werden verschiedene Betriebsmodi des Muskels trainiert:

- der konzentrische, bei dem die betreffende Muskelgruppe/der Muskel sich verkürzt und dabei einen Widerstand überwindet (eine Last bewegt).
- der isometrische (statische Anspannung), bei dem es nicht zur Längenänderung kommt, der Muskel gegen einen unüberwindlichen stabilen Widerstand agiert.
- der exzentrische, bei dem der Muskel durch eine einwirkende Kraft überwunden wird und nachgebend agiert.

**[0005]** Zudem werden Kombinationen verschiedener Muskelaktionen angewandt, wie etwa beim sogenannten Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, bei dem sich eine konzentrische Aktion unmittelbar an eine exzentrische anschließt.

**[0006]** Trotz aller Vielfalt existiert derzeit weltweit bislang noch kein Trainingssystem, dessen Wirkweise das Training der sogenannten Adaptiven Kraft ermöglicht. Die Adaptive Kraft stellt eine spezifische Betriebsweise des Nerv-Muskel-Systems dar, die sehr nahe an alltäglichen Abläufen ist, die aber bisher noch nicht Eingang in die Bewegungswissenschaft gefunden hat.

**[0007]** Das Wesen des herkömmlichen Krafttrainings besteht i.d.R. darin, gegen einen Widerstand zu drücken. Dabei wird ein Widerstand überwunden, ist unbeweglich oder ist so überwältigend, dass die agierende Muskelgruppe überwunden wird. Neben dem Drücken ist ein Muskel jedoch auch in der Lage zu halten. Das bedeutet, eine Kraft einwirken zu lassen, diese nicht zu überwinden, ihr aber möglichst auch nicht nachzugeben. Der Muskel arbeitet dabei isometrisch, also ohne seine Länge zu verändern, damit bewegungslos. Das ist nur möglich, solange die eigene Haltekraft der einwirkenden entsprechen und so statische Verhältnisse aufrechterhalten kann. Erst wenn die einwirkende Kraft die maximale Haltekraft überschreitet, ist der Muskel gezwungen nachzugeben. Er geht in eine exzentrische Aktivität über. Während dieses Nachgebens kann der Muskel meist mit noch größerer Kraft agieren, obgleich er sich - nachgebend - weiter verlängert. Er erreicht dabei eine supramaximale exzentrische Adaptive Kraft.

**[0008]** Damit sind die folgenden Formen der Adaptiven Kraft zu unterscheiden:

- die submaximale isometrische Adaptive Kraft, bei der sich verändernde Lasten gehalten werden, ohne dass es dabei zu einer Bewegung kommt; Die Kraft der haltenden Muskeln adaptiert sich dabei laufend an die sich verändernde Last.
- Die maximale isometrische Adaptive Kraft bezeichnet diejenige Kraft, bis zu der eine schwerer werdende Last gerade noch stabil gehalten werden kann. Sobald die Last diese Schwelle überschreitet, geht die vorher stabile Position in eine nachgebende (exzentrische) Bewegung über.
- Die maximale exzentrische Adaptive Kraft bezeichnet das Kraftmaximum, das einer immer weiter steigenden (supramaximalen) Last während des Nachgebens entgegengesetzt werden kann.

**[0009]** Krafttraining kann ohne Gerät erfolgen, unter Nutzung des Gewichts oder von Trägheitsmomenten des eigenen Körpers. Häufig werden auch mobile Kleingeräte eingesetzt, wie Gewichtshanteln, elastische Bänder, Federn und Seile, schwingende Geräte (wie z.B. Body Blades) oder sogenannten Raktoren. Schließlich existiert eine Vielzahl von stationären Großgeräten für das Krafttraining. Krafttraining

basiert grundsätzlich darauf, dass der/die Übende auf mechanische Widerstände in unterschiedlicher Weise einwirkt - daher im Englischen auch der Begriff „resistance training“. Als Wirkmechanismen kommen hierfür die Gewichtskräfte von Lasten, hydraulische und pneumatische oder elektromechanische Systeme zum Einsatz. Letztere sind z.B. als sogen. isokinetische Trainingsgeräte vor allem im medizinischen Kontext weit verbreitet.

**[0010]** Isokinetische Trainingssysteme stellen gegenwärtig den am weitesten entwickelten Stand der Technik im Bereich Krafttraining/-diagnostik dar. Sie basieren auf regulierten elektromechanischen Systemen (Motoren, Bremsen), die der übenden Person einen Widerstand entgegensetzen oder sie aktiv bewegen. Hierbei sind die folgenden Betriebsmodi möglich:

- Isokinetik: Patient/in bewegt drückend den Hebel der Maschine, die die maximale Winkelgeschwindigkeit durch Bremsen limitiert.
- Isotonik: Patient/in bewegt drückend den Hebel der Maschine, die das erzeugte Kraftmoment konstant hält. Der Hebel lässt sich schneller bewegen, wenn stärker gedrückt wird.
- Isometrik: Patient/in drückt maximal gegen den feststehenden Hebel der Maschine, die das erzeugte Kraftmoment in dieser Position erfasst.
- Exzentrik: Die Maschine bewegt die jeweilige Extremität der übenden Person unaufhaltsam mit einer vorher festgelegten Winkelgeschwindigkeit. Es kann eingestellt werden, dass das System stoppt, wenn ein definierter Wert des durch Widerstand der übenden Person erzeugten Kraftmoments überschritten wird.
- Assistiv: Die Maschine bewegt die Extremität der übenden Person passiv durch, ohne dass diese einen Widerstand entgegenbringt.

**[0011]** Keiner dieser Modi ist in der Lage, die hier beschriebene Adaptive Kraft in der definierten Weise zu messen oder zu trainieren.

**[0012]** Es lässt sich lediglich eine maximale exzentrische Kraft ermitteln, dies aber bei einer aufgezwungenen Bewegungsgeschwindigkeit (Desmodromik). Die exzentrische Maximalkraft variiert jedoch abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit und wird deshalb vorher willkürlich festgelegt. Im Gegensatz dazu wird die maximale exzentrische Adaptive Kraft bei einer Bewegungsgeschwindigkeit ermittelt, die sich in Interaktion der übenden Person mit dem System auf natürliche Weise ergibt.

**[0013]** Das maschinelle isokinetische Training wurde erstmals 1966 eingeführt und hat sich seitdem weltweit verbreitet.

**[0014]** Bislang existierte kein Krafttrainingsgerät, mit dem ein Training der Adaptiven Kraft (Adaptive Force = AF) möglich gewesen wäre, das also eine veränderliche Kraft auf den Übenden appliziert hätte, ohne ihm eine definierte Bewegung aufzuzwingen. Dabei war die AF bislang weitgehend unbekannt. Zur Messung der AF könnten pneumatische Wirkprinzipien verwendet werden. Diese sind jedoch für den Einsatz als Trainingsgeräte aus verschiedenen Gründen nur bedingt geeignet. Insbesondere sind folgende Nachteile bei pneumatischen Wirkprinzipien zu nennen:

- sehr kurze Bewegungswege
- hoher zeitlicher Aufwand zur Bedienung
- aufwändige Überwachung der Reproduzierbarkeit vor jedem Einsatz und ggf. Neukalibration
- komplexe Bedienung
- hohe Anfälligkeit für Defekte und Störungen (Anfälligkeit der Pneumatik gegenüber Undichtigkeiten, empfindliche Messtechnik, Kabelgebundenheit, versehentliche Beschädigungen oder Verstellung der Sensoren (v.a. der ACC-Sensoren...))
- nichtlineare Kraftverläufe der verwendeten Balgzylinder

**[0015]** Daher werden insbesondere andere Wirkprinzipien erforderlich.

**[0016]** Da die Adaptive Kraft als spezifische Funktionalität des Nerv-Muskel-Systems bislang nicht beschrieben war, war im Stand der Technik folglich auch keine entsprechende Anwendung existent.

#### Aufgabe der Erfindung

**[0017]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Messung der Adaptiven Kraft bereitzustellen, welche ohne die Nachteile des Standes der Technik auskommen. Insbesondere soll eine Vorrichtung bereitgestellt werden, welche einfach zu bedienen ist, lange Bewegungswege erlaubt, eine sehr gute Wiederholbarkeit ermöglicht, sehr robust ist, eine sehr genaue, schnelle und effiziente Gewichtsanpassung ermöglicht und dabei eine präzise Bewegungs- und/oder Kraftmessung realisiert. Ebenso soll ein Verfahren für ein Krafttraining der Adaptiven Kraft bereitgestellt werden, welches ein verbessertes Training der Adaptiven Kraft und eine verbesserte und zuverlässigere Vermessung der Adaptiven Kraft ermöglicht und insbesondere neue Trainingsformen umfasst.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0018]** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erfassung und zum Training einer Adaptiven Kraft, umfassend:

- mindestens einen Gewichtsbehälter mit einem Innenvolumen für eine Flüssigkeit und/oder ein Schüttgut, umfassend mindestens einen pumpen-, gebläse- und/oder ventilgesteuerten Zu- und/oder Ablauf für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut;
- mindestens einen mit Zu- und/oder Ablauf des Gewichtsbehälters verbindbaren Speicherbehälter für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut außerhalb des Innenvolumens des Gewichtsbehälters;
- mindestens ein Interface für eine Krafteinwirkung eines Probanden;
- mindestens eine Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft zwischen Gewichtsbehälter und Interface;
- mindestens einen Kraftsensor;
- mindestens einen Positions- und/oder Bewegungssensor;

wobei das Gewicht des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts veränderbar ist, wobei eine auf das Interface ausgeübte Kraft zum Halten, Heben und/oder Senken des Gewichtsbehälters durch den ersten Kraftsensor messbar ist und die Höhenposition und/oder die Bewegung eines angehobenen Gewichtsbehälters durch den zweiten Positionssensor messbar ist.

**[0019]** Der Fachmann weiß, wie er durch gezielte Steuerung mindestens eines Ventils, mindestens einer Pumpe und/oder mindestens eines Gebläses die Verteilung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts zwischen den beiden Behältern steuern kann bzw. die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut zwischen den Behältern transportieren kann. Insbesondere ist hierfür zwischen dem Gewichtsbehälter und dem Speicherbehälter mindestens ein Schlauch umfasst, welche die beiden Behälter verbindet.

**[0020]** Es handelt sich um das weltweit erste System zum Training der Adaptiven Kraft. Die wesentliche Neuheit der Erfindung besteht darin, dass die Last sich innerhalb einer einzelnen Aktion (Übungswiederholung) verändern, also steigen oder sinken kann. Dieses Variieren der Kraft erfolgt bei freier Beweglichkeit und unabhängig von stattfindenden Bewegungen. Bewegungen werden nicht von einem Motor aufgezwungen (Desmodromik), wie z.B. bei isokinetischen Geräten im Exzentrikmodus. Sie hängen ausschließlich von der sensomotorischen Funktion der/ des Übenden in Auseinandersetzung mit der sich fließend verändernden applizierten Last ab.

**[0021]** Daraus ergeben sich folgende Alleinstellungsmerkmale, die herkömmliche Trainingsgeräte und -verfahren bislang nicht erfüllen:

- Es wird die isometrische Adaptive Kraft bei sich verändernder Last gefordert und trainiert.
- Bei ansteigender (supramaximaler) Überlast wird auch die exzentrische Adaptive Kraft gefordert und trainiert.
- Innerhalb einer einzelnen Wiederholung werden fließend unterschiedlichste Kraftintensitäten durchlaufen, von gering bis supramaximal.
- Innerhalb einer einzelnen Wiederholung können durch die Steuerung des Systems unterschiedliche Kraftprofile erzeugt werden (stetig aufsteigend, stetig absteigend, wechselnde Verläufe oder auch Phasen gleichbleibender Kraft) und so z.B. sportartspezifische Belastungsverläufe simuliert werden.
- Innerhalb einer Wiederholung können konzentrische, isometrische und exzentrische Muskelaktionen der gleichen Muskelgruppe miteinander kombiniert werden.

- Das System ist auch als Messgerät für die verschiedenen Qualitäten der Adaptiven Kraft einsetzbar. Da es wissenschaftlichen Gütekriterien genügt, kann es auch für Forschungszwecke genutzt werden.

- Nebenbei kann man das System auch für herkömmliches Krafttraining (mit gleichbleibenden Lasten) nutzen. Diese Erfindung begründet einen völlig neuen Typus von Krafttrainingsgeräten. Die Wirksamkeit und evtl. auch therapeutische Bedeutung der Adaptiven Kraft ist noch nicht erforscht.

**[0022]** Dabei ist:

- das zu bewegende Gewicht des Krafttrainingsgeräts (hier bevorzugt Zuggeräts) veränderlich zu gestalten, indem dafür ein Gefäß verwendet wird, das bevorzugt mit Flüssigkeit gefüllt oder entleert werden kann. Dafür wird das Gerät bevorzugt mit einer oder mehreren Pumpen sowie Ablasserrichtungen (Absperrschieber etc.) ausgestattet. Das ermöglicht es vorteilhafterweise, dass sich die Last fließend verändern kann, während sie von der übenden Person gehalten wird. So kann die maximale Adaptive Haltekraft bevorzugt ermittelt und auch trainiert werden. Bei weiterer Steigerung der Last kann zudem während des Nachgebens die maximale exzentrische Adaptive Kraft ermittelt und trainiert werden.
- Bevorzugt über die Auswertung (bevorzugt durch Software) der Sensordaten (Kraft und Kinematik) die maximale isometrische und die maximale exzentrische Adaptive Kraft ermittelbar.

**[0023]** Das System der variablen Last soll vorteilhafterweise in allen Krafttrainingsmaschinen, die mit

Lasten arbeiten, integrierbar sein. Damit wären die unterschiedlichsten Muskelgruppen und Bewegungen trainierbar. Damit kann das innovative Prinzip des Trainings der Adaptiven Kraft vorzugsweise nahezu universell umgesetzt werden. Der entsprechende Markt wird unermesslich groß sein.

**[0024]** Potenziell wird das Gerät - in unterschiedlichsten Ausführungsvarianten - weltweit in unzähligen Einrichtungen des Sports, der Fitnessbranche, des Gesundheitstrainings, der Rehabilitation etc. eingesetzt werden. Der entsprechende Markt wird unermesslich groß sein.

**[0025]** Dabei kann die Vorrichtung vorteilhafterweise als Trainingsgerät für Fitness, Breiten- und/oder Leistungssport, Prävention, Verletzungsprophylaxe, Therapie, Rehabilitation - Messgeräte für Adaptive Kraft in den o.g. Bereichen und/oder für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden.

**[0026]** Bevorzugt ist eine Verwendung der Vorrichtung für ein Training im Fitnessbereich, im Breiten- und/oder Leistungssport, in der Prävention, der Verletzungsprophylaxe, der Therapie, der Rehabilitation, zur Messung der Adaptiven Kraft in diesen Bereichen, in der Bewegungswissenschaft, in der Sportwissenschaft, in der Biomechanik, in der Trainingswissenschaft, in der Neurologie und/oder in der Orthopädie.

**[0027]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung weiterhin:

- eine Steuerungsvorrichtung;
- mindestens ein Element zur Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts ausgesucht aus der Gruppe umfassend eine Pumpe, ein stellbares Ventil und/oder ein Gebläse,

wobei Steuerungsvorrichtung und das Element zur Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts konfiguriert sind für eine Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters durch eine kontrollierte Zuführung, Abführung und/oder Beibehaltung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts im Gewichtsbehälter.

**[0028]** Bevorzugt umfasst das Element zur Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts des Weiteren mindestens einen Schlauch.

**[0029]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung mindestens eine Datenschnittstelle, wobei die Datenschnittstelle geeignet ist für eine Übertragung von Daten mit einer Recheneinheit, wobei die Daten ausgesucht sind aus der Gruppe um-

fassend die ausgeübte Kraft auf das Interface, die Höhenposition und/oder Bewegungen des Gewichtsbehälters und/oder Kontrolldaten für die Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters.

**[0030]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Datenschnittstelle konfiguriert ist für eine kabelgebundene und/oder kabellose Datenübertragung, vorzugsweise über WLAN und/oder Bluetooth.

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Positionssensor einen ober- oder unterhalb des Gewichtsbehälters angeordneten Abstandssensor, welcher vorzugsweise optisch und/oder ultraschallbasiert funktioniert.

**[0032]** Die Position des Behälters (bzw. des Adapters oder z. B. eines Seils) könnte bevorzugt auch mittels anderer Verfahren ermittelt werden. Hierbei könnte die Sensorik (der Positionssensor) auch vor oder hinter dem Behälter (oder auch Interface etc.) bzw. seitlich vom Behälter platziert sein.

**[0033]** Bevorzugt ist der Sensor oberhalb des Behälters angebracht und visiert diesen per Ultraschall an. Eine am Behälter angebrachte horizontale Fläche dient dabei bevorzugt der Reflexion.

**[0034]** Es kann vorzugsweise zur Detektion einer Bewegung ebenfalls auf kinematischen Prinzipien basierende Systeme geben, z.B. Ultraschall-Systeme mit aktiven Elementen am Behälter und/oder am Interface und/oder Video-gestützte Systeme. Hier könnte es bspw. am Behälter oder Interface ebenfalls Reflektoren.

**[0035]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der der Positionssensor einen Inkrementalgeber und/oder eine Vorrichtung für eine Videoptometrie umfasst.

**[0036]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Bewegungssensor am Gewichtsbehälter, an der Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft und/oder am Interface angeordnet ist.

**[0037]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Kraftsensor ausgesucht aus der Gruppe umfassend Dehnmessstreifen, kapazitiver Kraftsensor, (Piezo-) resistiver Kraftsensor, Federkörper-Kraftaufnehmer, Kraftaufnehmer mit schwingenden Elementen und/oder magnetischer Kraftsensor.

**[0038]** In einer bevorzugten Ausführungsform basiert der Kraftsensor auf einer Druckmessung. Bevorzugt wird dafür ein flächiger, bevorzugt folienartige und bevorzugt auf einem kapazitiven Messprinzip basierender Kraftsensor bzw. Drucksensor verwendet.

**[0039]** Bevorzugt kann hierfür z. B. ein Hilitand Kraftsensor Widerstand FSR402 Widerstandstyp Dünnfilm Drucksensor bzw. Kraftsensor verwendet werden.

**[0040]** Man kann mit einem dergestalt funktionierenden Sensor bevorzugt auch die Kraft messen, indem man die Sensorfolie zwischen zwei plane Flächen platziert und eine Kraft über diese appliziert. Bevorzugt ist hierbei die Übertragungsfläche über die die Kraft wirkt genau definiert, so dass man über den erzeugten Druck vorzugsweise die Kraft erhält.

**[0041]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Beschleunigungssensor umfasst, vorzugsweise am Interface.

**[0042]** Es kann vorzugsweise ein Beschleunigungssensor, Inertialsensor, Gyrometer, Inclinometer, Magnetfeldsensor, Goniometer und/oder Fusionsensor umfasst sein.

**[0043]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens ein Analog-Digital Wandler zu einer Umwandlung analoger Messdaten von Kraftsensor und/oder Positionssensor in digitale Messdaten umfasst.

**[0044]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist mindestens ein oszillierender Aktor umfasst, welcher konfiguriert ist zur Erzeugung von Vibrationen beim Halten, Heben und/oder Senken des Gewichtsbehälters durch den Probanden wobei der oszillierende Aktor bevorzugt konfiguriert ist für eine Anordnung an einem Handgelenk des Probanden.

**[0045]** Ein Oszillator kann bevorzugt ebenfalls im Interface, in einer Kleidung des Probanden und/oder - in der Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft zwischen Gewichtsbehälter und Interface, insbesondere in einem Seil, angeordnet sein.

**[0046]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein Element für ein Feedback für eine an das Interface zu übertragende Krafteinwirkung durch den Probanden und/oder eine Bewegung des Gewichtsbehälters, welches vorzugsweise ausgesucht ist aus der Gruppe umfassend visuelles Feedback, auditives Feedback und/oder taktiles Feedback.

**[0047]** Ein taktiles Feedback kann dabei vorzugsweise ebenfalls durch einen Oszillator, z. B. an einem Handgelenk des Probanden, ausgegeben werden.

**[0048]** Ein visuelles Feedback wird vorzugsweise durch eine Leuchteinrichtung und/oder eine Anzeigevorrichtung vorgenommen.

**[0049]** Ein auditives Feedback erfolgt insbesondere durch einen Lautsprecher.

**[0050]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Flüssigkeit Wasser und/oder Öl oder das Schüttgut, Sand und/oder Granulat.

**[0051]** Bevorzugt können auch andere Flüssigkeiten umfasst sein, z. B. mit mindestens einem Zusatz versetztes Wasser, wobei der Zusatz bspw. konfiguriert ist, um Korrosion, Z. B. des Gewichtsbehälters, zu vermeiden. Ebenso kann eine Flüssigkeit Alkohol umfassen.

**[0052]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden Zu- und/oder Ablauf über jeweils mindestens eine separate Öffnung des Gewichtsbehälters realisiert.

**[0053]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden Zu- und/oder Ablauf über eine einzige Öffnung des Gewichtsbehälters realisiert, wobei die mindestens eine Pumpe eine Zwei-Wege-Pumpe ist und/oder das mindestens ein Gebläse ein Zwei-Wege Gebläse ist.

**[0054]** Bevorzugt kann ebenfalls sein, dass Zu- und/oder Ablauf über eine einzige Öffnung des Gewichtsbehälters realisiert werden, wobei dort zwei mit jeweils einer Pumpe verbundene Schläuche angebracht sind, wobei je ein Schlauch mit Pumpe konfiguriert sind für einen Zulauf und der andere Schlauch und die andere Pumpe konfiguriert sind für einen Ablauf. Dabei kann vorzugsweise auch gewechselt werden, welcher Schlauch und welche Pumpe welche Aufgabe übernimmt.

**[0055]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst ein stellbares Ventil vorzugsweise einen motorbetriebenen Kugelhahn und/oder einen Zugschieber.

**[0056]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Speicherbehälter einen Zulauf auf, welcher mit dem Ablauf des Gewichtsbehälters verbunden vorliegt und einen Ablauf aufweist, welcher mit dem Zulauf des Gewichtsbehälters verbunden vorliegt.

**[0057]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt ein Ablauf des Speicherbehälters unterhalb eines pumpengesteuerten Zulaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters angeordnet vor und ein Zulauf des Speicherbehälters liegt unterhalb eines ventilsteuerten Ablaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer angehobenen Position des Gewichtsbehälters vor.

**[0058]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt ein Ablauf des Speicherbehälters oberhalb eines ventilgesteuerten Zulaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters angeordnet vor und ein Zulauf des Speicherbehälters liegt oberhalb eines pumpengesteuerten Ablaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters vor.

**[0059]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung ein mit dem Gewichtsbehälter verbundenes Element zur Übertragung von Zugkraft, welches zur Führung bevorzugt mindestens ein Umlenkelement umfasst, das für eine Krafteinwirkung auf das Interface gemäß eines gewünschten Krafttrainings und/oder einer gewünschten Kraftmessung angeordnet ist.

**[0060]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Interface einen Griff, eine Stange, eine Schlaufe und/oder einen Gurt umfasst.

**[0061]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Interface und Anordnung konfiguriert für ein gewünschtes Krafttraining und/oder eine gewünschte Kraftmessung ausgesucht aus der Gruppe umfassend Armbeugertraining, Training der Kniebeugemuskulatur, Training der Kniestreckmuskulatur, Handstreckung, Handbeugung, Unterarmpro- und -supination, Ellbogenbeugung und Streckung, Schulteranteversion, -retroversion, -abduktion, -innenrotation, - außenrotation, -depression, Rumpfflexion, -extension, -rotation, Hüftgelenksabduktion, - adduktion, -anteflexion, -retroflexion, -rotation, Kniestreckung und-beugung, Unterschenkelinnenrotation und -außenrotation, Fußdorsalexension und -plantarflexion.

**[0062]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind Interface und Anordnung konfiguriert für eine Realisierung eines Trainingsgeräts ausgesucht aus der Gruppe Kniecurl, Kniestrecke, Butterfly, Reverse Butterfly, Beinpresse, Seilzuggerät, Multihip, Rumpffrotation, Rumpfflexor, Rumpffextensor, Latissimuszug, Ruderzug, Arm- und Beugestütz, Armcurl, Armstrecker, Bankdrücker, Brust- und Trizeps-Dip, Shoulder Press, Chests Press, Leg extension, Leg curl, Hip abduction, Hip adduction, Rowing machine, Glute machine, ...

**[0063]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung mindestens einen Seilzug und das Element zur Übertragung von Zugkraft mindestens ein Seil, wobei das Umlenkelement eine bevorzugt ortsfeste Umlenkrolle ist.

**[0064]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung ein Interface, vorzugsweise einen Griff und/oder einen Hebel, welches direkt am Gewichtsbehälter befestigt ist und das Element zur Übertragung von Zugkraft die Befestigung des Interfaces am Gewichtsbehälter.

**[0065]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung und/oder das Element zur Übertragung von Zugkraft ein Seil, welches ohne Umlenkung das Interface mit dem Gewichtsbehälter verbindet.

**[0066]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der Seilzug mindestens eine, bevorzugt zwei positionsfeste, Umlenkrollen umfasst, welche entlang einer Längsrichtung des Seils zwischen Gewichtsbehälter und Interface angeordnet ist, wobei mindestens eine Umlenkrolle in einer Ebene oberhalb des Gewichtsbehälters und des Interfaces angeordnet vorliegt.

**[0067]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein vertikal ausgerichtetes Element, welches eine Führungsschiene und/oder Führungsrollen zur vertikalen Führung des Gewichtsbehälters auf einer Seite des Elements aufweist, wobei an einem oberen Ende des Elements vorzugsweise die mindestens eine obere Umlenkrolle angeordnet vorliegen, wobei das vertikale Element vorzugsweise an einem Chassis angeordnet vorliegt.

**[0068]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das vertikale Element auf der einen Seite an einem unteren Ende eine Auflage zur Ablage des Gewichtsbehälters in einer unteren, abgesenkten Position auf.

**[0069]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein einfacher Flaschenzug enthaltend mindestens eine vertikal beweglich gelagerte Rolle in Längsrichtung des Seils zwischen einem oberhalb der Rolle befestigtem Seilende und einer oberen Umlenkrolle umfasst.

**[0070]** Bevorzugt kann der Flaschenzug auch horizontal angeordnet werden, wobei eine horizontal beweglich gelagerte Rolle umfasst ist und die Umlenkrolle in der Ebene der horizontalen Ausrichtung angeordnet ist.

**[0071]** Ein einfacher Flaschenzug ist dabei insbesondere ein Flaschenzug mit einer feststehenden Rolle und einer beweglichen Rolle.

**[0072]** Vorzugsweise können ebenfalls komplexere Flaschenzüge mit mehreren losen Rollen verwendet werden.

**[0073]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine in Längsrichtung des Seils dem Interface vorgelagerte untere, positionsfeste Umlenkrolle in einer Ebene unterhalb des Interfaces umfasst, wobei die Vorrichtung geeignet ist für ein Armbeugertraining des Probanden.

**[0074]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind eine in Längsrichtung des Seils dem Interface vorgelagerte untere, positionsfeste Umlenkrolle und ein Riemenscheibenelement umfasst, wobei das Interface die Form eines Hebels aufweist und wobei die Vorrichtung geeignet ist für ein Training der Kniebeugemuskulatur und/oder Kniestreckmuskulatur des Probanden.

**[0075]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung einen ersten und einen zweiten Gewichtsbehälter sowie einen ersten und zweiten Speicherbehälter, wobei der zweite Gewichtsbehälter den ersten Speicherbehälter für den ersten Gewichtsbehälter und der erste Gewichtsbehälter den zweiten Speicherbehälter für den zweiten Gewichtsbehälter darstellt, wobei die beiden Gewichtsbehälter mit einer zweiten Anordnung, bevorzugt einem Seilzug, dergestalt miteinander verbunden sind, dass das Anheben des einen Gewichtsbehälters ein Absenken des anderen Gewichtsbehälters verursacht.

**[0076]** Dadurch kann insbesondere eine schnellere Anpassung des Gewichts realisiert werden, da gleichzeitig der durch den Probanden anzuhebende Behälter leichter bzw. schwerer und der abzusenkende schwerer bzw. leichter wird.

**[0077]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist jeder Gewichtsbehälter ein Interface für eine Kraftereinwirkung eines Probanden und eine Anordnung zur Kraftübertragung zwischen dem Interface und einer der Gewichtskraft des Gewichtsbehälters entgegengesetzten Kraft auf.

**[0078]** Es kann ebenso eine Ausführungsform mit zwei Gewichtsbehältern und nur einem Interface bevorzugt sein.

**[0079]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Zu- und/oder Abläufe der Gewichtsbehälter durch mindestens einen Schlauch für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut verbunden, wobei der Schlauch vorzugsweise dergestalt beweglich geführt wird, dass im Wesentlichen keine Kraftübertragung zwischen den Gewichtsbehältern über den Schlauch stattfindet.

**[0080]** Bei Verwendung einer Zwei-Wege-Pumpe ist vorzugsweise ein Schlauch ausreichend. Bei der Verwendung von zwei Pumpen (bevorzugt jeweils eine für jede Fließrichtung der Flüssigkeit/des Schüttguts)

ist es bevorzugt, zwei Schläuche zu nutzen und/oder eine Art Weiche, die jeweils eine der Pumpen frei gibt. Bevorzugt werden dann auch zwei Absperrschieber verwendet.

**[0081]** Bevorzugt wird der Schlauch oberhalb der Behälter geführt. Es kann jedoch ebenso bevorzugt sein, den Schlauch unterhalb der Behälter oder auf Höhe der Behälter (horizontal dahinter) zu führen.

**[0082]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Pumpe umfassend ein Absperrventil enthalten, welches konfiguriert ist, um eine Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts bei Beendigung eines Pumpvorgangs zu verhindern.

**[0083]** Diese Ausführungsform ist insbesondere geeignet bei der Verwendung einer Zwei-Wege-Pumpe, welche den Zu- und Ablauf der beiden Gewichtsbehälter mitregelt.

**[0084]** Alle hier genannten Ausführungsformen umfassen bevorzugt eine oder mehrere der folgenden Vorzugsvarianten der Gerätekonstruktion:

- KraftWeg-Umformungen zwischen Gewicht und Interface (feste u lose Rollen, einzeln und in Kombination (Flaschenzug), Stirnräder, Exzentrerscheiben, Wellen, Hebelkonstruktionen etc.).
- Befüllung des Behälters mit Flüssigkeit passiv durch Schwerkraftwirkung aus einem oberhalb des Gewichtsbehälters befindlichen Speicherbehälter.
- Verwendung mehrerer Gewichtsgefäße, Pumpen und/oder Ablaufeinrichtungen, um die Dynamik der Gewichtsänderung zu beschleunigen bzw. variabel zu gestalten.
- Alternativ kann die Flüssigkeit auch über den Auslauf- oder den Einlaufstutzen abgepumpt werden.
- Kugelhahn mit elektrischem Stellantrieb Absperrschieber auch in anderen Ausführungen, z.B. Zugschieber.
- Steuerung von Pumpe/n und Kugelhahn über Steuereinheit/Computersoftware
- Mehrere Gewichte am Seil
- Stetig ansteigende Lasten lassen sich auch durch alternative Krafterzeugungsprinzipien bewirken, wie z.B. Pneumatik, Hydraulik, Gummiband, Federspannung...
- Zusätzlich kann das System mit oszillierenden Aktoren verbunden werden, um das Training der Adaptiven Kraft mit zusätzlichen Vibrationen zu kombinieren.

- Messung der Bewegung alternativ über Lasertechnik, Inkrementalgeber oder kinematische Systeme (z.B. Goniometer, Ultraschall- oder Videotopometrie, etc.).

- Messung der Kraft an verschiedenen Stellen im Seil bzw. am Übergang zu Interface oder Gewichtsbhälter oder im Interface möglich.

- Messung der Kraft mit verschiedenen Kraftsensorprinzipien möglich (DMS, Piezo, kapazitiv...s.o.).

- Die Datenübertragung von den Sensoren kann per Kabel oder auch kabellos erfolgen (z.B. über Bluetooth, WLAN oder einen anderen digitalen Funkstandard). Hierzu werden Sensoren mit entsprechender A/D-Wandlertechnik, Datenpufferung und Sendeeinheit verwendet. Der Empfang erfolgt durch ein mit entsprechender Empfangstechnik ausgestattetes Endgerät.

- Durch Variation der Fördermenge pro Zeiteinheit beim Befüllen bzw. Ablassen der Flüssigkeit wird die Dynamik des Kraftanstiegs bzw. -abfalls unterschiedlich gestaltet.

- Die von den Sensoren ermittelten Messdaten der Zugkraft am Seil und der Position des Behälters (bzw. andere kinematische Messdaten, die die Position beschreiben können, wie z.B. Inkrementalgeber an der Umlenkrolle des Seils) werden nach A/D-Wandlung im IT-Endgerät aufgezeichnet und gespeichert. Die Auswertesoftware stellt die zeitlichen und die Kraft-Weg-Verläufe grafisch dar (**Abb. 8** zeigt ein mögliches Beispiel der grafischen Darstellung als Weg-Kraft-Plot im Vergleich zweier Messungen). Die Software berechnet zudem Messparameter, wie die maximale isometrische Adaptive Kraft und die maximale exzentrische Adaptive Kraft. Die Ur- und die Trainingsdaten können zudem für nachfolgende Vergleiche im Zeitverlauf archiviert werden.

**[0085]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein System umfassend eine Vorrichtung nach der vorliegenden Beschreibung und eine Recheneinheit, welche konfiguriert ist für

- eine Verarbeitung und/oder Auswertung der Messdaten, vorzugsweise mit Hilfe eines Weg-Kraft-, Zeit-Kraft-, Zeit-Weg- Diagramms und/oder der Analyse von Oszillationen von Kraft, Weg und/oder von diesen abgeleiteten Daten und/oder

- für die Steuerung des Gewichts des Gewichtsbhälters über die Steuerungsvorrichtung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der Verarbeitung und/oder Auswertung der Messdaten.

**[0086]** Der durchschnittliche Fachmann erkennt, dass technische Merkmale, Definitionen und Vortei-

le bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch für das erfindungsgemäße System gelten.

**[0087]** Eine Steuerung des Gewichts des Gewichtsbhälters umfasst insbesondere eine Steuerung der Pumpe/n. Dabei kann diese bevorzugt automatisch geregelt werden, z. B. in einem definierten Trainingsprozess und für definierte Messaufgaben. Vorzugsweise kann die Steuerung ebenfalls über eine geeignete Eingabevorrichtung durch den Probanden erfolgen, indem dieser die Pumpen ein- und ausschaltet, z. B. manuell, über ein Pedal und/oder einen akustischen Sensor.

**[0088]** Bevorzugt ist ebenfalls eine Abschaltung der Pumpe/n umfasst, wenn bspw. ein Behälter voll und/oder der andere leer ist.

**[0089]** Vorzugsweise sind ebenfalls das/die Absperrventil/e gesteuert.

**[0090]** Vorzugsweise gilt das vorgenannte sowohl für die Variante mit einem Gewichtsbhälter und einem Speicherbehälter als auch für die mit zwei Gewichtsbhältern.

**[0091]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Recheneinheit ein Tablet, ein Smartphone, ein Notebook und/oder einen PC.

**[0092]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Recheneinheit eine in das Gerät integrierte Recheneinheit, vorzugsweise ähnlich einem Bordcomputer bei einem Auto.

**[0093]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren für ein Krafttraining und eine Kraftmessung einer durch eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Beschreibung und/oder ein System gemäß der vorliegenden Beschreibung, umfassend die folgenden Schritte:

- Heben, Senken und/oder Halten des Gewichtsbhälters durch den Probanden;

- Gleichzeitige Steuerung des Gewichts des Gewichtsbhälters durch eine kontrollierte Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit,

wobei die ausgeübte Kraft und/oder Bewegung des Gewichtsbhälters während des Verfahrens gemessen wird und das Gewicht aufgrund dieser Größen kontrolliert wird.

**[0094]** Der durchschnittliche Fachmann erkennt, dass technische Merkmale, Definitionen und Vorteile bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder des erfindungsgemäßen Systems auch für das erfindungsgemäße Verfahren gelten.

**[0095]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung findet das Verfahren Anwendung für ein herkömmliches Krafttraining.

**[0096]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren für ein isometrisches und/oder exzentrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft die folgenden Schritte:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter statisch in einer festen Höhe halten kann

- kontinuierliche und/oder schrittweise Erhöhung des Gewichts durch Zuführung der Flüssigkeit, so dass ein Halten nicht mehr möglich ist und das Halten in ein Nachgeben übergeht, wobei der Proband den Gewichtsbehälter unter Beibehaltung eines maximalen Widerstands absenkt;

- vorzugsweise zumindest teilweise Abführung der Flüssigkeit nach dem vollständigen Absenken des Gewichtsbehälters und Beendigung oder Wiederholung des Verfahrens.

**[0097]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren für ein isometrisches und/oder konzentrisches Krafttraining die folgenden Schritte:

- langsame Verminderung eines vom Probanden nicht abhebbaren Anfangsgewichts des abgesenkten Gewichtsbehälters durch Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter anheben kann, sobald das Gewicht seine maximale ausgeübte Kraft untersteht.

- bevorzugt kontinuierliche, insbesondere langsame Abführung der Flüssigkeit bis zu einem Anheben in eine finale Trainingsposition des Probanden entsprechend einer finalen Höhe des Gewichtsbehälters,

- Beendigung und/oder Wiederholung des Verfahrens.

**[0098]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren die beiden vorgenannten Verfahren für ein isometrisches, exzentrisches und/oder konzentrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft, wobei beide Verfahren mindestens einmal alternierend nacheinander angewendet werden.

**[0099]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst das Verfahren für ein submaximales isometrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft die folgenden Schritte:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit auf ein haltbares Gewicht, so dass der Proband den Gewichtsbehälter über einen Trainingszeitraum statisch in einer festen Höhe halten kann;

- Abwechselnde Zuführung und Abführung der Flüssigkeit, bevorzugt innerhalb eines vorgegebenen Gewichtsintervalls um das haltbare Gewicht, während eines fortgeführten statischen Haltens oder einer definierten Bewegung des Gewichtsbehälters durch den Probanden.

**[0100]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erhält der Proband ein bevorzugt visuelles, auditives und/oder taktiles Feedback zur Instruktion einer korrekten Ausführung des Krafttrainings, vorzugsweise durch das Element für ein Feedback.

**[0101]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind folgenden Schritte umfasst:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter statisch in einer festen Zielhöhe halten kann;

- kontinuierliche und/oder schrittweise Erhöhung des Gewichts durch Zuführung der Flüssigkeit, so dass ein Halten nicht mehr möglich ist und das Halten in ein Nachgeben übergeht;

- Verminderung des Gewichts des Gewichtsbehälters durch Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter erneut auf die Zielhöhe anheben kann;

- Wiederholung der beschriebenen Schritte, wobei das Gewicht an eine Ermüdung des Probanden angepasst wird.

**[0102]** Bei dieser interaktiven Trainingsform ist bevorzugt, dass das System die Last immer soweit erhöht, bis der Proband beginnt nachzugeben. Sobald das eintritt, wird vorzugsweise die Last wieder unter das Maximum reduziert, so dass der Proband wieder die Startposition des Behälters einstellen kann. Sobald diese erreicht ist, beginnt der Zyklus bevorzugt wieder von vorne.

**[0103]** Auf diese Weise wird der Proband vorteilhafterweise wiederholt an seine Grenze herangeführt. Im Verlaufe der Zyklen passt sich dann das System bevorzugt an die Ermüdung an. Die Programmsteuerung wird dabei vorzugsweise anhand der Sensordaten durch eine Regelung angepasst.

**[0104]** Bei allen vorgenannten Ausführungsformen umfasst bevorzugt ein „Zuführen und/oder Abführen

einer Flüssigkeit“ ein „Zu- und/oder Abführen eines Schüttguts“.

**[0105]** Die Anordnung ist so konstruiert, dass das zu haltende Gewicht veränderbar ist (erhöhen oder vermindern), indem eine Flüssigkeit in den Gewichtsbehälter hineingepumpt bzw. wieder abgelassen (bzw. herausgepumpt) wird. Die Gewichtskraft des Behälters einschließlich seiner Füllung wird über ein Seilzug-Rollen-System übertragen und liegt am Ende des Zugseils als Zugkraft an. Die/der Übende steht über das Interface in Kontakt mit dem Seil und erzeugt einen haltenden Widerstand. Die veränderliche Last wird auf diese Weise von der/dem Übenden am anderen Ende des Seilzugs gegen die Schwerkraft gehalten. Die Last kann dabei soweit erhöht werden, dass die maximale Haltekraft der/des Übenden überschritten wird und diese/r beginnt, in nachgebende (exzentrische) Haltearbeit überzugehen. Dabei werden die Last und damit auch die von der/dem Übenden erzeugte Kraft weiter erhöht.

**[0106]** Die Anordnung ist zudem geeignet, in herkömmlicher Weise mit statischer Last (bei gleichbleibender Befüllung) zu trainieren (konzentrisch, isometrisch, exzentrisch).

**[0107]** Die Standardanwendung „AF Iso-Ex“ (mit steigender Last) beginnt damit, dass die übende Person das für sie submaximal schwere Gewicht (Behälter nur teilweise gefüllt) über den Seilzug in einer mittleren Höhe gleichmäßig hält. Im Beispiel der **Abb. 1** ist das im Stand in einer Beugstellung des Ellbogengelenks von - in diesem Fall - ca. 90°. Durch den Zug des Seils nach oben wird der Ellbogen in Richtung Beugung belastet.

**[0108]** Um in dieser Position zu verharren muss der/die Übende die Ellbogenstreckmuskulatur (M. triceps brachii) sowie stabilisierende Schulter- und Handmuskulatur haltend aktivieren. Danach wird die Pumpe eingeschaltet, somit zusätzliches Wasser in den Behälter gepumpt, der dadurch stetig schwerer wird. Während dessen soll die Position der Hand / des Arms / der Schulter - und damit auch des Gewichts - so lange wie möglich konstant gehalten werden. Die haltende Kraft muss dabei permanent an die steigende Last adaptiert werden (Adaptive Kraft). Wenn schließlich die durch das Gerät applizierte Last die maximale Haltekraft der/des Übenden übersteigt, beginnt diese/r nachzugeben und versucht aber dabei bestmöglich abzubremsen (exzentrische Muskelarbeit). Die Übung endet, wenn die Last auf ihrem Abstützsockel (Höhe veränderlich einstellbar) aufgesetzt hat und damit keine Laststeigerung am Seil mehr erfolgt. Jetzt wird die Pumpe abgeschaltet und der Kugelhahn geöffnet, um die Füllung des Gewichtsbehälters wieder zu reduzieren. Wenn die gewünschte submaximale Last erreicht ist, kann wie-

der die Ausgangsstellung eingenommen werden, um weitere Wiederholungen durchzuführen.

**[0109]** Varianten der Anwendung:

- Anwendung Iso-Kon drückend (abfallende Last): Die Anwendung beginnt mit einer supra-maximalen Last, die auf ihrer Abstützungsfläche steht. Das heißt, die Last ist größer als die drückende isometrische Maximalkraft der übenden Person. Diese kann die Last daher (noch) nicht anheben, drückt aber - aus einer Startposition mit stark gebeugtem Ellbogen heraus - mit maximaler Anstrengung in diese Richtung, spannt also das Seil am Interface so stark wie möglich nach unten. Sodann wird der Kugelhahn geöffnet und Flüssigkeit beginnt abzufließen oder wird abgepumpt. Sobald die Gewichtskraft der Last die maximale Zugkraft der übenden Person unterschreitet, erfolgt der Übergang von der isometrischen in die konzentrische Phase. Der Ellbogen beginnt sich langsam zu strecken, der Gewichtsbehälter beginnt sich zu heben. Mit fortschreitender Entleerung des Behälters wird dieser immer leichter und kann somit immer schneller gehoben werden, bis schließlich die definierte Endstellung (hier z.B. die Streckung des Ellbogens) erreicht ist. Der Kugelhahn wird geschlossen, der Behälter wieder abgesetzt und durch Betätigung der Pumpe wieder bis zur supra-maximalen Eingangsfüllhöhe gefüllt. Die Eingangsposition ist wieder erreicht und eine weitere Wiederholung kann sich anschließen.

- Kombination Iso-Kon-Iso-Ex (alternierende Last): Die beiden vorhergehend beschriebenen Anwendungsformen können alternierend aneinander anschließen, so dass sich wechselnd isometrische, konzentrische und exzentrische Abläufe - und damit auch haltende (AF) und drückende Modi - aneinander anschließen.

- Submaximales Training der Isometrischen Adaptiven Kraft: Eine definierte Position der jeweiligen Extremität der/des Übenden und damit auch des Gewichtsbehälters wird beibehalten (z.B. die in **Abb. 1** dargestellte ca. 90° Beugung des Ellbogengelenks). Durch gezieltes Ablassen bzw. Einfüllen der Flüssigkeit wird die Last im submaximalen bis maximalen Bereich alternierend variiert. Die übende Person trainiert damit die submaximale isometrische Adaptive Kraft bzw. die haltende isometrische Kraftausdauer und gleichzeitig auch die koordinative sensomotorische Komponente des Adaptierens an stetig veränderliche submaximale Kräfte.

**[0110]** Weitere bevorzugte Ausführungen werden wie folgt charakterisiert:

- Bevorzugt ist die Datenschnittstelle geeignet für eine Übertragung von Daten mit einer Recheneinheit, wobei die Daten ausgesucht sind aus der Gruppe umfassend die ausgeübte Kraft auf das Interface, die Höhenposition und/oder Bewegungen des Gewichtsbehälters und/oder Kontrolldaten für die Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters.

- Bevorzugt ist die Datenschnittstelle konfiguriert für eine kabelgebundene und/oder kabellose Datenübertragung, vorzugsweise über WLAN und/oder Bluetooth.

- Bevorzugt umfasst der Positionssensor einen ober- oder unterhalb des Gewichtsbehälters angeordneten Abstandssensor, welcher vorzugsweise optisch und/oder ultraschallbasiert funktioniert.

- Bevorzugt umfasst der Positionssensor einen Inkrementalgeber und/oder eine Vorrichtung für eine Videooptometrie.

- Bevorzugt ist der Bewegungssensor am Gewichtsbehälter, an der Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft und/oder am Interface angeordnet.

- Bevorzugt ist der Kraftsensor ausgesucht aus der Gruppe umfassend Dehnmessstreifen, kapazitiver Kraftsensor, (Piezo-) resistiver Kraftsensor, Federkörper-Kraftaufnehmer, Kraftaufnehmer mit schwingenden Elementen und/oder magnetischer Kraftsensor.

- Bevorzugt umfasst die Vorrichtung einen Beschleunigungssensor, vorzugsweise am Interface.

- Bevorzugt umfasst die Vorrichtung mindestens einen Analog-Digital Wandler zu einer Umwandlung analoger Messdaten vom Kraftsensor, Positionssensor, Bewegungssensor und/oder Beschleunigungssensor in digitale Messdaten.

- Bevorzugt umfasst die Vorrichtung mindestens einen oszillierenden Aktor, welcher konfiguriert ist zur Erzeugung von Vibrationen beim Halten, Heben und/oder Senken des Gewichtsbehälters durch den Probanden wobei der oszillierende Aktor bevorzugt konfiguriert ist für eine Anordnung an einem Handgelenk des Probanden.

- Bevorzugt umfasst die Vorrichtung ein Element für ein Feedback für eine an das Interface zu übertragende Krafteinwirkung durch den Probanden und/oder eine Bewegung des Gewichtsbehälters, welches vorzugsweise ausgesucht ist aus der Gruppe umfassend visuelles Feedback, auditives Feedback und/oder taktiles Feedback.

- Bevorzugt umfasst die Flüssigkeit Wasser und/oder Öl oder das Schüttgut umfasst Sand und/oder Granulat.

- Bevorzugt kann der Zu- und/oder Ablauf über jeweils mindestens eine separate Öffnung des Gewichtsbehälters realisiert werden.

- Bevorzugt kann der Zu- und/oder Ablauf über eine einzige Öffnung des Gewichtsbehälters realisiert werden, wobei die mindestens eine Pumpe eine Zwei-Wege-Pumpe ist und/oder das mindestens eine Gebläse ein Zwei-Wege Gebläse ist.

- Bevorzugt umfasst ein stellbares Ventil vorzugsweise einen motorbetriebenen Kugelhahn und/oder einen Zugschieber.

**[0111]** Bevorzugt weist der Speicherbehälter einen Zulauf auf, welcher mit dem Ablauf des Gewichtsbehälters verbunden vorliegt und einen Ablauf aufweist, welcher mit dem Zulauf des Gewichtsbehälters verbunden vorliegt.

- Bevorzugt liegt ein Ablauf des Speicherbehälters unterhalb eines pumpengesteuerten Zulaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters angeordnet vor und ein Zulauf des Speicherbehälters liegt unterhalb eines ventilgesteuerten Ablaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer angehobenen Position des Gewichtsbehälters vor.

- Bevorzugt liegt ein Ablauf des Speicherbehälters oberhalb eines ventilgesteuerten Zulaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters angeordnet vor und ein Zulauf des Speicherbehälters liegt oberhalb eines pumpengesteuerten Ablaufs des Gewichtsbehälters mindestens in einer unteren, abgelegten Position des Gewichtsbehälters vor.

- Bevorzugt umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung ein mit dem Gewichtsbehälter verbundenes Element zur Übertragung von Zugkraft, welches zur Führung bevorzugt mindestens ein Umlenkelement umfasst, das für eine Krafteinwirkung auf das Interface gemäß eines gewünschten Krafttrainings und/oder einer gewünschten Kraftmessung angeordnet ist.

- Bevorzugt umfasst das Interface einen Griff, eine Stange, eine Schlaufe und/oder einen Gurt.

- Bevorzugt sind Interface und Anordnung konfiguriert für ein gewünschtes Krafttraining und/oder eine gewünschte Kraftmessung ausgesucht aus der Gruppe umfassend Armbeugertraining, Training der Kniebeugemuskulatur, Training der Kniestreckmuskulatur, Handstreckung, Handbeugung, Unterarmpro- und -supination, Ellbogenbeugung und Streckung, Schulteranteversion, -retroversion, -abduktion, -innenrotation, -außenrotation, -depression, Rumpfflexion, -extension, -rotation, Hüftge-

lenksabduktion, -adduktion, -anteflexion, -retroflexion, -rotation, Kniestreckung und -beugung, Unterschenkelinnenrotation und -außenrotation, Fußdorsalexension und -plantarflexion.

- Bevorzugt sind Interface und Anordnung konfiguriert für eine Realisierung eines Traininasaräts aus der Gruppe Kniecurl Kniestrecker Butterfly, Reverse

**[0112]** Butterfly, Beinpresse, Seilzuggerät, Multihip, Rumpffrotation, Rumpfflexor, Rumpffextensor, Latissimuszug, Ruderzug, Arm- und Beugestütz, Armcurl, Armstrecker, Bankdrücker, Brust- und Trizeps-Dip, Shoulder Press, Chests Press, Leg extension, Leg curl, Hip abduction, Hip adduction, Rowing machine, Glute machine.

- Bevorzugt umfasst die Anordnung zur Kraftübertragung mindestens einen Seilzug und das Element zur Übertragung von Zugkraft umfasst mindestens ein Seil, wobei das Umlenkelement eine bevorzugt ortsfeste Umlenkrolle ist.

- Bevorzugt umfasst der Seilzug mindestens eine, bevorzugt zwei positionsfeste Umlenkrollen, welche entlang einer Längsrichtung des Seils zwischen Gewichtsbehälter und Interface angeordnet ist, wobei mindestens eine Umlenkrolle in einer Ebene oberhalb des Gewichtsbehälters und des Interfaces angeordnet vorliegt.

- Bevorzugt umfasst die Vorrichtung ein vertikal ausgerichtetes Element, welches eine Führungsschiene und/oder Führungsrollen zur vertikalen Führung des Gewichtsbehälters auf einer Seite des Elements aufweist, wobei an einem oberen Ende des Elements vorzugsweise die mindestens eine obere Umlenkrolle angeordnet vorliegen, wobei das vertikale Element vorzugsweise an einem Chassis angeordnet vorliegt.

- Bevorzugt weist das vertikale Element auf der einen Seite an einem unteren Ende eine Auflage zur Ablage des Gewichtsbehälters in einer unteren, abgesenkten Position auf.

- Bevorzugt ist ein einfacher Flaschenzug enthaltend mindestens eine vertikal beweglich gelagerte Rolle in Längsrichtung des Seils zwischen einem oberhalb der Rolle befestigtem Seilende und einer oberen Umlenkrolle umfasst.

- Bevorzugt ist eine in Längsrichtung des Seils dem Interface vorgelagerte untere, positionsfeste Umlenkrolle in einer Ebene unterhalb des Interfaces umfasst, wobei die Vorrichtung geeignet ist für ein Armbeugetraining des Probanden.

- Bevorzugt sind eine in Längsrichtung des Seils dem Interface vorgelagerte untere, positionsfeste Umlenkrolle und ein Riemenscheibenelement umfasst, wobei das Interface die Form eines Hebels aufweist und wobei die Vorrichtung geeignet

net ist für ein Training der Kniebeugemuskelatur und/oder Kniestreckmuskulatur des Probanden.

- Bevorzugt weist jeder Gewichtsbehälter ein Interface für eine Kräfteinwirkung eines Probanden und eine Anordnung zur Kraftübertragung zwischen dem Interface und einer der Gewichtskraft des Gewichtsbehälters entgegengesetzten Kraft auf.

- Bevorzugt sind die Zu- und/oder Abläufe der Gewichtsbehälter durch mindestens einen Schlauch für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut verbunden, wobei der Schlauch vorzugsweise dergestalt beweglich geführt wird, dass im Wesentlichen keine Kraftübertragung zwischen den Gewichtsbehältern über den Schlauch stattfindet.

- Bevorzugt ist eine Pumpe umfassend ein Absperrventil enthalten, welches konfiguriert ist, um eine Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts bei Beendigung eines Pumpvorgangs zu verhindern.

- Bevorzugt ist auch ein System, wobei die Recheneinheit ein Tablet, ein Smartphone, ein Notebook und/oder einen PC umfasst.

- Bevorzugt ist weiterhin ein Verfahren für ein herkömmliches Krafttraining.

- Bevorzugt ist auch ein Verfahren, wobei der Proband ein bevorzugt visuelles, auditives und/oder taktiles Feedback zur Instruktion einer korrekten Ausführung des Krafttrainings erhält, vorzugsweise durch das Element für ein Feedback.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0113]** Im Folgenden soll die Erfindung an Hand von Beispielen näher erläutert werden, ohne auf diese beschränkt zu sein.

#### Figurenliste

**Abb. 1** Prinzipskizze des Trainingssystems für die Adaptive Kraft.

**Abb. 2** Ausführung mit kabelgebundener Messsignalübertragung zum A/D-Wandler und der digitalen Daten von dort zu einem Notebook als IT-Endgerät.

**Abb. 3** Ausführung mit Kraft- und Wegumformung durch eine lose Rolle

**Abb. 4** Ausführung mit Wegumlenkung über eine feste Rolle zum Training der Armbeugemuskelatur.

**Abb. 5** Ausführung mit Kraftübertragung auf ein System zum Training der Kniebeugemuskelatur, bestehend aus Riemenscheibensegment und Hebel.

**Abb. 6** Ausführung mit Kraftübertragung auf ein System zum Training der Kniestreckmuskulatur, bestehend aus Riemenscheibensegment und Hebel.

**Abb. 7** Schematische Darstellung der Vorrichtung mit zwei Gewichtsbehältern.

**Abb. 8** Schematische Darstellung zweier Messverläufe während einer Übungs-Wiederholung der Adaptiven Kraft im Weg-Kraft-Plot im Vergleich von intakter und eingeschränkter Haltefunktion.

#### Ausführliche Beschreibung der Abbildungen

**[0114] Abb. 1** zeigt eine Prinzipskizze der Erfindung. Sie ist lediglich exemplarisch zu verstehen und soll die Funktionsweise und den grundsätzlichen Aufbau illustrieren. Das Funktionsprinzip ist in allen Krafttrainingsgeräten anwendbar, die mit Lasten (Gewichten) arbeiten und damit für das Training der unterschiedlichsten Muskelgruppen geeignet sind. Die Erfindung basiert auf einer Seilzugkonstruktion, an deren einem Ende sich der Gewichtsbehälter (A) befindet, dessen Gewichtskraft - je nach Füllungsstand - variiert. Der Gewichtsbehälter (A) ist über eine Rollenkonstruktion (N) mit Führungsschienen (M) und damit mit der tragenden Grundplatte verbunden. Er ist auf der Schiene per Rollen beweglich gelagert. Das auf das Seil wirkende Gewicht ergibt sich aus dem Gewicht des Behälters (A) und dem der Flüssigkeit (z.B. Wasser oder Öl), mit der der Behälter befüllt ist. Hierzu ist ein Einfüllstutzen am oberen Ende des Behälters vorgesehen, in den der Zulaufschlauch (D) mündet. Das Befüllen des Behälters erfolgt über die Pumpe (C), die die Flüssigkeit aus dem Speicherbehälter (B) in den Gewichtsbehälter (A) pumpt. Die Austrittsstelle des Zulaufs für die Flüssigkeit (am Ende des Einfüllschlauchs bzw. am Einfüllstutzen) ist mit einer Einrichtung ausgestattet, die Kraftwirkungen auf den Gewichtsbehälter durch den Staudruck der einschließenden Flüssigkeit oder Rückstauwirkungen auf den Schlauch aufhebt. (Dies könnte z.B. durch eine am Schlauch befestigte Auftrefffläche für die Flüssigkeit bewirkt werden.)

**[0115]** Außerdem kann die Menge der im Behälter befindlichen Flüssigkeit wieder reduziert werden. Dies erfolgt durch passives Ablassen der Flüssigkeit über einen Abflusstutzen am unteren Teil (oder Boden) des Behälters (A) und den Ablaufschlauch (E) zurück in den Speicherbehälter (B). Das Abfließen wird durch einen Absperrschieber (Kugelhahn F) gesteuert. Der Behälter ist oben mit einer kleinen Öffnung zum Ausgleich des veränderlichen Luftvolumens versehen. Während des Befüllens des Behälters (A) wird dieser schwerer, während des Entleerens leichter. Hierdurch wird die erzeugte Gewichtskraft variiert. Wie bei einem herkömmlichen Seilzuggerät befindet sich am anderen Ende des über Rollen

(H) geführten Seils (G) das Interface (I), über das die üübende Person Kontakt mit dem Seil hält. Dies kann ein Griff, eine Stange, eine Schlaufe oder Ähnliches sein. Über das Interface wird die Kraft auf die üübende Person übertragen, der gegen diese (meist haltend) agiert.

**[0116]** Das Gerät ist mit dynamometrischer und kinematischer Sensorik ausgestattet. Die am Seil (G) anliegende (Reaktions-)Kraft wird mit Hilfe eines in das Seil (G) integrierten DMS-Kraftsensors (J) erfasst. Die Stellung und die Hub-Bewegungen des Gewichtsbehälters (A) werden mit Hilfe des kontaktlosen ultraschallbasierten Abstandssensors (K) gemessen, der den Abstand zwischen Boden und der Unterseite des Gewichtsbehälters (A) erfasst. Die analogen Messdaten werden an eine A/D-Wandlereinheit und von dort als digitale Daten zu einem IT-Endgerät (O) weitergeleitet, wo die Verarbeitung, Auswertung und Darstellung über ein Display erfolgt, bevorzugt softwaregestützt. Die Art der Signal- und Datenübertragung kann kabelgebunden oder kabellos (WLAN, Bluetooth oder andere Funkstandards) erfolgen. In **Abb. 1** ist schematisch eine kabellose Übertragung dargestellt.

**[0117]** Wie **Abb. 2** zeigt, können die Signal- und Datenübertragungen ebenfalls kabelgebunden erfolgen.

**[0118]** Das Training ist grundsätzlich auch ohne die Messfunktion möglich. Sie wird für Kraftdiagnostik und Trainingskontrolle eingesetzt.

**[0119] Abb. 3** zeigt die Ausführung mit Kraft- und Wegumformung durch eine lose Rolle **Abb. 4** zeigt die Ausführung mit Wegumlenkung über eine feste Rolle zum Training der Armbeugemuskulatur.

**[0120] Abb. 5** zeigt die Ausführung mit Kraftübertragung auf ein System zum Training der Kniebeugemuskulatur, bestehend aus Riemenscheibensegment und Hebel.

**[0121] Abb. 6** zeigt die Ausführung mit Kraftübertragung auf ein System zum Training der Kniestreckmuskulatur, bestehend aus Riemenscheibensegment und Hebel.

**[0122] Abb. 7** zeigt schematische die Vorrichtung mit zwei Gewichtsbehältern. Diese sind über ein Seil miteinander und wie hier gezeigt, mit zwei Interfaces verbunden, welche nicht beide genutzt werden müssen. Ebenfalls zu sehen ist der die beiden Innenvolumina der Gewichtsbehälter verbindende Schlauch für den Zu- und/oder Ablauf. Diese wird hier über eine große Rolle geführt, so dass im Wesentlichen keine Kraftübertragung zwischen den Gewichtsbehältern über den Schlauch stattfindet und dieser das Training im Wesentlichen nicht hierdurch zusätzlich beeinflusst.

**[0123] Abb. 8** zeigt eine schematische Darstellung des Messverlaufs während einer Übungs-Wiederholung der isometrischen sowie exzentrischen Adaptiven Kraft im Weg-Kraft-Plot. Start bei 800 mm Hubhöhe mit einer Eingangskraft von 100 N; danach steigert das System die Last kontinuierlich; Ein intakter Muskel (blau) steigert die Kraft bis ca. 430 N ohne wesentliches Nachgeben, geht dann in die nachgebende (exzentrische) Phase über, in der er das Kraftniveau noch einmal etwas steigert und bis etwa 200 mm Hubhöhe hält. Danach bricht die Haltekraft zusammen, das Gewicht wird abgesetzt. Ein Muskel mit eingeschränkter Haltefunktion (rot) beginnt bereits bei ca. 220 N nachzugeben. Während des Nachgebens steigt die Kraft weiter, bevor sie zusammenbricht.

**[0124]** Aktuell liegen erste Daten und Erfahrungen einer initialen Pilotstudie zum Krafttraining der AF vor. Da in einem Zuge fließend verschiedene (ggf. alle) Intensitätsbereiche - bis hin zu supramaximalen - durchlaufen werden können, ist das Training hocheffektiv.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung und zum Training einer Adaptiven Kraft, umfassend:

- mindestens einen Gewichtsbehälter mit einem Innenvolumen für eine Flüssigkeit und/oder ein Schüttgut, umfassend mindestens einen pumpen-, gebläse- und/oder ventilgesteuerten Zu- und/oder Ablauf für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut;
- mindestens einen mit Zu- und/oder Ablauf des Gewichtsbehälters verbindbaren Speicherbehälter für die Flüssigkeit und/oder das Schüttgut außerhalb des Innenvolumens des Gewichtsbehälters;
- mindestens ein Interface für eine Krafteinwirkung eines Probanden;
- mindestens eine Anordnung zur Übertragung einer Zugkraft zwischen Gewichtsbehälter und Interface;
- mindestens einen Kraftsensor;
- mindestens einen Positions- und/oder Bewegungssensor; **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gewicht des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts veränderbar ist, wobei eine auf das Interface ausgeübte Kraft zum Halten, Heben und/oder Senken des Gewichtsbehälters durch den ersten Kraftsensor messbar ist und die Höhenposition und/oder die Bewegung eines angehobenen Gewichtsbehälters durch den zweiten Positionssensor messbar ist.

2. Vorrichtung nach dem vorherigen Anspruch, umfassend weiterhin:

- eine Steuerungsvorrichtung;
- mindestens ein Element zur Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts aus der Gruppe umfassend eine Pumpe, ein stellbares Ventil und/oder ein Gebläse, **dadurch ge-**

**kennzeichnet**, dass Steuerungsvorrichtung und das Element zur Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts konfiguriert sind für eine Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters durch eine kontrollierte Zuführung, Abführung und/oder Beibehaltung der Flüssigkeit und/oder des Schüttguts im Gewichtsbehälter.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, umfassend einen ersten und einen zweiten Gewichtsbehälter sowie einen ersten und zweiten Speicherbehälter, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Gewichtsbehälter den ersten Speicherbehälter für den ersten Gewichtsbehälter und der erste Gewichtsbehälter den zweiten Speicherbehälter für den zweiten Gewichtsbehälter darstellt, wobei die beiden Gewichtsbehälter mit einer zweiten Anordnung, bevorzugt einem Seilzug, dergestalt miteinander verbunden sind, dass das Anheben des einen Gewichtsbehälters ein Absenken des anderen Gewichtsbehälters verursacht.

4. System umfassend eine Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche und eine Recheneinheit, welche konfiguriert ist für

- eine Verarbeitung und/oder Auswertung der Messdaten, vorzugsweise mit Hilfe eines Weg-Kraft-, Zeit-Kraft-, Zeit-Weg- Diagramms und/oder der Analyse von Oszillationen von Kraft, Weg und/oder von diesen abgeleiteten Daten und/oder
- für die Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters über die Steuerungsvorrichtung, vorzugsweise in Abhängigkeit von der Verarbeitung und/oder Auswertung der Messdaten.

5. Verfahren für ein Krafttraining und eine Kraftmessung einer durch eine Vorrichtung gemäß einer oder mehrerer der vorherigen Ansprüche 1-3 und/oder ein System nach Anspruch 4 umfassend die folgenden Schritte:

- Heben, Senken und/oder Halten des Gewichtsbehälters durch den Probanden;
- Gleichzeitige Steuerung des Gewichts des Gewichtsbehälters durch eine kontrollierte Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit, wobei die ausgeübte Kraft und/oder Bewegung des Gewichtsbehälters während des Verfahrens gemessen wird und das Gewicht aufgrund dieser Größen kontrolliert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5 für ein isometrisches und/oder exzentrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft, umfassend die folgenden Schritte:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter statisch in einer festen Höhe halten kann
- kontinuierliche und/oder schrittweise Erhöhung des Gewichts durch Zuführung der Flüssigkeit, so dass ein Halten nicht mehr möglich ist und das Halten in ein Nachgeben übergeht, wobei der Proband den Ge-

wichtsbehälter unter Beibehaltung eines maximalen Widerstands absenkt;

- vorzugsweise zumindest teilweise Abführung der Flüssigkeit nach dem vollständigen Absenken des Gewichtsbehälters und Beendigung oder Wiederholung des Verfahrens.

- Wiederholung der beschriebenen Schritte, wobei das Gewicht an eine Ermüdung des Probanden angepasst wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

7. Verfahren gemäß Anspruch 5 für ein isometrisches und/oder konzentrisches Krafttraining, umfassend die folgenden Schritte:

- langsame Verminderung eines vom Probanden nicht abhebbaren Anfangsgewichts des abgesenkten Gewichtsbehälters durch Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter anheben kann, sobald das Gewicht seine maximale ausgeübte Kraft unterschreitet.

- bevorzugt kontinuierliche, insbesondere langsame Abführung der Flüssigkeit bis zu einem Anheben in eine finale Trainingsposition des Probanden entsprechend einer finalen Höhe des Gewichtsbehälters,

- Beendigung und/oder Wiederholung des Verfahrens.

8. Verfahren nach den vorherigen Ansprüchen 5-7 für ein isometrisches, exzentrisches und/oder konzentrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft, wobei beide Verfahren mindestens einmal alternierend nacheinander angewendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5 für ein submaximales isometrisches Krafttraining einer Adaptiven Kraft, umfassend die folgenden Schritte:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit auf ein haltbares Gewicht, so dass der Proband den Gewichtsbehälter über einen Trainingszeitraum statisch in einer festen Höhe halten kann;

- Abwechselnde Zuführung und Abführung der Flüssigkeit, bevorzugt innerhalb eines vorgegebenen Gewichtsintervalls um das haltbare Gewicht, während eines fortgeführten statischen Haltens oder einer definierten Bewegung des Gewichtsbehälters durch den Probanden.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche 5-9 umfassend die folgenden Schritte:

- Anpassung eines Gewichts des Gewichtsbehälters durch Zuführung und/oder Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter statisch in einer festen Zielhöhe halten kann;

- kontinuierliche und/oder schrittweise Erhöhung des Gewichts durch Zuführung der Flüssigkeit, so dass ein Halten nicht mehr möglich ist und das Halten in ein Nachgeben übergeht;

- Verminderung des Gewichts des Gewichtsbehälters durch Abführung der Flüssigkeit, so dass der Proband den Gewichtsbehälter erneut auf die Zielhöhe anheben kann;

Anhängende Zeichnungen

Abbildung 1

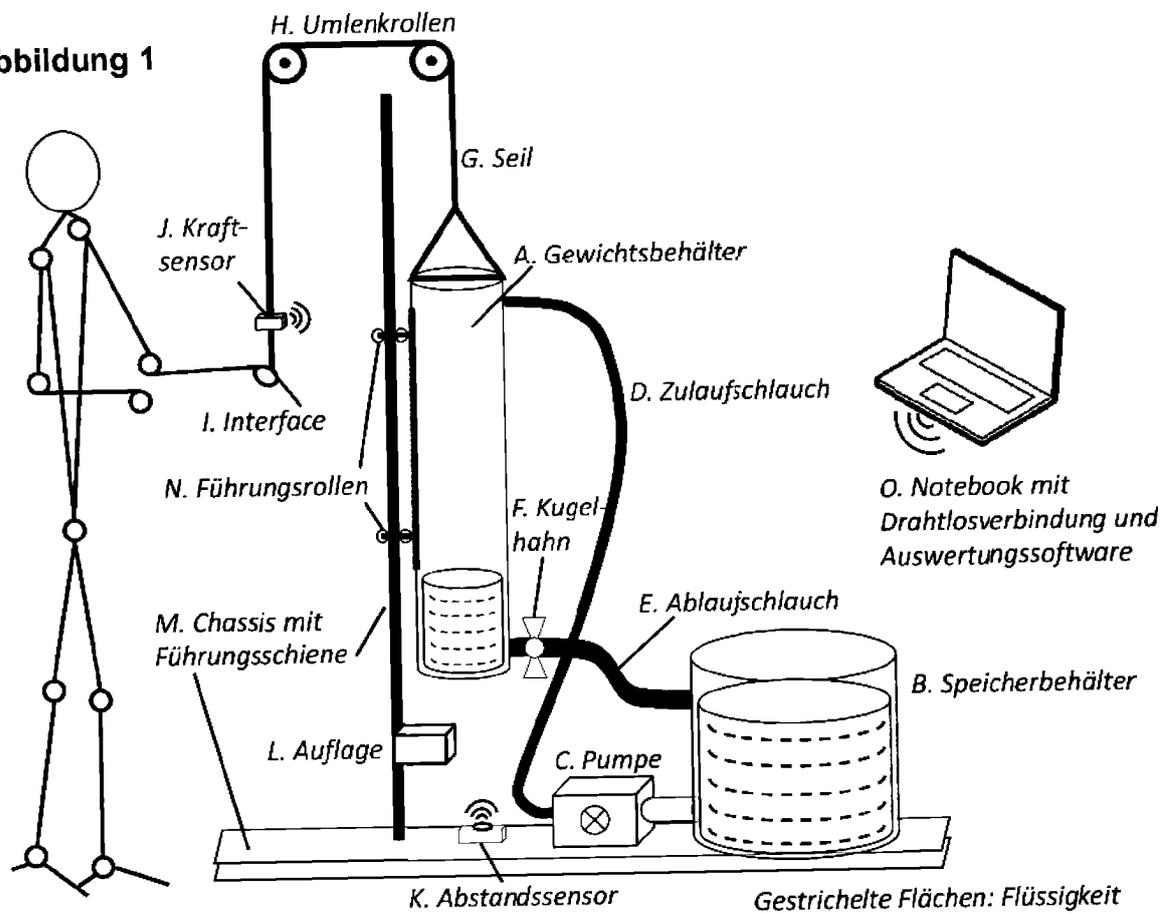


Abbildung 2

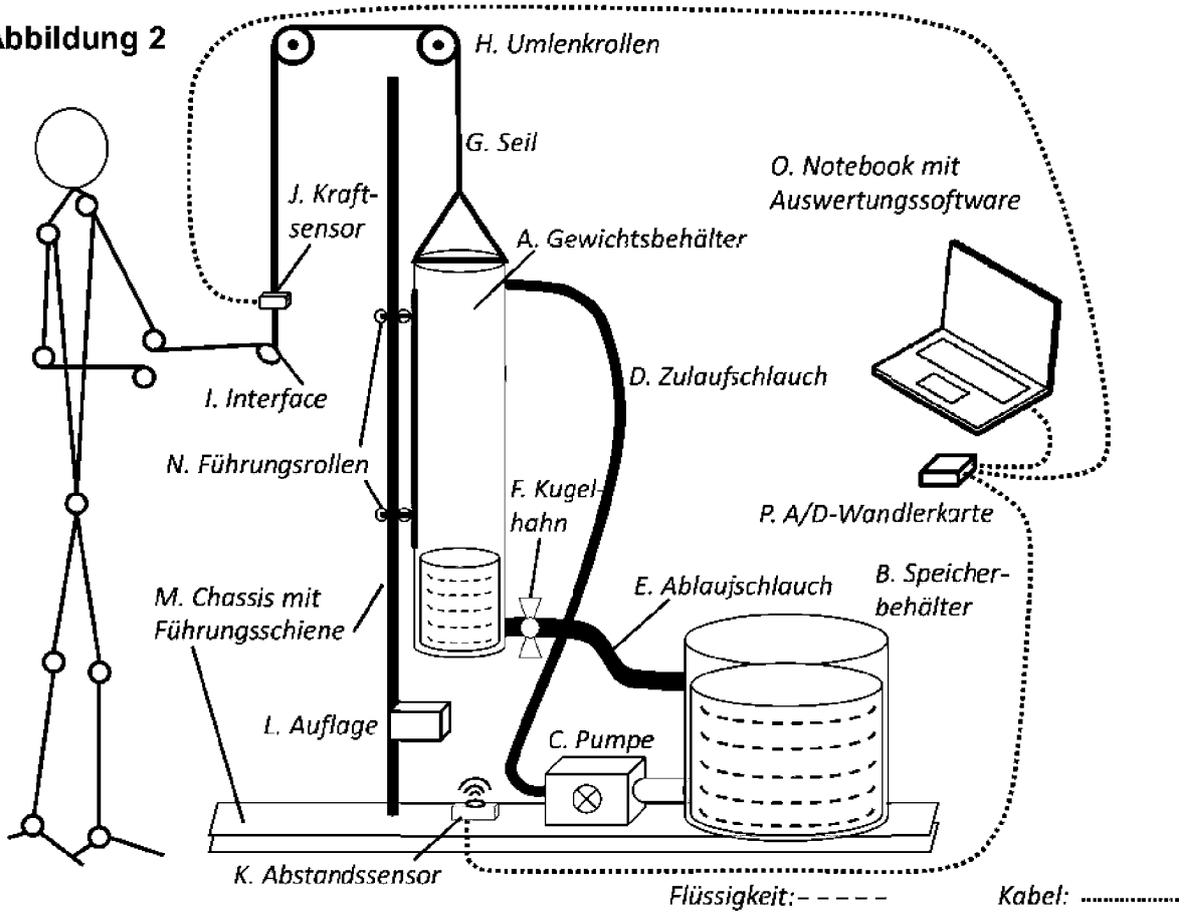


Abbildung 3

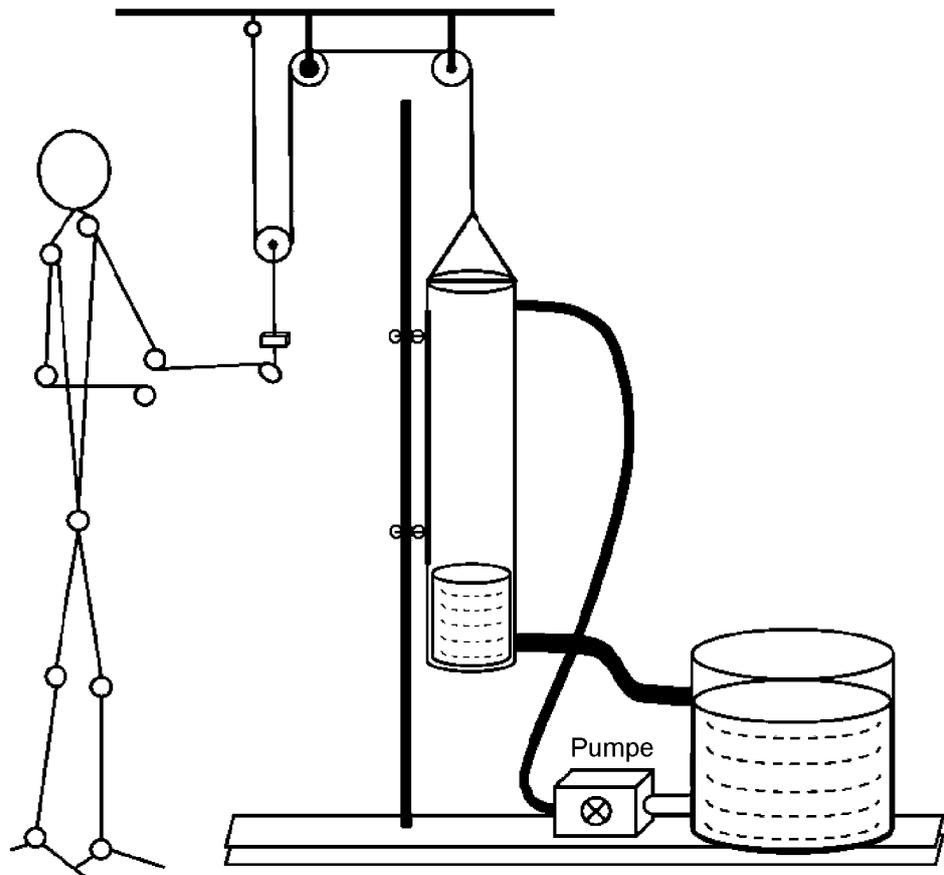


Abbildung 4

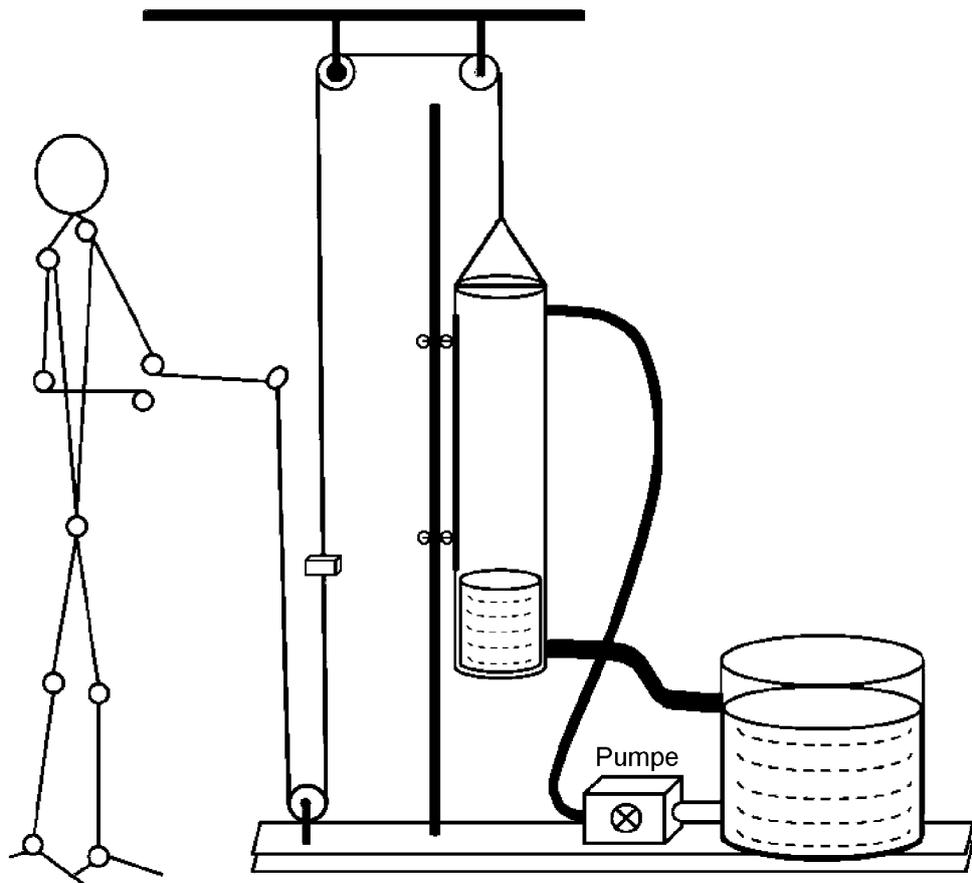


Abbildung 5

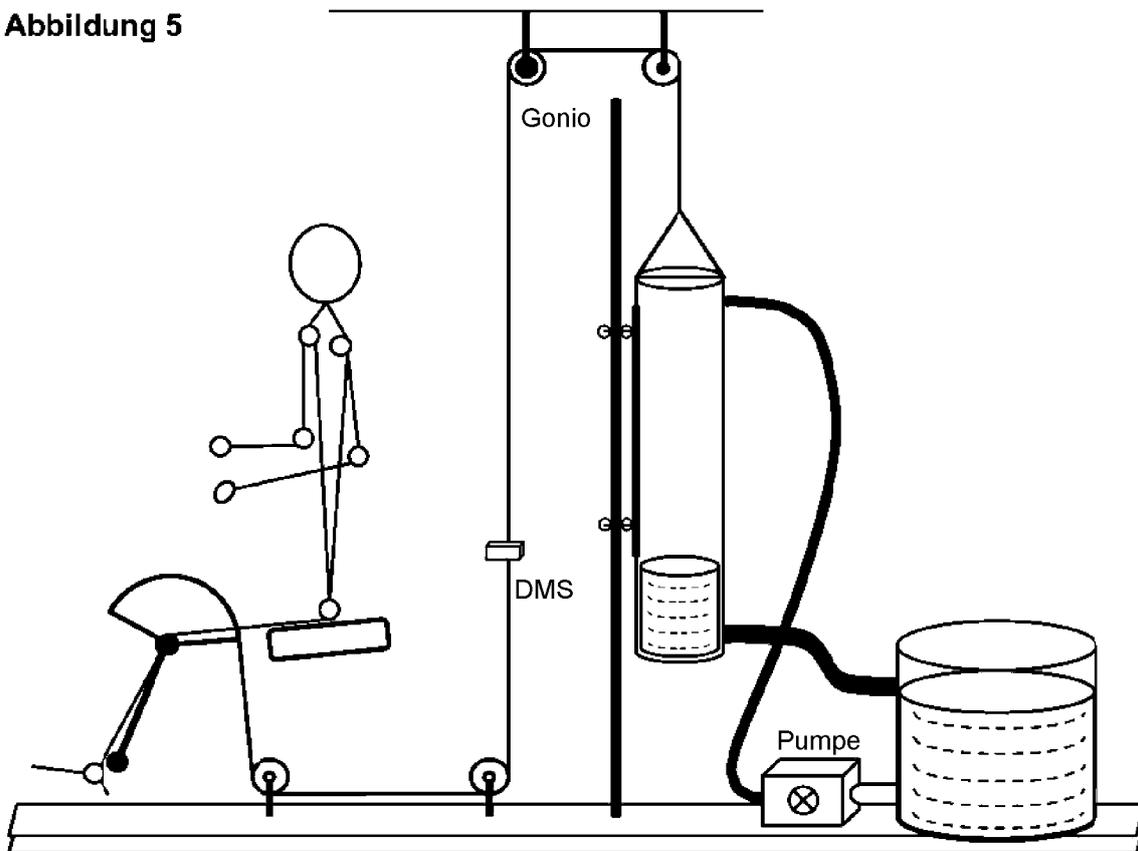


Abbildung 6

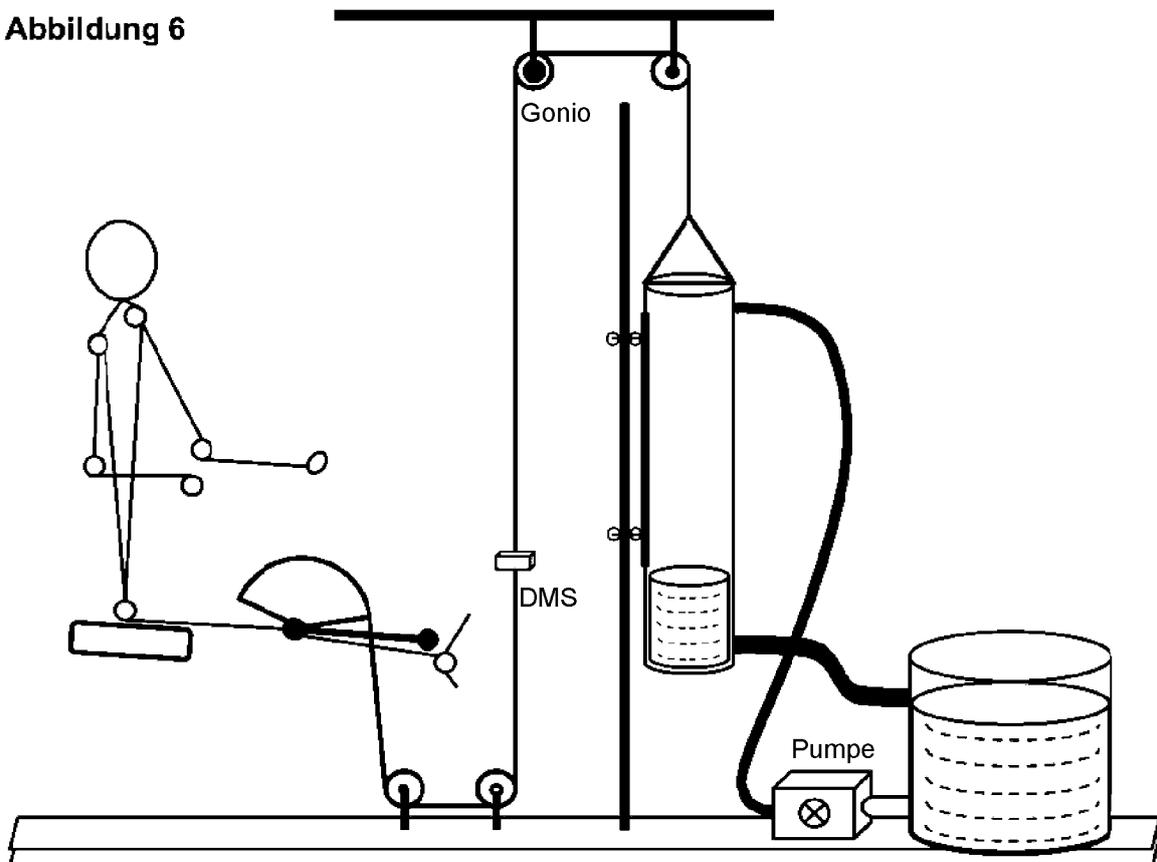


Abbildung 7

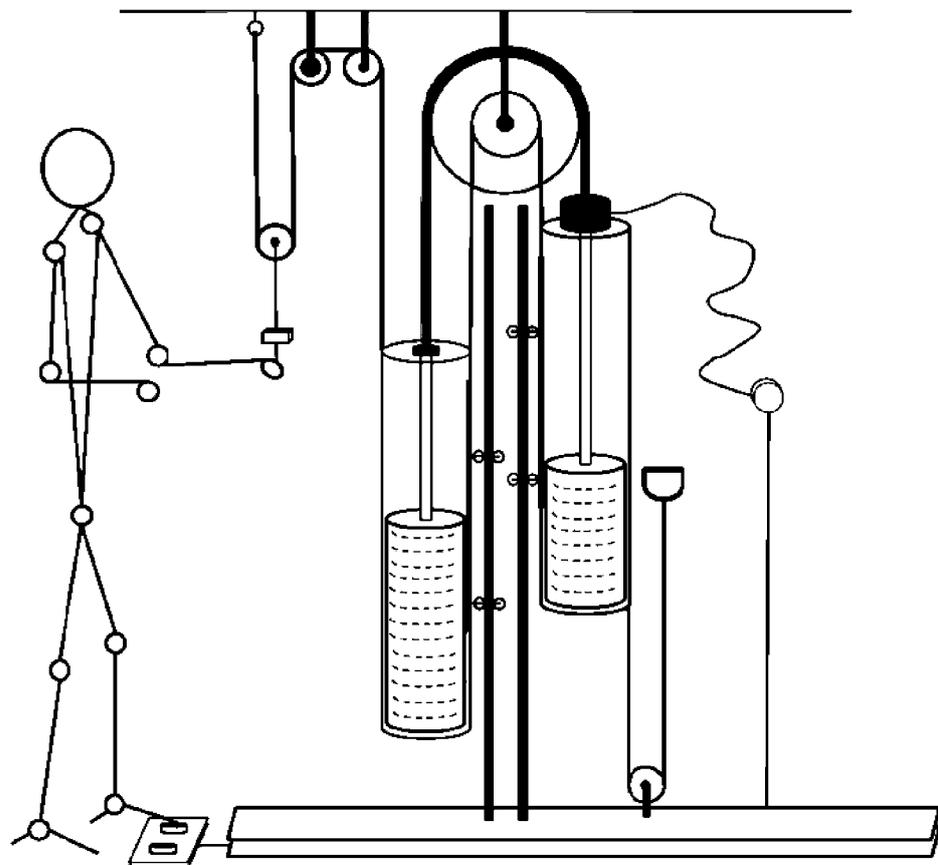


Abbildung 8

