

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. Oktober 2024 (03.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/200366 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/057975

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. März 2024 (25.03.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 107 589.6
27. März 2023 (27.03.2023) DE

(71) Anmelder: **PANTHR HEALTHTECH GMBH**
[DE/DE]; Herzogstr. 93, 80796 München (DE).

(72) Erfinder: **KRAUSE, Alexander**; Herzogstr. 93, 80796 München (DE). **DARGATZ, Thorsten**; Friedrich-Kirsten-Str. 10a, 22391 Hamburg (DE). **TOPP, Stefan**; Ofersheimer Straße 37, 68766 Hockenheim (DE).

(74) Anwalt: **HEUKING KÜHN LÜER WOJTEK PARTGMBB**; Georg-Glock-Str. 4, 40474 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) Title: METHOD FOR DIGITALLY CONTROLLING MOVEMENT SEQUENCES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DIGITALEN STEUERUNG VON BEWEGUNGSABLÄUFEN

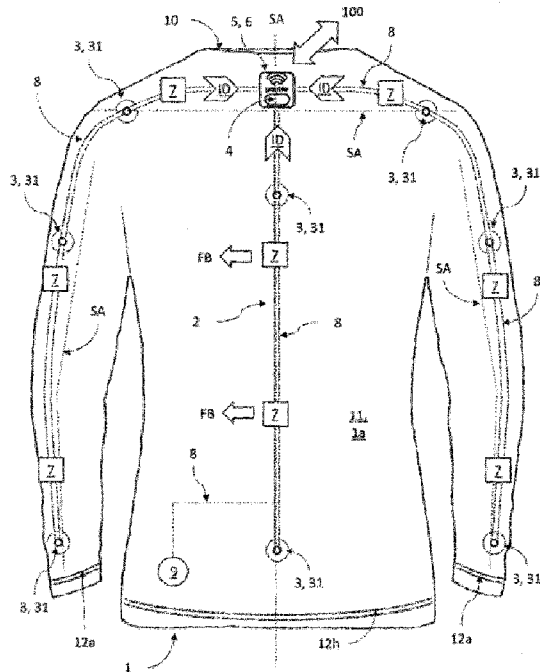


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a method (200) for digitally controlling movement sequences of a training person and to a corresponding system (170) for performing said method (200), said method comprising the steps of: capturing (210) current data (ID) of the training person (10) by means of a plurality of sensor nodes (3) of a smart garment (1); at least temporarily storing (220) the captured current data (D) in a memory unit (4) in the electronic network (2) of the smart garment (1); transmitting (230) the temporarily stored current data (ID) to a data receiver (110) of an analysis and communication system (100) using a transmitter unit; analysing (240) the current actual data (ID) using an analysis unit (120) of the analysis and communication system (100); generating feedback signals (FBS) based on the analysis in order to correct the movement sequence of the training person (10) and transmitting (260) the feedback signals (FBS) to a receiver unit (6) of the smart garment (1); and outputting (270) feedback (FB) to the training person (10) by means of one or more output units (7) from a plurality of output units (7) in the electronic network (2) of the smart garment (1) in order to allow the training person (10) to immediately correct the movement sequence.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren (200) zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden und ein entsprechendes System (170) zur Ausführung dieses Verfahrens (200), umfassend die Schritte des Erfassens (210) von Ist-Daten (ID) des Trainierenden (10) mittels einer Vielzahl an Sensorknoten (3) eines intelligenten Kleidungsstücks (1); des zumindest temporären Speicherns (220) der erfassten Ist-Daten (D) in einer Speichereinheit (4) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten Kleidungsstücks (1); des Übermittels (230) der temporär gespeicherten Ist-Daten (ID)



WO 2024/200366 A1

RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

durch eine Sendereinheit an einen Datenempfänger (110) eines Auswerte- und Kommunikationssystems (100), des Auswertens (240) der empfangenen Ist-Daten (ID) mit einer Auswerteeinheit (120) des Auswerte- und Kommunikationssystems (100), des Generierens darauf basierender Rückmeldungs-Signalen (FBS) zur Korrektur des Bewegungsablaufs des Trainierenden (10) und Übermitteln (260) der Rückmeldungs-Signale (FBS) an eine Empfängereinheit (6) des intelligenten Kleidungsstücks (1); und des Ausgebens (270) einer Rückmeldung (FB) an den Trainierenden (10) mittels einer oder mehrerer Ausgabeeinheiten (7) aus einer Vielzahl an Ausgabeeinheiten (7) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten Kleidungsstücks (1) zur unmittelbaren Korrektur des Bewegungsablaufs durch den Trainierenden (10).

Verfahren zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden und ein entsprechendes System zur Ausführung dieses Verfahrens.

Hintergrund der Erfindung

Der menschliche Körper setzt sich aus 650 Skelettmuskeln zusammen. Ohne sie könnten wir weder Gehen noch Stehen, etwas Heben oder uns Bücken. Wir brauchen sie bei der Arbeit, beim Einkaufen, Treppensteigen und Sporttreiben. Keine Bewegung des menschlichen Körpers ist ohne ausreichend starke Skelettmuskeln möglich. Das Besondere an der Muskulatur ist, dass sie sich Schritt für Schritt von der Geburt an durch das tägliche Leben an die ihr gestellten Anforderungen anpassen kann. Bei einem ausreichend intensiven Reiz kommt es zu Adaptationserscheinungen in Form einer Zunahme von Muskelkraft und Muskelmasse. Doch auch das Gegenteil kann der Fall sein, sollten entsprechende Reize nicht mehr erfolgen. Die menschliche Skelettmuskulatur benötigt täglich rund 300 ausreichend intensive Reize, um stärker zu werden und 200 Reize, um nicht zu verkümmern. Doch laut "Global Status Report on Physical Activity 2022" der WHO kommen nahezu die Hälfte der Menschen in Deutschland und anderen Industrienationen nicht einmal mehr auf 100 Reize täglich. Zu wenig, um einen gesunden Körper für alle Bereiche des täglichen Lebens voll funktionstüchtig und fit zu halten.

Die gängigste Maßnahme zum Muskelaufbau eines gesunden Menschen ist ein regelmäßiges Krafttraining mit dem eigenen Körpergewicht, freien Gewichten (z.B. Hanteln) sowie Widerständen (z.B. Kabelzüge, Fitnessbänder). Nachteilig hierbei ist, dass etwa 80 Prozent aller Menschen, die ohne professionelle Aufsicht trainieren, Bewegungen nicht korrekt ausführen, was den Trainingserfolg reduziert. Unter anderem können dadurch Muskeln angesteuert werden, die weniger bedeutend den Trainingserfolg sind. Außerdem setzen sich falsche Bewegungsmuster fest, die zu erhöhtem Verschleiß führen oder die Bewegungen weniger effektiv und schneller erschöpfend machen können. Eine kostenintensive Möglichkeit ist die regelmäßige Arbeit mit einem Personaltrainer. Der Erfolg ist abhängig von der Qualität des Trainers. Der Begriff „Personaltrainer“ bezeichnet keine geschützte Berufsgruppe, jeder darf sich so nennen. Es besteht die Gefahr, an einen

Personal Trainer mit mangelhaften sportwissenschaftlichen und anatomischen Kenntnissen zu geraten. Günstiger ist ein Training im Fitnessstudio. Dort hat man als gesunder Mensch die Möglichkeit, sowohl an Maschinen als auch mit freien Gewichten zu arbeiten. Wie gut dabei die Trainingsbetreuung ist, hängt von der Qualität des Studios ab. Untersuchungen zeigen, dass etwa 70 Prozent aller im Fitnessstudio trainierenden gesunden Menschen Übungen anatomisch inkorrekt durchführen. Möglich ist auch ein Training an entsprechenden Kraftmaschinen. Da die Bewegung dort geführt wird, sind Bewegungsfehler seltener. Allerdings werden nur die oberflächlichen Muskeln trainiert. Für die Alltagstauglichkeit der gesunden Muskulatur ist es aber wichtig, die tief liegende autochthone Muskulatur zu trainieren.

Seit einiger Zeit wird EMS-Training angeboten. EMS steht für Elektro-Myo-Stimulation. Trainierende tragen einen speziellen Anzug, der während der Ausübung von meist isometrischen (statischen) Übungen elektrische Impulse auf die Muskeln überträgt. Der Muskelaufbau gesunder Menschen ist hierbei nachweislich sehr effektiv. Der Nachteil liegt aber darin, dass die statischen Übungen alltagsfern sind und bei schlechter Betreuung eine korrekte Bewegungsausführung nicht gewährleistet ist. Auch die Belastungssteuerung bedarf großer Erfahrung. Untersuchungen zeigen, dass es häufig zu Übertraining kommt, was den Trainingserfolg reduziert. Beliebte ist auch ein Training mit Fitness-Apps. Viele erfragen das Fitnesslevel und bieten oberflächlich angepasste Trainingsprogramme an. Allerdings gibt es keinerlei Feedback bezüglich der Bewegungsausführung. Auch Trainingssteuerung und Fortschrittsüberwachung ist nur ansatzweise möglich. Noch weniger Trainingsbegleitung bieten YouTube-Videos. Zu höherwertigen technischen Lösungen gehören smarte Fitnessgeräte. Diese werden aber nur in speziellen Studios angeboten. Das Feedback ist begrenzt und durch das Training an den Geräten kommt es zu einer geführten und damit nicht alltagstauglichen Bewegung der gesunden Muskulatur. Weder die autochthone Muskulatur wird trainiert noch wird die neuromuskuläre Interaktion adressiert. Mittlerweile gibt es tragbare Geräte, die mit einem Sensor zur Belastungsbestimmung ausgestattet sind. Aufgrund der festgelegten Position dieser Geräte (beispielsweise eine Fitnessuhr am Handgelenk) sind nur begrenzt aussagekräftige Daten erfassbar. Es gibt weder eine Bewegungskontrolle noch eine Bewegungskorrektur. Auch eine individuelle Trainingsplanung und Trainingssteuerung für gesunde Menschen ist nur in geringem Umfang möglich.

Mittlerweile sind auch kamerabasierte Lösungen mittels Smartphones im Einsatz. Aufgrund des begrenzten Sichtfeldes der Kamera ist aber eine ständige Neu- und Umpositionierung

- des Smartphones nötig. Außerdem bedarf es eines entsprechend großen Abstands zur trainierenden gesunden Person, um den ganzen Körper erfassen zu können. Doch auch wenn all diese Voraussetzungen optimal erfüllt sind, ist es nicht immer möglich, alle relevanten Punkte für eine korrekte Bewegungsausführung zu erfassen. Außerdem wird die neuromuskuläre Interaktion (Gehirn-Muskel) nicht adressiert und auch eine konsistente Bewertung der durchgeführten Übungen ist nicht möglich. Des Weiteren fällt häufig das Smartphone als visueller Feedbackgeber weg, da es sich zur optimalen Kamerapositionierung meist außerhalb des unmittelbaren Sichtfeldes des Trainierenden befindet.
- 5
- 10 Es ist daher wünschenswert, für gesunde Menschen mit Trainingswunsch eine Steuerung von Bewegungsabläufen zur Verfügung zu haben, die sowohl wie ein echter Personal Trainer live Rückmeldungen (sogenanntes Feedback) geben kann, als auch voranstehende Nachteile des Stands der Technik überwindet oder zumindest verringert.

Zusammenfassung der Erfindung

- 15 Die Aufgabe der Erfindung liegt daher darin, ein Verfahren zur Steuerung von Bewegungsabläufen für gesunde Menschen zur Verfügung zu stellen, das einen oder mehrere Nachteile des Stands der Technik überwindet oder zumindest verringert, insbesondere das live eine Rückmeldung zu den Bewegungsabläufen zu deren Korrektur geben kann.
- 20 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden, umfassend die Schritte:
- Erfassen von Ist-Daten des Trainierenden mittels eines vom Trainierenden getragenen intelligenten Kleidungsstücks umfassend ein elektronisches Netzwerk mit einer Vielzahl an Sensorknoten zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von
 - 25 Bewegungsabläufen des Trainierenden in Form der Ist-Daten;
 - Zumindest temporäres Speichern der erfassten Ist-Daten in einer Speichereinheit im elektronischen Netzwerk des intelligenten Kleidungsstücks;
 - Übermitteln der temporär gespeicherten Ist-Daten durch eine Sendereinheit im elektronischen Netzwerk des intelligenten Kleidungsstücks an einen Datenempfänger
 - 30 eines Auswerte- und Kommunikationssystems, vorzugsweise geschieht die Übermittlung dabei kabellos, besonders bevorzugt über Bluetooth- oder WLAN Schnittstellen;

- Auswerten der empfangenen Ist-Daten mit einer Auswerteeinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems zur Ermittlung von Bewegungsmustern des Trainierenden aus den empfangenen Ist-Daten und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen zur Korrektur des Bewegungsablaufs des Trainierenden;
- 5 - Übermitteln der Rückmeldungs-Signale an eine Empfängereinheit im elektronischen Netzwerk des intelligenten Kleidungsstücks zur nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Trainierenden basierend auf dem erfassten und aufgezeichneten Bewegungsablauf mittels einer Übermittlungseinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems; und
- 10 - Ausgeben einer Rückmeldung an den Trainierenden mittels einer oder mehreren Ausgabeeinheiten aus einer Vielzahl an Ausgabeeinheiten im elektronischen Netzwerk des intelligenten Kleidungsstücks zur unmittelbaren Korrektur des Bewegungsablaufs durch den Trainierenden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt die Begleitung jeder Trainingseinheit mittels direkter Rückmeldung (Live-Feedback). Der Trainierende ist hier eine gesunde Person jeglichen Geschlechts oder Alters, die ein körperliches Training für den Alltag und gegebenenfalls begleitend zu sonstigen sportlichen Aktivitäten durchführen möchte. Ziel des Trainingsprozesses ist es, zum einen gezielte und ausreichend intensive Muskelreize zu setzen, und zum anderen die anatomisch korrekte Bewegungskorrektur zu überwachen. Das erfindungsgemäße Verfahren dient nicht zur Diagnose oder Therapie von Krankheiten. Deshalb werden die einzelnen Übungen unter Zuhilfenahme des intelligenten Kleidungsstücks vorzugsweise in Echtzeit überwacht. Vorzugsweise erfolgt die Überwachung kontinuierlich. Die Überwachung umfasst quantitative und qualitative Parameter. Diese beinhalten die Ausführungsqualität, die Zeit der Muskelanspannung (TuT = time under tension), die Anzahl der Wiederholungen und Sätze, die Pausenzeiten, eine Einschätzung der Intensität sowie der Ermüdung. Die Ausführungsqualität umfasst die Positionierung/Haltung, die Ausführungsgeschwindigkeit und die Ausführungskonsistenz. Ähnlich wie beim professionellen Coaching durch einen menschlichen Trainer erhalten Trainierende bei Fehlbewegungen ein direktes Echtzeit-Feedback. Darüber hinaus wird zur Optimierung des Trainingsprozesses eine Langzeitdatenanalyse durchgeführt sowie Adaptationen ermittelt auf deren Grundlage das Training jeweils individuell angepasst wird.

Der Begriff „intelligentes Kleidungsstück“ (oder auch I-Wear genannt) bezeichnet Kleidungsstücke zur Körperbedeckung wie beispielsweise Unterbekleidung, Socken, Hosen, T-Shirts, Sweatshirts, Pullover, Jacken, Schuhe, Handschuhe, Mützen etc., die mit elektronischen Geräten und Funktionen ausgestattet sind, beispielsweise Sensorknoten,

Speichereinheiten, Sendereinheiten, Empfängereinheit, Ausgabeeinheiten. Eine Besonderheit dieser Kleidung ist dabei, dass die elektronischen Geräte meist nicht sichtbar sind und Leiterbahnen in der Regel in die Textilien eingewoben werden. Das Material des intelligenten Kleidungsstücks kann jedes dafür geeignete Material sein, vorzugsweise ist das intelligente Kleidungsstück dabei eng an den Körper des Trainierenden anliegend. Der Trainierende kann auch als Nutzer bezeichnet werden. Daher kann das Material vorzugsweise ein elastisches Material sein. Im Gegensatz zu intelligenten Kleidungsstücken wirkt gewöhnliche Funktionskleidung nur passiv durch die Eigenschaften der verwendeten Gewebe und Materialien, ohne dabei elektronischen Geräten und Funktionen zu umfassen. Ebenso umfasst der Begriff „intelligentes Kleidungsstück“ keine am Körper tragbaren elektronischen Geräte wie sogenannte aktive Tracker oder smarte Uhren, da diese separat von den Kleidungsstücken getragen und somit nicht in diese integriert sind.

Der Begriff „Sensorknoten“ bezeichnet dabei eine Einheit, die ein oder mehrere Sensoren für die Bestimmung gleicher oder unterschiedlicher Ist-Daten für den Körper des Trainierenden umfasst, wobei die mit dem jeweiligen Sensorknoten bestimmten Ist-Daten über das elektronische Netzwerk zur Speicher- und/oder Sendereinheit übertragen werden. Die Vielzahl der Sensorknoten ist dabei geeignet über das intelligente Kleidungsstück verteilt, vorzugsweise überdecken die Sensorknoten so das intelligente Kleidungsstück, dass die Bewegungen des Trainierenden in den Körperpartien, die das intelligente Kleidungsstück beim Tragen abdeckt, vollständig überwacht werden können. Die Sensoren eines Sensorknotens können beispielsweise Beschleunigungssensoren, Gyroskope, Magnetometer, Temperatursensoren, Feuchtigkeitssensoren, Leitfähigkeits-sensoren, Drucksensoren oder andere geeignete Sensoren sein. Die Ist-Daten sind entsprechende Messdaten der Sensorknoten beziehungsweise der Sensoren der Sensorknoten, die als Einzelwert oder als Mittelwert einer Messreihe eines zeitlichen Intervalls als Ist-Daten gespeichert und übermittelt werden. Das jeweilig benutzte Format der Ist-Daten kann vom Fachmann geeignet gewählt werden oder ergibt sich aus der Art der verwendeten Komponenten im elektronischen Netzwerk. In einer Ausführungsform sind die Vielzahl an Sensorknoten entlang strategischer Achsen des intelligenten Kleidungsstücks zur flächigen Überwachung des Trainierenden angeordnet. Als strategische Achsen des intelligenten Kleidungsstücks werden die Abschnitte des intelligenten Kleidungsstück bezeichnet, die bewegliche Körperpassagen überdecken. Bei einem T-Shirt wären das beispielsweise die beiden Arme und der Rücken, da die Arme und der Rücken separat voneinander bewegt werden können. Die strategische Achse des Rückens verläuft dabei parallel zur

Wirbelsäule, die strategischen Achsen der Arme verlaufen dabei entlang von Oberarm und Unterarm. Eine strategische Achse des Oberkörpers kann zusätzlich von der Schulter zum Hals verlaufen, um den Schulterbereich abzudecken. Bei Hosen würden die strategischen Achsen vom Becken entlang des Oberschenkels und Unterschenkels verlaufen. Bei Handschuhen würden die strategischen Achsen entlang der Fingerglieder und vom Unterarm über das Handgelenk zum Handrücken verlaufen. Die strategischen Achsen können vom Fachmann je nach Kleidungsstück weiter verfeinert und ergänzt werden. Sind zumindest die strategischen Hauptachsen wie Arme, Beine und/oder Wirbelsäule abgedeckt, so wird der Körper des Trainierenden großflächig vollständig überwacht. Damit können Bewegungsabläufe des Trainierenden umfassend überwacht und gesteuert werden. In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Sensorknoten ein drei-Achsen-Beschleunigungssensor und/oder ein drei-Achsen-Gyroskop und/oder ein Magnetometer. Mit den mit diesen Sensoren erfassten Ist-Daten kann der Bewegungsablauf vollständig und präzise erfasst werden, was für eine darauf basierende qualitativ hochwertige Unterstützung von Bewegungsabläufen wichtig ist. In einer weiteren Ausführungsform besitzen die Sensorknoten eine flächenförmige Ausdehnung entlang einer Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks, die um mindestens eine Größenordnung größer ist als deren Dicke senkrecht zur Oberfläche. Damit haben die Sensorknoten einen niedrigen Schwerpunkt relativ zur Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks und damit auch zur Körperoberfläche des Trainierenden des intelligenten Kleidungsstücks. Durch die in der Fläche ausgedehnte Form des Sensorknotens übt dieser einen entsprechend geringen Druck auf die Haut des Trainierenden aus, da sich das Gewicht des Sensorknotens auf eine größere Fläche verteilt und damit für den Trainierenden nicht oder nur noch kaum zu spüren ist.

Die Einheiten des elektronischen Netzwerks sind dabei mittels geeigneter Daten- und/oder Stromverbindungen miteinander verbunden. Diese Verbindungen können je nach zu verbindender Einheit und der vorgesehenen Versorgung der Einheit drahtlos und/oder drahtgestützt realisiert sein. Im Falle von Drähten besitzen diese vorzugsweise einen geringen Querschnitt und eine möglichst flexible Umhüllung. Vorzugsweise ist der Querschnitt ähnlich oder kleiner des Querschnitts der einzelnen Fasern, aus denen das intelligente Kleidungsstück hergestellt ist. Im Falle von festen Materialbereichen des intelligenten Kleidungsstücks, beispielsweise Lederpassagen von Schuhen, können die Drähte auch innerhalb des Materials geführt werden. Alternative können die Drähte auch auf einer Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks, vorzugsweise der äußeren Oberfläche, aufgeklebt sein. Für einen verbesserten Tragekomfort für den Trainierenden

sind die Drähte (sofern keine drahtlose Verbindung verwendet wird) in das intelligente Kleidungsstück integriert, beispielsweise eingewebt oder innerhalb des Materials des Kleidungsstücks geführt. Die Drähte für Strom- und/oder Datenverbindungen (sofern keine drahtlose Verbindung verwendet wird) sind in das intelligente Kleidungsstück integriert, um

5 einen verbesserten Tragekomfort für den Trainierenden zu gewährleisten. „Integriert“ bedeutet hier, dass die Kabel bzw. Drähte der Verbindungen nicht frei von der Kleidung geführt sind oder nicht von ihr herabhängen können, auch nicht bereichsweise. Dadurch kann der Trainierende weder an den Kabeln oder Drähten hängen bleiben, noch können diese an Gegenständen in der Umgebung des Trainierenden hängen bleiben. Die Strom-

10 und/oder Datenverbindungen können beispielsweise eingewebt oder innerhalb des Materials des Kleidungsstücks geführt oder darauf mittels eines geeigneten Fügeverfahrens, vorzugsweise laminiert, befestigt sein. Ferner umfasst das elektronische Netzwerk eine Stromversorgung. Diese kann auf jegliche geeignete Art ausgeführt sein. Vorzugsweise ist die Stromversorgung eine wiederaufladbare Batterie, vorzugsweise aus

15 Gründen des Tragekomforts eine flache Knopfzelle. Das intelligente Kleidungsstück und das elektronische Netzwerk sind mit den einzelnen Komponenten vollständig für den Trainierenden ausgerüstet, alle benötigten Komponenten sind im elektronischen Netzwerk vorhanden. Damit ist das intelligente Kleidungsstück für den Trainierenden ohne Modifikationen sofort benutzbar. In einer weiteren Ausführungsform ist die

20 Stromversorgung im intelligenten Kleidungsstück an einer Position angeordnet, die sich beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks möglichst nahe einem Schwerpunkt des Trainierenden bei aufrechtem Stand des Trainierenden befindet. Der Schwerpunkt eines Menschen verändert sich durch seine Körperhaltung. Bei einem aufrechtstehenden Menschen liegt der Schwerpunkt im Bereich des Bauches bzw. der Hüfte. Sofern das

25 intelligente Kleidungsstück Hüfte oder Bauch nicht überdeckt, ist die Stromversorgung in dem intelligenten Kleidungsstück so anzuordnen, dass sie sich beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks möglichst nahe Hüfte oder Bauch befindet. Dies gilt für Hosen aller Art, Oberbekleidung, sogenannter Bodys oder Overalls oder anderer Ganzkörperbekleidung. Bei Socken, Mützen, Handschuhe oder Schuhe sollte die Stromversorgung dagegen an

30 einer anderen Position angeordnet sein, die das Tragen dieser Kleidungsstücke nicht erschwert.

Die Sendereinheit kann dabei im elektronischen Netzwerk als zentrale Übertragungseinheit an das Auswerte- und Kommunikationssystem ausgestaltet sein. Dadurch wird die Anzahl an Komponenten des elektronischen Netzwerks möglichst klein gehalten, was die

35 Komplexität des elektronischen Netzwerks und den Stromverbrauch senkt. In einer

alternativen Ausführungsform kann das elektronische Netzwerk aber auch eine Vielzahl an Sendereinheiten umfassen, die die erfassten Ist-Daten simultan an das Auswerte- und Kommunikationssystem übermitteln, was die Datenübertragungsrate an das Hintergrundsystem erhöht. Die Sendereinheit kann hierbei jede dafür geeignete
5 Sendereinheit sein. Je nach Ausführungsform kann die Sendereinheit die Daten in unterschiedlichen geeigneten Formaten an die entsprechende Empfangseinheit des Hintergrundsystems übertragen. Vorzugsweise tut die Sendereinheit dies drahtlos, vorzugsweise mittels einer Bluetooth- oder einer WLAN-Verbindung und entsprechenden Schnittstellen, um die Bewegungsabläufe des Trainierenden nicht zu stören und eine
10 kontinuierliche Überwachung der Bewegungsabläufe zu gewährleisten. Diese Schnittstellen eignen sich gut für eine zuverlässige Datenübertragung und entsprechende Kopplung an ein Auswerte- und Kommunikationssystem. Das intelligente Kleidungsstück umfasst mindestens eine Sendereinheit. Im elektronischen Netzwerk können aber auch pro strategische Achse jeweils eine der Sendereinheiten angeordnet sein. Gewöhnlich besitzt
15 das intelligente Kleidungsstück mehrere strategische Achsen (bei einem T-Shirt beispielsweise mindestens drei strategische Achsen (entlang der Wirbelsäule, linker Arm, rechter Arm, ggf. zusätzlich eine Achse von rechter zu linker Schulter etc.)). Mit der Mehrzahl an Sendereinheiten kann die Datenübertragungsrate an das Auswerte- und Kommunikationssystem im Vergleich zu lediglich einer für das gesamte intelligente
20 Kleidungsstück alleine agierenden Sendereinheit gesteigert und die Unterstützung der Bewegungsabläufe mittels entsprechend schneller Rückmeldung aufgrund der schnelleren Datenübertragung durch die Ausgabereinheit verbessert werden. Hierbei können die übertragenen Daten sofort beispielsweise mittels spezifischer Kennung der strategischen Achse für die entsprechende Sendereinheit in den übertragenen Signalen den jeweiligen
25 Körperteilen des Trainierenden zugeordnet werden, was die Rückmeldung zum Bewegungsablauf weiter beschleunigt.

In einer weiteren Ausführungsform ist das intelligente Kleidungsstück zumindest bereichsweise aus einem Material gefertigt, das eine Positionstreu der Sensorknoten am Körper des Trainierenden beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks gewährleistet. Um
30 die Bewegungsabläufe über einen längeren Zeitpunkt korrekt überwachen zu können, muss der Sensorknoten so gut wie möglich an der gleichen Position (Positionstreu) relativ zum Körper des Trainierenden verbleiben. Diese Positionstreu kann durch die Wahl eines geeigneten Schnittmusters, vorzugsweise mit einem eng-anliegenden Schnitt des intelligenten Kleidungsstückes und der Wahl des dafür geeigneten Materials des
35 intelligenten Kleidungsstücks verbessert werden. Vorzugsweise dehnt sich das Material

nicht oder nur geringfügig mit steigender Temperatur und nach Feuchtigkeitsaufnahme als Folge einer sportlichen Aktivität bzw. ist entsprechend vorgespannt. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Material dabei ein elastisches Textil. Damit liegt das intelligente Kleidungsstück zuverlässig eng am Körper des Trainierenden an, zumindest in den

5 Bereichen des Kleidungsstücks, wo Sensorknoten angeordnet sind. Hierbei kann das intelligente Kleidungsstück ganz oder teilweise aus dem elastischen Textil gefertigt sein. In Bereichen, wo kein Sensorknoten angeordnet ist, kann das intelligente Kleidungsstück aus einem anderen Material gefertigt sein. Dieses andere Material sollte vorzugsweise ebenfalls wie das elastische Textil das Einweben von elektrischen Verbindungen erlauben. Das

10 elastische Material stellt ein enges und positionstreu Anliegen des intelligenten Kleidungsstückes zumindest im Bereich des Sensorknotens am Körper des Trainierenden auch bei sportbedingter Erwärmung des Körpers und aufgenommenem Schweiß sicher. In einer weiteren Ausführungsform kann der Sensorknoten irreversibel mit dem Material verbunden sein. Dadurch wird der mechanische und elektrische Schutz des Trainierenden

15 gegen ungewollte Loslösung des Sensorknotens vom intelligenten Kleidungsstück und damit eine mögliche mechanische und/oder elektrische Gefährdung des Trainierenden durch abgelöste Sensorknoten mit einer ungewünschten Position relativ zum Körper des Trainierenden verhindert. Der Sensorknoten kann dabei beispielsweise mit dem Material des Kleidungsstücks verwoben oder auf diesem aufgeklebt oder verschweißt sein. In einer

20 weiteren Ausführungsform sind die Daten und/oder Stromverbindungen in das intelligente Kleidungsstück eingearbeitet, vorzugsweise eingewebt. Damit sind die Daten- und Stromverbindungen ein natürlicher Bestandteil des intelligenten Kleidungsstücks und keine oberflächlich applizierte Komponente, die gegebenenfalls den Tragekomfort verringert. Oberflächlich angebrachte Daten- oder Stromverbindungen haben zudem ein erhöhtes

25 Risiko, durch das Benutzen beschädigt oder gar unterbrochen zu werden, insbesondere durch das An- und Ausziehen des intelligenten Kleidungsstücks oder einem Waschvorgang für das intelligente Kleidungsstück.

Die Empfängereinheit muss dazu ausgestaltet sein, die Rückmeldungen seitens des Auswerte- und Kommunikationssystems empfangen zu können. Hier gilt das Gleiche wie

30 bereits für die Sendereinheit beschrieben ist. Sender- und Empfangseinheit können beispielsweise als gemeinsame Sende- und Empfangseinheit ausgebildet sein. Geeignete Sendereinheiten, Empfangseinheiten sowie Sende- und Empfangseinheiten sind dem Fachmann bekannt. Bei mehreren dezentral im elektronischen Netzwerk angeordneten Sendereinheiten kann die Empfangseinheit separat davon als zentrale Empfangseinheit

35 ausgebildet sein, da nicht von vornherein bekannt ist, welches Körperteil die auszugebende

Rückmeldung betreffen soll und welche Ausgabeeinheiten die Rückmeldung an den Trainierenden vermitteln sollen. In einer Ausführungsform mit einer einzigen Ausgabeeinheit im elektronischen Netzwerk kann die Empfängereinheit in der Ausgabeeinheit integriert sein.

- 5 Die Ausgabeeinheit kann hierbei jede Ausgabeeinheit sein, die geeignet ist, dem Trainierenden des intelligenten Kleidungsstücks eine wahrzunehmende Rückmeldung auszugeben. Die Ausgabeeinheit kann dazu eine Lichtquelle umfassen, um eine visuelle Rückmeldung auszugeben und/oder eine Aktorik umfassen, um eine taktile Rückmeldung auszugeben und/oder einen Lautsprecher umfassen, um eine akustische Rückmeldung
- 10 auszugeben. Die Rückmeldung kann dabei als kurzes, langes oder moduliertes Signal auf visuelle, akustische oder taktile Weise erfolgen.

Damit unterscheidet sich das intelligente Kleidungsstück beispielsweise von Produkten, die zwar Sensoren für Körperbewegungen (IMU-Sensoren) umfassen, aber keine oder keine gezielte Rückmeldung an den Trainierenden ausgeben können. Solche

15 rückmeldungsarmen Systeme können keine umfangreiche, individuell abgestimmte Trainingsplanung und Trainingssteuerung bieten, wie es mit dem intelligenten Kleidungsstück möglich ist. Diese erfindungsgemäße Bewegungssteuerung kann auch nicht durch den Einsatz von Elektromyographie (EMG) erreicht werden. Die Nachteile beim

20 EMG liegen in der Genauigkeit der erfassten Daten, da dort nur die Muskelaktivität von Groß- und Oberflächenmuskel zur Analyse herangezogen wird. Muskelaktivität ist aber nur ein indirekter Stellvertreterwert für Bewegung und somit nicht geeignet, eine wirklich präzise Unterstützung von Bewegungsabläufen zu liefern.

Das Auswerten der Ist-Daten erfolgt mit einer Auswerteeinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems. Das Auswerte- und Kommunikationssystem und auch die

25 Auswerteeinheit kann dabei als Computer, Server, Cloudlösung oder Smartphone ausgeführt sein, wobei die Cloudlösung bzw. die einzelnen Komponenten des Auswerte- und Kommunikationssystems auf einem geeigneten Gerät in der Umgebung des Trainierenden des intelligenten Kleidungsstücks ausgeführt werden. Die Ist-Daten werden dabei von einem auf der Auswerteeinheit installierten und ausgeführten Auswerteprogramm

30 ausgewertet. Bei der Auswertung der Bewegungsdaten werden entweder die Ist-Daten eines einzelnen Sensorknoten (einer Position) oder einer Kombination aus mehreren Positionen herangezogen. In beiden Fällen ist die Position der Sensoren am Körper zu berücksichtigen und die damit einhergehenden Einschränkungen, die die menschliche Anatomie vorgibt - in welche Richtungen sich ein Sensor bewegen kann bzw. wie sich zwei

oder mehrere Positionen (Sensorknoten) zueinander bewegen können. Dazu können die Ist-Daten eine Sensorkennung umfassen, damit die übermittelten Ist-Daten jedem einzelnen Sensor beziehungsweise Sensorknoten eindeutig zugeordnet werden können. Damit kann das ausgeführte Bewegungsmuster des Trainierenden ermittelt werden. Bei der

5 Auswertung werden die Ist-Daten mit Soll-Daten für unterschiedliche Bewegungsabläufe verglichen und Ist-Daten unterschiedlicher Sensorknoten in Relation zueinander gesetzt, um die Beteiligung aller für einen Bewegungsablauf benötigten Körperpartien überprüfen zu können. Hierbei können beispielsweise auch Asymmetrien und daraus abgeleitet Dysbalancen zwischen rechter und linker Körperhälfte identifiziert werden, indem die

10 entsprechenden Sensorknoten von rechter und linker Körperhälfte verglichen werden. Im Auswerte- und Kommunikationssystem kann eine Vielzahl an Soll-Daten für unterschiedliche Bewegungsabläufe vorgespeichert sein, insbesondere von Soll-Übungen, die durch den Trainierenden durchgeführt werden können. Jegliches Rückmeldungs-Signal kann zuvor ermittelte Normalposition, Fitnessgrad/Kraftpotential und

15 Beweglichkeit/Flexibilität des Trainierenden des intelligenten Kleidungsstücks berücksichtigen. Der Datenempfänger zum Empfangen von erfassten Ist-Daten kann jede zur Sendereinheit des intelligenten Kleidungsstücks kompatible Empfangseinheit sein. Die Übermittlungseinheit zum Übermitteln der Rückmeldungs-Signale kann jede zur Empfängereinheit des intelligenten Kleidungsstücks kompatible Sendeeinheit sein.

20 Vorzugsweise erfolgt die Generierung des Rückmeldungs-Signals erst nach einer wiederholt festgestellten Fehl Ausführungen des Trainierenden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung von Bewegungsabläufen für gesunde Menschen überwindet oder verringert zumindest einen oder mehrere Nachteile des Stands der Technik, insbesondere gibt es eine unmittelbare Rückmeldung zu den ausgeführten

25 Bewegungsabläufen. Unmittelbar bezeichnet hier die Möglichkeit des Trainierenden, bereits während des laufenden Trainings die Ausführung der Übung auf Basis der Rückmeldung zu korrigieren, bevor die vorgegebenen Wiederholungszahlen für diese spezifische Übung durch den Trainierenden zu Ende durchgeführt wurden. Durch diese Möglichkeit der Echtzeit-Korrektur lernt der Trainierende, Übungen korrekt auszuführen und

30 vermeidet fehlerhafte Bewegungsausführungen in Zukunft. Die Überwachung beinhaltet neben der Ausführungsqualität, der Intensität und Ermüdung auch quantitative Schlüsselparameter. Dazu gehören die Zeit der Muskelanspannung, die Ausführungsgeschwindigkeit pro Phase (konzentrisch/exzentrisch), die Wiederholungszahlen und die Pausenzeiten. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht

35 die Auswertung der biomechanischen Daten, die sonst nur mit Expertenhilfe möglich wäre

und ermöglicht darüber hinaus über die unmittelbare Rückmeldung die neuromuskuläre Interaktion. Für die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens muss nicht unbedingt ein ganzer Anzug getragen und Sensoren manuell am Körper des Trainierenden angebracht werden. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich daher benutzerfreundlich
5 ausführen und bedarf weder eines von Experten auszuführenden Aufbau- und Kalibrierungs-Aufwand noch der Anwesenheit von speziell geschultem Personal während des Trainings.

In einer Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Versehens der erfassten Ist-Daten mit für das elektronische Netzwerk synchronisierten Zeitstempeln für
10 die Zeit der Erfassung der jeweiligen Ist-Daten. Anhand der Zeitstempel können Ist-Daten zu Bewegungsabläufen verschiedener Sensorknoten, beispielsweise von unterschiedlichen Körperteilen, direkt miteinander korreliert werden. Dadurch wird die Analyse des ausgeführten Bewegungsablaufs deutlich präziser, wodurch mittels Rückmeldung eine verbesserte Steuerung des Bewegungsablaufs ermöglicht wird.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Vorbearbeitens der erfassten Ist-Daten vor der Übermittlung an das Auswerte- und Kommunikationssystem. Diese Vorbearbeitung kann beispielsweise mittels einer Datenbearbeitungseinheit vorgenommen werden, die entweder als zentrale zusätzliche Komponente im elektronischen Netzwerk ausgeführt bzw. in einer zentralen
20 Übertragungseinheit integriert ist, oder die Bearbeitungseinheit ist dezentral in den jeweiligen Sensorknoten integriert. Die Bearbeitungseinheit kann beispielsweise durch einen Mikroprozessor ausgeführt sein, auf dem ein entsprechendes Verarbeitungsprogramm installiert ist und ausgeführt wird, wodurch beispielsweise ein Rauschen aus den Ist-Daten herausgefiltert wird, eine Normalisierung durchgeführt wird,
25 oder Teilbewegungen anhand einer Kombination von Bewegungsdaten eines oder mehrerer Sensorknotens erkannt werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Löschens der Ist-Daten nach Übermittlung an das Auswerte- und Kommunikationssystem aus der Speichereinheit durch das elektronische Netzwerk. Damit wird weniger
30 Speichervolumen benötigt und der Speicher des elektronischen Netzwerks kann kleiner ausgeführt werden. Dies verbessert auch den benötigten Stromverbrauch des intelligenten Kleidungsstücks und dessen Tragekomfort. Die temporär gespeicherten Ist-Daten des intelligenten Kleidungsstücks wären nach dem Löschen in der Speichereinheit des intelligenten Kleidungsstücks in dem Auswerte- und Kommunikationssystem verfügbar, da

sie dorthin übermittelt wurden und zur nachfolgenden Auswertung etc. dort in einer geeigneten Speichervorrichtung gespeichert sind.

In einer weiteren Ausführungsform erfolgt das Ausgeben der Rückmeldung durch die Ausgabeinheit in taktiler Form an den Trainierenden. Die taktile Wahrnehmung dient hier
5 der passiven Wahrnehmung von Druck, Berührungen und Vibrationen sowie der Temperatur, da sich die Ausgabeinheit im intelligenten Kleidungsstück positionsgetreu auf oder nahe der Haut des Trainierenden befindet. Das zuständige Sinnesorgan ist die Haut, und zwar sowohl deren Tast- als auch Wärme- und Kälterezeptoren. Die von ihnen ausgelösten Reizimpulse werden mit hoher Geschwindigkeit durch die taktilen
10 Nervenfasern über das Rückenmark an das Gehirn weitergeleitet. Dadurch wird die Unterstützung des Bewegungsablaufs als eine gewohnte Korrektur erfahren, was die Bereitschaft des Trainierenden zur Korrektur verbessert, wodurch die Unterstützung des Bewegungsablaufs durch das intelligente Kleidungsstück verbessert und intensiviert wird. Die taktile Rückmeldung kann beispielsweise über einen Aktuator als Ausgabeinheit
15 ausgegeben werden. Vorzugsweise ist die Ausgabeinheit dafür ein Vibrationsmotor oder eine EMS-Elektrode. Vorzugsweise erfolgt diese Rückmeldung erst nach wiederholter Fehlpositionierung, damit zufällige Falschbewegungen von systematischen Falschbewegungen unterschieden werden können. Die taktile Form (manchmal auch als haptisch bezeichnet) emuliert eine Berührung eines Trainers an der betreffenden Position,
20 vorzugsweise erfolgt die Rückmeldung erst nach einer festgestellten wiederholten Fehlpositionierung des Trainierenden. Darüber hinaus hilft das taktile Feedback und die damit einhergehende neuromuskuläre Stimulation den Trainierenden genau die Muskeln oder Muskelgruppen kontrahieren zu lassen, die für eine korrekte Bewegungsausführung nötig sind. Das trainiert auch die neuromuskuläre Interaktion. Trainierende lernen im Laufe
25 des Trainingsprozesses Muskeln gezielt anzusteuern. Synaptische Verbindungen im Gehirn für die Ansteuerung bestimmter Muskeln entstehen oder werden verstärkt. Auch lernt der Körper die Rekrutierung zusätzlicher Muskelfasern in der Zielmuskulatur. Ziel ist die Automatisierung aller erlernten Übungen und damit eine dauerhafte Vermeidung falscher Bewegungsmuster. Das führt neben einem höheren sportlichen Leistungsniveau auch zu
30 einem verbesserten Körpergefühl für die Ausführung komplexer Bewegungen.

In einer weiteren Ausführungsform, wo die Vielzahl an Ausgabeinheiten entlang strategischer Achsen des intelligenten Kleidungsstücks angeordnet sind, umfasst das Verfahren den weiteren Schritt einer koordinierten gemeinsamen Initiierung einer Korrekturbewegung des Trainierenden mittels Ausgebens der Rückmeldung über alle
35 Ausgabeinheiten der den zu korrigierenden Bewegungsablauf betreffenden strategischen

Achsen. Mittels der Vielzahl an Ausgabeeinheiten wird eine Rückmeldung, vorzugsweise in taktiler Form, erzeugt, die den Effekt einer neuromuskulären Interaktion triggert. Hierbei können die Aktuatoren entlang der gleichen anatomischen Achsen (strategischen Achsen) positioniert sein wie auch die Sensorik zur Bewegungsaufzeichnung. Die Positionen werden
5 dadurch bestimmt, dass entlang dieser Achsen eine Korrekturbewegung durch das taktile Feedback eingeleitet werden soll. Diese neuromuskuläre Interaktion führt beim Trainierenden unterbewusst zu dem Reiz, die betreffende Muskulatur zu aktivieren, um eine Körperhaltung zu korrigieren, beispielsweise einen Arm anzuheben, abzusenken, den Rücken aufzurichten, den Körper zu strecken etc.

10 In einer weiteren Ausführungsform erfolgt der Schritt des Auswertens und der Ermittlung der Bewegungsmuster in Echtzeit. Mit der Echtzeitauswertung kann dem Trainierenden über das intelligente Kleidungsstück bei der laufenden Bewegung dazu Rückmeldungen und gegebenenfalls Korrekturanweisungen gegeben werden, wodurch der Trainierende seinen Bewegungsablauf sofort anpassen und die Änderungen direkt spüren kann, was
15 den Trainingseffekt deutlich verbessert.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Schritt des Auswertens einen Vergleich der Ist-Daten von Sensorknoten, die sich bezüglich einer Körperanatomie auf gegenüberliegenden Positionen des intelligenten Kleidungsstücks befinden. Um Asymmetrien im Bewegungsablauf des Trainierenden zu identifizieren, findet ein direkter
20 Vergleich von gegenüberliegenden Sensorpositionen statt – z.B. linke Schulter und rechte Schulter, linker Arm und rechter Arm, Oberkörper vorne und hinten etc. Diese Vergleiche stellen ein Beispiel für gegenüberliegenden Positionen bezogen auf die Körperanatomie dar, die für den Menschen eine symmetrische Anatomie bezüglich der Wirbelsäule ist. Dabei wird beispielsweise auf eine gleichzeitige Bewegung geachtet, also Ist-Daten mit
25 gleichem Zeitstempel verglichen (beide Sensor-Positionen starten und enden zur gleichen Zeit), und beide Sensorpositionen bewegen sich und ruhen auf den gleichen räumlichen Positionen, was zu gleichen Inertial-Ist-Daten führt, die nur durch einen festen Wert verschoben sind. Dieser wird durch die menschliche Anatomie vorgegeben.

In einer weiteren Ausführungsform erfolgt der Schritt des Auswertens unter Anwendung von
30 festen Regeln und/oder unter Anwendung von Modellen des maschinellen Lernens, wobei die Ist-Daten als Zeitreihe in dem Auswerte- und Kommunikationssystem gespeichert werden. Die abgeleitete Rückmeldung wird über die Kommunikationsschnittstellen während der Übung zur leichten Bewegungs- und Positionskorrektur und nach der Übung als Übungsbewertung an den Trainierenden ausgegeben. Die Auswertung der Ist-Daten kann

dabei eine Erkennung von Intervallen, eine Erkennung von Ausführungs-Geschwindigkeit über die zeitliche Analyse der erkannten Intervalle – sowohl des Intervalls selbst und deren Abfolge, eine Erkennung von Time-under-Tension (TuT) und Belastung – Intervall plus Übungstyp, eine Erkennung von Fehlbewegungen (Position über Zeit), eine Erkennung von Fehlausführungen (statisch), eine Überwachung des Unterkörpers umfassen, die dann in Trainingsanweisungen und taktile und/oder audio-visuelle Rückmeldungen umgesetzt werden.

Die Erkennung von Intervallen erfolgt durch die Betrachtung der Ist-Daten über die Zeit und die Abfolge von Extremwerten und Nullstellen beim Auftragen der Ist-Daten als Funktion der Zeit, beispielsweise mit einer neutralen Position als Nullstellung. Je nach Übungstyp bieten sich hierbei einzelne oder eine Kombination auf verschiedenen Ist-Daten-Zeitreihen (Beschleunigung XYZ(t), Magnet XYZ(t), Gyro XYZ(t), etc.) an. Ebenfalls müssen ggf. verschiedene Sensorknoten-Positionen betrachtet werden, damit das Ende eines Übungsintervalls ganzheitlich erkannt wird, da verschiedene Körperteile und damit verbundene Sensorknoten-Positionen auf Grund der Anatomie jeweils früher oder später an einem Extrempunkt oder einer Nullstelle ankommen.

Die Erkennung der Ausführungs-Geschwindigkeit erfolgt über die zeitliche Analyse der zuvor erkannten Intervalle – sowohl den Anstieg von Flanken als auch die Gesamtlänge eines Intervalls. Die Zuordnung der konzentrischen und der exzentrischen Phase erfolgt dabei über eine Kombination des Übungstyp und der Bewegungsrichtung der entsprechenden Körperteile.

Eine weitere zeitliche Analyse auf Basis der Intervalle ist die Erkennung von Rhythmus bzw. Gleichmäßigkeit. Hierbei werden alle Intervalle über den gesamten Übungsablauf (Bewegungsablauf bei den Übungen) verglichen. Die absoluten zeitlichen Abweichungen, relativ zum Intervallstart, zwischen den herangezogenen Punkten (z.B. Extrempunkte, Nullstellen, Wendepunkte), die sich über mehrere Intervalle hinweg ergeben, erlauben Rückschlüsse auf die Gleichmäßigkeit der Übungsausführung.

Eine Trendanalyse der zeitlichen Abweichung aus der Gleichmäßigkeitsbewertung erlaubt Rückschlüsse auf eine eintretende Ermüdung, speziell wenn die zeitlichen Abweichungen mit der Anzahl durchgeführter Intervalle zunimmt. Ein weiterer Indikator für Ermüdung ist eine Abflachung der Extrempunkte über die Zeit.

Zur Bewertung der muskulären Belastung während einer Übung und um im Umkehrschluss Stärke und Durchhaltevermögen zu steigern, wird die sogenannte Time-under-Tension

(TuT) betrachtet. Hierbei kann im einfachsten Fall die Intervalllänge der jeweiligen Übung herangezogen werden. Eine ganzheitlichere Betrachtung erfolgt über die Berechnung der Fläche unter einer Bewegungskurve (Ist-Daten als Funktion der Zeit). Sowohl einsetzende Ermüdung als auch eine muskuläre Überlastung lassen sich mit Hilfe von Oberwellen auf dem Bewegungsverlauf und in einem anderen/niedrigeren Frequenzbereich als das Rauschen erkennen.

Basierend auf der Intervall- und Asymmetrie-Erkennung lassen sich beim Vergleich (Berechnung der Differenz) mit Referenzbewegungskurven auch Fehlbewegungen erkennen. Abhängig von der durchgeführten Übung, werden unterschiedliche Referenzbewegungskurven, Sensorpositionen und Sensortypen herangezogen.

Im Gegensatz zu den Fehlbewegungen erfolgt bei der Erkennung von Fehlpositionen eine Analyse von statischen (ohne zeitliche Dimension) Orientierungs-, Gyroskop- oder Magnetdaten der jeweiligen Sensoren der Sensorknoten an mehreren Sensorknoten-Positionen (oder Körperteilen). Hierbei werden die Ist-Daten der jeweiligen Sensoren unter Berücksichtigung der menschlichen Anatomie bzw. biomechanischer Zwangsbedingungen miteinander verglichen. Durch die unterschiedliche Orientierung der Sensorknoten an verschiedenen Stellen lassen sich verschiedene Teilkörperachsen (strategische Achsen) und deren Winkel relativ zueinander bestimmen. Eine Abweichung der relativen Achsenlage im Vergleich zu einem Referenzmodell lassen Rückschlüsse auf eine Fehlposition zu.

Bei der Analyse von Fehlbewegungen und Fehlpositionen werden anatomisch vorhandene Fehlstellungen beim Trainierenden des intelligenten Kleidungsstücks berücksichtigt. Dadurch kann es passieren, dass Abweichungen vom Referenzmodell nicht als Fehler gewertet werden. Die Feststellung von Fehlhaltungen wird über einen zu Beginn einmal durchgeführten Kalibrierungsprozess ermittelt. Bei der Kalibrierung muss der Trainierende zuvor festgelegte Referenzpositionen einnehmen. Währenddessen werden Orientierung der Sensorknoten-Positionen und die Winkel der Teilkörperachsen (strategische Achsen) bestimmt und als Grundbasis gespeichert.

Falls eine direkte Überwachung durch Sensorknoten nur am Oberkörper erfolgt, kann der Unterkörper durch die Anwendung des Tensegrity-Modells implizit mit überwacht werden. Die Tatsache, dass der menschliche Körper ein eng gekoppeltes biomechanisches System ist, bei dem jede Teilkörperbewegung eine direkte Auswirkung auf andere Teilkörper hat, ermöglicht Rückschlüsse auf Fehlbewegungen oder Positionierung des Unterkörpers. Des

Weiteren lassen sich über Korrekturbewegungen am Oberkörper auch Korrekturen des Unterkörpers erreichen und umgekehrt. Diese findet speziell beim Feedback während der Übungsausführung Anwendung.

5 Sämtliche diskrete Berechnungen und Regeln lassen sich auch durch ein sogenanntes Convolutional Neural Network (CNN) ersetzen. Vor dem Start einer Übung wird dem Nutzer über die Mensch-Maschine-Schnittstelle des Auswerte- und Kommunikationssystems, beispielsweise das Smartphone, eine Videoanleitung der durchzuführenden Übung vorgeführt. Dabei werden die Schlüsselanweisungen sprachlich unterlegt und mit Überblendungen im Video hervorgehoben. Sie können zusätzlich durch haptische Signale
10 ergänzt werden, bspw. durch Ansprache des Bereichs der Zielmuskulatur in Kombination mit akustischer Anweisung.

Die Trainingsplanung, d.h. die Festlegung der Übungstypen, Übungsanzahl, Wiederholungen und Intensität, erfolgt auf Basis eines Assessments, bei dem Daten durch den Trainierenden manuell eingetragen und/oder automatisch mithilfe der Vorrichtung
15 ermittelt werden. Bei den durch den Trainierenden bereitgestellten Informationen handelt es sich im Wesentlichen um Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, Lebensgewohnheiten und Vorerkrankungen. Über die aus dem Assessment automatisiert erfassten Daten sollen Fitnessgrad und muskuläre Dysbalancen berechnet werden. Dazu führt der Trainierende mehrere vordefinierte Übungen durch. Hierbei werden Werte wie Dauer, Anzahl der
20 Intervalle, und Asymmetrien ermittelt, siehe voranstehende Erläuterungen. Zudem werden auch manuelle Eingaben des Trainierenden über standardisierte Eingabefelder berücksichtigt. Dazu gehören z.B. persönliches Empfinden oder Leistungswerte, die sich nicht mit der Vorrichtung automatisiert messen lassen.

Um die passenden Übungen für ein Assessment-Ergebnis zu bestimmen, werden die
25 Übungen klassifiziert. Die Klassifizierung entspricht hierbei den Kriterien die beim Assessment abgefragt und ermittelt werden. Dadurch entsteht eine feste Verknüpfung zwischen Übungen und entsprechenden Fähigkeiten und Bedürfnissen des Nutzers. Bei der Bewertung jeder einzelnen Übung werden mehrere Schlüsselparameter für die Übungsausführung herangezogen. Diese beschreiben die Übung qualitativ und quantitativ
30 durch Gleichmäßigkeit und Geschwindigkeit der Übungsausführung, Asymmetrien, Grad der Ermüdung und der Anteil festgestellter Fehlbewegungen. Der insgesamt Trainingsfortschritt greift die Schlüsselparameter für die Übungsausführung zur Übungsbewertung auf und unterzieht diese einer zeitlichen bzw. Trendanalyse.

In einer weiteren Ausführungsform werden der Datenempfänger und die Übermittlungseinheit durch ein Smartphone und die Auswertungseinheit mittels einer Applikation installiert und ausgeführt auf dem Smartphone oder in einer Cloud bereitgestellt. Das intelligente Kleidungsstück und die Applikation auf dem Smartphone (Mobilapplikation) können hierbei über eine kabellose niedrig-Energie-Schnittstelle – bevorzugt Bluetooth Low Energy (BLE) – kommunizieren (Daten und Signale austauschen). Die Mobilapplikation kann gegebenenfalls mit einem Hintergrundsystem (ein sogenanntes Backend) über eine bestehende Internetverbindung in Kontakt stehen. Das Smartphone bildet eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) zwischen dem Trainierenden mit dem intelligenten Kleidungsstück und dem Auswerte- und Kommunikationssystem, die Mobilapplikation agiert als Datenanalyseknoten und stellt eine Steuereinheit/Gateway für das intelligente Kleidungsstück bereit. In seiner Funktion als HMI ermöglicht die Mobilapplikation das Anlegen von Benutzerprofilen, das Einrichten des Wearables, audio-visuelle Begleitung und die Durchführung von Assessment, Trainingsplanung, Training und Ergebnispräsentation. Mit dem intelligenten Kleidungsstück ist außerdem eine Gestensteuerung möglich. Durch ein manuelles Tappen (Auftippen) auf einen definierten Sensorknoten (beispielsweise an der Schulter- oder Oberarmposition) der User mit dem System interagieren. Eine vorkonfigurierte Steuerfunktion könnte beispielsweise ein Start-Stopp-Signal für das Training sein. Dieses sogenannte Tapping für die Steuerung kann unabhängig vom Auswerte- und Kommunikationssystem am intelligenten Kleidungsstück direkt durch den Träger oder anderer Personen erfolgen. Das Tapping ist im Datensignal der IMU der Sensorknoten deutlich erkennbar.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Ausgebens einer zusätzlichen audiovisuellen Rückmeldung durch die Applikation zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Trainierenden über das Smartphone. Die Rückmeldung ist dabei zeitlich abgestimmt und an die aktuell ausgeführte Übung des Trainierenden angepasst, um beim Trainierenden (Nutzer) eine angemessene Bewegungs- oder Positionskorrektur in Verbindung mit der Ausgabeeinheit des intelligenten Kleidungsstücks auszulösen. Die audiovisuelle Rückmeldung bezeichnet hierbei ein Signal, das entweder akustisch oder visuell oder als Kombination von akustischen und visuellen Signalen von geeignet ausgestalteten Ausgabeeinheiten ausgegeben wird. Auf Basis der erkannten Fehlbewegungen, Fehlpositionen und zeitlichen Abweichungen (ungleichmäßig, zu schnell, zu langsam) wird dem Nutzer beispielsweise über das Smartphone zusätzliches audio-visuelles Feedback gegeben. Dabei wird sich auf kurze, gut verständliche Anweisungen beschränkt, die beim Nutzer eine Korrekturbewegung auslösen. Es wird

darauf geachtet, dass das Feedback entsprechend der Nutzerpräferenzen nicht bei jedem unwesentlichen Fehler und auch nicht zu häufig (max. 1–3-mal) während einer Übung gegeben wird – analog zum Vorgehen eines menschlichen Trainers. Das audio-visuelle Feedback wird in Kombination, synchronisiert, mit einem haptischen Feedback gegeben.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren zumindest einen der weiteren Schritte:
- Abfragen eines Status des intelligenten Kleidungsstücks durch das Auswerte- und Kommunikationssystem;
 - Übertragen notwendiger Parameter und/oder Daten vom Auswerte- und
 - 10 Kommunikationssystem zum intelligenten Kleidungsstück zu dessen Betrieb;
 - Starten oder Beenden des Erfassens der Ist-Daten durch das Auswerte- und Kommunikationssystem.

Als Steuereinheit/Gateway für das intelligente Kleidungsstück kann die Auswerteeinheit (beispielsweise die Applikation auf dem Smartphone (Mobilapplikation)) den Zugriff auf den

15 internen Status des intelligenten Kleidungsstücks – z.B. Batterieladezustand, Verbindungsqualität, Betriebsbereitschaft - ermöglichen. Des Weiteren können über die Auswerteeinheit neue Softwareversionen und andere zum Betrieb notwendige Parameter/Daten an das intelligente Kleidungsstück übertragen oder weitergeleitet werden. Beim Starten oder Beenden des Trainingsbetriebs kann die Auswerteeinheit die

20 Aufzeichnung und Übertragung von Bewegungsdaten im/vom intelligenten Kleidungsstück starten oder stoppen. Zeitlich angepasst an audio-visuelle Rückmeldungen über das Auswerte- und Kommunikationssystem kann die Auswerteeinheit als notwendige Parameter / Daten auch Kommandos an das intelligente Kleidungsstück übermitteln, um beispielsweise Aktuatoren an den passenden Positionen für eine taktile Rückmeldung an

25 den Trainierenden zu aktivieren.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Auswerte- und Kommunikationssystem ein Hintergrundsystem, mit dem die Auswerteeinheit über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, und das Verfahren den weiteren Schritt des Bereitstellens von netzwerktechnischen Diensten und/oder Diensten zum maschinellen Lernen für die

30 Auswerteeinheit und/oder das intelligente Kleidungsstück. Das Hintergrundsystem (ein sogenanntes Backend) kann dabei Teil-Applikationen zur Umsetzung geeigneter Geschäftslogik umfassen, sowie Sicherheits- und andere Netzwerk-Dienste, Dienste zum maschinellen Lernen (ML), Datenspeicher und Datenverwaltung, Schnittstellenverwaltung und Orchestrierung, um folgenden Anwendungen umzusetzen:

- Aggregation und Langzeit-Speicherung der Zeitreihendaten aus den einzelnen Trainingseinheiten.
- Langzeitdatenanalyse zur Auswertung von Trainingsfortschritt, Trends, Vorhersagen und Anomalie-Erkennung.
- 5 - Bereitstellung von Schnittstellen zu sicherer Zugriffserteilung auf Trainings- und Assessmentdaten durch autorisierte Externe.
- Nutzerprofilverwaltung, Authentifizierung und Autorisierung.
- Trainieren und Verteilen von Modellen zur Bewegungserfassung und Trainingsbewertung an Auswerteeinheit (z.B. Mobilapplikation) und intelligentem
10 Kleidungsstück.
- Verteilen von neuen Firmware Versionen an das intelligente Kleidungsstück.

Hierbei ist eine permanente Verbindung zwischen Auswerteeinheit und Hintergrundsystem nicht zwingend notwendig, um den Hauptzweck der Erfindung, nämlich die digitale Steuerung von Bewegungsabläufen, zu erfüllen.

- 15 In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die weiteren Schritte:
- Bereitstellen eines Satzes von Testübungen durch das Auswerte- und Kommunikationssystem zur Ausführung durch den Trainierenden; und
 - Kalibrieren der Auswerteeinheit auf Basis der Ist-Daten von den Testübungen.
- Das Kalibrieren könnte dabei gegebenenfalls in zeitlich periodischen Abständen wiederholt
20 werden.

Hiermit kann als Eingangsgröße erfasst werden, welche aktuellen Kraftwerte, Beweglichkeit und Koordinationsfähigkeit der Trainierende vor Aufnahme des eigentlichen Trainings besitzt. Zu diesem Erfassungsprogramm gehören validierte Testübungen wie beispielsweise den Einbeinstand und die Überkopf-Kniebeuge (Overhead Squat), um
25 eventuell vorhandene muskuläre Dysbalancen digital zu erfassen und auszuwerten bzw. den späteren Rückmeldungen zugrunde zu legen. Ein Satz an Testübungen bezeichnet dabei eine Mehrzahl an Testübungen, die besonders gut Rückmeldung zum Trainingszustand und zu den körperlichen Möglichkeiten des Trainierenden bieten. Damit können die Rückmeldungen auf das momentane Vermögen des Trainierenden angepasst
30 werden, um ihn nicht gegebenenfalls durch Rückmeldungen zu überfordern. Obige Status-Erfassung mittels Testübungen des Trainierenden kann periodisch erfolgen, beispielsweise alle 4 – 6 Wochen, um den Trainingszustand und Trainingsfortschritt anhand eines Vergleichs derselben Testübungen über die Historie überprüfen zu können. Außerdem werden die Daten für die Trainingsplanung herangezogen.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren die weiteren Schritte

- Eingeben persönlicher Log-in-Daten des Trainierenden in ein Eingabemodul des Auswerte- und Kommunikationssystems;
- Bereitstellen und Übermitteln individueller Trainingspläne durch das Hintergrundsystem an die Auswerteeinheit auf Basis der Log-in-Daten; und
- Generieren der Rückmeldungs-Signale an die Empfängereinheit des intelligenten Kleidungsstücks auf Basis eines Vergleichs der ermittelten Bewegungsmuster mit den geforderten Bewegungsmustern.

Für die Erstellung von Trainingsplänen (Mehrzahl an unterschiedlichen körperlichen Übungen, die jeweils mit einer bestimmten Wiederholungszahl oder Zeitspanne und Intensität in einer bestimmten Reihenfolge durchgeführt werden sollen) kann vorab eine komplexe Anamnese (Aufnahme des Ist-Zustands des Trainierenden) durchgeführt werden. Auf Grundlage der persönlichen Daten, der Ergebnisse der allgemeinen Leistungsdiagnostik sowie der Auswertung der muskulären Dysbalancen kann ein individueller Trainingsplan (dem einzelnen Trainierenden zugeordnet) erstellt werden. Dieser beinhaltet Übungsauswahl, Intensität, Frequenz und jeweilige Dauer des Trainings. Dabei werden die aus der modernen Sportwissenschaft bekannten Regenerationszeiten in Bezug auf optimales Muskelwachstum berücksichtigt. Außerdem werden geschlechtsspezifische physiologischen Unterschiede in Bezug auf die Adaptionerscheinungen der Muskulatur sowie der Regenerationszeiten berücksichtigt. Um sowohl Über- als auch Untertraining zu vermeiden, erhalten Trainierende entsprechende Hinweise für die passende Trainingsgestaltung. Unter Berücksichtigung der persönlichen Randbedingungen sowie der Wünsche des Trainierenden wird auf dieser Basis ein sportwissenschaftlicher Trainingsplan in Bezug auf Häufigkeit und Dauer erstellt. Gegebenenfalls kann ein solcher Trainingsplan auch AI-gestützt erstellt werden. Hierbei werden aus einer Auswahl von vorhandenen Trainingsplänen und bekannten Parametern der zu den Trainingsplänen Trainierenden sowie deren Trainingsfortschritt mittels maschinellen Lernens ein neuer angepasster Trainingsplan erstellt werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Benachrichtigens des Trainierenden über die Ausgabeeinheit, wenn eine nächste Übung des Trainingsplans ausgeführt werden soll, vorzugsweise wird die Benachrichtigung erst ausgegeben, wenn die Auswerteeinheit anhand der Ist-Daten zu der jeweiligen Übung im Trainingsplan eine korrekte Ausführung der Übung und eine ausreichende Wiederholung der Übung durch den Trainierenden erkannt und ein entsprechendes Rückmeldungs-Signal

generiert hat. Die Auswerteeinheit erfasst die Bewegungsabläufe des Trainierenden. Daher kann sie feststellen, wie oft eine Übung durchgeführt wurde. Ist die gewünschte oder voreingestellte oder durch den Trainingsplan vorgegebene Anzahl an Wiederholungen der jeweiligen Übung erreicht und durch die Auswerteeinheit festgestellt, so kann die

5 Ausgabereinheit ein Rückmeldungs-Signal generieren, das dazu vorgesehen ist, einen anstehenden Übungswechsel anzuzeigen. Die Ausgabereinheit des intelligenten Kleidungsstücks gibt eine entsprechende Rückmeldung an den Trainierenden aus, die sich von den Rückmeldungen zur Bewegungskorrektur unterscheidet, beispielsweise in Form eines akustischen Signals anstelle eines taktilen Signals. Wie viele Wiederholungen einer

10 bestimmten Übung vom Trainierenden ausgeführt wurden, kann die Auswerteeinheit beispielsweise dadurch feststellen, dass die Bewegungsabläufe ein wiederkehrendes Muster haben. Legt man dieses wiederkehrende Muster über den zeitlichen Gesamtverlauf des Bewegungsablaufs, kann die Anzahl an gleichen Mustern bestimmt und damit die Wiederholungszahl der Übung festgestellt werden. Welches Muster nun welcher Übung

15 entspricht, kann die Auswerteeinheit mittels eines Vergleichs von Ist-Daten der Sensorknoten mit Soll-Daten für eine jede Übung vergleichen. Die Auswerteeinheit umfasst vordefinierte Soll-Daten zu den jeweiligen Übungen. Somit besitzt eine bestimmte Übung einen zeitlichen Verlauf von Soll-Daten für die Sensorknoten des intelligenten Kleidungsstücks. Diese Soll-Daten können beispielsweise mit einer Soll-Daten-Kalibrierung

20 gewonnen werden, indem die zu kalibrierende Übung von einer Person, beispielsweise einem Bewegungsexperten, mit dem intelligenten Kleidungsstück einmalig oder mehrfach durchgeführt wird und die so entstehenden Kalibrierungs-Ist-Daten als Soll-Daten zu der betreffenden Übung im Auswerte- und Kommunikationssystem gespeichert und von der Auswerteeinheit zur Bestimmung der vom Trainierenden ausgeführten Übung mit den

25 entsprechend eingehenden Ist-Daten verwendet werden. Mit dem Vergleich von zeitlich aufeinander folgenden Ist-Daten miteinander und simultan zu Soll-Daten kann eine Abweichung von den Soll-Daten für die jeweilige Übung festgestellt werden. Je nach Größe und Art der Abweichung können entsprechende Rückmeldungs-Signale von der Auswerteeinheit generiert und an die Ausgabereinheit des intelligenten Kleidungsstücks zur

30 Abgabe einer Rückmeldung an den Trainierenden, beispielsweise mittels einer drahtlosen Bluetooth-Verbindung, übermittelt werden. Wird eine Abweichung zwischen Ist- und Soll-Daten festgestellt, die kleiner als ein vordefinierter Schwellwert ΔX ist, wird die Übung als korrekt ausgeführt von der Auswerteeinheit erkannt. Das übermittelte Rückmeldungs-Signal kann dann im intelligenten Kleidungsstück daraufhin gegebenenfalls das Ausgeben

35 einer für einen Übungswechsel charakteristischen Rückmeldung durch die Ausgabereinheit(en) veranlassen.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren den weiteren Schritt des Erstellens eines Trainingsberichts mit den ausgewerteten Ist-Daten, vorzugsweise als Funktion aller zumindest in einem Zeitraum absolvierten Trainingseinheiten. Beispielsweise kann nach jedem Training und nach bestimmten Trainingsphasen (Mikrozyklen und Mesozyklen) ein Trainingsbericht mit detaillierter Rückmeldung zu den Trainingsergebnissen und dem Trainingsfortschritt erstellt werden. Darauf basierend kann eine regelmäßige Anpassung der Trainingsintensität und damit der generierten Rückmeldungen an das jeweils aktuelle Fitnesslevel durchgeführt werden. Hinzu können weitere Bewertungen in sportwissenschaftlich sinnvollen Abständen vorgenommen werden, um auf Basis dieser Bewertungen das Training kontinuierlich dem aktuellen Fitnesslevel anzupassen. Beispielsweise kann diese Auswertung und Anpassung mittels Umsetzung von Expertenwissen und/oder AI-gestützt erfolgen. Obige Trainingsberichte können beispielsweise nach jedem erfolgten Training mit oder ohne Berücksichtigung einer Historie der vorangegangenen Trainingseinheiten erstellt werden.

In einer weiteren Ausführungsform ist das intelligente Kleidungsstück an den Trainierenden so angepasst, dass es mit seiner Oberfläche an dem Trainierenden zumindest im Bereich der Sensorknoten anliegt, vorzugsweise ist das intelligente Kleidungsstück eine Oberbekleidung, besonders bevorzugt ein T-Shirt. Mit dem intelligenten Kleidungsstück als Oberbekleidung lassen sich Fehler in Bewegungsabläufen korrigieren. Sowohl Ober- als auch Unterkörperbewegungen sind oft fehlerbehaftet, ohne dass dies den Trainierenden bewusst ist. Das gilt insbesondere für den Rücken (es entsteht ein Rundrücken), den Schulterbereich (sie hängen nach vorne oder werden nach oben gezogen) sowie für die Knie (gehen seitlich weg oder zeigen nach innen). Ein intelligentes Kleidungsstück als T-Shirt kann die Sicherheit bei Körperübungen deutlich steigern, selbst wenn die untere Körperhälfte nicht überwacht wird. Unter Anwendung des Tensegrity Modells und der myofaszialen Linien reicht es aus, ausschließlich die Bewegungen des Oberkörpers zu überwachen. Das Tensegrity Modell besagt, dass eine anatomisch korrekte Oberkörperhaltung gleichzeitig zu einer korrekten Haltung des Unterkörpers führt und umgekehrt. Bei einem zusätzlichen Tragen einer intelligenten Hose als ein weiteres intelligentes Kleidungsstück, beispielsweise einer sogenannten Sport-Leggings oder Sport-Tights, kann das Überwachungsergebnis noch weiter verbessert werden.

Gemessen und erfasst werden können dann noch zusätzliche Daten, die Bezug nehmen auf das so genannte Kadenz-Modell. Dazu gehören die Schrittlänge, die Zeit in der Luft, der Kniehub, der Rechts-Links-Vergleich sowie die Kadenz selbst. Die Messung dieser

zusätzlichen 4 Kenngrößen kann ebenfalls über ein Sensornetzwerk bestehend aus den zuvor beschriebenen Sensorknoten in Echtzeit erfolgen. Die Interpretation der Daten erlaubt ein auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmtes Training, der jeweiligen Tagesform entsprechend.

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren folgt einem holistischen Ansatz. Dieser umfasst die regelmäßige Erfassung des individuellen Ist-Zustands eines jeden Trainierenden. Auf dieser Basis erfolgt eine Trainingsplanung. Trainingsdaten werden auf kurz-, mittel- und langfristiger Basis analysiert, um die Planung zu optimieren bzw. den Fortschritt zu verfolgen und ggf. gegenzusteuern und anzupassen. Alle Trainingseinheiten werden live
10 begleitet und überwacht, um sowohl die Sicherheit als auch die Qualität des Trainings sicherzustellen.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein System zur digitalen Unterstützung von Bewegungsabläufen umfassend ein intelligentes Kleidungsstück und ein Auswerte- und Kommunikationssystem jeweils angepasst zur Ausführung des erfindungsgemäßen
15 Verfahrens. Das erfindungsgemäße System stellt somit eine Vorrichtung zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen zur Verfügung, die die Bewegungsabläufe ermittelt und ein zeitnahes Rückmeldungs-Signal zu den Bewegungsabläufen an das intelligente Kleidungsstück übermitteln kann. Mit dem Auswerte- und Kommunikationssystem in Verbindung mit dem intelligenten Kleidungsstück
20 ermöglicht das System somit die Auswertung der biomechanischen Daten, die sonst nur mit Expertenhilfe möglich wäre und stellt darüber hinaus Live-Feedback zur Verfügung und ermöglicht so die neuromuskuläre Interaktion. Das erfindungsgemäße System bedarf weder eines von Experten auszuführenden Aufbau- und Kalibrierungs-Aufwand noch die Anwesenheit von speziell geschultem Personal beim Trainierenden mit dem intelligenten
25 Kleidungsstück und ist somit benutzerfreundlich.

In der hier vorliegenden Erfindung bezeichnet der Begriff „ein“, „einer“ oder „eine“ nicht eine bestimmte Anzahl der damit bezeichneten betreffenden Komponenten, sondern schließt explizit die Möglichkeit mit ein, dass der beanspruchte Gegenstand neben der einen Komponente auch ein oder mehrere weitere dieser Komponenten umfassen kann. Somit
30 ist der Begriff auch als „ein oder mehrere“ zu verstehen. Ist dagegen die Anzahl der spezifizierten Komponenten gleich 1 gemeint, wird dies mit „genau ein/eine/einer“ bezeichnet.

Die voranstehend beschriebenen Ausführungsformen können vom Fachmann im Rahmen der erfindungsgemäßen Lehre beliebig miteinander auch abweichend von den Anspruchsrückbezügen kombiniert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 5 Fig.1: eine Ausführungsform des intelligenten Kleidungsstücks als langärmeliges T-Shirt in der Vorderansicht als Teil des erfindungsgemäßen Systems und zur Verwendung im erfindungsgemäßen Verfahren;
- Fig.2: schematische Darstellung eines Sensorknotens mit mehreren Sensoren (a) in Draufsicht und (b) in Seitenansicht;
- 10 Fig.3: schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems mit intelligentem Kleidungsstück und Auswerte- und Kommunikationssystem;
- Fig.4: schematische Darstellung der (a) Ist-Daten verschiedener Sensorknoten während derselben Übung, und der (b) Ist-Daten eines Beschleunigungssensors als
- 15 Funktion der Zeit einer Bewegungsübung mit zwei Durchführungen nacheinander; und
- Fig.5: schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

- 20 Die hier gezeigten Ausführungsformen stellen nur Beispiele für die vorliegende Erfindung dar und dürfen daher nicht einschränkend verstanden werden. Alternative und durch den Fachmann in Erwägung gezogene Ausführungsformen sind gleichermaßen vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung umfasst.

Fig.1 zeigt eine Ausführungsform des intelligentes Kleidungsstück 1 als langärmeliges T-Shirt in der Vorderansicht. Das hier gezeigte Prinzip ist auch auf andere Oberbekleidungen übertragbar. Das T-Shirt 1 umfasst ein integriertes elektronisches Netzwerk 2 zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und zur Abgabe von Rückmeldungen FB an einen Trainierenden des T-Shirts 1. Das elektronische Netzwerk 2 umfasst hier eine Vielzahl an Sensorknoten 3, eine Speichereinheit 4, eine Sendeeinheit 5, eine

25

30 Empfängereinheit 6 und eine Vielzahl an Ausgabeeinheiten 7. Das T-Shirt 1 ist hier vollständig aus einem elastischen Textil-Material 11 gefertigt, das eine Positionstreue der

Sensorknoten 3 am Körper des Trainierenden beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks 1 gewährleistet. Zumindest die Sensorknoten 3 und die Ausgabeeinheiten 7 können gegebenenfalls irreversibel (in Teilen oder komplett) mit dem Textil-Material 11 verbunden sein. Die Sensorknoten 3 dienen dabei der Erfassung von Ist-Daten ID des Trainierenden, die eine Sensorkennung oder Sensorknotenerkennung umfassen. Die Sensorknoten 3 sind hier entlang strategischer Achsen SA des intelligenten Kleidungsstücks 1 zur flächigen Überwachung des Trainierenden angeordnet. Zur Illustration sind hier vier unterschiedliche strategische Achsen SA (entlang des linken Arms, entlang des rechten Arms, entlang der Wirbelsäule und von linker zu rechter Schulter) dargestellt. Je nach Ausgestaltung des intelligenten Kleidungsstücks 1 können auch mehr oder weniger strategische Achsen SA definiert sein und entsprechend im elektrischen Netzwerk 2 mit entsprechenden Verbindungen und Komponenten abgebildet werden. Die Speichereinheit 4 ist zur temporären Speicherung der Ist-Daten ID vorgesehen und in diesem Fall in einer gemeinsamen Komponente mit Sendereinheit 5 und Empfängereinheit 6 zwischen den Schulterpartien knapp unter dem Halsausschnitt 10 integriert. Die Sensorknoten 3 und/oder die Speichereinheit 4 können dabei ausgestaltet sein, die erfassten Ist-Daten ID mit für das elektronische Netzwerk 2 synchronisierten Zeitstempeln für die Zeit der Erfassung der Ist-Daten ID zu versehen. Außerdem kann das elektronische Netzwerk 2 dazu ausgestaltet sein, die Ist-Daten ID nach Übermittlung an das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 aus der Speichereinheit 4 zu löschen. Die Sendereinheit 5 ist hier zu einer kabellosen Übermittlung der temporär gespeicherten Ist-Daten ID, beispielsweise über eine Bluetooth- oder eine WLAN-Schnittstelle, an ein Auswerte- und Kommunikationssystem 100 vorgesehen (symbolisiert dargestellt). Das elektronische Netzwerk 2 kann dabei dazu ausgestaltet sein, die erfassten Ist-Daten ID vor der Übermittlung an das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 einer Vorbearbeitung zu unterziehen, beispielsweise in der gemeinsamen Komponente aus Speichereinheit 4, Sendereinheit 5 und Empfangseinheit 6, die dazu einen Prozessor und ein entsprechendes auf dem Prozessor ausgeführtes Vorbearbeitungsprogramm umfassen kann. In anderen Ausführungsformen kann im elektronischen Netzwerk 2 auch pro strategischer Achse SA jeweils eine der Sendereinheiten 5 angeordnet sein. Die Empfängereinheit 6 ist zum Empfangen eines Rückmeldungs-Signals FBS von dem Auswerte- und Kommunikationssystem 100 auf Basis der übermittelten Ist-Daten ID vorgesehen. Die Vielzahl an Ausgabeeinheiten 7 sind hier entlang der strategischen Achsen SA des T-Shirts 1 angeordnet und dazu vorgesehen, mittels der Rückmeldung FB eine Korrekturbewegung des Trainierenden zu initiieren. Hierbei kann eine Rückmeldung FB nur entlang einer der strategischen Achsen SA erfolgen, während die Ausgabeeinheiten 7 entlang der anderen

strategischen Achsen SA keinerlei Rückmeldung FB an den Trainierenden geben, beispielsweise weil die restlichen Bewegungsanteile des Trainierenden korrekt sind und dort kein Korrekturbedarf besteht. In dem hier gezeigten Beispiel werden Rückmeldungen FB nur von den entlang der Wirbelsäule (strategische Achse) des Trainierenden angeordneten Ausgabeeinheiten 7 ausgesendet, was beispielsweise eine krumme Rückenhaltung korrigieren soll. Während der krummen Rückenhaltung kann die Haltung der Arme und der Schultern relativ zueinander beispielsweise korrekt sein, weswegen die dortigen Ausgabeeinheiten 7 keine Rückmeldung FB aussenden. Die Ausgabeeinheiten 7 können diese Rückmeldung FB beispielsweise in taktiler Form an den Trainierenden ausgeben, die zur Emulation einer Berührung eines Trainers an ihrer Position ausgestaltet ist, vorzugsweise erfolgt die Rückmeldung FB erst nach einer festgestellten wiederholten Fehlpositionierung des Trainierenden. Eine solche Ausgabeeinheit 7 kann als Vibrationsmotor oder EMS-Elektrode ausgeführt sein. Die obigen Einheiten 3, 4, 5, 6, 7 sind im elektronischen Netzwerk 2 mittels Daten- und/oder Stromverbindungen 8 miteinander und mit einer Stromversorgung 9 des elektronischen Netzwerks verbunden, wobei die Daten- und/oder Stromverbindungen 8 in das intelligente Kleidungsstück 1 eingewebt sind. Die Stromversorgung 9 ist hierbei an der Position angeordnet, die sich beim Tragen des T-Shirts 1 im Bereich der Hüfte des Trainierenden befindet. Damit befindet sich die Stromversorgung 9 beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks 1 möglichst nahe einem Schwerpunkt des Trainierenden bei aufrechtem Stand des Trainierenden. Beim T-Shirt 1 sind hier die beiden Armbündchen 12a und das Hüftbündchen 12h durch eine Doppellinie dargestellt. Weder die Armbündchen 12a noch das Hüftbündchen 12h sind Teil des elektronischen Netzwerks 2, sondern Bestandteil des T-Shirt-Materials an sich.

Fig.2 zeigt eine schematische Darstellung eines Sensorknotens 3 mit mehreren Sensoren 31 (a) in Draufsicht und (b) in Seitenansicht. In der hier gezeigten Ausführungsform besitzt der Sensorknoten 3 eine flächenförmige Ausdehnung A_x , A_y entlang einer Oberfläche 1a des intelligenten Kleidungsstücks 1, die um mindestens eine Größenordnung größer ist als deren Dicke A_z senkrecht zur Oberfläche 1a. Die Sensoren 31 des jeweiligen Sensorknotens 3 können dabei unterschiedliche Sensoren 31 mit unterschiedlichen Messaufgaben sein. Beispielsweise kann der Sensorknoten 3 einen drei-Achsen-Beschleunigungssensor 31, einen drei-Achsen-Gyroskop 31 und ein Magnetometer 31 umfassen.

Fig.3 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems 200 mit intelligentem Kleidungsstück 1 (siehe auch Fig.1) und Auswerte- und

Kommunikationssystem 100 zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahren 200, wobei eine digitale Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und eine Abgabe einer Rückmeldung FB an einen Trainierenden mittels des intelligenten Kleidungsstückes 1 ausgeführt wird, um den Trainierenden bei den Bewegungsabläufen zu unterstützen. Für die Details zum intelligenten Kleidungsstück 1 verweisen wir auf Fig.1. Das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen ist hier über eine Bluetooth-Verbindung B mit entsprechenden Schnittstellen auf beiden Seiten zum Datenaustausch mit dem intelligenten Kleidungsstück 1 verbunden. Das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 umfasst ferner einen Datenempfänger 110 zum Empfangen von erfassten Ist-Daten ID des intelligenten Kleidungsstückes 1, die über die Bluetooth-Verbindung B von der Sendereinheit 5 des intelligenten Kleidungsstückes 1 zum Datenempfänger 110 übermittelt werden, eine Auswerteeinheit 120 zum Auswerten der Ist-Daten ID, zur Ermittlung von Bewegungsmustern des Trainierenden aus den ausgewerteten Ist-Daten ID und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen FBS zur Korrektur der Bewegungsmuster des Trainierenden des intelligenten Kleidungsstückes 1, und eine Übermittlungseinheit 130 zum Übermitteln der Rückmeldungs-Signale FBS über dieselbe Bluetooth-Verbindung B an eine Empfängereinheit 6 des intelligenten Kleidungsstückes 1 zur nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Trainierenden basierend auf den ermittelten Bewegungsmustern des Trainierenden. Hierbei wertet die Auswerteeinheit 120 die Ist-Daten ID in Echtzeit aus und ermittelt die Bewegungsmuster des Trainierenden. Die Auswerteeinheit 120 ist dabei dazu ausgestaltet, die Ist-Daten ID als Zeitreihe zu speichern und unter Anwendung von festen Regeln und/oder unter Anwendung von Modellen des Maschinenlernens zu analysieren. Hierbei führt sie auch einen Vergleich der Ist-Daten ID von Sensorknoten 3 durch, die sich bezüglich einer Körperanatomie auf gegenüberliegenden Positionen des intelligenten Kleidungsstückes 1 befinden, um Asymmetrien bei den Bewegungsabläufen festzustellen. In dieser Ausführungsform ist der Datenempfänger 110 und die Übermittlungseinheit 120 durch ein Smartphone 140 und die Auswerteeinheit 120 mittels einer Applikation APP installiert und ausgeführt auf dem Smartphone 140 oder in einer Cloud CL bereitgestellt. Die Applikation APP ist ferner dazu ausgestaltet, über das Smartphone 140 zusätzliche audiovisuelle Rückmeldungen zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Trainierenden des intelligenten Kleidungsstückes 1 auszugeben. Ferner ist die Applikation APP dazu vorgesehen, einen Status des intelligenten Kleidungsstückes 1 abzufragen, zum Betrieb des intelligenten Kleidungsstückes 1 notwendige Parameter und/oder Daten zu übertragen, und einen Trainingsbetrieb mit dem intelligenten Kleidungsstück 1 zu starten oder zu beenden. In dieser Ausführungsform

umfasst das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 ein Hintergrundsystem 150 (siehe Klammer „100“), mit dem die Auswerteeinheit 120 über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, wobei das Hintergrundsystem dazu ausgestaltet ist, geeignete Geschäftslogik, Sicherheits- und andere Netzwerk-Dienste, Dienste zum maschinellen Lernen (ML) sowie zum Speichern und Verwalten von Daten für die Auswerteeinheit 120 und/oder das intelligente Kleidungsstück 1 bereitzustellen.

Fig.4 zeigt eine schematische Darstellung der (a) Ist-Daten bzgl. der Drehung R verschiedener Sensorknoten 3 während derselben Übung, und der (b) Ist-Daten „AccX“ eines Beschleunigungssensors 31 als Funktion der Zeit einer Bewegungsübung mit zwei Durchführungen nacheinander. Bei der Bewertung/Analyse der Bewegungsdaten werden entweder die Ist-Daten ID eines einzelnen Sensorknoten 3 (einer Sensorposition) oder eine Kombination aus mehreren Positionen herangezogen. In beiden Fällen ist die Position der Sensorknoten 3 am Körper zu berücksichtigen und die damit einhergehenden Einschränkungen, die die menschliche Anatomie / biomechanische Zwangsbedingungen vorgibt - in welche Richtungen sich ein Sensorknoten 3 translatorisch und rotatorisch bewegen kann bzw. wie sich zwei oder mehrere Positionen verschiedener Sensorknoten 3 relativ zueinander bewegen können. Daraus ergeben sich folgende Logiken für die Erkennung und Bewertung verschiedener Aspekte. Bei der Erkennung von Asymmetrien findet ein direkter Vergleich von gegenüberliegenden Sensorpositionen statt (siehe Figure 4a) – z.B. links und rechts, oben und unten oder vorne und hinten. Dabei wird auf eine gleichzeitige Bewegung geachtet – beide Sensor-Positionen starten und enden zur gleichen Zeit – und beide Sensorpositionen bewegen sich und ruhen auf den gleichen räumlichen Positionen, was zu gleichen Inertialdaten (Neigung, Drehung R, Richtung, Beschleunigung XYZ) führt (siehe Figure 4a – Pos. B & C) die durch einen festen Wert verschoben sein können (siehe Figure 4a – x). Dieser wird durch die menschliche Anatomie vorgegeben. Kurve A zeigt im Vergleich zu Kurve B und C keine Asymmetrie, sondern eine symmetrische Bewegung. Die Verschiebung x ist anatomisch bedingt, aber keine Asymmetrie. Anatomisch bedingte Verschiebungen können von echten Asymmetrien unterschieden werden, indem ein Vergleich mit den entsprechenden Ist-Daten aus dem Kalibrierungsprozess vorgenommen wird.

Die Erkennung von Intervallen erfolgt durch die Betrachtung der Ist-Daten ID über die Zeit t und die Abfolge von Extremwerten und Nullstellen beim Auftragen der Ist-Daten ID als Funktion der Zeit t, siehe Fig.4b. Hier beginnt die Übung mit einer starken ersten Anfangsbeschleunigung B1, zwei folgende Plateaus mit einem kleinen lokalen Minimum,

einer starken umgekehrten zweiten Beschleunigung B2 mit Nulldurchgang und Rückkehr zum anfänglichen Wert. Dasselbe Muster wiederholt sich bei der Wiederholung der ersten Übungsausführung. Durch den charakteristischen Verlauf der Ist-Daten über die Zeit kann Ende und Anfang eines Übungsintervalls A ganzheitlich erkannt werden. Die Erkennung
5 der Ausführungs-Geschwindigkeit erfolgt über die zeitliche Analyse der zuvor erkannten Intervalle – sowohl den Anstieg von Flanken B1, B2 als auch die Gesamtlänge A eines Intervalls. Die Unterteilung der Geschwindigkeit auf die konzentrische und die exzentrische Phase erfolgt durch den Vorzeichenwechsel (Wendepunkt) der Bewegungsrichtung des entsprechenden Sensorknotens in Kombination mit der Kenntnis des Übungstyps. Eine
10 weitere zeitliche Analyse auf Basis der Intervalle ist die Erkennung von Rhythmus bzw. Gleichmäßigkeit der Bewegungsamplitude und der Geschwindigkeit der Einzelphasen. Hierbei werden alle Intervalle über den gesamte Übungsablauf (Bewegungsablauf bei den Übungen) verglichen. Die absoluten zeitlichen Abweichungen, relativ zum Intervallstart, zwischen den herangezogenen Punkten (z.B. Extrempunkte, Nullstellen, Wendepunkte),
15 die sich über mehrere Intervalle hinweg ergeben, erlauben Rückschlüsse auf die Gleichmäßigkeit der Übungsausführung. Eine Trendanalyse der zeitlichen Abweichung aus der Gleichmäßigkeitsbewertung erlauben Rückschlüsse auf eine eintretende Ermüdung, speziell wenn die zeitlichen Abweichungen mit der Anzahl durchgeführter Intervalle zunimmt. Ein weiterer Indikator für Ermüdung ist eine Abflachung der Extrempunkte über
20 die Zeit. Zur Bewertung der muskulären Belastung während einer Übung und um im Umkehrschluss Stärke und Durchhaltevermögen zu steigern, wird die sogenannte Time-under-Tension (TuT) betrachtet. Hierbei kann im einfachsten Fall die Intervalllänge der jeweiligen Übung herangezogen werden. Eine ganzheitlichere Betrachtung erfolgt über die Berechnung der Fläche unter einer Bewegungskurve (schraffierte Fläche C der Ist-Daten
25 als Funktion der Zeit). Sowohl einsetzende Ermüdung als auch eine muskuläre Überlastung lassen sich mit Hilfe von Oberwellen auf dem eigentlichen Datenverlauf und mit einer anderen/geringeren Frequenz als das Rauschen über die Zeit erkennen. Basierend auf der Intervall-Erkennung lassen sich beim Vergleich (Berechnung der Differenz) mit Referenzbewegungskurven auch Fehlbewegungen erkennen. Abhängig von der
30 durchgeführten Übung, werden unterschiedliche Referenzbewegungskurven, Sensorpositionen und Sensortypen herangezogen.

Fig.5 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens 200 zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden 10 umfassend die Schritte des Erfassens 210 von Ist-Daten ID des Trainierenden 10 mittels
35 eines vom Trainierenden 10 getragenen intelligenten Kleidungsstücks 1 umfassend ein

elektronisches Netzwerk 2 mit einer Vielzahl an Sensorknoten 3 zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Bewegungsabläufen des Trainierenden 10 in Form der Ist-Daten ID; des zumindest temporären Speicherns 220 der erfassten Ist-Daten D in einer Speichereinheit 4 im elektronischen Netzwerk 2 des intelligenten Kleidungsstücks 1; des

5 Übermittels 230 der temporär gespeicherten Ist-Daten ID durch eine Sendereinheit 5 im elektronischen Netzwerk 2 des intelligenten Kleidungsstücks 1 an einen Datenempfänger 110 eines Auswerte- und Kommunikationssystems 100, vorzugsweise geschieht die Übermittlung 130 dabei kabellos, besonders bevorzugt über Bluetooth- oder WLAN Schnittstellen; des Auswertens 240 der empfangenen Ist-Daten ID, vorzugsweise in

10 Echtzeit, mit einer Auswerteeinheit 120 des Auswerte- und Kommunikationssystems 100 zur Ermittlung von Bewegungsmustern des Trainierenden 10 aus den empfangenen Ist-Daten ID und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen FBS zur Korrektur des Bewegungsablaufs des Trainierenden 10, des Übermittels 260 der Rückmeldungs-Signale FBS an eine Empfängereinheit 6 im elektronischen Netzwerk 2 des

15 intelligenten Kleidungsstücks 1 zur nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Trainierenden 10 basierend auf dem erfassten und aufgezeichneten Bewegungsablauf mittels einer Übermittlungseinheit 130 des Auswerte- und Kommunikationssystems 100; und des Ausgebens 270 einer Rückmeldung FB an den Trainierenden 10, gegebenenfalls in taktiler Form, mittels einer oder mehrerer Ausgabeeinheiten 7 aus einer Vielzahl an

20 Ausgabeeinheiten 7 im elektronischen Netzwerk 2 des intelligenten Kleidungsstücks 1 zur unmittelbaren Korrektur des Bewegungsablaufs durch den Trainierenden 10, wobei die Einheiten 3, 4, 5, 6, 7 im elektronischen Netzwerk 2 mittels Daten- und/oder Stromverbindungen 8 miteinander und mit einer Stromversorgung 9 des elektronischen Netzwerks 2 verbunden sind, wobei die Daten- und/oder Stromverbindungen 8 in das

25 intelligente Kleidungsstück 1 integriert sind. Hierbei können die erfassten Ist-Daten ID mit für das elektronische Netzwerk 2 synchronisierten Zeitstempeln für die Zeit der Erfassung der jeweiligen Ist-Daten ID versehen 280 und/oder vor der Übermittlung 240 an das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 vorbearbeitet 290 werden. Es kann ein Löschen 300 der Ist-Daten ID nach Übermittlung an das Auswerte- und

30 Kommunikationssystem 100 aus der Speichereinheit 4 durch das elektronische Netzwerk 2 erfolgen. Für die Vielzahl an Ausgabeeinheiten 7 angeordnet entlang strategischer Achsen SA des intelligenten Kleidungsstücks 1 kann eine koordinierte gemeinsame Initiierung 310 einer Korrekturbewegung des Trainierenden 10 mittels Ausgeben 270 der Rückmeldung über alle Ausgabeeinheiten der den zu korrigierenden Bewegungsablauf

35 betreffenden strategischen Achse SA erfolgen. Der Schritt des Auswertens 240 kann einen Vergleich 250 der Ist-Daten ID von Sensorknoten 3 umfassen, die sich bezüglich einer

Körperanatomie auf gegenüberliegenden Positionen des intelligenten Kleidungsstücks 1 befinden. Der Schritt des Auswertens 240 kann unter Anwendung von festen Regeln und/oder unter Anwendung von Modellen des Maschinenlernens erfolgen, wobei die Ist-Daten als Zeitreihe in dem Auswerte- und Kommunikationssystem 100 gespeichert werden.

5 Der Datenempfänger 110 und die Übermittlungseinheit 120 können durch ein Smartphone 140 und die Auswertungs- und Kommunikationseinheit 120 mittels einer Applikation APP installiert und ausgeführt auf dem Smartphone 140 oder in einer Cloud CL bereitgestellt werden. Hierbei kann eine zusätzliche audiovisuelle Rückmeldung durch die Applikation APP zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Trainierenden 10 über das Smartphone 140 ausgegeben 320
10 werden. Es kann ferner ein Status des intelligenten Kleidungsstücks 1 durch das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 abgefragt 330 werden; es können notwendige Parameter und/oder Daten vom Auswerte- und Kommunikationssystem 100 zum intelligenten Kleidungsstück 1 zu dessen Betrieb übertragen 340 werden; es kann ein Starten oder Beenden 350 des Erfassens 210 der Ist-Daten durch das Auswerte- und
15 Kommunikationssystem 100 erfolgen. Das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 kann ein Hintergrundsystem 150 umfassen, mit dem die Auswerteeinheit 120 über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, womit ein Bereitstellen 355 von geeigneter Geschäftslogik, Sicherheits- und andere Netzwerk-Dienste, Dienste zum maschinellen Lernen (ML) sowie zum Speichern und Verwalten von Daten für die Auswerteeinheit 120
20 und/oder das intelligente Kleidungsstück 1 erfolgen kann. Das Verfahren 200 kann des Weiteren die Schritte des Bereitstellens 360 eines Satzes von Testübungen durch das Auswerte- und Kommunikationssystem 100 zur Ausführung durch den Trainierenden 10; und des Kalibrierens 370 der Auswerteeinheit 120 auf Basis der Ist-Daten ID von den Testübungen umfasst. Vorzugsweise führt das Auswerte- und Kommunikationssystem 100
25 in zeitlich periodischen Abständen die Schritte Bereitstellen 360 und Kalibrieren 370 durch. Das Verfahren kann des Weiteren die Schritte des Eingebens 380 persönlicher Log-in-Daten des Trainierenden in ein Eingabemodul 160 des Auswerte- und Kommunikationssystems 100; des Bereitstellens und Übermittels 390 individueller Trainingspläne umfassend geforderte Bewegungsmuster durch das Hintergrundsystem 150
30 an die Auswerteeinheit 120 auf Basis der Log-in-Daten; und des Generierens 240 der Rückmeldungs-Signale FBS an die Empfängereinheit 6 des intelligenten Kleidungsstücks 1 auf Basis eines Vergleichs der ermittelten Bewegungsmuster mit den geforderten Bewegungsmustern umfassen. Das Verfahren kann den weiteren Schritt des Benachrichtigens 400 des Trainierenden 10 über die Ausgabereinheit 7, wenn eine nächste
35 Übung des Trainingsplans ausgeführt werden soll, umfassen, wobei vorzugsweise die

Benachrichtigung 400 erst ausgegeben wird, wenn die Auswerteeinheit 120 anhand der Ist-Daten ID zu der jeweiligen Übung im Trainingsplan eine korrekte Ausführung der Übung und eine ausreichende Wiederholung der Übung durch den Trainierenden 10 erkannt und ein entsprechendes Rückmeldungs-Signal FBS generiert hat.

- 5 Hierbei kann ein Trainingsbericht mit den ausgewerteten Ist-Daten IS erstellt 410 werden, vorzugsweise als Funktion aller zumindest in einem Zeitraum absolvierten Trainingseinheiten. Im erfindungsgemäßen Verfahren kann das intelligente Kleidungsstück 1 an den Trainierenden 10 so angepasst sein, dass es mit seiner Oberfläche 10a an dem Trainierenden 10 zumindest im Bereich der Sensorknoten 3 anliegt, vorzugsweise ist das
- 10 intelligente Kleidungsstück 1 eine Oberbekleidung, besonders bevorzugt ein T-Shirt.

Liste der Bezugszeichen

	1	intelligentes Kleidungsstück
	1a	Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks
5	11	Material des intelligenten Kleidungsstücks
	2	elektronisches Netzwerk
	3	Sensorknoten
	31	Sensor(en) des Sensorknotens
	4	Speichereinheit
10	5	Sendereinheit
	6	Empfängereinheit
	7	Ausgabereinheit
	8	Daten- und Stromverbindungen
	9	Stromversorgung
15	10	Trainierender
	13	Halsausschnitt
	12a	Armbündchen
	12h	Hüftbündchen
	100	Auswerte- und Kommunikationssystem
20	110	Datenempfänger des Auswerte- und Kommunikationssystems
	120	Auswerteeinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems
	130	Übermittlungseinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems
	140	Smartphone
	150	Hintergrundsystem
25	160	Eingabemodul
	170	erfindungsgemäßes System
	200	erfindungsgemäßes Verfahren zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden
30	210	Erfassen von Ist-Daten des Trainierenden
	220	Zumindest temporäres Speichern der erfassten Ist-Daten in einer Speichereinheit
	230	Übermitteln der temporär gespeicherten Ist-Daten durch eine Sendereinheit des intelligenten Kleidungsstücks an einen Datenempfänger eines Auswerte- und Kommunikationssystems
35		

- 240 Auswerten der empfangenen Ist-Daten mit einer Auswerteeinheit des Auswerte- und Kommunikationssystems, Ermittlung von Bewegungsmustern, Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen
- 250 Vergleich der Ist-Daten (ID) von sich bezüglich einer Körperanatomie gegenüberliegenden Sensorknoten
- 5 260 Übermitteln der Rückmeldungs-Signale an eine Empfängereinheit des intelligenten Kleidungsstücks
- 270 Ausgeben einer Rückmeldung an den Trainierenden mittels einer Ausgabereinheit
- 10 280 Versehen der erfassten Ist-Daten mit für das elektronische Netzwerk synchronisierten Zeitstempel
- 290 Vorbearbeiten der erfassten Ist-Daten vor deren Übermittlung
- 300 Löschen der Ist-Daten nach deren Übermittlung
- 310 koordinierten gemeinsamen Initiierung einer Korrekturbewegung des Trainierenden mittels Ausgebens der Rückmeldung über alle Ausgabereinheiten einer betreffenden strategischen Achse.
- 15 320 Ausgeben einer zusätzlichen audiovisuellen Rückmeldung durch die Applikation des Smartphones
- 330 Abfragen eines Status des intelligenten Kleidungsstücks
- 20 340 Übertragen notwendige Parameter und/oder Daten vom Auswerte- und Kommunikationssystem zum intelligenten Kleidungsstück
- 350 Starten oder Beenden des Erfassens der Ist-Daten
- 355 Bereitstellens von netzwerktechnischen Diensten und/oder Diensten zum maschinellen Lernen für die Auswerteeinheit und/oder das intelligente Kleidungsstück
- 25 360 Bereitstellen eines Satzes von Testübungen
- 370 Kalibrieren der Auswerteeinheit auf Basis der Ist-Daten von den Testübungen
- 380 Eingeben persönlicher Log-in-Daten des Trainierenden in ein Eingabemodul
- 390 Bereitstellen und Übermitteln individueller Trainingspläne umfassend geforderte Bewegungsmuster
- 30 400 Benachrichtigen des Trainierenden, wenn die nächste Übung des Trainingsplans ausgeführt werden soll
- 410 Erstellens eines Trainingsberichts mit den ausgewerteten Ist-Daten
- 35 A Länge eines Übungsintervalls
- AccX Ist-Daten eines Beschleunigungssensors

	APP	Applikation installiert und ausgeführt auf einem Smartphone
	Ax, Ay	flächenförmige Ausdehnung des Sensorknotens
	Az	Dicke des Sensorknotens
	B	Bluetooth-Verbindung
5	B1	erste Beschleunigungsphase
	B2	zweite Beschleunigungsphase
	C	Fläche unter der Kurve der durchgeführten Übung
	CL	Cloud
	FB	Rückmeldung an den sich Trainierenden
10	FBS	Rückmeldungs-Signal vom Auswerte- und Kommunikationssystem
	ID	Ist-Daten des Trainierenden
	IP	Internetverbindung
	R	Ist-Daten eines Sensorknotens bzgl. Drehung
	SA	strategische Achsen des intelligenten Kleidungsstücks
15	t	Zeit

Patentansprüche

1. Ein Verfahren (200) zur digitalen Steuerung von Bewegungsabläufen eines Trainierenden (10), umfassend die Schritte:
- 5
- Erfassen (210) von Ist-Daten (ID) des Trainierenden (10) mittels eines vom Trainierenden (10) getragenen intelligenten Kleidungsstücks (1) umfassend ein elektronisches Netzwerk (2) mit einer Vielzahl an Sensorknoten (3) zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Bewegungsabläufen des Trainierenden (10) in Form der Ist-Daten (ID);

10

 - Zumindest temporäres Speichern (220) der erfassten Ist-Daten (D) in einer Speichereinheit (4) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten Kleidungsstücks (1);
 - Übermitteln (230) der temporär gespeicherten Ist-Daten (ID) durch eine Sendereinheit (5) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten

15

 - Kleidungsstücks (1) an einen Datenempfänger (110) eines Auswerte- und Kommunikationssystems (100), vorzugsweise geschieht die Übermittlung (130) dabei kabellos, besonders bevorzugt über Bluetooth- oder WLAN Schnittstellen;
 - Auswerten (240) der empfangenen Ist-Daten (ID) mit einer Auswerteeinheit (120) des Auswerte- und Kommunikationssystems (100) zur Ermittlung von

20

 - Bewegungsmustern des Trainierenden (10) aus den empfangenen Ist-Daten (ID) und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen (FBS) zur Korrektur des Bewegungsablaufs des Trainierenden (10);
 - Übermitteln (260) der Rückmeldungs-Signale (FBS) an eine Empfängereinheit (6) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten Kleidungsstücks (1) zur

25

 - nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Trainierenden (10) basierend auf dem erfassten und aufgezeichneten Bewegungsablauf mittels einer Übermittlungseinheit (130) des Auswerte- und Kommunikationssystems (100); und
 - Ausgeben (270) einer Rückmeldung (FB) an den Trainierenden (10) mittels

30

 - einer oder mehreren Ausgabeeinheiten (7) aus einer Vielzahl an Ausgabeeinheiten (7) im elektronischen Netzwerk (2) des intelligenten Kleidungsstücks (1) zur unmittelbaren Korrektur des Bewegungsablaufs durch den Trainierenden (10),
- wobei die Einheiten (3, 4, 5, 6, 7) im elektronischen Netzwerk (2) mittels Daten- und/oder Stromverbindungen (8) miteinander und mit einer Stromversorgung (9) des
- 35

elektronischen Netzwerks (2) verbunden sind, wobei die Daten- und/oder Stromverbindungen (8) in das intelligente Kleidungsstück (1) integriert sind.

2. Das Verfahren (200) nach Anspruch 1, umfassend den weiteren Schritt des Versehens (280) der erfassten Ist-Daten (ID) mit für das elektronische Netzwerk (2) synchronisierten Zeitstempeln für die Zeit der Erfassung der jeweiligen Ist-Daten (ID).
5
3. Das Verfahren (200) nach Anspruch 1 oder 2, umfassend den weiteren Schritt des Vorbearbeitens (290) der erfassten Ist-Daten (ID) vor der Übermittlung (240) an das Auswerte- und Kommunikationssystem (100).
4. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend den weiteren Schritt des Löschens (300) der Ist-Daten (ID) nach Übermittlung an das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) aus der Speichereinheit (4) durch das elektronische Netzwerk (2).
10
5. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Ausgeben (270) der Rückmeldung (FB) durch die Ausgabeeinheit (7) in taktile Form an den Trainierenden (10) erfolgt.
15
6. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die Vielzahl der Ausgabeeinheiten (7) entlang strategischer Achsen (SA) des intelligenten Kleidungsstücks (1) angeordnet sind, umfassend den weiteren Schritt einer koordinierten gemeinsamen Initiierung (310) einer Korrekturbewegung des Trainierenden (10) mittels Ausgeben (270) der Rückmeldung über alle Ausgabeeinheiten der den zu korrigierenden Bewegungsablauf betreffenden strategischen Achse (SA).
20
7. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Auswertens (240) und der Ermittlung der Bewegungsmuster in Echtzeit erfolgt.
8. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Auswertens (240) einen Vergleich (250) der Ist-Daten (ID) von Sensorknoten (3) umfasst, die sich bezüglich einer Körperanatomie auf gegenüberliegenden Positionen des intelligenten Kleidungsstücks (1) befinden.
25
9. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Auswertens (240) unter Anwendung von festen Regeln und/oder unter
30

Anwendung von Modellen des maschinellen Lernens erfolgt, wobei die Ist-Daten als Zeitreihe in dem Auswerte- und Kommunikationssystem (100) gespeichert werden.

- 5 10. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei der Datenempfänger (110) und die Übermittlungseinheit (120) durch ein Smartphone (140) und die Auswertungsseinheit (120) mittels einer Applikation (APP) installiert und ausgeführt auf dem Smartphone (140) oder in einer Cloud (CL) bereitgestellt werden.
- 10 11. Das Verfahren (200) nach Anspruch 10, umfassend den weiteren Schritt des Ausgebens (320) einer zusätzlichen audiovisuellen Rückmeldung durch die Applikation (APP) zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Trainierenden (10) über das Smartphone (140).
- 15 12. Das Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, umfassend zumindest einen der weiteren Schritte:
- Abfragen (330) eines Status des intelligenten Kleidungsstücks (1) durch das Auswerte- und Kommunikationssystem (100);
 - Übertragen (340) notwendiger Parameter und/oder Daten vom Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zum intelligenten Kleidungsstück (1) zu dessen Betrieb;
 - Starten oder Beenden (350) des Erfassens (210) der Ist-Daten durch das Auswerte- und Kommunikationssystem (100).
- 20 13. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) ein Hintergrundsystem (150) umfasst, mit dem die Auswerteeinheit (120) über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, umfassend den weiteren Schritt des Bereitstellens (355) von geeigneter Geschäftslogik, Sicherheits- und andere Netzwerk-Dienste, Dienste zum
- 25 maschinellen Lernen (ML) sowie zum Speichern und Verwalten von Daten für die Auswerteeinheit (120) und/oder das intelligente Kleidungsstück (1).
- 30 14. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend die weiteren Schritte:
- Bereitstellen (360) eines Satzes von Testübungen durch das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zur Ausführung durch den Trainierenden (10); und
 - Kalibrieren (370) der Auswerteeinheit (120) auf Basis der Ist-Daten (ID) von den Testübungen.

15. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend die weiteren Schritte
- Eingeben (380) persönlicher Log-in-Daten des Trainierenden in ein Eingabemodul (160) des Auswerte- und Kommunikationssystems (100);
 - 5 - Bereitstellen und Übermitteln (390) individueller Trainingspläne umfassend geforderte Bewegungsmuster durch das Hintergrundsystem (150) an die Auswerteeinheit (120) auf Basis der Log-in-Daten;
 - Generieren (240) der Rückmeldungs-Signale (FBS) an die Empfängereinheit (6) des intelligenten Kleidungsstücks (1) auf Basis eines Vergleichs der
 - 10 ermittelten Bewegungsmuster mit den geforderten Bewegungsmustern.
16. Das Verfahren (200) nach Anspruch 15, umfassend den weiteren Schritt des Benachrichtigens (400) des Trainierenden (10) über die Ausgabereinheit (7), wenn eine nächste Übung des Trainingsplans ausgeführt werden soll, vorzugsweise wird die Benachrichtigung (400) erst ausgegeben, wenn die Auswerteeinheit (120) anhand
- 15 der Ist-Daten (ID) zu der jeweiligen Übung im Trainingsplan eine korrekte Ausführung der Übung und eine ausreichende Wiederholung der Übung durch den Trainierenden (10) erkannt und ein entsprechendes Rückmeldungs-Signal (FBS) generiert hat.
17. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend den weiteren Schritt des Erstellens (410) eines Trainingsberichts mit den ausgewerteten
- 20 Ist-Daten (IS), vorzugsweise als Funktion aller zumindest in einem Zeitraum absolvierten Trainingseinheiten.
18. Das Verfahren (200) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das intelligente Kleidungsstück (1) an den Trainierenden (10) so angepasst ist, dass es mit seiner Oberfläche (10a) an dem Trainierenden (10) zumindest im Bereich der
- 25 Sensorknoten (3) anliegt, vorzugsweise ist das intelligente Kleidungsstück (1) eine Oberbekleidung, besonders bevorzugt ein T-Shirt.
19. Ein System (170) zur digitalen Unterstützung von Bewegungsabläufen umfassend ein intelligentes Kleidungsstück (1) und ein Auswerte- und Kommunikationssystem (100) jeweils angepasst zur Ausführung eines Verfahrens (100) nach einen der
- 30 vorangehenden Ansprüche.

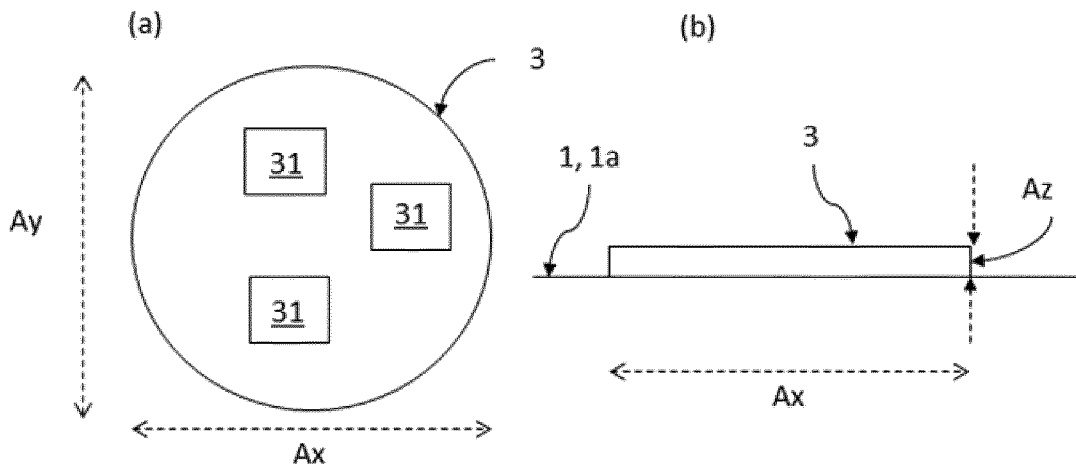


Fig.2

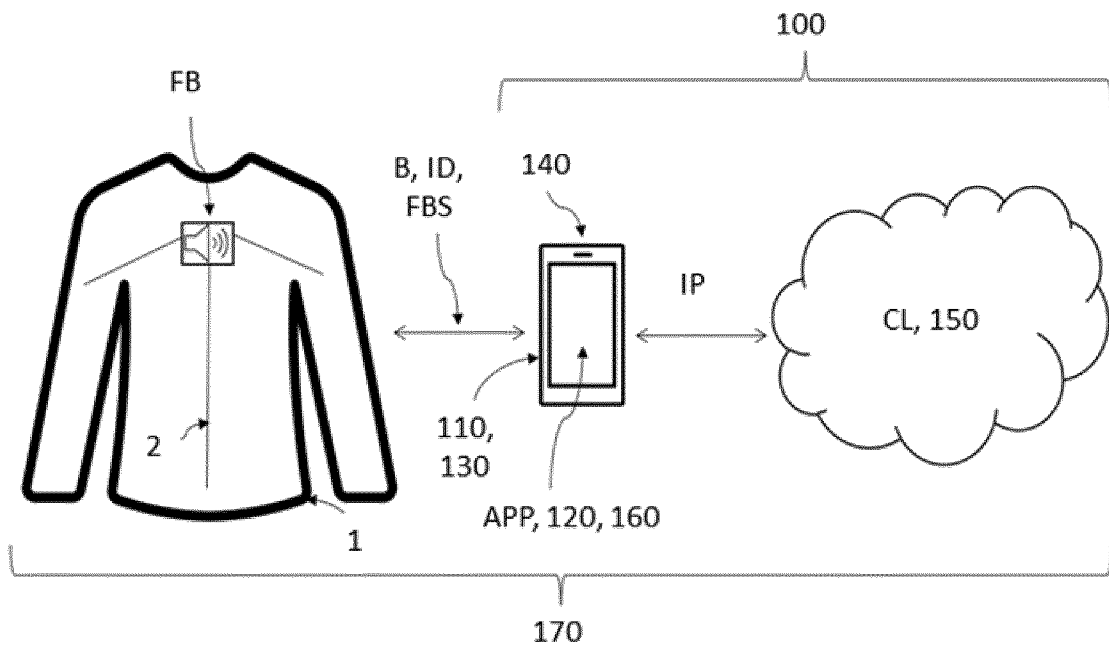


Fig.3

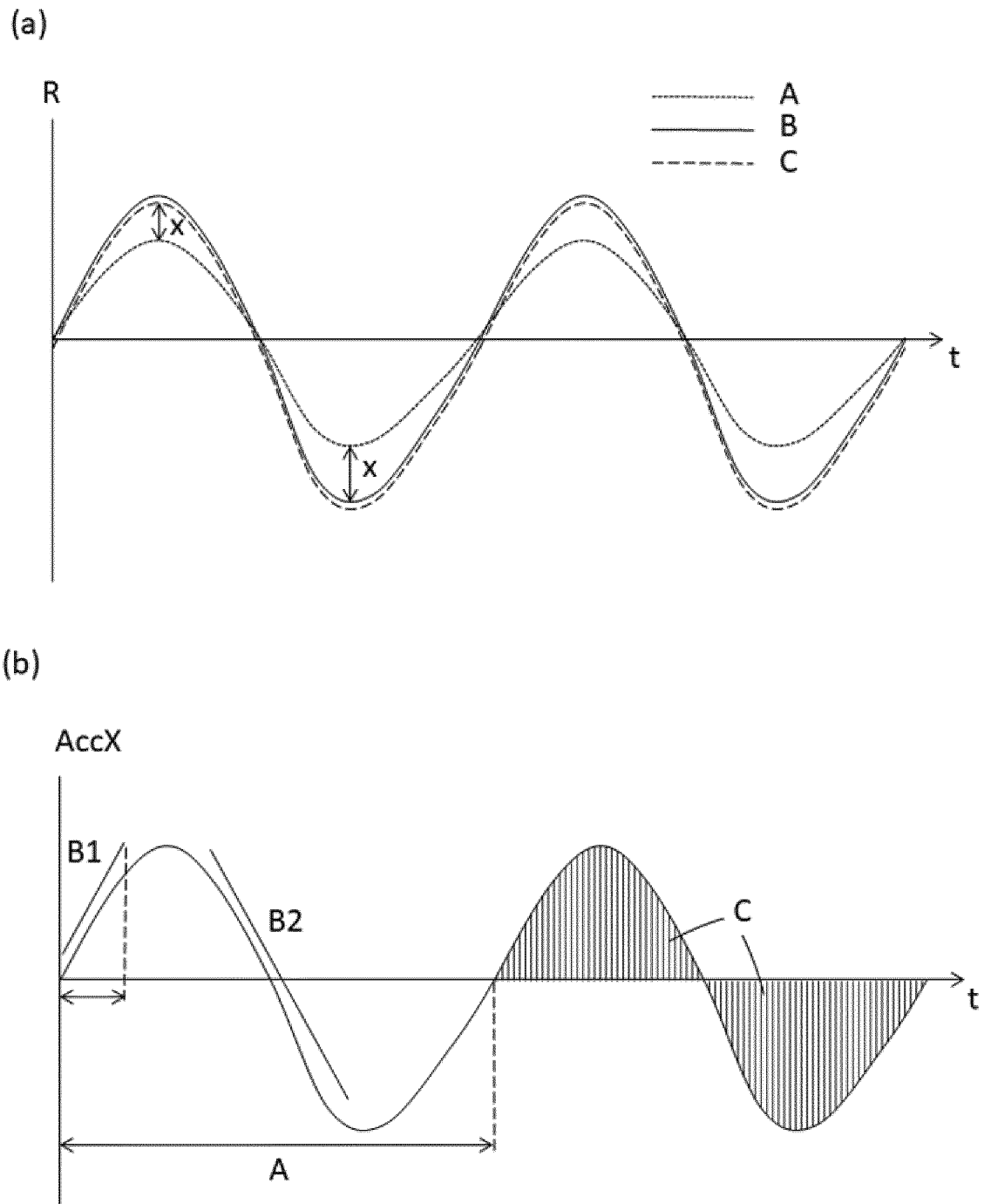


Fig.4

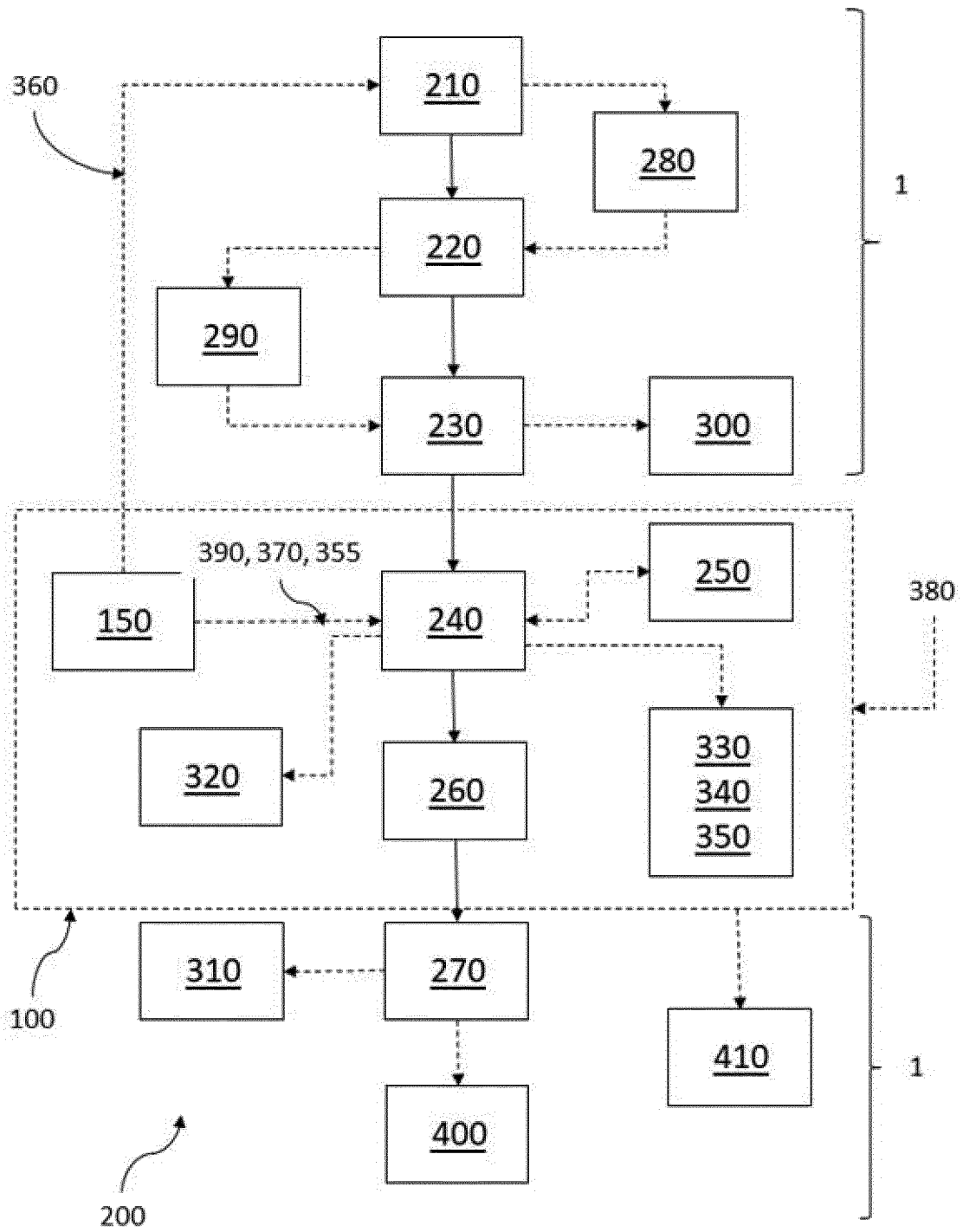


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>A61B 5/11</i> (2006.01)i; <i>A61B 5/00</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2004219498 A1 (DAVIDSON LANCE SAMUEL [US]) 04 November 2004 (2004-11-04) paragraphs [0025], [0029], [0031], [0033], [0035], [0038], [0039], [0043]; figures 1,3	1-7,9-15,17-19 8,16
X Y	US 2018020969 A1 (CINQUIN PHILIPPE [FR] ET AL) 25 January 2018 (2018-01-25) paragraphs [0017] - [0021], [0027], [0028], [0033], [0035], [0037] - [0041], [0044], [0045], [0060], [0061], [0064], [0065], [0067], [0068] paragraphs [0074] - [0078]	1,5,7,10,11,18,19 1-19
X Y	US 2022365600 A1 (LI MEIQI [CN] ET AL) 17 November 2022 (2022-11-17) paragraphs [0005], [0046], [0049], [0050], [0053], [0054], [0058] - [0060], [0071], [0074], [0077]; figures 1-4	1,3,5,7,10,18,19 1-19
Y	US 2020188735 A1 (CUSEY LEE NORMAN [US] ET AL) 18 June 2020 (2020-06-18) claims 2-8; figure 1A	1-19
Y	DE 102021106723 A1 (KINFINITY UG HAFTUNGSBESCHRANKT [DE]) 22 September 2022 (2022-09-22) the whole document	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 07 June 2024		Date of mailing of the international search report 24 June 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Lommel, André Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057975

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2021068038 A1 (NEUROSCIENCE RES AUSTRALIA NEURA [AU]) 15 April 2021 (2021-04-15) paragraphs [0039], [0045], [0048], [0051], [0064], [0079], [0083], [0087], [0089], [0092], [0096], [0098] paragraph [0116]; figures 1-4	1-19
A	US 2022160299 A1 (JESSOP DAVID M [GB] ET AL) 26 May 2022 (2022-05-26) paragraph [0043]; figures 1,10,11	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/057975

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2004219498	A1	04 November 2004	AT	E537883	T1	15 January 2012
				EP	1617919	A2	25 January 2006
				US	2004219498	A1	04 November 2004
				US	2013040763	A1	14 February 2013
				WO	2004091733	A2	28 October 2004

US	2018020969	A1	25 January 2018	EP	3232916	A1	25 October 2017
				ES	2959685	T3	27 February 2024
				FR	3030218	A1	24 June 2016
				US	2018020969	A1	25 January 2018
				WO	2016097655	A1	23 June 2016

US	2022365600	A1	17 November 2022	CN	115105056	A	27 September 2022
				CN	115105100	A	27 September 2022
				CN	115115751	A	27 September 2022
				CN	116261749	A	13 June 2023
				CN	116981401	A	31 October 2023
				EP	4085834	A1	09 November 2022
				EP	4167129	A1	19 April 2023
				EP	4201323	A1	28 June 2023
				JP	7455995	B2	26 March 2024
				JP	2023521655	A	25 May 2023
				JP	2023540286	A	22 September 2023
				JP	2023549242	A	22 November 2023
				KR	20220142495	A	21 October 2022
				KR	20230044297	A	03 April 2023
				KR	20230086750	A	15 June 2023
				US	2022365600	A1	17 November 2022
				US	2023154607	A1	18 May 2023
				US	2023233103	A1	27 July 2023
				WO	2022193330	A1	22 September 2022
				WO	2022193425	A1	22 September 2022
WO	2022193850	A1	22 September 2022				
WO	2022193851	A1	22 September 2022				

US	2020188735	A1	18 June 2020	US	7602301	B1	13 October 2009
				US	2010117837	A1	13 May 2010
				US	2010121227	A1	13 May 2010
				US	2010121228	A1	13 May 2010
				US	2010201500	A1	12 August 2010
				US	2010201512	A1	12 August 2010
				US	2010204616	A1	12 August 2010
				US	2012143093	A1	07 June 2012
				US	2016038787	A1	11 February 2016
				US	2018290021	A1	11 October 2018
				US	2020188735	A1	18 June 2020
				US	2020368579	A1	26 November 2020
				US	2020376338	A1	03 December 2020
				US	2020391078	A1	17 December 2020
				US	2020391079	A1	17 December 2020
US	2024041352	A1	08 February 2024				

DE	102021106723	A1	22 September 2022	NONE			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2024/057975

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021068038	A1	15 April 2021	AU	2020362545	A1	26 May 2022
				EP	4041080	A1	17 August 2022
				US	2023134637	A1	04 May 2023
				WO	2021068038	A1	15 April 2021

US	2022160299	A1	26 May 2022	US	2022160299	A1	26 May 2022
				WO	2020259859	A1	30 December 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61B5/11 A61B5/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/219498 A1 (DAVIDSON LANCE SAMUEL [US]) 4. November 2004 (2004-11-04)	1-7, 9-15, 17-19
Y	Absätze [0025], [0029], [0031], [0033], [0035], [0038], [0039], [0043]; Abbildungen 1,3	8,16

X	US 2018/020969 A1 (CINQUIN PHILIPPE [FR] ET AL) 25. Januar 2018 (2018-01-25)	1,5,7, 10,11, 18,19
Y	Absätze [0017] - [0021], [0027], [0028], [0033], [0035], [0037] - [0041], [0044], [0045], [0060], [0061], [0064], [0065], [0067], [0068] Absätze [0074] - [0078]	1-19
	----- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Juni 2024	24/06/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Lommel, André

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2022/365600 A1 (LI MEIQI [CN] ET AL) 17. November 2022 (2022-11-17)	1, 3, 5, 7, 10, 18, 19
Y	Absätze [0005], [0046], [0049], [0050], [0053], [0054], [0058] - [0060], [0071], [0074], [0077]; Abbildungen 1-4 -----	1-19
Y	US 2020/188735 A1 (CUSEY LEE NORMAN [US] ET AL) 18. Juni 2020 (2020-06-18) Ansprüche 2-8; Abbildung 1A -----	1-19
Y	DE 10 2021 106723 A1 (KINFINITY UG HAFTUNGSBESCHRAENKT [DE]) 22. September 2022 (2022-09-22) das ganze Dokument -----	1-19
Y	WO 2021/068038 A1 (NEUROSCIENCE RES AUSTRALIA NEURA [AU]) 15. April 2021 (2021-04-15) Absätze [0039], [0045], [0048], [0051], [0064], [0079], [0083], [0087], [0089], [0092], [0096], [0098] Absatz [0116]; Abbildungen 1-4 -----	1-19
A	US 2022/160299 A1 (JESSOP DAVID M [GB] ET AL) 26. Mai 2022 (2022-05-26) Absatz [0043]; Abbildungen 1,10,11 -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/057975

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004219498 A1	04-11-2004	AT E537883 T1	15-01-2012
		EP 1617919 A2	25-01-2006
		US 2004219498 A1	04-11-2004
		US 2013040763 A1	14-02-2013
		WO 2004091733 A2	28-10-2004

US 2018020969 A1	25-01-2018	EP 3232916 A1	25-10-2017
		ES 2959685 T3	27-02-2024
		FR 3030218 A1	24-06-2016
		US 2018020969 A1	25-01-2018
		WO 2016097655 A1	23-06-2016

US 2022365600 A1	17-11-2022	CN 115105056 A	27-09-2022
		CN 115105100 A	27-09-2022
		CN 115115751 A	27-09-2022
		CN 116261749 A	13-06-2023
		CN 116981401 A	31-10-2023
		EP 4085834 A1	09-11-2022
		EP 4167129 A1	19-04-2023
		EP 4201323 A1	28-06-2023
		JP 7455995 B2	26-03-2024
		JP 2023521655 A	25-05-2023
		JP 2023540286 A	22-09-2023
		JP 2023549242 A	22-11-2023
		KR 20220142495 A	21-10-2022
		KR 20230044297 A	03-04-2023
		KR 20230086750 A	15-06-2023
		US 2022365600 A1	17-11-2022
		US 2023154607 A1	18-05-2023
		US 2023233103 A1	27-07-2023
		WO 2022193330 A1	22-09-2022
		WO 2022193425 A1	22-09-2022
		WO 2022193850 A1	22-09-2022
		WO 2022193851 A1	22-09-2022

US 2020188735 A1	18-06-2020	US 7602301 B1	13-10-2009
		US 2010117837 A1	13-05-2010
		US 2010121227 A1	13-05-2010
		US 2010121228 A1	13-05-2010
		US 2010201500 A1	12-08-2010
		US 2010201512 A1	12-08-2010
		US 2010204616 A1	12-08-2010
		US 2012143093 A1	07-06-2012
		US 2016038787 A1	11-02-2016
		US 2018290021 A1	11-10-2018
		US 2020188735 A1	18-06-2020
		US 2020368579 A1	26-11-2020
		US 2020376338 A1	03-12-2020
		US 2020391078 A1	17-12-2020
		US 2020391079 A1	17-12-2020
US 2024041352 A1	08-02-2024		

DE 102021106723 A1	22-09-2022	KEINE	

WO 2021068038 A1	15-04-2021	AU 2020362545 A1	26-05-2022
		EP 4041080 A1	17-08-2022
		US 2023134637 A1	04-05-2023
		WO 2021068038 A1	15-04-2021

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/057975

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2022160299 A1	26-05-2022	US 2022160299 A1	26-05-2022
		WO 2020259859 A1	30-12-2020