

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/200364 A1

(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, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

einem solchen intelligenten Kleidungsstück (1) und einem solchen externen Auswerte- und Kommunikationssystem (100), wobei eine digitale Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und eine Abgabe einer Rückmeldung (FB) an einen Träger mittels des intelligenten Kleidungsstückes (1) ausgeführt wird, um den Träger bei den Bewegungsabläufen zu unterstützen, und wobei das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zum Datenaustausch mit dem intelligenten Kleidungsstück (1) geeignet verbunden ist, damit das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) eine Auswerten der vom intelligenten Kleidungsstück (1) erfassten und übermittelten Ist-Daten (ID), eine Ermittlung von Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten (ID) und einer Generierung von darauf basierender Rückmeldungs-Signale (FBS) für eine Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers mittels des intelligenten Kleidungsstücks (1) vornehmen und diese Rückmeldungs-Signale (FBS) an das intelligente Kleidungsstücks (1) übermitteln kann.

Vorrichtung und System zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen

Gebiet der Erfindung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein intelligentes Kleidungsstück, ein entsprechendes Auswerte- und Kommunikationssystem zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen sowie ein System mit einem solchen intelligenten Kleidungsstück und einem solchen Auswerte- und Kommunikationssystem.

Hintergrund der Erfindung

- 10 Bewegungsmangel, eine zu schwache Muskulatur und muskuläre Dysbalancen sind in über 80 Prozent der Fälle die Ursache für die kontinuierlich steigende Zahl an Patienten, die unter subakuten oder chronischen Rückenschmerzen leiden. Besonders häufig betroffen sind Menschen, die sich zu wenig bewegen und zu lange sitzen. Laut einer 2022 veröffentlichten WHO-Studie bewegen sich 44 Prozent der Männer und 40 Prozent der
15 Frauen zu wenig. Hinzu kommt, dass Menschen mit überwiegend sitzender Tätigkeit (mehr als 50 Prozent der Bundesbürger) einer 2021 veröffentlichten Untersuchung zufolge zwischen 8,5 und 10,5 Stunden täglich sitzen. Die meiste Zeit davon im Büro oder vor dem Fernseher.

- Aufgrund der zu schwachen Muskulatur ist es nicht möglich längere Zeit aufrecht zu sitzen.
20 Die Folge ist eine gekrümmte Haltung mit nach vorne hängenden Schultern. Das führt zu einer verkürzten Brustmuskulatur und einer überdehnten Muskulatur im oberen Rücken. Als Folge treten Nackenverspannung und Probleme im Bereich der Halswirbelsäule auf. Gleichzeitig spannen sich die Muskeln des Hüftbeugers an. Ohne Gegenmaßnahmen verkürzen und verhärten sich die Muskeln in diesem Bereich. Ihre Durchblutung
25 verschlechtert sich und sie erhalten keine Nährstoffe mehr. Auch die Faszien verkürzen sich und verlieren ihre Elastizität. Im Stand oder beim Gehen muss die Hüftbeugemuskulatur die verkürzte und angespannte Muskulatur dann ausgleichen, indem sie auf die Rückenstreckmuskulatur wirkt. Diese muss sich anspannen, um dem entgegenwirken zu können. Dadurch entsteht übermäßiger Druck auf die Gelenke, die
30 Wirbel und die Bandscheiben in der Lendenwirbelsäule. Es kommt zu Fehlhaltungen, Abnutzungserscheinungen und Schmerzen. Ärzte sprechen in diesen Zusammenhängen von unspezifischen Rückenschmerzen.

Die nachweislich beste Gegenmaßnahme bei unspezifischen Rückenschmerzen ist ein regelmäßiges, ausreichend intensives, anatomisch korrekt ausgeführtes und individuell angepasstes Muskelaufbautraining, beispielsweise ein regelmäßiges Krafttraining mit dem eigenen Körpergewicht, freien Gewichten (z.B. Hanteln) sowie Widerständen (z.B. Kabelzüge, Fitnessbänder). Nachteilig dabei ist, dass etwa 80 Prozent aller Menschen, die ohne professionelle Aufsicht trainieren, Bewegungen falsch ausführen. Das reduziert den Trainingserfolg, weil u.a. die falschen Muskeln angesteuert werden. Außerdem setzen sich falsche Bewegungsmuster fest, die sich auf das Alltagsverhalten übertragen.

Professionale Aufsicht bieten beispielsweise Physiotherapeuten, wobei die Zahl der verordneten Einheiten pro Jahr stark begrenzt ist und nicht ausreicht, um die Muskulatur nachhaltig und regelmäßig zu kräftigen. Deshalb sind wiederkehrende (rezidivierende), subakute und chronische Rückenschmerzen weit verbreitet. Während der Physiotherapie ist es außerdem aus zeitlichen Gründen weder möglich, gezielt auf muskuläre Dysbalancen einzugehen noch den Patienten muskelaufbauende Übungen so beizubringen, dass sie anschließend sicher alleine weiter trainieren können. Die Fehlerquote bei der Übungsausführung beim unbeaufsichtigten Training liegt bei über 80 Prozent. Eine kostenintensive Möglichkeit ist die regelmäßige Arbeit mit einem Personal Trainer. Der Erfolg ist abhängig von der Qualität des Trainers. „Personal Trainer“ ist keine geschützte Berufsgruppe, jeder darf sich so nennen. Es besteht daher die Gefahr, an einen Personal Trainer mit mangelhaften sportwissenschaftlichen und anatomischen Kenntnissen zu geraten. Neben der variablen Qualität der Trainingsbetreuung sind auch die fehlende Objektivierung der Trainingsleistung und Fortschrittsüberwachung über einen längeren Zeitraum Nachteile. Günstiger ist ein Training im Fitnessstudio. Dort hat man 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 Menschen Übungen anatomisch inkorrekt durchführen.

Seit einiger Zeit wird ein 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, wobei der Muskelaufbau nachweislich sehr effektiv aber nicht besonders funktional ist. Die statischen Übungen sind alltagsfern und bei schlechter Betreuung ist auch hier eine korrekte Bewegungsausführung nicht gewährleistet. Zusätzlich bedarf die Belastungssteuerung großer Erfahrung. Untersuchungen zeigen, dass es häufig zu Übertraining kommt.

Möglich ist auch ein Training an speziellen Kraftmaschinen, die die Bewegungen führen, wodurch Bewegungsfehler selten auftreten. Allerdings werden nur die oberflächlichen Muskeln trainiert. Für die Alltagstauglichkeit der Muskulatur ist es aber wichtig, die tief liegende autochthone Muskulatur zu trainieren. Eine Verbesserung liefern smarte Fitnessgeräte. Diese werden aber an feste Standorte (z.B. Fitness-Studios) gebunden und sind sehr kostenintensiv. Das Feedback ist begrenzt und durch das Training an den Geräten kommt es zu einer geführten und damit nicht alltagstauglichen Bewegung. Weder die autochthone Muskulatur wird trainiert noch die neuromuskuläre Interaktion adressiert.

Zum Training werden auch Fitness-Apps eingesetzt. Viele Apps 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. Ähnliches gilt für videobasierte Fitness-Programme (z.B. auf YouTube), wobei hier die Trainingsbegleitung nicht vorhanden ist. Mittlerweile sind auch kamerabasierte Lösungen mittels Smartphones im Einsatz. Aufgrund des begrenzten Sichtfeldes der Kamera ist eine ständige Neu- und Umpositionierung des Smartphones nötig. Außerdem bedarf es eines entsprechend großen Abstands zur trainierenden 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 weder das neuromuskuläre Zusammenspiel von Gehirn und arbeitender Muskulatur adressiert, noch ist eine umfassende Bewertung der durchgeführten Übungen 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.

Es ist daher wünschenswert, eine digitale Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen zur Verfügung zu haben, die sowohl wie ein echter Personal Trainer, Live-Feedback geben kann, als auch voranstehende Nachteile des Stands der Technik überwindet oder zumindest verringert.

Zusammenfassung der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung liegt daher darin, eine Vorrichtung zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen zur Verfügung zu stellen, die einen oder mehrere Nachteile des Stands der Technik überwindet oder zumindest verringert, insbesondere die live eine Rückmeldung zu den Bewegungsabläufen geben kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein intelligentes Kleidungsstück mit einem in das intelligente Kleidungsstück integrierten elektronischen Netzwerk zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und zur Abgabe einer Rückmeldung an einen Träger des intelligenten Kleidungsstückes, wobei das elektronische Netzwerk zumindest

- 5 - eine Vielzahl an Sensorknoten umfassend ein oder mehrere Sensoren zur Erfassung von Ist-Daten des Trägers,
- eine Speichereinheit zur zumindest temporären Speicherung der Ist-Daten,
- eine Sendereinheit zur Übermittlung der temporär gespeicherten Ist-Daten an ein externes Auswerte- und Kommunikationssystem, vorzugsweise geschieht die
- 10 Übermittlung dabei kabellos,
- eine Empfängereinheit zum Empfangen eines Rückmeldungs-Signals von dem externen Auswerte- und Kommunikationssystem zur unmittelbaren Korrektur einer Bewegungsausführung auf Basis der übermittelten Ist-Daten, und
- eine Vielzahl an Ausgabeeinheiten zur Abgabe der Rückmeldung an den Träger auf
- 15 Basis des empfangenen Rückmeldungs-Signals von dem externen Auswerte- und Kommunikationssystem zur Korrektur einer Bewegungsausführung durch den Träger

umfasst, wobei die obigen Einheiten im elektronischen Netzwerk mittels Daten- und/oder Stromverbindungen miteinander und mit einer Stromversorgung des elektronischen

20 Netzwerks verbunden sind, wobei die Daten- und/oder Stromverbindungen in das intelligente Kleidungsstück integriert sind.

Der Begriff „ein“, „einer“ oder „eine“ bezeichnet hier 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

25 weitere dieser Komponenten umfassen kann. Somit 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.

Der Begriff „intelligentes Kleidungsstück“ (oder auch I-Wear genannt) bezeichnet Kleidungsstücke zur Körperbedeckung wie beispielsweise Unterbekleidung, Socken,

30 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

35 intelligenten Kleidungsstücks kann jedes dafür geeignete Material sein, vorzugsweise ist

das intelligente Kleidungsstück dabei eng an den Körper des Trägers anliegend. Der Träger 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“ kein am Körper tragbaren elektronischen Geräten wie sogenannte aktive Tracker oder smarte Uhren, da diese separat von den Kleidungsstücken getragen und 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 Trägers 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 Trägers 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, Leitfähigkeitssensoren, 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.

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. Alternativ können die Drähte auch auf einer Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks, vorzugsweise der äußeren Oberfläche, mittels eines geeigneten Fügeverfahrens befestigt werden beispielsweise darauf laminiert,

aufgeklebt oder aufgeschweißt. Die Drähte für Strom- und/oder Datenverbindungen (sofern keine drahtlose Verbindung verwendet wird) sind in das intelligente Kleidungsstück integriert, um einen verbesserten Tragekomfort für den Träger 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 Träger weder an den Kabeln oder Drähten hängen bleiben, noch können diese an Gegenständen in der Umgebung des Trägers hängen bleiben. Die Strom- 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 Gründen des Tragekomforts eine flache Knopfzelle. Das intelligente Kleidungsstück und das elektronische Netzwerk sind mit den einzelnen Komponenten vollständig für den Träger ausgerüstet, alle benötigten Komponenten sind im elektronischen Netzwerk vorhanden. Damit ist das intelligente Kleidungsstück für den Träger ohne Modifikationen sofort benutzbar.

Die Sendereinheit kann dabei im elektronischen Netzwerk als zentrale Übertragungseinheit an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem ausgestaltet sein. Der Begriff „extern“ bezeichnet hierbei, dass das Auswert- und Kommunikationssystem nicht Teil des intelligenten Kleidungsstücks ist oder in das intelligente Kleidungsstück integriert ist, sondern separat vom intelligenten Kleidungsstück ausgeführt ist. Durch eine zentrale Sendeeinheit kann die Anzahl an Komponenten des elektronischen Netzwerks möglichst klein gehalten werden, was die 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 externe Auswerte- und Kommunikationssystem übermitteln, was die Datenübertragungsrate an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem erhöht. Die Sendereinheit kann hierbei jede dafür geeignete Sendereinheit sein. Je nach Ausführungsform kann die Sendereinheit die Daten in unterschiedlichen geeigneten Formaten an die entsprechende Empfangseinheit des externen Auswerte- und Kommunikationssystems übertragen. Vorzugsweise tut die Sendereinheit dies drahtlos, vorzugsweise mittels einer Bluetooth-Verbindung und entsprechenden Schnittstellen, um die Bewegungsabläufe des Trägers nicht zu stören und eine kontinuierliche Überwachung der Bewegungsabläufe zu gewährleisten.

Die Empfängereinheit muss dazu ausgestaltet sein, die Rückmeldungen seitens des externen Auswerte- und Kommunikationssystems empfangen zu können. Hier gilt das Gleiche wie bereits für die Sendereinheit beschrieben ist. Sender- und Empfangseinheit können beispielsweise als gemeinsame Sende- und Empfangseinheit ausgebildet sein.

- 5 Geeignete Sendereinheiten, Empfangseinheiten und Sende- und Empfangseinheiten sind dem Fachmann bekannt. Bei mehreren dezentral im elektronischen Netzwerk angeordneten Sendereinheiten kann die Empfangseinheit separat davon als zentrale Empfangseinheit ausgebildet sein, da nicht von vornherein bekannt ist, welches Körperteil die auszugebende Rückmeldung betreffen soll und welche Ausgabeeinheiten die
- 10 Rückmeldung an den Träger vermitteln sollen. In einer Ausführungsform mit einer einzigen Ausgabeeinheit im elektronischen Netzwerk kann die Empfängereinheit in der Ausgabeeinheit integriert sein.

- Die Ausgabeeinheit kann hierbei jede Ausgabeeinheit sein, die geeignet ist, dem Träger des intelligenten Kleidungsstücks eine wahrzunehmende Rückmeldung auszugeben. Die
- 15 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 auszugeben. Die Rückmeldung kann dabei als kurzes, langes oder moduliertes Signal auf visuelle, akustische oder taktile Weise erfolgen.

- 20 Damit unterscheidet sich das erfindungsgemäße Kleidungsstück beispielsweise von Produkten, die zwar Sensoren für Körperparameter (IMU-Sensoren) umfassen, aber keine oder keine gezielte Rückmeldung an den Träger ausgeben können. Solche rückmeldungsarmen Systeme können keine umfangreiche, individuell abgestimmte Trainingsplanung und Trainingssteuerung bieten, wie es mit dem erfindungsgemäßen
- 25 intelligenten Kleidungsstück möglich ist. Diese erfindungsgemäße Bewegungssteuerung kann auch nicht durch den Einsatz von Elektromyographie (EMG) erreicht werden. Die Nachteile beim EMG liegen in der Genauigkeit der erfassten Daten, da dort nur die Muskelaktivität von Groß- und Oberflächenmuskeln zur Analyse herangezogen werden. Muskelaktivität ist aber nur ein indirekter Stellvertreterwert für Bewegung und somit nicht
- 30 geeignet, eine wirklich präzise Unterstützung von Bewegungsabläufen zu liefern.

- Das intelligente Kleidungsstück stellt somit eine Vorrichtung zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen zur Verfügung, die eine zeitnahe Rückmeldung (sogenanntes Feedback) zu den Bewegungsabläufen geben kann. Das intelligente Kleidungsstück in Verbindung mit dem externen Auswerte- und Kommunikationssystem
- 35 ermöglicht die Auswertung der biomechanischen Daten, die sonst nur mit Expertenhilfe

möglich wäre und stellt darüber hinaus Live-Feedback zur Verfügung und kann so insbesondere bei einem taktilen Feedback die neuromuskuläre Interaktion ermöglichen. Mit dem erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstück muss nicht unbedingt ein ganzer Anzug getragen und Sensoren manuell am Körper des Trägers angebracht werden. Das

5 erfindungsgemäße intelligente Kleidungsstück ist somit benutzerfreundlich und bedarf weder eines von Experten auszuführenden Aufbau- und Kalibrierungs-Aufwand noch die Anwesenheit von speziell geschultem Personal.

In einer Ausführungsform sind die Vielzahl an Sensorknoten entlang strategischer Achsen des intelligenten Kleidungsstücks zur flächigen Überwachung des Trägers angeordnet. Als

10 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

15 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

20 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 Trägers großflächig vollständig überwacht. Damit können Bewegungsabläufe des Trägers umfassend unterstützt und überwacht werden. Vorzugsweise sind dabei mehrere

25 Sensorknoten pro strategische Achse angeordnet.

In einer weiteren Ausführungsform umfassen die Ist-Daten eine Sensorkennung oder Sensorknotenkenennung. Damit können die Ist-Daten einem bestimmten Sensor / Sensorknoten zugeordnet und daher das Bewegungsmuster einzelner Körperteile oder Gliedmaßen des Trägers über die sich darüber streckende Anordnung der Sensorknoten

30 und das Zusammenspiel der verschiedenen Ist-Daten dieser Anordnung an Sensorknoten erkannt werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst der Sensorknoten einen 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 ist im elektronischen Netzwerk pro strategische Achse jeweils eine der Sendereinheiten angeordnet. Bei lediglich einer strategischen Achse am intelligenten Kleidungsstück wäre nur dann genau eine Sendereinheit vorhanden. Gewöhnlich besitzt das intelligente Kleidungsstück aber 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.) Damit kann die Datenübertragungsrate an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem 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 Körperteilen des Trägers 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 Positionstreue der Sensorknoten am Körper des Trägers beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks gewährleistet. Um die Bewegungsabläufe über einen längeren Zeitpunkt korrekt überwachen zu können, muss der Sensorknoten so gut wie möglich an dergleichen Position (Positionstreue) relativ zum Körper des Trägers verbleiben. Diese Positionstreue kann durch die Wahl eines geeigneten Schnittmusters, vorzugsweise mit einem eng-anliegenden Schnitt des intelligenten Kleidungsstücks und der Wahl des dafür geeigneten Materials des 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 Trägers an, zumindest in den 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 elastische Material stellt ein enges und positionstreu Anliegen des intelligenten

Kleidungsstückes zumindest im Bereich des Sensorknotens am Körper des Trägers auch bei sportbedingter Erwärmung des Körpers und aufgenommenem Schweiß sicher.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Sensorknoten irreversibel mit dem Material verbunden. Dadurch wird der mechanische und elektrische Schutz des Trägers gegen
5 ungewollte Loslösung des Sensorknotens vom intelligenten Kleidungsstück und damit eine mögliche mechanische und/oder elektrische Gefährdung des Trägers durch abgelöste Sensorknoten mit einer ungewünschten Position relativ zum Körper des Trägers verhindert. Der Sensorknoten kann dabei beispielsweise mit dem Material des Kleidungsstücks verwoben, auf dieses aufgeklebt, verschweißt oder aufgedruckt sein.

10 In einer 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
15 erhöhtes 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.

In einer weiteren Ausführungsform besitzen die Sensorknoten eine flächenförmige Ausdehnung entlang einer Oberfläche des intelligenten Kleidungsstücks, die um
20 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 Trägers des intelligenten Kleidungsstücks. Durch die in der Fläche ausgedehnte Form des Sensorknotens übt dieser einen entsprechend geringen Druck auf die Haut des Trägers
25 aus, da sich das Gewicht des Sensorknotens auf eine größere Fläche verteilt und damit für den Träger nicht oder nur noch kaum zu spüren ist.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Stromversorgung im intelligenten Kleidungsstück an einer Position angeordnet, die sich beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks möglichst nahe einem Schwerpunkt des Trägers bei aufrechtem Stand des Trägers
30 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 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 an Hüfte oder Bauch befindet. Dies
35 gilt für Hosen aller Art, Oberbekleidung, sogenannter Bodys oder Overalls oder anderer

Ganzkörperbekleidung. Bei Socken, Mützen, Handschuhe oder Schuhe sollte die Stromversorgung dagegen an einer anderen Position angeordnet sein, die das Tragen dieser Kleidungsstücke nicht erschwert.

5 In einer weiteren Ausführungsform sind die Sensorknoten und/oder Speichereinheit dazu ausgestaltet, die erfassten Ist-Daten mit für das elektronische Netzwerk synchronisierten Zeitstempeln für die Zeit der Erfassung der Ist-Daten zu versehen. 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
10 Rückmeldung eine verbesserte Unterstützung des Bewegungsablaufs ermöglicht wird.

In einer weiteren Ausführungsform ist das elektronische Netzwerk dazu ausgestaltet, die Ist-Daten nach Übermittlung an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem aus der Speichereinheit zu löschen. Damit wird weniger Speichervolumen benötigt und der Speicher des elektronischen Netzwerks kann kleiner ausgeführt werden. Dies verbessert
15 auch den benötigten Stromverbrauch des intelligenten Kleidungsstücks und dessen Tragekomfort.

In einer weiteren Ausführungsform ist das elektronische Netzwerk dazu ausgestaltet, die erfassten Ist-Daten vor der Übermittlung an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem einer Vorbearbeitung zu unterziehen. Diese Vorbearbeitung kann
20 beispielsweise mittels einer Datenbearbeitungseinheit vorgenommen werden, die entweder als zentrale zusätzliche Komponente im elektronischen Netzwerk ausgeführt bzw. in einer zentralen 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
25 Verarbeitungsprogramm installiert ist und ausgeführt wird, wodurch beispielsweise ein Rauschen aus den Ist-Daten herausgefiltert wird, eine Normalisierung durchgeführt wird, oder Teilbewegungen anhand einer Kombination von Bewegungsdaten eines oder mehrerer Sensorknotens erkannt werden.

In einer weiteren Ausführungsform gibt die Ausgabereinheit eine Rückmeldung in taktiler
30 Form an den Träger aus, die zur Emulation einer Berührung eines Trainers an ihrer Position ausgestaltet ist, vorzugsweise erfolgt die Rückmeldung erst nach einer festgestellten wiederholten Fehlausführung des Trägers. Die Fehlausführung umfasst eine Fehlpositionierung, eine falsche Ausführungsgeschwindigkeit oder eine falsche Ausführungskonsistenz. Eine Fehlpositionierung kann weiter in verschiedene Aspekte
35 unterteilt werden: Ein falsches Bewegungsmuster - eine falsche dynamische Haltung -, die

Asymmetrie einer Bewegung, insbesondere bezogen auf die Sagittalebene, oder eine falsche Bewegungsamplitude. Eine falsche Ausführungskonsistenz beschreibt bezogen auf eine einzelne Übungsausführung ein ungleichmäßiges Bewegungstempo, bspw. Stocken oder starkes Zittern. Die Ausführungsgeschwindigkeit kann sich in der konzentrischen und der exzentrischen Phase unterscheiden, sofern das explizit vorgegeben ist. Bezogen auf mehrere Wiederholungen einer Übung ist eine falsche Ausführungskonsistenz eine starke Abweichung der Bewegungsmuster voneinander. Die taktile Wahrnehmung dient der hier passiven Wahrnehmung von Druck, Berührung und Vibrationen sowie der Temperatur, da sich die Ausgabeeinheit im intelligenten Kleidungsstück positionsgetreu auf oder nahe der Haut des Trägers 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 Nervenfasern über das Rückenmark an das Gehirn weitergeleitet. Dadurch wird die Unterstützung des Bewegungsablaufs als eine gewohnte Korrektur erfahren, was die Bereitschaft des Trägers 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 Ausgabeeinheit ausgegeben werden. Vorzugsweise erfolgt diese Rückmeldung erst nach wiederholter Fehlausführung, damit zufällige Falschbewegungen von systematischen Falschbewegungen unterschieden werden können.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Ausgabeeinheit ein Vibrationsmotor oder eine EMS-Elektrode. Damit lassen sich die gewünschten taktilen Eindrücke zuverlässig erzeugen.

In einer weiteren Ausführungsform sind die Vielzahl an Ausgabeeinheiten entlang strategischer Achsen des intelligenten Kleidungsstücks angeordnet und dazu vorgesehen, mittels der Rückmeldung eine Korrekturbewegung des Trägers zu initiieren. 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 positioniert sein wie auch die Sensorik zur Bewegungsaufzeichnung. Vorzugsweise sind dafür mehrere Ausgabeeinheiten pro strategische Achse angeordnet. Die Positionen werden dadurch bestimmt, dass entlang dieser Achsen eine Korrekturbewegung durch das taktile Feedback eingeleitet werden soll. Diese neuromuskuläre Interaktion führt beim Träger dazu, dass die entsprechende Muskulatur gezielt angesteuert werden kann bzw. eine Korrektur im jeweiligen Bereich möglich wird. Es kommt zu einer Verknüpfung von Gehirn und Muskel.

In einer weiteren Ausführungsform weist die Sendereinheit eine Bluetooth- oder eine WLAN-Schnittstelle auf. Diese Schnittstellen eignen sich gut für eine zuverlässige Datenübertragung mittels Bluetooth- oder eine WLAN-Verbindung und entsprechende Kopplung an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem.

- 5 In einer weiteren Ausführungsform ist das intelligente Kleidungsstück eine Oberbekleidung, vorzugsweise ein T-Shirt. Mit dem erfindungsgemäßen Kleidungsstück als Oberbekleidung lassen sich unter Anwendung des Tensegrity-Modells (oder unter Berücksichtigung der myofaszialen Linien) Fehler in Bewegungsabläufen nicht nur im Oberkörperbereich, sondern auch im Bereich des Unterkörpers korrigieren. Denn unabhängig von der
- 10 individuellen Aufgabe eines Muskels, beeinflusst dieser auch funktionell integrierte und den ganzen Körper umspannende Verbindungen. Ganze Muskelzüge sind eingewebt in den Faserverlauf der Faszien und bilden myofasziale Verbindungen, die sich über den ganzen Körper verfolgen lassen. In diesen Faserzügen kontrahieren sich die Muskeln und übertragen myofasziale Kräfte. Als Folge führen anatomisch korrekt ausgeführte
- 15 Oberkörperbewegungen auch zu anatomisch korrekt ausgeführten Bewegungen des Unterkörpers und umgekehrt. Ein intelligentes Kleidungsstück als T-Shirt kann die Sicherheit bei Körperübungen deshalb deutlich steigern, selbst wenn die untere Körperhälfte nicht überwacht wird. Bei einem zusätzlichen Tragen einer intelligenten Hose als ein weiteres intelligentes Kleidungsstück, beispielsweise einer sogenannten Sport-
- 20 Leggings kann das Überwachungsergebnis noch weiter verbessert werden bzw. die neuromuskuläre Interaktion auch in Bereichen des Unterkörpers stattfinden.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Auswerte- und Kommunikationssystem zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen mittels Datenaustausch mit einem erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstück, wobei das Auswerte- und

25 Kommunikationssystem separat zum intelligenten Kleidungsstück als externes Auswerte- und Kommunikationssystem ausgeführt ist, umfassend

- einen Datenempfänger zum Empfangen von erfassten Ist-Daten des intelligenten Kleidungsstücks,
- eine Auswerteeinheit zum Auswerten der Ist-Daten, zur Ermittlung von

30 Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen zur Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers des intelligenten Kleidungsstücks, und

- eine Übermittlungseinheit zum Übermitteln der Rückmeldungs-Signale an eine Empfängereinheit des intelligenten Kleidungsstücks zur nachfolgenden Abgabe von

35 Rückmeldungen an den Träger basierend auf den ermittelten Bewegungsmustern des Trägers.

Das externe Auswerte- und Kommunikationssystem kann dabei als Computer, Server, Cloudlösung oder Smartphone oder einer Kombination davon ausgeführt sein, wobei die Cloudlösung bzw. die einzelnen Komponenten des externen Auswerte- und Kommunikationssystems auf einem geeigneten Gerät in der Umgebung des Trägers des intelligenten Kleidungsstücks ausgeführt werden. 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. Jegliches Rückmeldungs-Signal kann dabei zuvor ermittelte Normalposition, Fitnessgrad/Kraftpotential und Beweglichkeit/Flexibilität des Trägers 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.

Das erfindungsgemäße externe Auswerte- und Kommunikationssystem 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. Das externe Auswerte- und Kommunikationssystem in Verbindung mit dem intelligenten Kleidungsstück ermöglicht 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 externe Auswerte- und Kommunikationssystem bedarf weder eines von Experten auszuführenden Aufbau- und Kalibrierungsaufwandes noch der Anwesenheit von speziell geschultem Personal beim Träger des erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstücks nach einem Erstgebrauch und ist somit benutzerfreundlich.

In einer Ausführungsform wertet die Auswertungseinheit die Ist-Daten in Echtzeit aus und ermittelt die Bewegungsmuster des Trägers. Mit der Echtzeitauswertung kann dem Träger über das intelligente Kleidungsstück bei der laufenden Bewegung dazu Rückmeldungen und gegebenenfalls Korrekturanweisungen gegeben werden, wodurch der Träger seinen

Bewegungsablauf sofort anpassen und die Änderungen direkt spüren kann, was den Lerneffekt deutlich verbessert.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu ausgestaltet, die Ist-Daten als Zeitreihe zu speichern und unter Anwendung von festen Regeln und/oder unter Anwendung von Modellen des maschinellen Lernens zu analysieren. Als Datenanalyseknoten sammelt die Auswerteeinheit die vom intelligenten Kleidungsstück übertragenen, vorverarbeiteten Bewegungsdaten, speichert diese als Zeitreihe in einer internen Datenbank zwischen und analysiert diese unter Anwendung von festen Regeln wie Grenzwerte, relativer Vergleich und Abweichung von Sensorwerten an verschiedenen Punkten und ML-Modellen, um quantitative und qualitative Werte der aktuell ausgeführten Übung zu bestimmen. Das abgeleitete Feedback wird über die Übermittlungseinheit während der Übung, zur leichten Bewegungs- und Positionskorrektur, und nach der Übung als Übungsbewertung an den Träger des intelligenten Kleidungsstücks 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 audiovisuelle 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-Position 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 die Kombination des Übungstyp und des Vorzeichens der Ableitung der Amplitude.

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 Träger 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 Träger zuvor festgelegte Referenzpositionen einnehmen. Währenddessen werden Orientierung der Sensorknoten-Positionen und die Winkel der Teilkörperachsen (strategische Achsen) bestimmt und als

5 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,

10 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.

Sämtliche diskrete Berechnungen und Regeln lassen sich auch durch ein sogenanntes

15 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 Overlays im Video hervorgehoben. Sie können zusätzlich durch haptische Signale ergänzt werden,

20 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 Träger manuell eingetragen und/oder automatisch ermittelt werden. Bei den durch den

25 Träger 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 Träger mehrere vordefinierte Übungen durch. Hierbei werden Werte wie Dauer, Anzahl der Intervalle, und Asymmetrien ermittelt,

30 siehe voranstehende Erläuterungen. Zudem werden auch manuelle Eingaben des Trägers 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

35 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 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 ist die Auswerteeinheit dazu vorgesehen, einen Vergleich der Ist-Daten von Sensorknoten durchzuführen, die sich bezüglich einer Körperanatomie auf gegenüberliegenden oder zueinander im Verhältnis stehenden Positionen des intelligenten Kleidungsstücks befinden. Um Asymmetrien im Bewegungsablauf des Trägers zu identifizieren, findet ein direkter Vergleich von gegenüberliegenden Sensorpositionen statt – z.B. linke Schulter und rechte Schulter, linker Arm und rechter Arm, Oberkörper vorne und hinten etc. – oder zwischen Positionen mit einem gewissen Verhältnis zueinander – z.B. oberer Rücken zu unterem Rücken – statt. Diese Vergleiche stellen ein Beispiel für gegenüberliegende 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 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 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 Träger mit dem intelligenten Kleidungsstück und dem externen 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) könnte 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 andere Personen erfolgen. Das Tapping ist im Datensignal der IMU der Sensorknoten deutlich erkennbar.

10 In einer weiteren Ausführungsform ist die Applikation dazu ausgestaltet, über das Smartphone zusätzliche audiovisuelle Rückmeldungen zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Träger des intelligenten Kleidungsstücks auszugeben. Die Rückmeldung ist dabei zeitlich abgestimmt und an die aktuell ausgeführte Übung des Trägers angepasst, um beim Träger (Nutzer) eine angemessene Bewegungs- oder
15 Positionskorrektur in Verbindung mit der Ausgabeeinheit des intelligenten Kleidungsstücks auszulösen. 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
20 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.

25 In einer weiteren Ausführungsform ist die Applikation dazu vorgesehen,
- einen Zustand des intelligenten Kleidungsstücks abzufragen, und/oder
- zum Betrieb des intelligenten Kleidungsstücks notwendige Parameter und/oder Daten zu übertragen, und/oder
- einen Trainingsbetrieb mit dem intelligenten Kleidungsstück zu starten oder zu
30 beenden.

Als Steuereinheit/Gateway für das intelligente Kleidungsstück kann die Applikation auf dem Smartphone (Mobilapplikation) den Zugriff auf den internen Status des Wearables – z.B. Batterieladezustand, Verbindungsqualität, Betriebsbereitschaft - ermöglichen. Des Weiteren können über die Mobilapplikation neue Softwareversionen und andere zum
35 Betrieb notwendige Parameter/Daten an das intelligente Kleidungsstück übertragen oder weitergeleitet werden. Beim Starten oder Beenden des Trainingsbetriebs kann die

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

In einer weiteren Ausführungsform umfasst das externe Auswerte- und Kommunikationssystem ein Hintergrundsystem, mit dem die Auswerteeinheit über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, wobei das Hintergrundsystem dazu ausgestaltet
10 ist, geeignete Geschäftslogik, Sicherheits- und andere Netzwerk-Dienste, Dienste zum maschinellen Lernen (ML) sowie zum Speichern und Verwalten von Daten für die Auswerteeinheit und/oder das intelligente Kleidungsstück bereitzustellen. Das Hintergrundsystem (ein sogenanntes Backend) kann dabei Teil-Applikationen zur entsprechenden Anwendungslogik umfassen und Sicherheits- und andere Netzwerk-
15 Dienste, Dienste zum maschinellen Lernen (ML), Speicher, Schnittstellenverwaltung und Orchestrierung umfassen, um folgenden Anwendungen umzusetzen:

- Aggregation und Langzeit-Speicherung der Zeitreihendaten aus den einzelnen Trainingseinheiten.
- Langzeitdatenanalyse zur Auswertung von Trainingsfortschritt, Trends, Vorhersagen
20 und Anomalie-Erkennung.
- Bereitstellung von Schnittstellen zu sicherer Zugriffserteilung auf Trainings- und Assessmentdaten durch autorisierte Externe – z.B. Therapeuten oder Gesundheitsdienstleister.
- Nutzerprofilverwaltung, Authentifizierung und Autorisierung
- 25 - Trainieren und Verteilen von Modellen zur Bewegungserfassung und Trainingsbewertung an Mobilapplikation und intelligentem 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
30 Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen, zu erfüllen.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein System zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen umfassend ein erfindungsgemäßes intelligentes Kleidungsstück und ein erfindungsgemäßes Auswerte- und Kommunikationssystem, das separat zum intelligenten Kleidungsstück als ein für das intelligente Kleidungsstück
35 externes Auswerte- und Kommunikationssystem ausgeführt ist, wobei eine digitale

Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und eine Abgabe einer Rückmeldung an einen Träger mittels des intelligenten Kleidungsstückes ausgeführt wird, um den Träger bei den Bewegungsabläufen zu unterstützen, und wobei das externe Auswerte- und Kommunikationssystem zum Datenaustausch mit dem intelligenten Kleidungsstück geeignet verbunden ist, damit das externe Auswerte- und Kommunikationssystem ein Auswerten der vom intelligenten Kleidungsstück erfassten und übermittelten Ist-Daten, eine Ermittlung von Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten und einer Generierung von darauf basierender Rückmeldungs-Signale für eine Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers mittels des intelligenten Kleidungsstücks vornehmen und diese Rückmeldungs-Signale an das intelligente Kleidungsstücks übermitteln kann.

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 erfindungsgemäßen externen Auswerte- und Kommunikationssystem in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstück 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 keiner Anwesenheit von speziell geschultem Personal beim Träger des erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstücks und ist somit benutzerfreundlich.

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

- Fig.1: ein erfindungsgemäßes intelligentes Kleidungsstück als T-Shirt in der Vorderansicht;
- Fig.2: schematische Darstellung eines Sensorknotens mit mehreren Sensoren (a) in Draufsicht und (b) in Seitenansicht;
- Fig.3: schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Systems aus erfindungsgemäßigem intelligentem Kleidungsstück und erfindungsgemäßigem externen Auswerte- und Kommunikationssystem; und
- Fig.4: schematische Darstellung der (a) Ist-Daten verschiedener Sensorknoten während derselben Übung, und der (b) Ist-Daten eines Beschleunigungssensors als Funktion der Zeit einer Bewegungsübung mit zwei Durchführungen nacheinander.

Detaillierte Beschreibung der Zeichnungen

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

Fig.1 zeigt ein erfindungsgemäßes 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 Träger des T-Shirts 1. Das elektronische Netzwerk 2 umfasst hier eine Vielzahl an Sensorknoten 3, eine Speichereinheit 4, eine Sendeeinheit 5, eine 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 Trägers beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks 1 gewährleistet. Zumindest die Sensorknoten 3 und die Ausgabeeinheiten 7 sind hier irreversibel mit dem Textil-Material 11 verbunden. Die Sensorknoten 3 dienen dabei der Erfassung von Ist-Daten ID des Trägers, die eine Sensorkennung oder Sensorknotenkenntung umfassen. Die Sensorknoten 3 sind hier entlang strategischer Achsen SA des intelligenten Kleidungsstücks 1 zur flächigen Überwachung des Trägers 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 externe 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 das externe 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 externe 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 Empfängerseinheit 6 ist zum Empfangen eines Rückmeldungs-Signals FBS von dem externen 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 Trägers 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 Träger geben, beispielsweise weil die restlichen Bewegungsanteile des Trägers korrekt sind und dort kein Korrekturbedarf besteht. In dem hier gezeigten Beispiel werden Rückmeldungen FB nur von den entlang der Wirbelsäule (strategische Achse) des Trägers 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 Träger ausgeben, die zur Emulation einer Berührung eines Trainers an ihrer Position ausgestaltet ist, vorzugsweise erfolgt die Rückmeldung FB erst nach einer festgestellten wiederholten Fehlausführung des Trägers. 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 Trägers befindet. Damit befindet sich die Stromversorgung 9 beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks 1 möglichst nahe einem Schwerpunkt des Trägers bei aufrechtem Stand des Trägers. Beim T-Shirt 1 sind hier die beiden Armbündchen 12 a 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 eines erfindungsgemäßen Systems 200 aus erfindungsgemäßen intelligentem Kleidungsstück 1 und erfindungsgemäßen externe Auswerte- und Kommunikationssystem 100, wobei eine digitale Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und eine Abgabe einer Rückmeldung FB an einen Träger mittels des intelligenten Kleidungsstückes 1 ausgeführt wird, um den Träger bei den Bewegungsabläufen zu unterstützen. Für die Details zum erfindungsgemäßen intelligenten Kleidungsstück 1 verweisen wir auf Fig.1. Das externe 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 externe Auswerte- und Kommunikationssystem 100 umfasst ferner einen Datenempfänger 110 zum Empfangen von erfassten Ist-Daten ID des intelligenten Kleidungsstücks 1, die über die Bluetooth-Verbindung B von der Sendereinheit 5 des intelligenten Kleidungsstück 1 zum Datenempfänger 110 übermittelt werden, eine Auswerteeinheit 120 zum Auswerten der Ist-Daten ID, zur Ermittlung von Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten ID und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen FBS zur Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers des intelligenten Kleidungsstücks 1, und eine Übermittlungseinheit 130 zum Übermitteln der Rückmeldungs-Signale FBS über dieselbe Bluetooth-Verbindung B an eine Empfängereinheit 6 des intelligenten Kleidungsstücks 1 zur nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Träger basierend auf den ermittelten Bewegungsmustern des Trägers. Hierbei wertet die Auswerteeinheit 120 die Ist-Daten ID in Echtzeit aus und ermittelt die Bewegungsmuster des Trägers. 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 Maschinenslernens 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

Kleidungsstücks 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 Auswertungsseinheit 120 mittels einer Applikation APP installiert und ausgeführt auf dem Smartphone 140 oder in einer Cloud CL bereitgestellt.

- 5 Die Applikation APP ist ferner dazu ausgestaltet, über das Smartphone 140 zusätzliche audiovisuelle Rückmeldungen zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Träger des intelligenten Kleidungsstücks 1 auszugeben. Ferner ist die die Applikation APP dazu vorgesehen, einen Status des intelligenten Kleidungsstücks 1 abzufragen, zum Betrieb des intelligenten Kleidungsstücks 1 notwendige Parameter und/oder Daten zu übertragen, und
- 10 einen Trainingsbetrieb mit dem intelligenten Kleidungsstück 1 zu starten oder zu beenden. In dieser Ausführungsform umfasst das externe Auswerte- und Kommunikationssystem 100 ein Hintergrundsystem 150 (siehe Klammer „100“), mit dem die Auswerteeinheit 120 über eine geeignete Datenverbindung verbunden ist, wobei das Hintergrundsystem 150 dazu
- 15 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“
- 20 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
- 25 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
- 30 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 sind können (siehe Figure 4a – x). Dieser wird durch die menschliche Anatomie
- 35 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.

- 5 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
- 10 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 wird. Die Erkennung 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
- 15 Intervalls. Die Unterteilung der Geschwindigkeit auf die konzentrische und die exzentrische Phase erfolgt durch den Vorzeichenwechsel (Wendepunkt) der Ableitung/Flankensteigung in Kombination mit der Kenntnis des Übungstyps. Eine weitere zeitliche Analyse auf Basis der Intervalle ist die Erkennung von Rhythmus bzw. Gleichmäßigkeit der Bewegungsamplitude und Geschwindigkeit der Einzelphasen. Hierbei werden alle
- 20 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), die sich über mehrere Intervalle hinweg ergeben, erlauben Rückschlüsse auf die Gleichmäßigkeit der Übungsausführung. Eine Trendanalyse der zeitlichen Abweichung aus der
- 25 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 die Zeit. Zur Bewertung der muskulären Belastung während einer Übung und um im Umkehrschluss Stärke und Durchhaltevermögen zu steigern, wird die sogenannte Time-
- 30 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 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
- 35 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 durchgeführten Übung, werden unterschiedliche Referenzbewegungskurven, Sensorpositionen und Sensortypen herangezogen.

Liste der Bezugszeichen

	1	erfindungsgemäßes 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	Halsausschnitt
	12a	Armbündchen
	12h	Hüftbündchen
	100	erfindungsgemäßes externes Auswerte- und Kommunikationssystem
20	110	Datenempfänger des externen Auswerte- und Kommunikationssystems
	120	Auswerteeinheit des externen Auswerte- und Kommunikationssystems
	130	Übermittlungseinheit des externen Auswerte- und Kommunikationssystems
	140	Smartphone
	150	Hintergrundsystem
25	200	erfindungsgemäßes Gesamtsystem
	A	Länge eines Übungsintervalls
	AccX	Ist-Daten eines Beschleunigungssensors
30	APP	Applikation installiert und ausgeführt auf einem Smartphone
	Ax, Ay	flächenförmige Ausdehnung des Sensorknotens
	Az	Dicke des Sensorknotens
	B	Bluetooth-Verbindung
	B1	erste Beschleunigungsphase
35	B2	zweite Beschleunigungsphase
	C	Fläche unter der Kurve der durchgeführten Übung
	CL	Cloud

	FB	Rückmeldung an den Träger
	FBS	Rückmeldungs-Signal vom externen Auswerte- und Kommunikationssystem
	ID	Ist-Daten des Trägers
	IP	Internetverbindung
5	SA	strategische Achsen des intelligenten Kleidungsstücks
	R	Ist-Daten eines Sensorknotens bzgl. Drehung
	t	Zeit

Patentansprüche

1. Ein intelligentes Kleidungsstück (1) mit einem in das intelligente Kleidungsstück (1) integrierten elektronischen Netzwerk (2) zur digitalen Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und zur Abgabe einer Rückmeldung (FB) an einen Träger des intelligenten Kleidungsstückes (1), wobei das elektronische Netzwerk (2) zumindest
- eine Vielzahl an Sensorknoten (3) umfassend ein oder mehrere Sensoren (31) zur Erfassung von Ist-Daten (ID) des Trägers,
 - eine Speichereinheit (4) zur zumindest temporären Speicherung der Ist-Daten (ID),
 - eine Sendereinheit (5) zur Übermittlung der temporär gespeicherten Ist-Daten (ID) an ein externes Auswerte- und Kommunikationssystem (100), vorzugsweise geschieht die Übermittlung dabei kabellos,
 - eine Empfängereinheit (6) zum Empfangen eines Rückmeldungs-Signals (FBS) von dem externen Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zur unmittelbaren Korrektur einer Bewegungsausführung durch den Träger auf Basis der übermittelten Ist-Daten (ID), und
 - eine Vielzahl an Ausgabeeinheiten (7) zur Abgabe der Rückmeldung (FB) an den Träger auf Basis des empfangenen Rückmeldungs-Signals (FBS) vor dem externen Auswerte- und Kommunikationssystem zur Korrektur einer Bewegungsausführung durch den Träger
- umfasst, wobei die obigen 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 verbunden sind, wobei die Daten- und/oder Stromverbindungen (8) in das intelligente Kleidungsstück (1) integriert sind.
2. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die eine Vielzahl an Sensorknoten (3) entlang strategischer Achsen (SA) des intelligenten Kleidungsstückes (1) zur flächigen Überwachung des Trägers angeordnet sind, vorzugsweise sind mehrere Sensorknoten (3) pro strategischer Achse (SA) angeordnet.
3. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
im elektronischen Netzwerk (2) pro strategische Achse (SA) jeweils eine der Sendereinheiten (5) angeordnet ist.

4. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Sensorknoten (3) einen drei-Achsen-Beschleunigungssensor (31) und/oder ein
drei-Achse-Gyroskop (31) und/oder ein Magnetometer (31) umfasst.
- 5 5. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ist-Daten (ID) eine Sensorkennung oder Sensorknotenkennung umfassen.
6. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 das intelligente Kleidungsstück (1) zumindest bereichsweise aus einem Material (11)
gefertigt ist, das eine Positionstreue der Sensorknoten (3) am Körper des Trägers
beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks (1) gewährleistet, vorzugsweise ist
das Material (11) ein elastisches Textil.
7. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 der Sensorknoten (3) irreversibel mit dem Material (11) verbunden ist.
8. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Daten und/oder Stromverbindungen (8) in das intelligenten Kleidungsstück (1)
20 eingearbeitet, vorzugsweise eingewebt, sind.
9. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Sensorknoten (3) eine flächenförmige Ausdehnung (A_x , A_y) entlang einer
Oberfläche (1a) des intelligenten Kleidungsstücks (1) besitzen, die um mindestens
25 eine Größenordnung größer ist als deren Dicke (A_z) senkrecht zur Oberfläche.
10. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Stromversorgung (9) im intelligenten Kleidungsstück (1) an einer Position
angeordnet ist, die sich beim Tragen des intelligenten Kleidungsstücks (1) möglichst
30 nahe einem Schwerpunkt des Trägers bei aufrechtem Stand des Trägers befindet.
11. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Sensorknoten (3) und/oder Speichereinheit (4) dazu ausgestaltet sind, die erfassten Ist-Daten (ID) mit für das elektronische Netzwerk (2) synchronisierten Zeitstempeln für die Zeit der Erfassung der Ist-Daten (ID) zu versehen.

- 5 12. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektronische Netzwerk (2) dazu ausgestaltet ist, die Ist-Daten (ID) nach Übermittlung an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) aus der Speichereinheit (4) zu löschen.
- 10 13. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektronische Netzwerk (2) dazu ausgestaltet ist, die erfassten Ist-Daten (ID) vor der Übermittlung an das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) einer Vorbearbeitung zu unterziehen.
- 15 14. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgabeeinheit (7) eine Rückmeldung (FB) in taktiler Form an den Träger ausgibt, die zur Emulation einer Berührung eines Trainers an ihrer Position ausgestaltet ist, vorzugsweise erfolgt die Rückmeldung (FB) erst nach einer festgestellten wiederholten Fehlausführung des Trägers.
- 20 15. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgabeeinheit (7) ein Vibrationsmotor oder eine EMS-Elektrode ist.
- 25 16. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vielzahl an Ausgabeeinheiten (7) entlang strategischer Achsen (SA) des intelligenten Kleidungsstücks (1) angeordnet und dazu vorgesehen sind, mittels der Rückmeldung (FB) die Korrektur der Bewegungsausführung des Trägers zu initiieren.
- 30 17. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sendereinheit (5) eine Bluetooth- oder eine WLAN-Schnittstelle aufweist.
18. Das intelligente Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das intelligente Kleidungsstück (1) eine Oberbekleidung, vorzugsweise ein T-Shirt, ist.

19. Ein Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zur digitalen Überwachung und Unterstützung von Bewegungsabläufen mittels zum Datenaustausch mit einem intelligenten Kleidungsstück (1) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) separat zum intelligenten Kleidungsstück (1) als externes Auswerte- und Kommunikationssystem (100) ausgeführt ist, umfassend

- einen Datenempfänger (110) zum Empfangen von erfassten Ist-Daten (ID) des intelligenten Kleidungsstücks (1),
- eine Auswerteeinheit (120) zum Auswerten der Ist-Daten (ID), zur Ermittlung von Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten (ID) und zur Generierung von darauf basierenden Rückmeldungs-Signalen (FBS) zur Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers des intelligenten Kleidungsstücks (1), und
- eine Übermittlungseinheit (130) zum Übermitteln der Rückmeldungs-Signale (FBS) an eine Empfängereinheit (6) des intelligenten Kleidungsstücks (1) zur nachfolgenden Abgabe von Rückmeldungen an den Träger basierend auf den ermittelten Bewegungsmustern des Trägers.

20. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (120) die Ist-Daten (ID) in Echtzeit auswertet und die Bewegungsmuster des Trägers ermittelt.

21. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (120) dazu ausgestaltet ist, die Ist-Daten (ID) als Zeitreihe zu speichern und unter Anwendung von festen Regeln und/oder unter Anwendung von Modellen des maschinellen Lernens zu analysieren.

22. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (120) dazu vorgesehen ist, einen Vergleich der Ist-Daten (ID) von Sensorknoten (3) durchzuführen, die sich bezüglich einer Körperanatomie auf gegenüberliegenden oder zueinander im Verhältnis stehenden Positionen des intelligenten Kleidungsstücks (1) befinden.

23. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach einem der Ansprüche 19 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Datenempfänger (110) und die Übermittlungseinheit (120) 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.
24. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Applikation (APP) dazu ausgestaltet ist, über das Smartphone (140) zusätzliche
audiovisuelle Rückmeldungen zu den ermittelten Bewegungsmustern an den Träger
des intelligenten Kleidungsstücks (1) auszugeben.
25. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach Anspruch 23 oder 24,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Applikation (APP) dazu vorgesehen ist,
 - einen Zustand des intelligenten Kleidungsstücks (1) abzufragen, und/oder
 - zum Betrieb des intelligenten Kleidungsstücks (1) notwendige Parameter und/oder Daten zu übertragen, und/oder
 - einen Trainingsbetrieb mit dem intelligenten Kleidungsstück (1) zu starten oder zu beenden.
26. Das Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach einem der Ansprüche 19 bis 25,
dadurch gekennzeichnet, dass
das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) ein Hintergrundsystem (150) umfasst, 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.
27. Ein System (200) zur digitalen Überwachung und Unterstützung von
Bewegungsabläufen umfassend ein intelligentes Kleidungsstück (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18 und ein Auswerte- und Kommunikationssystem (100) nach einem
der Ansprüche 19 bis 26, das separat zum intelligenten Kleidungsstück (1) als ein für das intelligente Kleidungsstück (1) externes Auswerte- und Kommunikationssystem
(100) ausgeführt ist, wobei eine digitale Erfassung und Aufzeichnung von Körperbewegungen und eine Abgabe einer Rückmeldung (FB) an einen Träger

mittels des intelligenten Kleidungsstückes (1) ausgeführt wird, um den Träger bei den Bewegungsabläufen zu unterstützen, und wobei das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) zum Datenaustausch mit dem intelligenten Kleidungsstück (1) geeignet verbunden ist, damit das externe Auswerte- und Kommunikationssystem (100) eine Auswerten der vom intelligenten Kleidungsstück (1) erfassten und übermittelten Ist-Daten (ID), eine Ermittlung von Bewegungsmustern des Trägers aus den ausgewerteten Ist-Daten (ID) und einer Generierung von darauf basierender Rückmeldungs-Signale (FBS) für eine Korrektur der Bewegungsmuster des Trägers mittels des intelligenten Kleidungsstücks (1) vornehmen und diese Rückmeldungs-Signale (FBS) an das intelligente Kleidungsstücks (1) übermitteln kann.

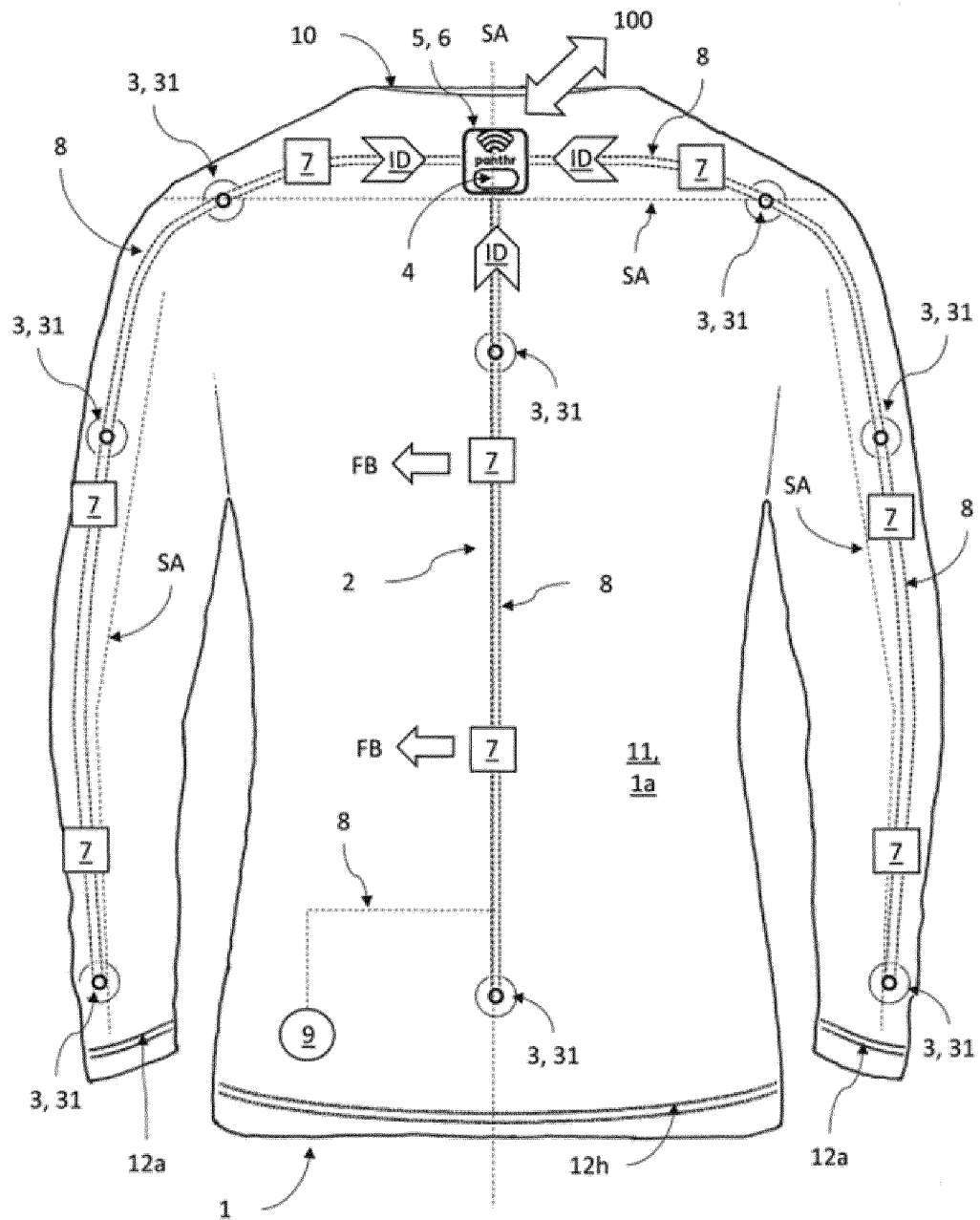


Fig.1

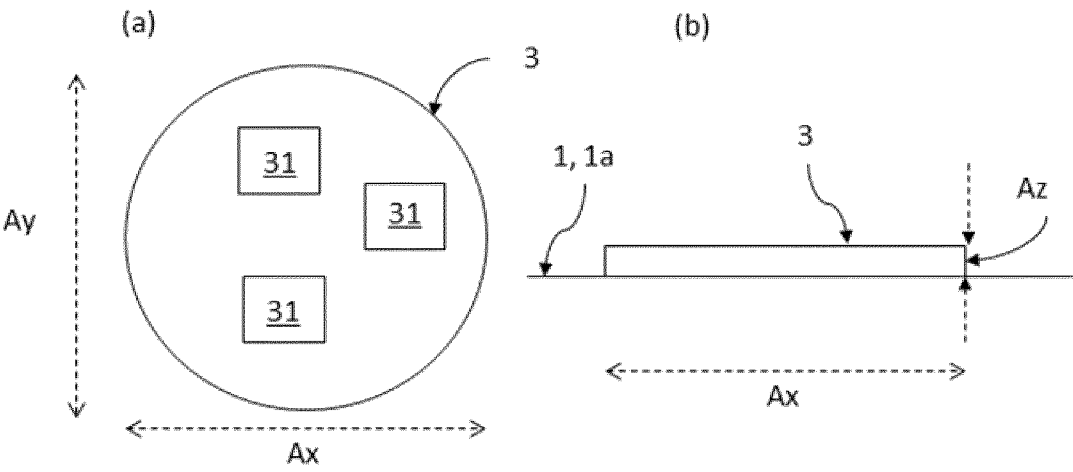


Fig.2

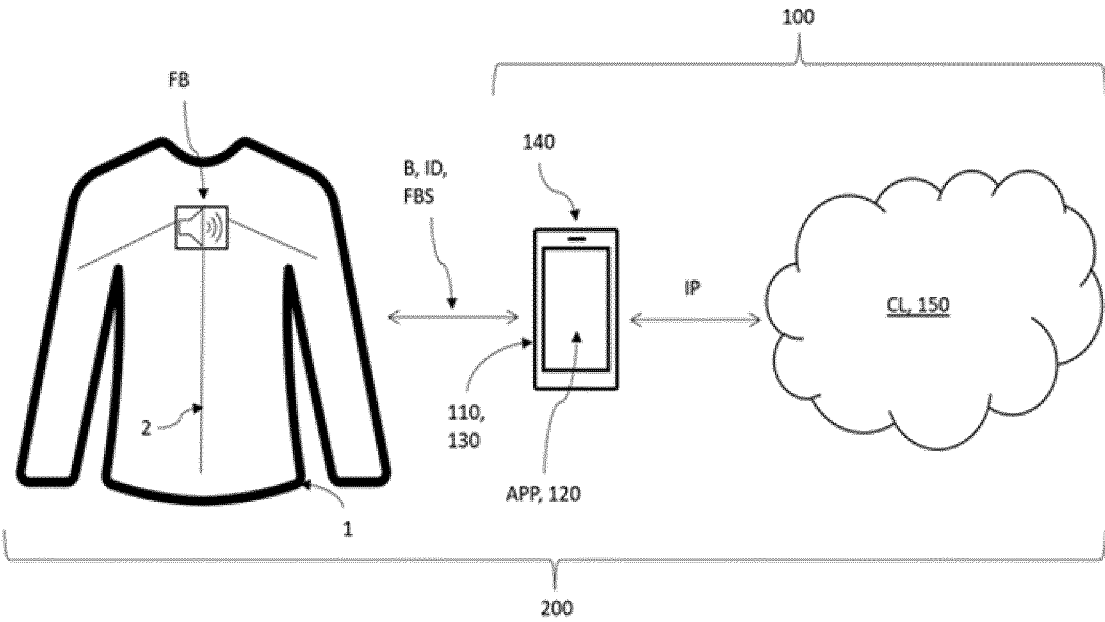


Fig.3

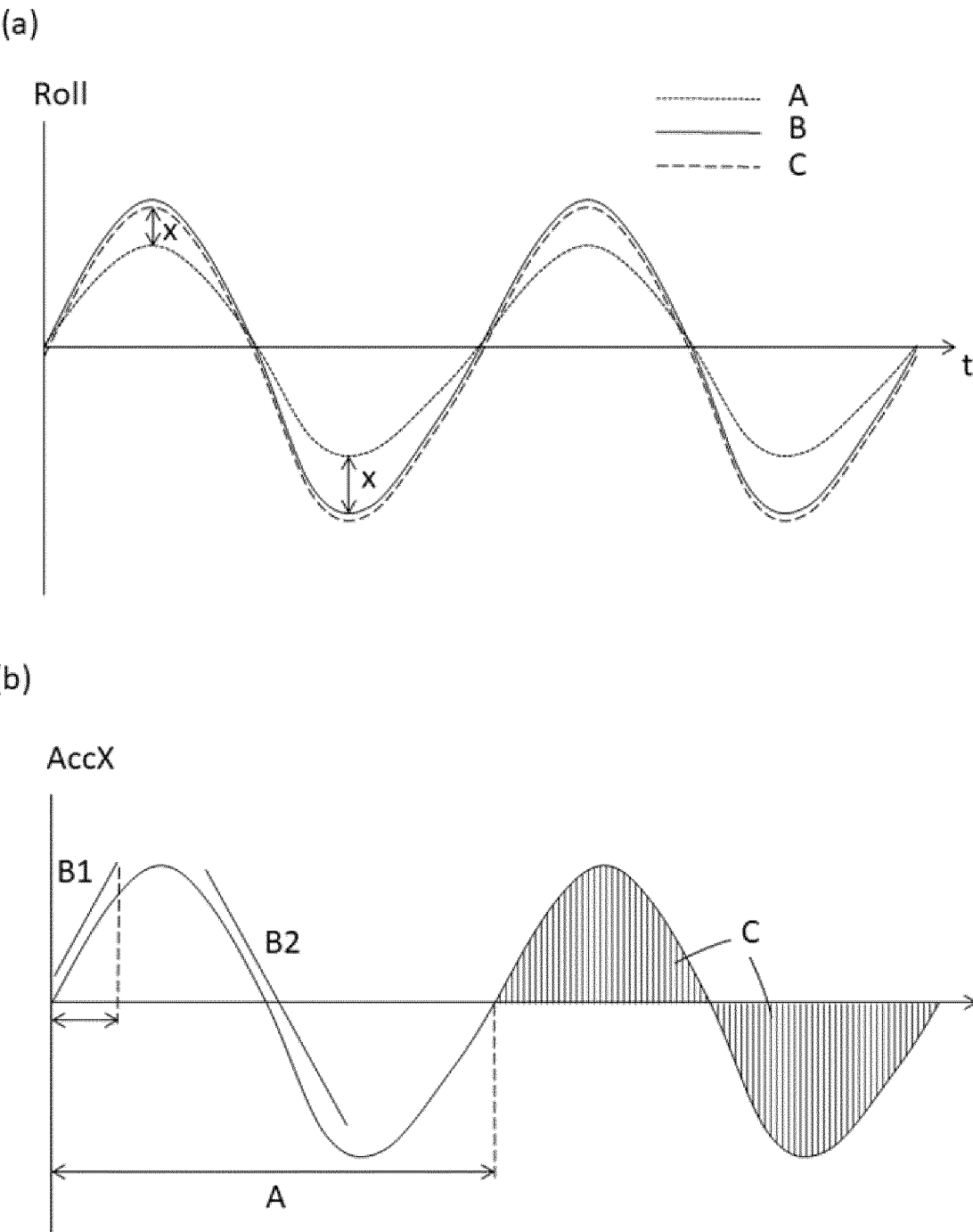


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 5/00 (2006.01)i; A61B 5/11 (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	US 2014070957 A1 (LONGINOTTI-BUITONI GIANLUIGI [US] ET AL) 13 March 2014 (2014-03-13) paragraphs [0018] - [0020], [0027], [0028], [0032], [0037], [0038], [0050] - [0052], [0058], [0083], [0088], [0095], [0101], [0102], [0174] paragraphs [0190], [0202] - [0207], [0217], [0218], [0221], [0226] figures 1, 4, 6A-6D, 8	1,2,4-27
X	US 2016262688 A1 (NICHOLS ANDREW [US]) 15 September 2016 (2016-09-15) paragraphs [0023], [0025], [0029], [0030], [0032], [0033], [0037] - [0048], [0050] - [0052], [0059], [0064], [0065] figures 1-3 claim 2	1-6,9-11,14-27
X	DE 202016007553 U1 (SEEBOTIC GMBH [DE]) 13 March 2018 (2018-03-13) paragraphs [0024], [0030], [0038], [0040] - [0042], [0049], [0054] - [0057], [0060] - [0063], [0065], [0066] figures 4-9	1-4,6-9,11,13-21,23-27
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 05 July 2024		Date of mailing of the international search report 22 July 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 Worms, Georg Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057969

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 3369371 A1 (ATEC INNOVATION GMBH [DE]) 05 September 2018 (2018-09-05) paragraphs [0010], [0013], [0032], [0034], [0044], [0047], [0048], [0050], [0054], [0056], [0058], [0059] figures 1-4	1,2,4,6,8-10,14 ,15,17-20,23,27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/057969

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014070957	A1	13 March 2014	CN	104768455	A	08 July 2015
				EP	2895050	A1	22 July 2015
				ES	2705526	T3	25 March 2019
				US	2014070957	A1	13 March 2014
				WO	2014041032	A1	20 March 2014

US	2016262688	A1	15 September 2016	US	2013184611	A1	18 July 2013
				US	2016262688	A1	15 September 2016

DE	202016007553	U1	13 March 2018	NONE			

EP	3369371	A1	05 September 2018	DE	102017203447	A1	06 September 2018
				EP	3369371	A1	05 September 2018

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61B5/00 A61B5/11 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 2014/070957 A1 (LONGINOTTI-BUITONI GIANLUIGI [US] ET AL) 13. März 2014 (2014-03-13) Absätze [0018] - [0020], [0027], [0028], [0032], [0037], [0038], [0050] - [0052], [0058], [0083], [0088], [0095], [0101], [0102], [0174] Absätze [0190], [0202] - [0207], [0217], [0218], [0221], [0226] Abbildungen 1, 4, 6A-6D, 8 ----- - / - -	1, 2, 4 - 27
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "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 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 5. Juli 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 22/07/2024
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 Worms, Georg

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/262688 A1 (NICHOLS ANDREW [US]) 15. September 2016 (2016-09-15) Absätze [0023], [0025], [0029], [0030], [0032], [0033], [0037] - [0048], [0050] - [0052], [0059], [0064], [0065] Abbildungen 1-3 Anspruch 2 -----	1-6, 9-11, 14-27
X	DE 20 2016 007553 U1 (SEEBOTIC GMBH [DE]) 13. März 2018 (2018-03-13) Absätze [0024], [0030], [0038], [0040] - [0042], [0049], [0054] - [0057], [0060] - [0063], [0065], [0066] Abbildungen 4-9 -----	1-4,6-9, 11, 13-21, 23-27
X	EP 3 369 371 A1 (ATEC INNOVATION GMBH [DE]) 5. September 2018 (2018-09-05) Absätze [0010], [0013], [0032], [0034], [0044], [0047], [0048], [0050], [0054], [0056], [0058], [0059] Abbildungen 1-4 -----	1,2,4,6, 8-10,14, 15, 17-20, 23,27

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/057969

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014070957 A1	13-03-2014	CN 104768455 A	08-07-2015
		EP 2895050 A1	22-07-2015
		ES 2705526 T3	25-03-2019
		US 2014070957 A1	13-03-2014
		WO 2014041032 A1	20-03-2014

US 2016262688 A1	15-09-2016	US 2013184611 A1	18-07-2013
		US 2016262688 A1	15-09-2016

DE 202016007553 U1	13-03-2018	KEINE	

EP 3369371 A1	05-09-2018	DE 102017203447 A1	06-09-2018
		EP 3369371 A1	05-09-2018
