



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 214 332.7**

(22) Anmeldetag: **10.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **13.02.2014**

(51) Int Cl.: **G01L 3/24 (2006.01)**

(71) Anmelder:
NCTEngineering GmbH, 82008, Unterhaching, DE

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

(72) Erfinder:
**von Löbbecke, Bernd, 82110, Germering, DE; von
Löbbecke, Sandra, 82110, Germering, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

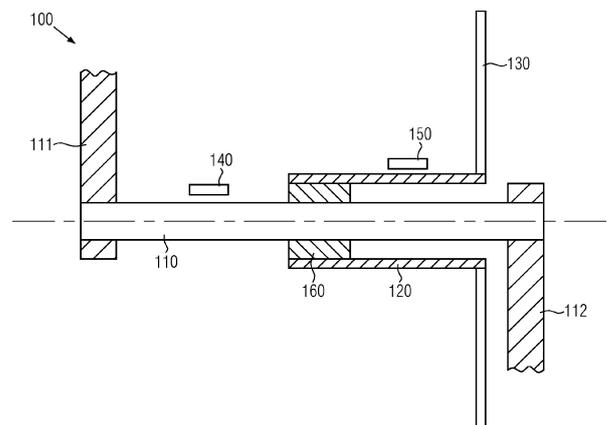
DE	37 22 728	C1
DE	44 35 174	C2
DE	10 2007 040 016	A1
DE	10 2008 050 236	A1
DE	10 2009 029 653	A1
DE	10 2010 048 592	A1
WO	2009/ 079 980	A1

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Leistungssensorik für Fahrräder**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kurbeltrieb, umfassend: eine Tretkurbelwelle mit einem ersten permanenten Magnetfeld; eine erste und eine zweite Tretkurbel; eine Hülse mit einem zweiten permanenten Magnetfeld, wobei die Tretkurbelwelle im Innern der Hülse angeordnet ist; ein Antriebselement; wobei die erste Tretkurbel an einem ersten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet ist und die zweite Tretkurbel an einem zweiten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet ist; wobei die Tretkurbelwelle an einem dritten axialen Abschnitt, der zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt liegt, mit einem ersten axialen Abschnitt der Hülse über eine Kopplungseinrichtung verbunden ist; wobei das Antriebselement mit einem zweiten axialen Abschnitt der Hülse verbunden ist; eine erste Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Torsion der Tretkurbelwelle zwischen dem ersten und dem dritten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle; eine zweite Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Torsion der Hülse zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt der Hülse.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kurbeltrieb für ein Fahrrad mit Sensorik zur Messung eines Drehmoments und/oder zur Messung einer aufgeführten Leistung.

[0002] Im Stand der Technik gibt es verschiedene Verfahren zur Messung des Drehmoments beziehungsweise der Leistung eines Fahrradfahrers. Beispielsweise kann dies durch eine Drehmomentmessung im Kettenblattaufnehmer erfolgen. Hier wird die Leistung gemessen, die über die Tretlagerwelle auf die Kettenblätter übertragen wird. Dafür werden Dehnmessstreifen in der Kettenblattaufnahme angebracht, über deren Biegung das Drehmoment gemessen werden kann. Nachteilig ist dabei, dass damit nur die Gesamtleistung beider Beine gemessen werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit eine Messung des Drehmoments beziehungsweise der Leistung durch die Biegung der Pedalachse zu bestimmen. Hierbei wird der Druck des Fahrradfahrers auf die Pedale beziehungsweise die Pedalachse gemessen. Dabei ist es jedoch problematisch, den Druck auf die Pedale in ein Drehmoment umzurechnen. Dafür muss die genaue Winkelposition der Kurbel bestimmt werden, welche nur sehr ungenau gemessen werden kann, da Querkräfte, die auf die Pedale wirken, die Messung verfälschen. Weiterhin kann das Drehmoment beziehungsweise die Leistung in der Hinterradnabe des hinteren Reifens gemessen werden, wobei auch hier nur das Gesamtdrehmoment beziehungsweise die Gesamtleistung, die über die Kette auf die Hinterradnabe übertragen wird, gemessen werden kann. Des Weiteren ist die Messung durch die Kraftübertragung über die Kette sehr ungenau.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Zielsetzung der Erfindung ist es, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden und eine präzise Drehmomentmessung zur Verfügung zu stellen, welche das Drehmoment für die linke und rechte Seite getrennt ermitteln kann und die in einem Tretlager beispielsweise eines Fahrrads, eines Indoor-Bikes, eines Spinning-Bikes, eines Ergometers, eines Heimtrainers, eines E-Bikes oder eines Pedelecs integriert werden kann.

[0004] Der erfindungsgemäße Kurbeltrieb umfasst nach Anspruch 1 eine Tretkurbelwelle, eine erste und eine zweite Tretkurbel, eine Hülse, wobei die Tretkurbelwelle im Innern der Hülse angeordnet ist, ein Antriebsselement, insbesondere ein mit einem Abtriebsselement verbindbares Antriebsblatt. Dabei ist die erste Tretkurbel an einem ersten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet und die zweite Tretkur-

bel ist an einem zweiten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet. Zudem ist die Tretkurbelwelle an einem dritten axialen Abschnitt, der zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt liegt, mit einem ersten axialen Abschnitt der Hülse über eine Kopplungseinrichtung verbunden ist. Weiterhin ist das Antriebsselement mit einem zweiten axialen Abschnitt der Hülse verbunden. Der Kurbeltrieb umfasst weiterhin eine erste Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Torsion der Tretkurbelwelle zwischen dem ersten und dem dritten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle, sowie eine zweite Sensoreinrichtung zur Erfassung einer Torsion der Hülse zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt der Hülse.

[0005] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Kurbeltriebs besteht darin, dass eine Sensorik zur separaten Erfassung des über die erste Tretkurbel eingebrachten Drehmoments sowie des über die erste und die zweite Tretkurbel insgesamt eingebrachten Gesamtdrehmoments vorgesehen ist. Dies eröffnet die Möglichkeit, die durch das linke beziehungsweise rechte Bein eingebrachten Drehmomenten beziehungsweise Leistungen separat zu bestimmen.

[0006] Die Sensorik zur Messung der Drehmomente kann beispielsweise auf dem Effekt der Magnetostraktion beruhen, wobei die Tretkurbelwelle und die Hülse jeweils ein permanentes Magnetfeld aufweisen, deren Änderung auf Grund von Torsion der Tretkurbelwelle bzw. der Hülse mit der ersten bzw. der zweiten Sensoreinrichtung erfasst werden kann. Eine weitere Möglichkeit ist, die Drehmomente über einen Winkelversatz zu erfassen, wobei an jeder der beiden Messstellen z.B. zwei Winkelsensoren angebracht sind, die eine durch ein anliegendes Drehmoment bewirkte Torsion der Tretkurbelwelle bzw. der Hülse einen Winkelversatz zwischen den beiden Winkelsensoren erfassen. Eine weitere nicht erschöpfende Alternative besteht darin, dass eine Folie auf die Tretkurbelwelle bzw. die Hülse aufgeschumpft ist, welche bei Drehmomentbelastung ihre Kapazität ändert, und diese Änderungen mit der jeweiligen Sensoreinrichtung erfasst wird. Die Messverfahren können zudem an der ersten und zweiten Messstelle (Tretkurbelwelle bzw. Hülse) verschieden sein.

[0007] In dem Fall, in dem der erfindungsgemäße Kurbeltrieb beispielsweise in einem Fahrrad eingesetzt wird, kann das Antriebsselement ein Kettenblatt sein, das mit einem als Hinterradritzel ausgebildeten Abtriebsselement über eine Kette verbunden ist. Weiterhin kann das Antriebsselement beispielsweise im Falle eines Ergometers auch ein Riemenantrieb / eine Riemenscheibe oder eine Schwungscheibe sein.

[0008] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann der Kurbeltrieb weiterhin eine Winkelmesseinrichtung zur Erfassung des Drehwinkels der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse, und/oder ei-

ne Winkelgeschwindigkeitsmesseinrichtung zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse umfassen. Dies eröffnet die Möglichkeit, aus dem zeitlichen Verlauf der gemessenen Winkel eine Winkelgeschwindigkeit abzuleiten oder diese über die Winkelgeschwindigkeitsmesseinrichtung unmittelbar zu messen, woraus zusammen mit den gemessenen Drehmomenten die entsprechenden Leistungen berechnet werden können.

[0009] Vorzugsweise kann der Kurbeltrieb weiterhin eine Auswerteeinrichtung zur Bestimmung eines durch die erste Tretkurbel eingebrachten ersten Drehmoments aus Signalen von der ersten Sensoreinrichtung, zur Bestimmung eines durch die erste und zweite Tretkurbel eingebrachten Gesamtdrehmoments aus Signalen von der zweiten Sensoreinrichtung und zur Berechnung eines durch die zweite Tretkurbel eingebrachten zweiten Drehmoments aus dem ersten Drehmoment und dem Gesamtdrehmoment umfassen. Auf diese Weise können die über die erste und die zweite Tretkurbel eingebrachten Drehmomente separiert werden.

[0010] Weiterhin bevorzugt ist, dass die Auswerteeinrichtung weiterhin dazu ausgebildet sein kann, mit einer aus einem zeitlichen Verlauf des erfassten Drehwinkels bestimmten Winkelgeschwindigkeit oder der erfassten Winkelgeschwindigkeit eine über die erste Tretkurbel aufgebrachte erste Leistung, eine über die zweite Tretkurbel aufgebrachte zweite Leistung und eine über die erste und die zweite Tretkurbel gemeinsam aufgebrachte Gesamtleistung zu bestimmen.

[0011] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Kurbeltriebs besteht darin, dass die Auswerteeinrichtung weiterhin dazu ausgebildet sein kann, aus dem erfassten Drehwinkel zu ermitteln, ob das erste Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der ersten Tretkurbel befestigten ersten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der ersten Pedale eingebracht wird und/oder ob das zweite Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der zweiten Tretkurbel befestigten zweiten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der zweiten Pedale eingebracht wird. Dadurch wird es möglich, für das linke und das rechte Bein vollständige Drehmoment- beziehungsweise Leistungskurven über eine gesamte Umdrehung zu ermitteln, insbesondere kann das Drehmoment beziehungsweise die Leistung für jedes Bein separat in Abhängigkeit vom erfassten Drehwinkel ausgewertet und/oder dargestellt werden.

[0012] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung ist die Kopplungseinrichtung zwischen der Tretkurbelwelle und der Hülse als Freilauf ausgebildet. Auf diese Weise kann lediglich in Vorwärts-

richtung ein Drehmoment angelegt beziehungsweise Leistung aufgebracht werden.

[0013] Die Erfindung stellt weiterhin ein Verfahren zur Drehmomentmessung in einem erfindungsgemäßen Kurbeltrieb zur Verfügung, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Erfassen der Torsion der Tretkurbelwelle, Erfassen der Torsion der Hülse, Bestimmung eines durch die erste Tretkurbel eingebrachten ersten Drehmoments aus Signalen von der ersten Sensoreinrichtung, Bestimmung eines durch die erste und zweite Tretkurbel gemeinsam eingebrachten Gesamtdrehmoments aus Signalen von der zweiten Sensoreinrichtung und Berechnung eines durch die zweite Tretkurbel eingebrachten zweiten Drehmoments aus dem ersten Drehmoment und dem Gesamtdrehmoment.

[0014] Eine Weiterbildung dieses Verfahrens besteht darin, dass die weiteren Schritte Erfassen eines Drehwinkels der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse und/oder Erfassen der Winkelgeschwindigkeit der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse durchgeführt werden können.

[0015] Dieses Verfahren weist nach einer vorteilhaften Ausgestaltung die folgenden weiteren Schritte auf: Bestimmen einer über die erste Tretkurbel aufgebrachten ersten Leistung, einer über die zweite Tretkurbel aufgebrachten zweiten Leistung und einer über die erste und die zweite Tretkurbel gemeinsam aufgebrachten Gesamtleistung unter Verwendung einer aus einem zeitlichen Verlauf des erfassten Drehwinkels bestimmten Winkelgeschwindigkeit oder der erfassten Winkelgeschwindigkeit und unter Verwendung des ersten beziehungsweise des zweiten Drehmoments beziehungsweise des Gesamtdrehmoments.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht in dem folgenden weiteren Schritt: Ermitteln, ob das erste Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der ersten Tretkurbel befestigten ersten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der ersten Pedale eingebracht wird, unter Verwendung des erfassten Drehwinkels und/oder Ermitteln, ob das zweite Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der zweiten Tretkurbel befestigten zweiten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der zweiten Pedale eingebracht wird, unter Verwendung des erfassten Drehwinkels.

[0017] Das erste permanente Magnetfeld der Tretkurbelwelle und/oder das zweite permanente Magnetfeld der Hülse verläuft bevorzugt in Umfangsrichtung, wobei es ohne anliegendes Drehmoment keine axiale Komponente aufweist. Unter Belastung der Tretkurbelwelle beziehungsweise der Hülse über ein

anliegendes Drehmoment werden aufgrund des magnetostruktiven Effekts außerhalb der Tretkurbelwelle beziehungsweise der Hülse axiale Magnetfeldkomponenten erzeugt, deren Stärke abhängig von dem entsprechend anliegenden Drehmoment ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen im Detail beschrieben.

[0019] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kurbeltriebs.

[0020] Fig. 2 stellt eine schematische Ansicht einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kurbeltriebs dar.

[0021] Fig. 3 stellt einen Drehmomentverlauf in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel dar.

Ausführungsformen der Erfindung

[0022] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kurbeltriebs.

[0023] Der Kurbeltrieb **100** umfasst eine Tretkurbelwelle **110** an deren Enden eine erste Tretkurbel **111** und eine zweite Tretkurbel **112** befestigt sind. Weiterhin umfasst der Kurbeltrieb eine Hülse **120** an deren rechten Endbereich ein Antriebselement **130**, hier als Antriebsblatt **130** realisiert, befestigt ist. Dieses Antriebsblatt **130** kann beispielsweise in Form eines Kettenblatts ausgebildet sein, welche mit einem Hinterradritzel als Abtriebsselement über eine Kette verbindbar ist. Jedoch kann das Antriebsblatt auch für einen Riementrieb ausgelegt sein oder das Abtriebsselement kann über Reibungskräfte unmittelbar mit dem Antriebsblatt verbunden werden. Die Tretkurbelwelle **110** und die Hülse **120** sind über eine Koppelungseinrichtung **160** miteinander verbunden. Diese Koppelungseinrichtung kann beispielsweise ein Freilauf sein. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass die Koppelungseinrichtung eine Verschraubung, Verklemmung oder eine Verschweißung zwischen Tretkurbelwelle und Hülse darstellt.

[0024] Weiterhin weist der Kurbeltrieb gemäß Fig. 1 eine erste Sensoreinrichtung **140** auf, welche Änderungen eines permanenten Magnetfelds in der Tretkurbelwelle erfasst. Das permanente Magnetfeld ist dabei vorzugsweise begrenzt auf einen axialen Bereich, insbesondere auf einen Bereich, in dem sich auch erste Sensoreinrichtung **140** befindet. Weiterhin ist eine zweite Sensoreinrichtung **150** vorgesehen, welche Änderungen eines zweiten permanenten Magnetfelds an der Hülse erfasst. Das zweite perma-

nente Magnetfeld der Hülse ist bevorzugt auf einen axialen Bereich beschränkt, insbesondere auf einen Bereich, in dem sich die zweite Sensoreinrichtung befindet.

[0025] Die mit der ersten Sensoreinrichtung **140** erfassten Magnetfeldänderungen können dazu verwendet werden, das durch die linke Tretkurbel **111** ausgeübte Drehmoment zu erfassen und die mit der zweiten Sensoreinrichtung **150** erfassten Magnetfeldänderungen können dazu verwendet werden, das gesamte Drehmoment zu erfassen, welches durch die linke Tretkurbel **111** und die rechte Tretkurbel **112** gemeinsam erzeugt wird, zu messen.

[0026] In der in Fig. 2 schematisch dargestellten zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kurbeltriebs sind die Hunderterwerte von entsprechenden Bezugszeichen um eins erhöht. Die Zehner- und Einerziffern sind in entsprechenden Komponenten gleich.

[0027] Gegenüber der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform umfasst diese zweite Ausführungsform weiterhin eine Winkelmesseinrichtung **270** und eine Auswerteeinrichtung **280**. Weiterhin enthält in dieser Ausführungsform die erste Sensoreinrichtung einen weiteren Sensor **241** und die zweite Sensoreinrichtung einen weiteren Sensor **251**. In dieser Ausführungsform kann einerseits ebenfalls eine Torsionserfassung auf Grund des magnetostruktiven Effekts erfolgen. Das permanente Magnetfeld verläuft dabei in der Tretkurbelwelle in den entsprechenden axialen Abschnitten der beiden Sensoren **240** und **241** dabei – ohne Belastung der Tretkurbelwelle – in jeweils entgegengesetzte Umfangsrichtungen. Dies ist vorteilhaft um Störungen der Messung, beispielsweise durch Anteile vom Erdmagnetfeld, zu eliminieren, indem die Signale der beiden Sensoren voneinander abgezogen werden. Entsprechend verläuft auch das permanente Magnetfeld in der Hülse in den Bereichen gegenüber den beiden Sensoren **250** und **251** jeweils in entgegengesetzte Umfangsrichtungen, wenn keine Last an der Hülse anliegt. Die Sensoren **240**, **241**, **250**, **251** sind dann Magnetfeldsensoren. Andererseits kann hier auch eine von der ersten Ausführungsform verschiedene Erfassungsprinzip eingesetzt werden. Beispielsweise können die Sensoren **240** und **241** als Winkelsensoren ausgebildet sein, die eine Winkeldifferenz zwischen den jeweiligen axialen Bereichen erfassen, die durch eine Torsion bewirkt wird. Gleiches kann auch für die Sensoren **250** und **251** gelten.

[0028] Im Antriebsblatt **230** ist in diesem Fall ein Zahnkranz **231** vorgesehen. Die Auswerteeinrichtung **280** ist mit den Sensoren **240**, **241** sowie den Sensoren der zweiten Sensoreinrichtung **250**, **251** verbunden, und ebenso mit der Winkelmesseinrichtung **270**. Die Auswerteeinrichtung **280** bestimmt aus

den erhaltenen Signalen von den genannten Sensoren Tretkurbelwinkel, Winkelgeschwindigkeit, Drehmomente und Leistungen für das linke und rechte Bein.

[0029] In Fig. 3 ist ein Verlauf des Drehmoments getrennt für das linke und rechte Bein als auch das Gesamtdrehmoment in Abhängigkeit vom Winkel der Tretkurbelwelle dargestellt. In diesem Beispiel zeigt sich ein ungünstiger Trittablauf der Person. Es gibt nämlich Bereiche, in denen ein negatives Drehmoment für das rechte oder das linke Bein auftreten, also entgegen der gewünschten Drehrichtung. Durch solche Darstellungen kann ein Trainingseffekt bewirkt werden, um solche ungünstigen Verläufe zu ändern. Idealerweise ist das Drehmoment sowohl für das linke als auch für das rechte Bein über den gesamten Winkelbereich positiv, insbesondere in solchen Fällen, in denen Zugkräfte angelegt werden können.

[0030] Zielsetzung der Erfindung ist es, eine Leistungsmessung/Drehmomentmessung für das linke und rechte Bein getrennt zur Verfügung zu stellen, welche in das Tretlager integriert ist. Des Weiteren kann durch die integrierte Winkelmessung bestimmt werden, ob der Fahrradfahrer gerade mit dem linken oder rechten Bein drückt oder zieht (ein Ziehen funktioniert jedoch nur bei Klickpedalen beziehungsweise bei Pedalen mit Gurt oder Bügel). Es kann daraus berechnet werden, wie viel von der gesamten 360° Kurbelumdrehung der Fahrradfahrer genutzt hat, um Kraft/Drehmoment in den Vortrieb zu bringen. Des Weiteren kann durch den Winkelsensor die Trittfrequenz des Fahrradfahrers bestimmt werden.

[0031] Das Drehmoment muss an zwei Stellen gemessen werden, um die Unterscheidung zwischen linkem und rechtem Bein zu erreichen. An der ersten Messstelle wird das Drehmoment, das durch das linke Bein über die Pedale und Kurbel in die Tretlagerkurbel eingebracht wird, gemessen. In der zweiten Messstelle wird das Gesamtdrehmoment, welches für das linke und rechte Bein in die Tretlagerkurbel eingebracht wird, gemessen. Wichtig ist dabei, dass nicht wie üblich die Kettenblattaufnahme direkt mit der rechten Kurbel verbunden ist, weil dann das Drehmoment/der Kraftfluss direkt über die rechte Kurbel in die Kettenblätter läuft, sondern dass die Kettenblattaufnahme über die zweite Messstelle verbunden ist, und der Kraftfluss des linken sowie des rechten Beins über die zweite Messstelle läuft. Ein wesentliches Element der Erfindung liegt also in der mechanischen Auslegung/Geometrie der Wellen, so dass an der zweiten Messstelle das Gesamtdrehmoment/Leistung gemessen werden kann.

[0032] Durch den Winkelmesser kann die genaue Position der linken und der rechten Kurbel bestimmt werden. Damit kann die Auswerteelektronik/-software von der gemessenen Gesamtleistung an der

zweiten Messstelle die Leistung des linken Beins, gemessen an der ersten Messstelle, abziehen und die Leistung für das linke und rechte Bein getrennt ausweisen.

[0033] Durch die Winkelmessung kann des Weiteren bestimmt werden, ob die Kraft/die Drehmomenteinbringung im Bereich von 0° bis 180° erfolgt ist (Druck des Fahrradfahrers auf die Pedale) oder im Bereich von 181° bis 360° erfolgt ist (Zug des Fahrradfahrers an der Pedale). Dies kann wiederum für das linke und rechte Bein getrennt gemessen und angezeigt werden.

Patentansprüche

1. Kurbeltrieb (**100; 200**), umfassend:
 - eine Tretkurbelwelle (**110, 210**);
 - eine erste und eine zweite Tretkurbel (**111, 112; 211, 212**);
 - eine Hülse (**120; 220**), wobei die Tretkurbelwelle im Innern der Hülse angeordnet ist;
 - ein Antriebselement (**130; 230**), insbesondere ein mit einem Abtriebsselement verbindbares Antriebsblatt (**130; 230**);
 - wobei die erste Tretkurbel (**111; 211**) an einem ersten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet ist und die zweite Tretkurbel (**112; 212**) an einem zweiten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle angeordnet ist;
 - wobei die Tretkurbelwelle an einem dritten axialen Abschnitt, der zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt liegt, mit einem ersten axialen Abschnitt der Hülse über eine Kopplungseinrichtung (**160; 260**) verbunden ist;
 - wobei das Antriebselement mit einem zweiten axialen Abschnitt der Hülse verbunden ist;
 - eine erste Sensoreinrichtung (**140; 240, 241**) zur Erfassung einer Torsion der Tretkurbelwelle zwischen dem ersten und dem dritten axialen Abschnitt der Tretkurbelwelle;
 - eine zweite Sensoreinrichtung (**150; 250, 251**) zur Erfassung einer Torsion der Hülse zwischen dem ersten und dem zweiten axialen Abschnitt der Hülse.
2. Kurbeltrieb nach Anspruch 1, weiterhin umfassend:
 - eine Winkelmesseinrichtung (**270**) zur Erfassung des Drehwinkels der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse; und/oder
 - eine Winkelgeschwindigkeitsmesseinrichtung zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse.

3. Kurbeltrieb nach Anspruch 1 oder 2, weiterhin umfassend:
 - eine Auswerteeinrichtung (**280**) zur Bestimmung eines durch die erste Tretkurbel eingebrachten ersten Drehmoments aus Signalen von der ersten Sensoreinrichtung,

zur Bestimmung eines durch die erste und zweite Tretkurbel gemeinsam eingebrachten Gesamtdrehmoments aus Signalen von der zweiten Sensoreinrichtung, und

zur Berechnung eines durch die zweite Tretkurbel eingebrachten zweiten Drehmoments aus dem ersten Drehmoment und dem Gesamtdrehmoment.

4. Kurbeltrieb nach Anspruch 3 in Kombination mit Anspruch 2, wobei die Auswerteeinrichtung weiterhin dazu ausgebildet ist, mit einer aus einem zeitlichen Verlauf des erfassten Drehwinkels bestimmten Winkelgeschwindigkeit oder der erfassten Winkelgeschwindigkeit eine über die erste Tretkurbel aufgebrachte erste Leistung, eine über die zweite Tretkurbel aufgebrachte zweite Leistung, und eine über die erste und die zweite Tretkurbel gemeinsam aufgebrachte Gesamtleistung zu bestimmen.

5. Kurbeltrieb nach Anspruch 3 in Kombination mit Anspruch 2 oder nach Anspruch 4, wobei die Auswerteeinrichtung weiterhin dazu ausgebildet ist, aus dem erfassten Drehwinkel zu ermitteln, ob das erste Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der ersten Tretkurbel befestigten ersten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der ersten Pedale eingebracht wird und/oder ob das zweite Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der zweiten Tretkurbel befestigten zweiten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der zweiten Pedale eingebracht wird.

6. Kurbeltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Kopplungseinrichtung (**160**; **260**) als Freilauf ausgebildet ist.

7. Verfahren zur Drehmomentmessung in einem Kurbeltrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend:

Erfassen der Torsion der Tretkurbelwelle mit der ersten Sensoreinrichtung;

Erfassen der Torsion der Hülse mit der zweiten Sensoreinrichtung;

Bestimmung eines durch die erste Tretkurbel eingebrachten ersten Drehmoments aus Signalen von der ersten Sensoreinrichtung;

Bestimmung eines durch die erste und zweite Tretkurbel gemeinsam eingebrachten Gesamtdrehmoments aus Signalen von der zweiten Sensoreinrichtung; und

Berechnung eines durch die zweite Tretkurbel eingebrachten zweiten Drehmoments aus dem ersten Drehmoment und dem Gesamtdrehmoment.

8. Verfahren nach Anspruch 7, mit den weiteren Schritten:

Erfassen eines Drehwinkels der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse; und/oder

Erfassen der Winkelgeschwindigkeit der Tretkurbelwelle und/oder der Hülse.

9. Verfahren nach Anspruch 8, mit den weiteren Schritten:

Bestimmen einer über die erste Tretkurbel aufgebrachten ersten Leistung, einer über die zweite Tretkurbel aufgebrachten zweiten Leistung, und einer über die erste und die zweite Tretkurbel gemeinsam aufgebrachten Gesamtleistung unter Verwendung einer aus einem zeitlichen Verlauf des erfassten Drehwinkels bestimmten Winkelgeschwindigkeit oder der erfassten Winkelgeschwindigkeit und unter Verwendung des ersten bzw. des zweiten Drehmoments bzw. des Gesamtdrehmoments.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, mit den weiteren Schritten:

Ermitteln ob das erste Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der ersten Tretkurbel befestigten ersten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der ersten Pedale eingebracht wird unter Verwendung des erfassten Drehwinkels, und/oder

Ermitteln ob das zweite Drehmoment während einer ersten Halbdrehung mittels Druck auf eine an der zweiten Tretkurbel befestigten zweiten Pedale oder während einer zweiten Halbdrehung mittels Zug an der zweiten Pedale eingebracht wird unter Verwendung des erfassten Drehwinkels.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

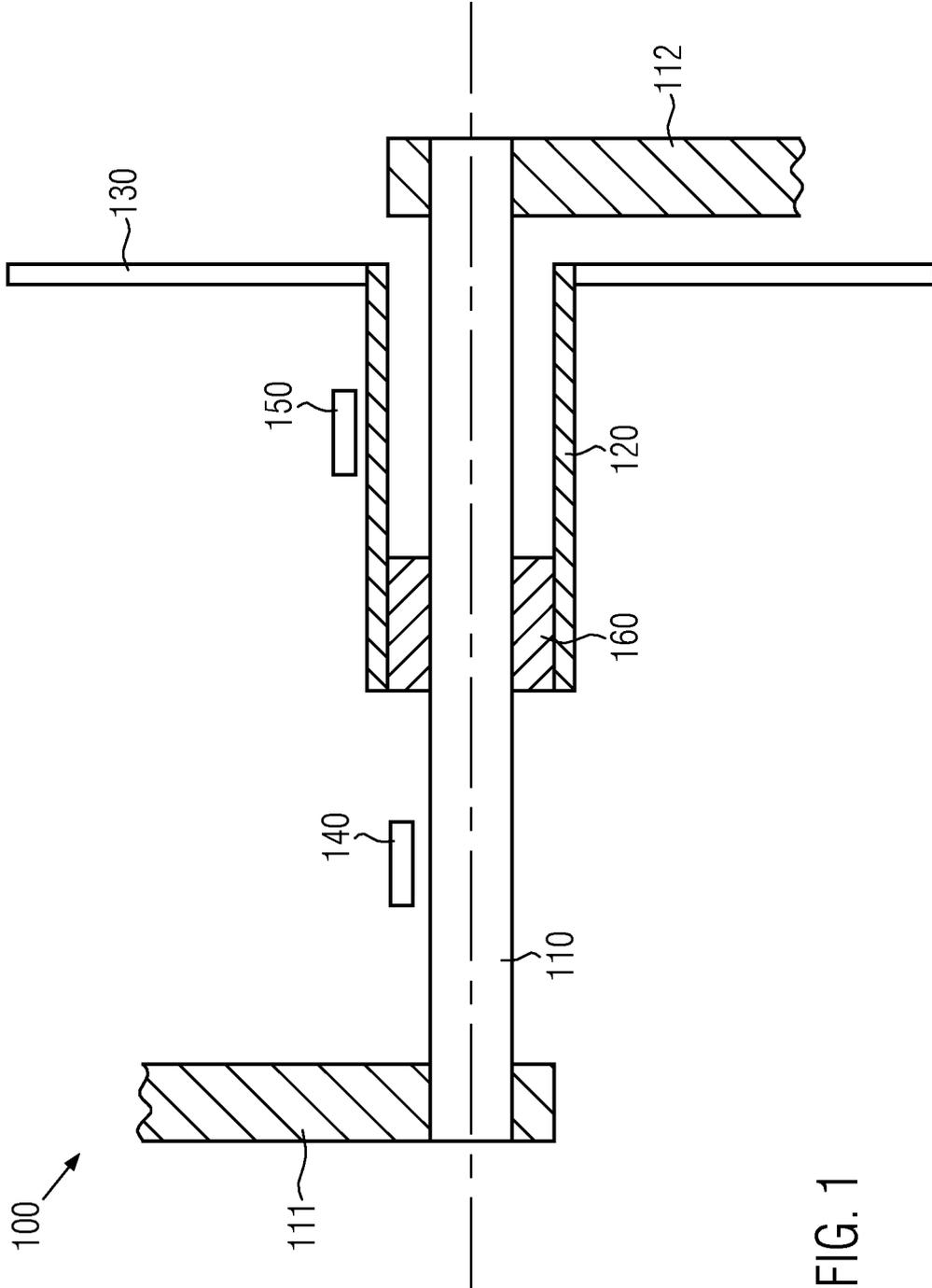


FIG. 1

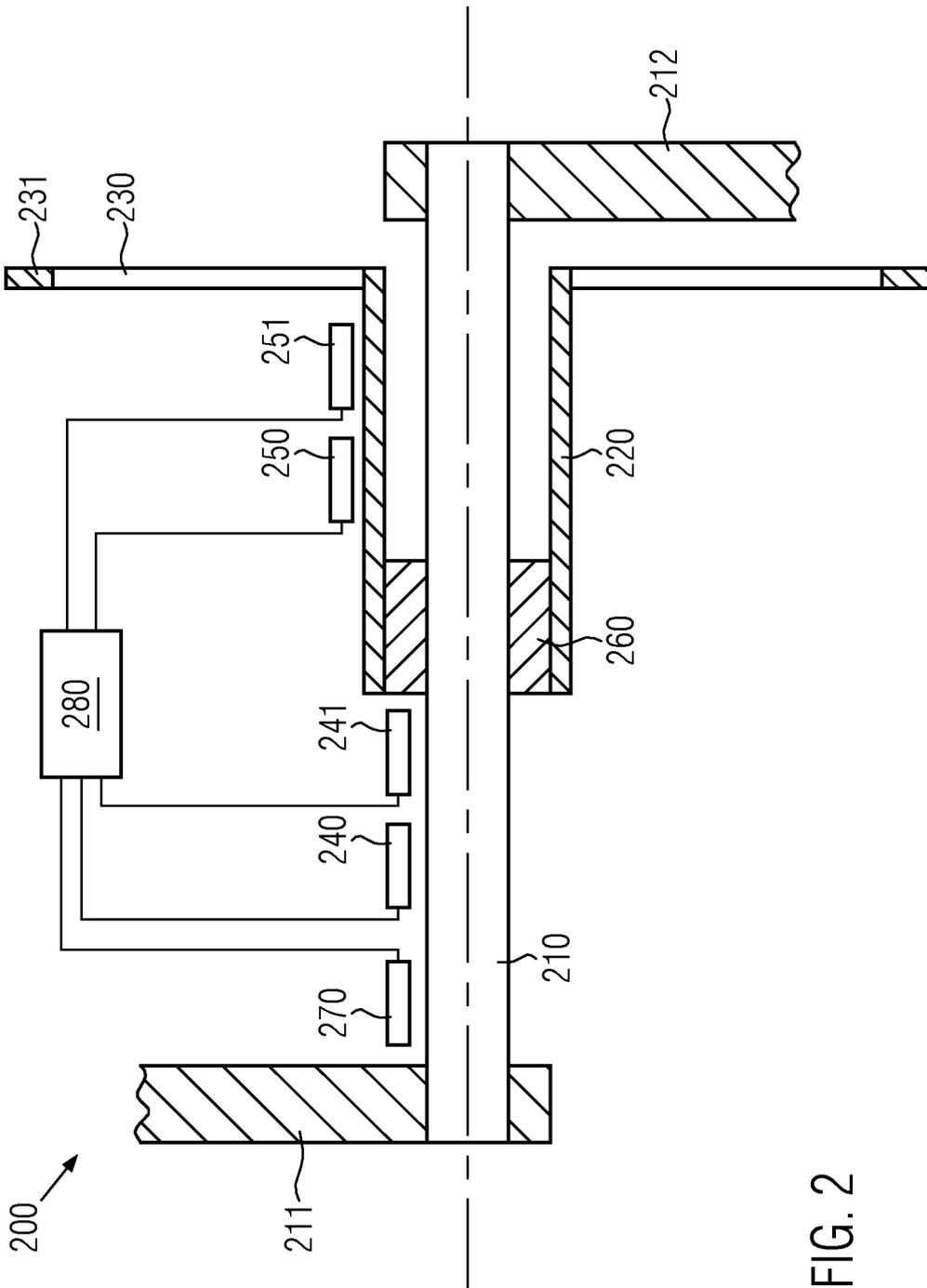


FIG. 2

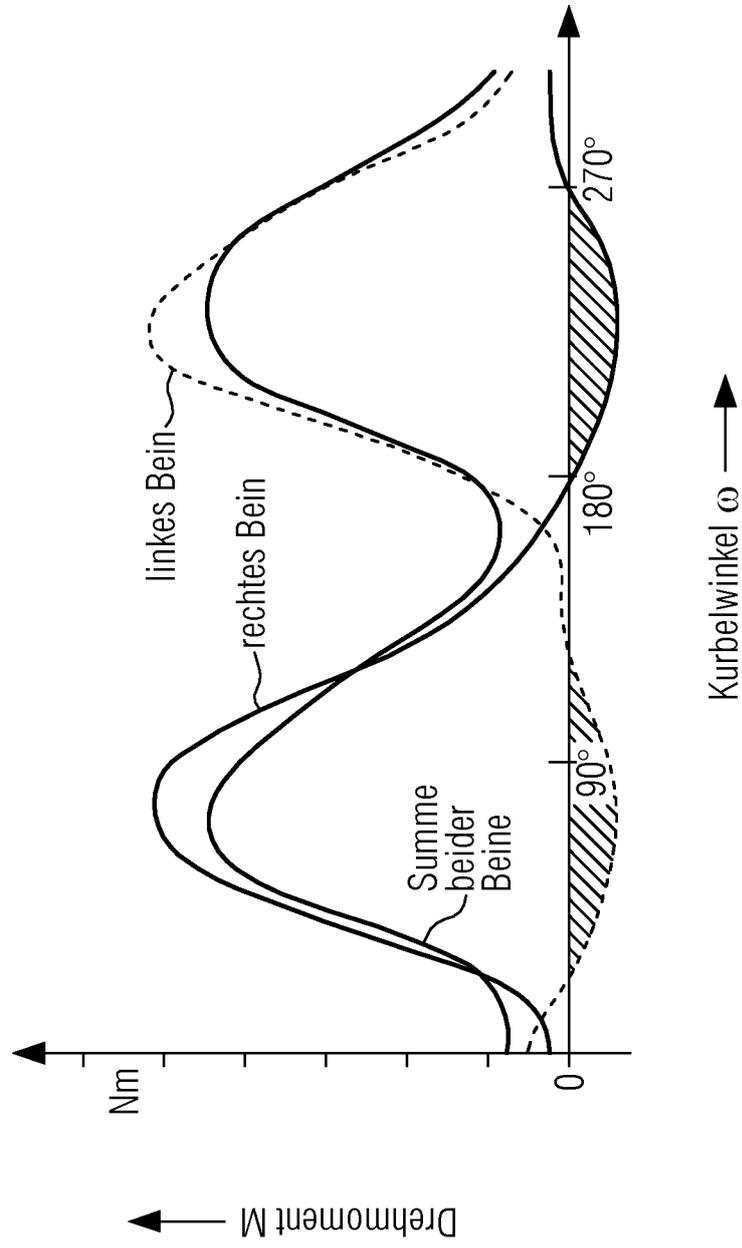


FIG. 3