

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256631 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B62M 6/45 (2010.01) B62M 11/14 (2006.01)
B62M 6/55 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066538

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2024 (14.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 115 716.7
15. Juni 2023 (15.06.2023) DE

(71) Anmelder: **BROSE ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO. KOMMANDITGESELLSCHAFT, BERLIN**
[DE/DE]; Sickingenstraße 29-38, 10553 Berlin (DE).

(72) Erfinder: **KLETT, Thomas**; Wurmbergstraße 6, 34130 Kassel (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

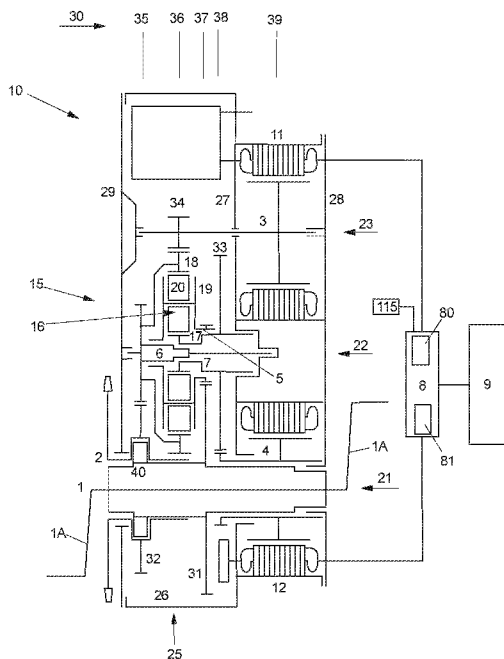
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, 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, 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).

(54) Title: DRIVE SYSTEM WHICH ACTUATES A SECOND ELECTRIC MOTOR IN ORDER TO GENERATE A COUNTER-ACTIVE TORQUE WHEN A PUSHING AID IS ACTIVATED, AND CONTROL METHOD

(54) Bezeichnung: ANTRIEBSSYSTEM MIT ANSTEUERUNG EINES ZWEITEN ELEKTROMOTORS FÜR DIE ERZEUGUNG EINES GEGENWIRKENDEN DREHMOMENTS BEI AKTIVIERTER SCHIEBEHILFE UND STEUERUNGSVERFAHREN

FIG 1



(57) Abstract: In particular, the invention relates to a drive system for an electric bicycle (F), said drive system being provided with control electronics (8) for controlling first and second electric motors (11, 12) and for activating a pushing aid. When the pushing aid is activated, a torque is transmitted from the first electric motor (11) to the output shaft (2) while the electric bicycle (F) is pushed by a user. Additionally, the second electric motor (12) is actuated in order to generate a torque which counteracts a rotation of the drive shaft (1).

(57) Zusammenfassung: Die vorgeschlagene Lösung betrifft insbesondere ein Antriebssystem für ein Elektrofahrrad (F), bei eine Steuerelektronik (8) zur Steuerung erster und zweiter Elektromotoren (11, 12) und zur Aktivierung einer Schiebehilfe vorgesehen ist. Bei aktivierter Schiebehilfe wird bei einem Schieben des Elektrofahrrads (F) durch einen Nutzer von dem ersten Elektromotor (11) ein Drehmoment an die Abtriebswelle (2) übertragen. Ferner wird der zweite Elektromotor (12) zur Erzeugung eines Drehmoments angesteuert, das einer Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkt.

WO 2024/256631 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5

**Antriebssystem mit Ansteuerung eines zweiten Elektromotors für die Erzeugung
eines gegenwirkenden Drehmoments bei aktivierter Schiebehilfe und
Steuerungsverfahren**

10

Beschreibung

Die vorgeschlagene Lösung betrifft insbesondere ein Antriebssystem für ein
15 Elektrofahrrad.

Es ist bekannt, über eine elektromotorische Antriebseinheit eines Elektrofahrrads, mithin
eines sogenannten E-Bikes oder Pedelecs, eine Schiebehilfe bereitzustellen, um einen
Nutzer beim Schieben des Elektrofahrrads oder zum Anfahren, beispielsweise an einem
20 Anstieg, zu unterstützen. Die Schiebehilfe wird hierbei typischerweise auf ein Bediensignal
hin ausgelöst, zum Beispiel durch Betätigung eines Bedienelements an einem Lenker des
Elektrofahrrads. Die maximal über die Schiebehilfe erreichbare Geschwindigkeit des
Elektrofahrrads wird über eine Steuerelektronik der Antriebseinheit vorgegeben und ist
regelmäßig gesetzlich limitiert. Üblicherweise wird mit einer Schiebehilfe eine maximale
25 Geschwindigkeit von 3 bis 6 km/h erreicht.

Bei aktivierter Schiebehilfe kommt es nicht selten vor, dass die Antriebswelle mit den
Pedalen indirekt über Reibmomente angetrieben wird und damit den das Elektrofahrrad
schiebenden Nutzer stört, der neben dem Elektrofahrrad läuft.

30

Vor diesem Hintergrund ist insbesondere ein Antriebssystem für ein Elektrofahrrad
vorgeschlagen, dass zwei, erste und zweite Elektromotoren, wenigstens ein
Planetengetriebe und eine Steuerelektronik umfasst, wobei die Steuerelektronik zur
Steuerung der ersten und zweiten Elektromotoren sowie zur Aktivierung einer Schiebehilfe
35 vorgesehen ist. Mit aktivierter Schiebehilfe respektive Schiebehilfefunktion wird bei einem
Schieben des Elektrofahrrads durch einen Nutzer von dem ersten Elektromotor ein
Drehmoment an die Abtriebswelle übertragen. Die Steuerelektronik ist bei einem
vorgeschlagenen Antriebssystem ferner konfiguriert, bei aktivierter Schiebehilfe den
zweiten Elektromotor zu Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung

einer Antriebswelle entgegenwirkt, an der bei dem Antriebssystem mithilfe mindestens einer Tretkurbel eine muskelkraftbetätigt aufgebrachte Antriebskraft eingeleitet werden kann.

- 5 Für ein Fahren mit dem Elektrofahrrad kann ein vorgeschlagenes Antriebssystem ein Übersetzungsverhältnis des Planetengetriebes mithilfe der ersten und zweiten Elektromotoren (vorzugsweise stufenlos) einstellen. Über das mindestens eine Planetengetriebe sind die Antriebswelle und eine für die Übertragung der Antriebskraft an ein Rad des Elektrofahrrads vorgesehene Abtriebswelle des Antriebssystems miteinander
- 10 gekoppelt. Für das Antreiben des Elektrofahrrads mit einer motorisch erzeugte Unterstützungskraft, die zusätzlich zu der muskelkraftbetätigt aufgebrachten Antriebskraft an die Abtriebswelle übertragbar ist, ist bei einer Fahrt mit dem Elektrofahrrad ein von dem ersten Elektromotor erzeugtes Drehmoment zumindest teilweise an die Abtriebswelle übertragbar. Die vorgeschlagene Lösung geht nun von dem Grundgedanken aus, sich eine
- 15 solche Ausbildung des Antriebssystems mit den ersten und zweiten Elektromotoren zunutze zu machen, um bei aktivierter Schiebehilfe ein störendes Mitdrehen der Antriebswelle und insbesondere hiermit verbundener Tretkurbeln und Pedale zu unterbinden. So ist eine Schiebehilfe, wie einleitend erläutert, insbesondere aktiv, wenn das Elektrofahrrad von einem Nutzer geschoben wird. Das Antriebssystem stellt dann bis
- 20 zu einer vorgegebenen Maximalgeschwindigkeit (zum Beispiel 6 km/h) eine Unterstützungsleistung zum Antreiben des Elektrofahrrads zur Verfügung. Für diese Unterstützungsleistung in einer Vorwärtsfahrtrichtung reicht ein Antreiben einer ersten Rotorwelle durch den ersten Elektromotor aus. Der zweite Elektromotor ist bei dem vorgeschlagenen Antriebssystem dazu genutzt, ein Drehmoment zu erzeugen, dass einem
- 25 (Mit-)Drehen der Antriebswelle entgegenwirkt.

- Insbesondere ist die Steuerelektronik in diesem Zusammenhang konfiguriert, bei aktivierter Schiebehilfe den zweiten Elektromotor zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung der Antriebswelle entgegenwirkt, die durch das rein motorische
- 30 Antreiben der Abtriebswelle verursacht wird. Der zweite Elektromotor wird somit zur Erzeugung eines Drehmoments angesteuert, das gerade einer Drehung der Antriebswelle entgegenwirkt, die durch ein sogenanntes Mitschleppen der Antriebswelle verursacht wird und die damit beispielsweise daraus resultiert, das reibungsbedingt zumindest ein Teil des von dem ersten Elektromotor aufgebrachten (Schiebehilfe-) Drehmoments über das
- 35 Planetengetriebe an die Antriebswelle übertragen wird.

Die Steuerelektronik kann mit mindestens einer Sensoreinrichtung des Antriebssystems zu Erfassung einer Drehzahl der Antriebswelle gekoppelt sein. In einer solchen Ausführungsvariante ist beispielsweise die Steuerelektronik konfiguriert, den zweiten Elektromotor zur Erzeugung des der Drehung der Antriebswelle entgegenwirkenden Drehmoments in Abhängigkeit von wenigstens einem Sensorsignal der mindestens einen Sensoreinrichtung anzusteuern. Die Erzeugung des Drehmoments durch den zweiten Elektromotor, insbesondere dessen Höhe ist hier somit von wenigstens einem Messwert der mindestens einen Sensoreinrichtung abhängig. Beispielsweise kann hierbei vorgesehen sein, dass die Steuerelektronik den zweiten Elektromotor mit dem Ziel ansteuert, dass eine Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle Null ist und mithin die Antriebswelle stillsteht. Das wenigstens eine von der mindestens einen Sensoreinrichtung bereitgestellte Sensorsignal kann somit insbesondere für die Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle indikativ sein. Ein von Null abweichender und damit auf eine Drehung der Antriebswelle hinweisender, durch das Sensorsignal signalisierter Wert für die (aktuelle) Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle kann somit als Regelgröße für die Steuerelektronik dienen.

Grundsätzlich kann die mindestens eine Sensoreinrichtung einen Drehzahlsensor umfassen, über den eine Drehzahl (und damit eine hiermit gleichzusetzende Drehgeschwindigkeit) der Antriebswelle messbar ist.

In einer Ausführungsvariante umfasst die Steuerelektronik einen Regler, insbesondere einen PI-Regler oder PID-Regler zur Regelung des durch den zweiten Elektromotor bei aktivierter Schiebehilfe zu erzeugenden Drehmoments. Über die Steuerelektronik wird hier folglich eine Regelung implementiert, die das Ziel hat, dass die Antriebswelle bei aktivierter Schiebehilfe maximal um ein toleriertes Maß oder überhaupt nicht dreht. Beispielsweise kann als Führungsgröße für den Regler der Steuerelektronik ein Sollwert für die Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle hinterlegt sein. Eine solcher Sollwert kann dann beispielsweise Null sein und mithin 0 Umdrehungen der Antriebswelle respektive einem Stillstand der Antriebswelle entsprechen.

In einer Ausführungsvariante ist die Steuerelektronik konfiguriert, dass von dem zweiten Elektromotor bei aktivierter Schiebehilfe zu erzeugende Drehmoment auf einen Maximalwert zu begrenzen. Die Begrenzung auf einen, z.B. in einem Speicher der Steuerelektronik hinterlegten, Maximalwert kann dabei den Vorteil bieten, dass eine Ansteuerung des zweiten Elektromotors nicht oder nicht mehr erfolgt, wenn von einem bewussten oder notwendigen Drehen der Antriebswelle auch bei aktivierter Schiebehilfe

ausgegangen werden muss. So soll es beispielsweise bei aktivierter Schiebehilfe auch weiterhin möglich sein, dass eine mit der Antriebswelle verbundene Tretkurbel in ihrer Position verändert werden kann, beispielsweise weil ein Nutzer ein mit der Tretkurbel verbundenes Pedal anders positionieren will oder die Tretkurbel respektive ein hieran befestigtes Pedal an ein Hindernis stößt. In einem solchen Fall wäre von dem zweiten Elektromotor ein vergleichsweise großes Drehmoment aufzubringenden, um einer Drehung der Antriebswelle entgegenzuwirken. Durch die Hinterlegung eines hieran angepassten Maximalwerts für das zu erzeugende Drehmoment bei aktivierter Schiebehilfe lässt sich erreichen, dass der zweite Elektromotor einer Drehung der Antriebswelle bei aktivierter Schiebehilfe nicht entgegenwirkt oder sogar verhindert, wenn die Drehung der Antriebswelle nutzerseitig gewünscht ist oder diese vorteilhaft sein kann.

Beispielsweise ist die Steuerelektronik in diesem Zusammenhang konfiguriert, bei aktivierter Schiebehilfe den zweiten Elektromotor nur dann (weiter) zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung der Antriebswelle entgegenwirkt, wenn das zu erzeugende Drehmoment den Maximalwert nicht übersteigt. Dies schließt insbesondere ein, dass die Steuerelektronik konfiguriert sein kann, bei aktivierter Schiebehilfe und bereits von dem zweiten Elektromotor aufgebrachtem Drehmoment die Ansteuerung des zweiten Elektromotors zumindest temporär aussetzt, wenn das zu erzeugende Drehmoment den Maximalwert übersteigen würde. Ein einer Drehung der Antriebswelle entgegenwirkende Drehmoment wird hier folglich von dem zweiten Elektromotor bei aktivierter Schiebehilfe nicht (mehr) aufgebracht, um die Antriebswelle zum Stillstand zu bringen, wenn das hierfür notwendige Drehmoment einen Maximalwert übersteigt. Bei einer einen Regler umfassenden Steuerelektronik ist kann zu diesem Zweck ein Reglerausgang auf einen kleinen, d. h., unterhalb des Maximalwert liegende Drehmomente begrenzt sein. Damit werden größere Kräfte an der Antriebswelle und insbesondere der hiermit verbundenen Tretkurbeln, zum Beispiel für eine Positionskorrektur durch einen Nutzer oder eine Kollision mit einem Hindernis, nicht ausgegelt und ein Drehen der Antriebswelle ist zugelassen. Die Steuereinrichtung kann mithin konfiguriert sein, kein entgegenwirkendes Drehmoment durch den zweiten Elektromotor aufzubringen, wenn eine einen Schwellenwert übersteigende Kurbelkraft (und daraus resultierendes Kurbelmoment) von außen auf die Tretkurbel(n), insbesondere über mindestens ein hiermit verbundenes Pedal aufgebracht und hierüber die Antriebswelle in Drehung versetzt oder beschleunigt wird. Hierbei wird berücksichtigt, dass eine solche Kurbelkraft durch eine Krafteinwirkung auf die Tretkurbel(n) durch einen Nutzer (beispielsweise für eine Korrektur einer Position der Pedale) oder durch ein Hindernis aufgebracht wird und einer hieraus resultierenden Drehung der Antriebswelle nicht entgegengewirkt werden soll.

Der Maximalwert für die Begrenzung einer Ansteuerung des zweiten Elektromotors bei aktivierter Schiebehilfe kann beispielsweise durch einen Drehmomentwert für eine von dem zweiten Elektromotor anzutreibende (zweite) Rotorwelle oder durch einen Drehmomentwert für die Tretkurbel(n) oder die Antriebswelle vorgegeben sein. So ist
5 beispielsweise bestimmbar, dass bei einer an der Tretkurbel oder der Antriebswelle anliegenden Kurbelkraft, die einen Schwellwert, von zum Beispiel 10 Nm, übersteigt, keine Ansteuerung des zweiten Elektromotors für die Erzeugung eines entgegenwirkenden Drehmoments (mehr) erfolgen soll, da dann von einer Krafteinwirkung auf die
10 Antriebswelle auszugehen ist, die auf einen Nutzer oder ein Hindernis zurückgeht. Ein solcher Schwellwert kann in einen entsprechenden Drehmomentwert für die von dem zweiten Elektromotor anzutreibende Rotorwelle umgerechnet sein, der in der Steuerelektronik auswertbar hinterlegt ist und beispielsweise den Reglerausgang begrenzt. Grundsätzlich kann insbesondere in diesem Zusammenhang vorgesehen sein,
15 dass ein Drehmomentsensor Teil des Antriebssystems ist, über den ein an der Antriebswelle von außen aufgebracht Drehmoment messbar ist, um zu bestimmen, ob ein entgegenwirkendes Drehmoment von dem zweiten Elektromotor aufgebracht werden soll oder nicht.

20 Beispielsweise kann der Maximalwert durch einen Drehmomentwert im Bereich von 0,15 bis 0,4 Nm für die von dem zweiten Elektromotor anzutreibende Rotorwelle vorgegeben sein.

Teil der vorgeschlagenen Lösung ist ferner ein Verfahren zur Steuerung eines Antriebssystems eines Elektrofahrrads. Das zu steuernde Antriebssystem weist hierbei
25 wenigstens Folgendes auf:

- eine mit einer Antriebswelle des Antriebssystems verbundene Tretkurbel zum muskelkraftbetätigten Aufbringen einer Antriebskraft für das Antreiben des Elektrofahrrads,
- 30 – eine Abtriebswelle, die die Antriebskraft an ein Rad des Elektrofahrrads überträgt,
- mindestens ein Planetengetriebe, dessen Übersetzungsverhältnis mithilfe erster und zweiter Elektromotoren einstellbar ist und über das die Antriebswelle und die Abtriebswelle miteinander gekoppelt sind, wobei ein von dem ersten Elektromotor erzeugtes Drehmoment zumindest teilweise an die Abtriebswelle übertragbar ist.
- 35 Bei dem Antriebssystem ist eine Schiebehilfe aktivierbar, mit der bei einem Schieben des Elektrofahrrades durch einen Nutzer von dem ersten Elektromotor ein Drehmoment an die Abtriebswelle übertragbar ist. Im Zuge des vorgeschlagenen Verfahrens ist nun

vorgesehen, nach Aktivierung der Schiebehilfe den zweiten Elektromotor zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung der Antriebswelle entgegenwirkt.

Eine Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen Steuerungsverfahrens ist insbesondere durch eine Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen Antriebssystems umsetzbar. Dementsprechend gelten vorstehend und nachfolgend erläuterte Vorteile und Merkmale von Ausführungsvarianten eines vorgeschlagenen Antriebssystems auch für Ausführungsvarianten eines vorgeschlagenen Steuerungsverfahrens und umgekehrt.

- 10 Darüber hinaus ist ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, das Anweisungen enthält, die, wenn sie von mindestens einem Prozessor eines Steuergeräts eines elektromotorische Antriebseinheit umfassenden Antriebssystems eines Elektrofahrrads ausgeführt werden, den mindestens einen Prozessor veranlassen, eine Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen Steuerungsverfahrens auszuführen. Der
15 mindestens eine Prozessor kann mithin Teil einer mit dem Steuergerät implementierten Steuerelektronik sein, über die bei aktivierter Schiebehilfe an dem Elektrofahrrad ein zweiter Elektromotor des Antriebssystems zur Erzeugung eines einer Drehung eine Antriebswelle entgegenwirkenden Drehmoments ansteuerbar ist.
- 20 Die beigefügten Figuren veranschaulichen exemplarisch mögliche Ausführungsvarianten der vorgeschlagenen Lösung.

Hierbei zeigen:

- 25 **Figur 1** einen 2D-Konstruktionsentwurf für eine elektromotorische Antriebseinheit einer Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen Antriebssystems;
- Figur 2** schematisch und in Seitenansicht ein Elektrofahrrad mit einem
30 vorgeschlagenen Antriebssystem;
- Figur 3** ein Ablaufdiagramm für eine Ausführungsvariante eines vorgeschlagenen Steuerungsverfahrens.

- 35 In der Figur 2 ist ein Elektrofahrrad F mit einem elektromotorische Antriebseinheit 10 umfassenden Antriebssystem veranschaulicht. Das Elektrofahrrad F weist einen Rahmen 110 auf, der hier beispielhaft ein Oberrohr, ein Unterrohr und ein Sattelrohr umfasst und

an dem im Bereich eines Kreuzungspunktes des Sattelrohres und des Unterrohres die Antriebseinheit 10 befestigt ist. Teil der Antriebseinheit 10 sind eine Steuerelektronik 8 und eine Sensoreinrichtung 115. Über die Steuerelektronik 8 sind Elektromotoren 11 und 12 (vgl. Figur 1) der Antriebseinheit 10 steuerbar, um insbesondere die Höhe einer fremdkraftbetätigt erzeugten Unterstützungskraft für das Antreiben des Elektrofahrrads F vorzugeben. Die Sensoreinrichtung 115 ist zur sensorischen Erfassung einer Drehzahl der Antriebswelle (Tretlagerwelle) 1 der Antriebseinheit 10 vorgesehen. Die Sensoreinrichtung 15 kann hierfür einen Drehzahlsensor umfassen, über den die Drehzahl der Tretlagerwelle 1 messbar ist. Auf die Antriebswelle 1 kann über ein hiermit verbundenes Paar von Tretkurbeln 1A und hieran vorgesehene Pedale von einem Fahrer des Elektrofahrrads F muskelkraftbetätigt eine Antriebskraft zum Antreiben des Elektrofahrrads F aufgebracht werden. Gegebenenfalls kann die Sensoreinrichtung 115 auch zur sensorischen Erfassung eines an der Antriebswelle 1 muskelkraftbetätigt eingeleiteten Drehmoments vorgesehen sein und zum Beispiel mit einem Drehmomentsensor und/oder einem Positionssensor ausgebildet sein.

Über einen Riemen oder eine Kette 213 als Kraftübertragungsglied steht ein Abtriebsselement der Antriebseinheit A, zum Beispiel eine koaxial zur Tretlagerwelle 1 gelagerte, hohle Abtriebswelle 2 (vgl. Figur 1), mit einem Hinterrad 112 des Elektrofahrrads F in Verbindung, um das Elektrofahrrad F antreiben zu können. Diesem Hinterrad 112 ist exemplarisch ein Radsensor 114 zur Bestimmung einer Fahrgeschwindigkeit des Elektrofahrrads F zugeordnet. Selbstverständlich kann der Radsensor 114 hierbei stattdessen an einem Vorderrad 111 des Elektrofahrrads F vorgesehen sein.

Das Antriebssystem des Elektrofahrrads F umfasst ferner ein Bedienteil 102. Das Bedienteil 102 ist in der Figur 2 beispielsweise im Bereich eines Lenkers des Elektrofahrrads F befestigt und mit der Steuerelektronik 8 der Antriebseinheit 10 verbunden, typischerweise über ein oder mehrere Kabel. Über das Bedienteil 102 kann eine Nutzereingabe erfasst und zur Steuerung der Antriebseinheit 10 verwendet werden. Beispielsweise umfasst das Bedienteil 102 wenigstens eine Anzeige, um einen Nutzer des Elektrofahrrads F über

- den aktuellen Betriebszustand der Antriebseinheit F, beispielsweise im Hinblick auf eine eingestellte Unterstützungsstufe,
- einen Ladezustand eines die Antriebseinheit 10 mit elektrischer Energie versorgenden Energiespeichers 9, der z.B. wenigstens eine (wieder aufladbare) Batterie enthält, und/oder

- einen eingestellten Gang, der die Übersetzung vorgibt, mit der ein muskelkraftbetätigt an der Antriebswelle 1 eingeleitetes Antriebsmoment an die Abtriebswelle 2 der Antriebseinheit 10 übertragen wird, zu informieren.

5

Die Figur 1 zeigt einen 2D-Konstruktionsentwurf für die zwei Elektromotoren 11 und 12 umfassende Antriebseinheit 10 der Figur 2.

Die Antriebseinheit 10 weist die Antriebswelle 1 und die Abtriebswelle 2 auf, die beide in einem Gehäuse 25 der Antriebseinheit 10 drehbar gelagert sind. Die Antriebswelle 1 geht durch das Gehäuse 25 hindurch und ist auf jeder Seite mit einer Tretkurbel 1A verbunden, über die ein Fahrer des Elektrofahrrads F muskelkraftbetätigt eine Antriebskraft aufbringen kann. Die Abtriebswelle 2 ragt nur auf einer Seite aus dem Gehäuse 25 heraus und ist mit einem Kettenrad oder einer Zahnriemenscheibe verbunden, um von dort aus das Hinterrad 112 des Elektrofahrrads F anzutreiben.

Die Antriebseinheit 10 weist einen ersten Elektromotor 11 mit einer ersten Rotorwelle 3 auf sowie einen zweiten Elektromotor 12 mit einer zweiten Rotorwelle 4 auf. Die beiden Elektromotoren 11 und 12 stehen über die Steuerelektronik 8 in Verbindung und bilden ein stufenloses elektrisches Stellgetriebe. Die Steuerelektronik 8 steht auch mit dem Energiespeicher 9 in Verbindung. Damit kann die Abtriebswelle 2 über den ersten Elektromotor 11 auch rein elektrisch angetrieben werden. Der Energiespeicher 9 kann auch als Bremsenergiespeicher genutzt werden, wenn an der Abtriebswelle 2 Bremsleistung in die Antriebseinheit 10 fließt.

25

Die Antriebswelle 1, die Abtriebswelle 2 und die beiden Rotorwellen 3 und 4 sind über ein mehrstufiges Planetengetriebe 15 gekoppelt, das mehrere Getriebestufen mit einem ersten Freiheitsgrad und mindestens eine Planetenradstufe 16 mit einem zweiten Freiheitsgrad aufweist. Die Getriebestufen sind hier als Stirnradstufen ausgeführt. Es sind aber auch Zahnriemen-Getriebestufen denkbar. Die vorliegend dreiwellige Planetenradstufe 16 umfasst ein Sonnenrad 17, ein Hohlrad 18 und einen Planetenträger 19 mit mehreren Planetenrädern 20, die auf Planetenradbolzen gelagert sind.

Die Elemente der Antriebseinheit 10 sind vorliegend exemplarisch auf drei Wellensträngen 21, 22 und 23 verteilt, die alle parallel zueinander innerhalb eines durch das Gehäuse 25 definierten Bauraums angeordnet sind. Die Antriebswelle 1, die Abtriebswelle 2 und die zweite Rotorwelle 4 des zweiten Elektromotors 12 sind koaxial auf dem ersten

Wellenstrang 21 angeordnet. Die dreiwellige Planetenradstufe 16 des mehrstufigen Planetengetriebes 15 ist auf dem zweiten Wellenstrang 22 angeordnet. Die erste Rotorwelle 3 des ersten Elektromotors 11 ist auf einem dritten Wellenstrang 23 angeordnet. Auf dem ersten Wellenstrang 21 umschließt die außen liegende (hohle) Abtriebswelle 2 die
5 innenliegende Antriebswelle 1 auf einer Seite des Gehäuses 25 und die zweite Rotorwelle 4 umschließt die Antriebswelle 1 auf der anderen Seite des Gehäuses 25.

Zur kinematischen Kopplung der auf die drei Wellenstränge 21, 22 und 23 verteilten, im Gehäuse 25 untergebrachten Elemente der Antriebseinheit 10 dienen vier als
10 Stirnradstufen ausgeführte Getriebestufen 31 bis 34. Die Antriebswelle 1 auf dem ersten Wellenstrang 21 steht über eine erste Stirnradstufe 31 mit einer ersten Koppelwelle 5 auf dem zweiten Wellenstrang 22 in Verbindung. Die Abtriebswelle 2 auf dem ersten Wellenstrang 21 steht über eine zweite Stirnradstufe 32 mit einer zweiten Koppelwelle 6 auf dem zweiten Wellenstrang 22 in Verbindung. Die zweite Rotorwelle 4 des zweiten
15 Elektromotors 12 auf dem ersten Wellenstrang 21 steht über eine dritte Stirnradstufe 33 mit einer dritten Koppelwelle 7 auf dem zweiten Wellenstrang 22 in Verbindung. Diese dritte Koppelwelle trägt auch das Sonnenrad 17. Die erste Rotorwelle 3 des ersten Elektromotors 11 auf dem dritten Wellenstrang 23 steht über eine vierte Stirnradstufe 34 mit dem Hohlrad 18 der Planetenradstufe 16 auf dem zweiten Wellenstrang 22 in Verbindung. Auf dem
20 zweiten Wellenstrang 22 ist die erste Koppelwelle 5 mit dem Planetenträger 19, die zweite Koppelwelle 6 mit dem Hohlrad 18 und die dritte Koppelwelle mit dem Sonnenrad 17 der Planetenradstufe 16 verbunden. Da die erste Rotorwelle 3 des ersten Motors 11 mit dem Hohlrad 18 und damit mit der Abtriebswelle 2 verbunden ist, weist die exemplarisch dargestellte Antriebseinheit 10 eine abtriebsseitige Leistungsverzweigung auf.

25

Die erste Stirnradstufe 31 erhöht die Drehzahl der Antriebswelle 1 auf eine, z.B. ca. dreimal, größere Absolutdrehzahl der ersten Koppelwelle 5, die über die Planetenradstufe 16 mit der zweiten Koppelwelle 6 in Verbindung steht. Die Drehzahl der zweiten Koppelwelle 6 wird mit der Übersetzung der zweiten Stirnradstufe 32 auf eine, z.B. ca.
30 30%, geringere Drehzahl der Abtriebswelle 2 übertragen.

In der Figur 1 sind fünf Anordnungsebenen 35, 36, 37, 38 und 39 markiert, deren Nummern in einer Achsrichtung 30 ansteigen. Die Achsrichtung 30 zeigt von der Stelle, an der die Abtriebswelle 2 aus dem Gehäuse 25 austritt, ins Gehäuse 25 hinein. In der Figur 1 ist
35 erkennbar, dass die zweite Stirnradstufe 32 in der ersten Anordnungsebene 35 liegt und dass die Planetenradstufe 16 und die vierte Stirnradstufe 34 in der zweiten Anordnungsebene 36 liegen, die parallel zur ersten Anordnungsebene 35 in Achsrichtung

30 versetzt liegt, und dass die erste Stirnradstufe 31 in einer dritten Anordnungsebene 37 liegt, die auch in Achsrichtung 30 gegenüber der zweiten Anordnungsebene 36 versetzt liegt, und dass die dritte Stirnradstufe 33 in einer vierten Anordnungsebene 38 liegt, die auch in Achsrichtung 30 gegenüber der dritten Anordnungsebene 37 versetzt liegt, und
5 dass die beiden Elektromotoren 11 und 12 in einer fünften Anordnungsebene 39 liegen, die ebenfalls in Achsrichtung 30 gegenüber der vierten Anordnungsebene 38 versetzt liegt.

Die Planetenradstufe 16 und die vierte Stirnradstufe 34 können in der gleichen zweiten Anordnungsebene 36 liegen, weil das Zahnrad der vierten Stirnradstufe 34 auf dem
10 zweiten Wellenstrang 22 einen größeren Wälzkreisradius hat als das Hohlrad 18 der dreiwelligen Planetenradstufe 16. Dadurch findet das Hohlrad 18 innerhalb dieses Zahnrades der vierten Stirnradstufe 34 in der zweiten Anordnungsebene 36 Platz.

Diese axiale Anordnung der Stirnradstufen 31, 32, 33 und 34 in der Umgebung der
15 Planetenradstufe 16 auf dem zweiten Wellenstrang 22 führt im Zusammenhang mit der dargestellten Aufteilung der Antriebselemente auf die drei Wellenstränge 21, 22 und 23 zu einem äußerst kompakten mehrstufigen Planetengetriebe 15.

In der ersten Anordnungsebene 35 mit der zweiten Stirnradstufe 32 befindet sich
20 ein Freilauf 40 zwischen der Antriebswelle 1 und der Abtriebswelle 2, beispielsweise in Form eines Klemmkörperfreilaufs. Der Freilauf 40 kann insbesondere bei einer maximalen Getriebeübersetzung die Antriebswelle 1 direkt mit der Abtriebswelle 2 verbinden. Der Freilauf 40 dient ferner zum einen als Überlastschutz der Antriebseinheit 10 und zum anderen garantiert er eine
25 mechanische Grundfunktion der Antriebseinheit 10 bei Problemen im elektrischen System, zum Beispiel bei einem Spannungsabfall, oder bei Problemen in der Steuerung/Regelung, beispielsweise hervorgerufen durch einen Ausfall einer oder mehrerer Sensoren der Sensoreinrichtung 115.

30 Für die einfache Montage der übrigen Elemente des Antriebssystems 10 und deren Lagerung im Gehäuse 25 weist das Gehäuse 25 vier Gehäuseteile auf. Das Gehäuse 25 besteht aus einem Hauptgehäuse 26 mit einem damit verbindbaren oder verbundenen Mittelsteg 27 und einer mit dem Hauptgehäuse 26 verbindbaren oder verbundenen Motorenabdeckung 28 auf der Seite der fünften Anordnungsebene 39 und einer mit dem
35 Hauptgehäuse 26 verbindbaren oder verbundenen Getriebeabdeckung 29 auf der Seite der ersten Anordnungsebene 35, durch die die Abtriebswelle 2 aus dem Gehäuse 25 ragt.

Bei der dargestellten Antriebseinheit 10 integriert die Steuerelektronik 8 zusätzlich eine Schiebehilfesteuerung. So kann das Antriebssystem, beispielsweise über die Erzeugung eines Bediensignals an dem Bedienteil 102, in einem Schiebehilfemodus betrieben werden. Über ein Bediensignal kann folglich ein Nutzer eine Schiebehilfe des Antriebssystems aktivieren, sodass ein Nutzer beim Schieben des Elektrofahrrads F durch die elektromotorische Antriebseinheit 10 unterstützt wird. Die Steuerelektronik 8 steuert hierfür den ersten Elektromotor 10 an, um das Elektrofahrrad F bis zu einer Geschwindigkeit von 6km/h anzutreiben.

Bei der motorisch durch den ersten Elektromotor 11 angetriebenen Drehung der Abtriebswelle 2 kann es reibungsbedingt vorkommen, dass zumindest ein Teil eines von dem ersten Elektromotor 11 aufgebrachten Drehmoments für die Schiebehilfe über das Planetengetriebe 15 an die Abtriebswelle 1 übertragen wird und diese mitgeschleppt wird, also (mit geringerer Drehgeschwindigkeit) ebenfalls in Drehung versetzt wird. Läuft ein das Elektrofahrrad F schiebender Nutzer neben dem Elektrofahrrad F kann dieses Mitdrehen der Abtriebswelle 1 und der damit verbundenen und die Pedale tragenden Tretkurbeln 1A stören.

Vor diesem Hintergrund ist die Steuerelektronik 8 konfiguriert, bei aktivierter Schiebehilfe den zweiten Elektromotor 12 zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung der Abtriebswelle 1 entgegengewirkt. Die Steuerelektronik 8 implementiert hierfür eine Regelung und weist einen PI-Regler oder PID-Regler 80 auf. Diesem PI(D)-Regler 80 wird das Sensorsignal des Drehzahlsensors der Sensoreinrichtung 115 als Ist-Größe und damit Regelgröße zugeführt. Hierfür wird der Steuerelektronik 8 und hier insbesondere dem PI(D)-Regler die Drehzahl der Abtriebswelle 1 über den Drehzahlsensor 115 signalisiert. Bei aktivierter Schiebehilfe steuert die Steuerelektronik 8 nun den zweiten Elektromotor 12 mit dem Ziel an, dass die Drehzahl der Abtriebswelle 10 Null wird und mithin die Abtriebswelle 1 bei aktivierter Schiebehilfe stillsteht. Hierfür ist in dem PI(D)-Regler 80 als Führungsgröße beispielsweise ein Sollwert von Null, d. h., 0 Umdrehungen, für die Abtriebswelle 1 eingestellt. Wird eine Drehung der Abtriebswelle 1 bei aktivierter Schiebehilfe detektiert, wird folglich mithilfe der Steuerelektronik 8 und deren PI(D)-Regler ein negatives Sollmoment für den zweiten Elektromotor 12 vorgegeben. Hierdurch wirkt ein von dem zweiten Elektromotor 12 an dessen zweiter Rotorwelle 4 erzeugtes Drehmoment einer Drehung der Abtriebswelle 1 und damit einer Verstellung der Tretkurbeln 1A mit den hieran befestigten Pedale entgegen.

Um bei aktivierter Schiebehilfe 1 dennoch weiter zu gewährleisten, dass eine Position der Tretkurbeln 1A von einem Nutzer verändert werden kann oder die Tretkurbeln 1A um eine Drehachse der Antriebswelle 1 verlagerbar sind, wenn eine Tretkurbel 1A respektive ein hieran befestigtes Pedal gegen ein Hindernis stößt, ist der Reglerausgang des PI(D)-
5 Regler 80 auf kleine Momente begrenzt. Größere Kräfte an einer Tretkurbeln 1A werden somit nicht ausgegeregelt und die Tretkurbeln 1A können auch bei aktivierter Schiebehilfe unter Drehung der Antriebswelle 1 verstellt werden.

Hierfür ist beispielsweise in einem Speicher 81 der Steuerelektronik 8 ein Maximalwert
10 hinterlegt, den ein durch den zweiten Elektromotor 12 zu erzeugendes Drehmoment nicht übersteigen darf, um die Antriebswelle 1 bei aktivierter Schiebehilfe zum Stillstand zu bringen. Beispielsweise entspricht der in dem Speicher 81 hinterlegte Maximalwert einem Drehmomentwert für die von dem zweiten Elektromotor 12 anzutreibende Rotorwelle 4. im Bereich von 0,15 bis 0,4 Nm, insbesondere genau 0,3 Nm. Ein über diesen
15 Drehmoment(grenz)wert hinausgehendes Drehmoment wird bei aktivierter Schiebehilfe und sensorisch Detektiertem Drehen der Antriebswelle 1 nicht ausgegeregelt. In einem solchen Fall wird folglich der zweite Elektromotor 12 überhaupt nicht zur Erzeugung eines entgegenwirkenden Drehmoments angesteuert.

20 Der grundsätzliche Ablauf beim Steuern des Antriebssystems der Figuren 1 und 2 ist auch schematisch anhand des Ablaufdiagramm der Figur 3 illustriert.

Wurde in einem ersten Schritt S1 eine Schiebehilfe aktiviert, erfolgt in einem nachfolgenden Schritt S2 (kontinuierlich) ein Vergleich einer Ist-Drehgeschwindigkeit der
25 Antriebswelle 1 mit einem Sollwert. Auf Basis dieses Vergleichs erfolgt eine Steuerung des zweiten Elektromotors 2 für einen Stillstand der Antriebswelle 1, jedenfalls solange die Begrenzung des Reglerausgangs auf den im Speicher 81 hinterlegten maximalen Drehmoment(grenz)wert nicht überschritten wird. Über den PI(D)-Regler 80 der Steuerelektronik 8 erfolgt mithin eine Regelung auf Basis der Drehgeschwindigkeit
30 respektive Drehzahl der Antriebswelle 1, als Regelgröße, auf den Sollwert von 0 als Führungsgröße.

Mit der vorgeschlagenen Lösung lässt sich somit bei aktivierter Schalthilfe elektronisch gesteuert ein (Mit-)Rotieren der Tretkurbeln 1A und der hieran befestigten Pedale
35 verhindern, sodass insbesondere die Pedale nicht gegen einen das Elektrofahrrad F schiebenden Nutzer stoßen, der neben dem Elektrofahrrad F läuft. Dennoch sind die Tretkurbeln 1A mit ihren Pedalen bei aktivierter Schiebehilfe nicht völlig starr respektive

- über den zweiten Elektromotor 12 unbeweglich arretiert. Vielmehr können die Tretkurbeln 1A und hieran befestigte Pedale weiterhin von außen in ihrer Position korrigiert werden, indem nutzerseitig oder durch ein Hindernis eine ausreichend hohe Kurbelkraft auf mindestens eine Tretkurbel 1A aufgebracht wird. Einer hieraus resultierenden Drehung der
- 5 Antriebswelle 1, die damit auf einen Schwellwert übersteigende Kurbelkraft zurückgeht, wird mithilfe der Steuerelektronik 8 und dem zweiten Elektromotor 12 nicht entgegengewirkt. In einer solchen Situation bleibt lediglich der erste Elektromotor 11 für die aktivierte Schiebehilfe zum Antreiben des Elektrofahrrad F aktiv.

Bezugszeichenliste

1	Antriebswelle
10	Antriebseinheit
11	erster Elektromotor
12	zweiter Elektromotor
15	Planetengetriebe
16	(Dreiwellige) Planetenradstufe
17	Sonnenrad
18	Hohlrad
19	Planetenträger
2	Abtriebswelle
20	Planetenrad
21	erster Wellenstrang
22	zweiter Wellenstrang
23	dritter Wellenstrang
25	Gehäuse
26	Hauptgehäuse
27	Mittelsteg
28	Motorenabdeckung
29	Getriebeabdeckung
3	erste Rotorwelle
30	Achsrichtung
31	erste Stirnradstufe
32	zweite Stirnradstufe
33	dritte Stirnradstufe
34	vierte Stirnradstufe
35	erste Anordnungsebene
36	zweite Anordnungsebene
37	dritte Anordnungsebene
38	vierte Anordnungsebene
39	fünfte Anordnungsebene
4	zweite Rotorwelle
40	Freilauf
5	erste Koppelwelle
6	zweite Koppelwelle
7	dritte Koppelwelle

8	Steuerelektronik mit Schiebehilfestuerung über Elektromotor
80	PI(D)-Regler
81	Speicher
9	Energiespeicher
102	Bedienteil
110	(Fahrrad-)Rahmen
111	Vorderrad
112	Hinterrad
113	Riemen / Kette
114	Radsensor
115	Sensoreinrichtung
F	Elektrofahrrad

Ansprüche

1. Antriebssystem für ein Elektrofahrrad (F), mit

- einer Antriebswelle (1), mit der eine Tretkurbel (1A) zum muskelkraftbetätigten Aufbringen einer Antriebskraft für das Antreiben des Elektrofahrrads (F) verbunden ist,
- einer Abtriebswelle (2) zur Übertragung der Antriebskraft an ein Rad (112) des Elektrofahrrads (F),
- einem ersten Elektromotor (11),
- einem zweiten Elektromotor (12),
- einer Getriebeeinrichtung mit wenigstens einem Planetengetriebe (15), dessen Übersetzungsverhältnis mithilfe der ersten und zweiten Elektromotoren (11, 12) einstellbar ist und über das die Antriebswelle (1) und die Abtriebswelle (2) miteinander gekoppelt sind, wobei ein von dem ersten Elektromotor (11) erzeugtes Drehmoment zumindest teilweise an die Abtriebswelle (2) übertragbar ist, und
- einer Steuerelektronik (8) zur Steuerung der ersten und zweiten Elektromotoren (11, 12) und zur Aktivierung einer Schiebehilfe, mit der bei einem Schieben des Elektrofahrrads (F) durch einen Nutzer von dem ersten Elektromotor (11) ein Drehmoment an die Abtriebswelle (2) übertragen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerelektronik (8) konfiguriert ist, bei aktivierter Schiebehilfe den zweiten Elektromotor (12) zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkt.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (8) mit mindestens einer Sensoreinrichtung (115) des Antriebssystems zur Erfassung einer Drehzahl der Antriebswelle (1) gekoppelt ist und konfiguriert ist, den zweiten Elektromotor (12) zur Erzeugung des der Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkenden Drehmoments in Abhängigkeit von wenigstens einem Sensorsignal der mindestens einen Sensoreinrichtung (115) anzusteuern.

3. Antriebssystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (8) konfiguriert ist, den zweiten Elektromotor (12) zur Erzeugung des der Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkenden Drehmoments in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Sensorsignal der mindestens einen Sensoreinrichtung

(115) mit dem Ziel anzusteuern, dass eine Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle (1) Null ist.

4. Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
5 mindestens eine Sensoreinrichtung (115) einen Drehzahlsensor umfasst.

5. Antriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (8) einen Regler (80) zur Regelung des
durch den zweiten Elektromotor (12) bei aktivierter Schiebehilfe zu erzeugenden
10 Drehmoments umfasst.

6. Antriebssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Führungsgröße
für den Regler (80) ein Sollwert für die Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle (1)
hinterlegt ist.

15 7. Antriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch
gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik (8) konfiguriert ist, das von dem zweiten
Elektromotor (12) bei aktivierter Schiebehilfe zu erzeugende Drehmoment auf einen
Maximalwert zu begrenzen.

20 8. Antriebssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Steuerelektronik (8) konfiguriert ist, bei aktivierter Schiebehilfe den zweiten
Elektromotor (12) nur dann zur Erzeugung eines Drehmoments anzusteuern, das einer
Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkt, wenn das zu erzeugende Drehmoment
25 den Maximalwert nicht übersteigt.

9. Antriebssystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
Steuerelektronik (8) konfiguriert ist, bei aktivierter Schiebehilfe und bereits von dem
zweiten Elektromotor (12) aufgebrachtem Drehmoment, die Ansteuerung des zweiten
30 Elektromotors (12) zumindest temporär auszusetzen, wenn das zu erzeugende
Drehmoment den Maximalwert übersteigen würde.

10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass
der Maximalwert durch einen Drehmomentwert für eine von dem zweiten Elektromotor
35 (12) anzutreibende Rotorwelle (4) oder durch einen Drehmomentwert für die Tretkurbel
(1A) oder die Antriebswelle (1) vorgegeben ist.

11. Antriebssystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maximalwert
durch einen Drehmomentwert im Bereich von 0,15 bis 0,4 Nm für die von dem zweiten
40 Elektromotor (12) anzutreibende Rotorwelle (4) vorgegeben ist.

12. Verfahren zur Steuerung eines Antriebssystems eines Elektrofahrrads (F), wobei bei dem Antriebssystem

- eine Tretkurbel (T) mit einer Antriebswelle (1) zum muskelkraftbetätigten Aufbringen einer Antriebskraft für das Antreiben des Elektrofahrrads (F) verbunden ist,
- eine Abtriebswelle (2) die Antriebskraft an ein Rad (112) des Elektrofahrrads (F) überträgt,
- ein Übersetzungsverhältnis eines Planetengetriebes (15) mithilfe erster und zweiter Elektromotoren (11, 12) einstellbar ist, über das die Antriebswelle (1) und die Abtriebswelle (2) miteinander gekoppelt sind, wobei ein von dem ersten Elektromotor (11) erzeugtes Drehmoment zumindest teilweise an die Abtriebswelle (2) übertragbar ist, und
- eine Schiebehilfe aktivierbar ist, mit der bei einem Schieben des Elektrofahrrads (F) durch einen Nutzer von dem ersten Elektromotor (11) ein Drehmoment an die Abtriebswelle (2) übertragen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

nach Aktivierung der Schiebehilfe der zweite Elektromotor (12) zur Erzeugung eines Drehmoments angesteuert wird, das einer Drehung der Antriebswelle (1) entgegenwirkt.

13. Computerprogrammprodukt enthaltend Anweisungen, die, wenn sie von mindestens einem Prozessor eines Steuergeräts eines elektromotorischen Antriebseinheit (10) umfassenden Antriebssystems eines Elektrofahrrads (F) ausgeführt werden, den mindestens einen Prozessor veranlassen, ein Verfahren nach Anspruch 12 auszuführen.

FIG 1

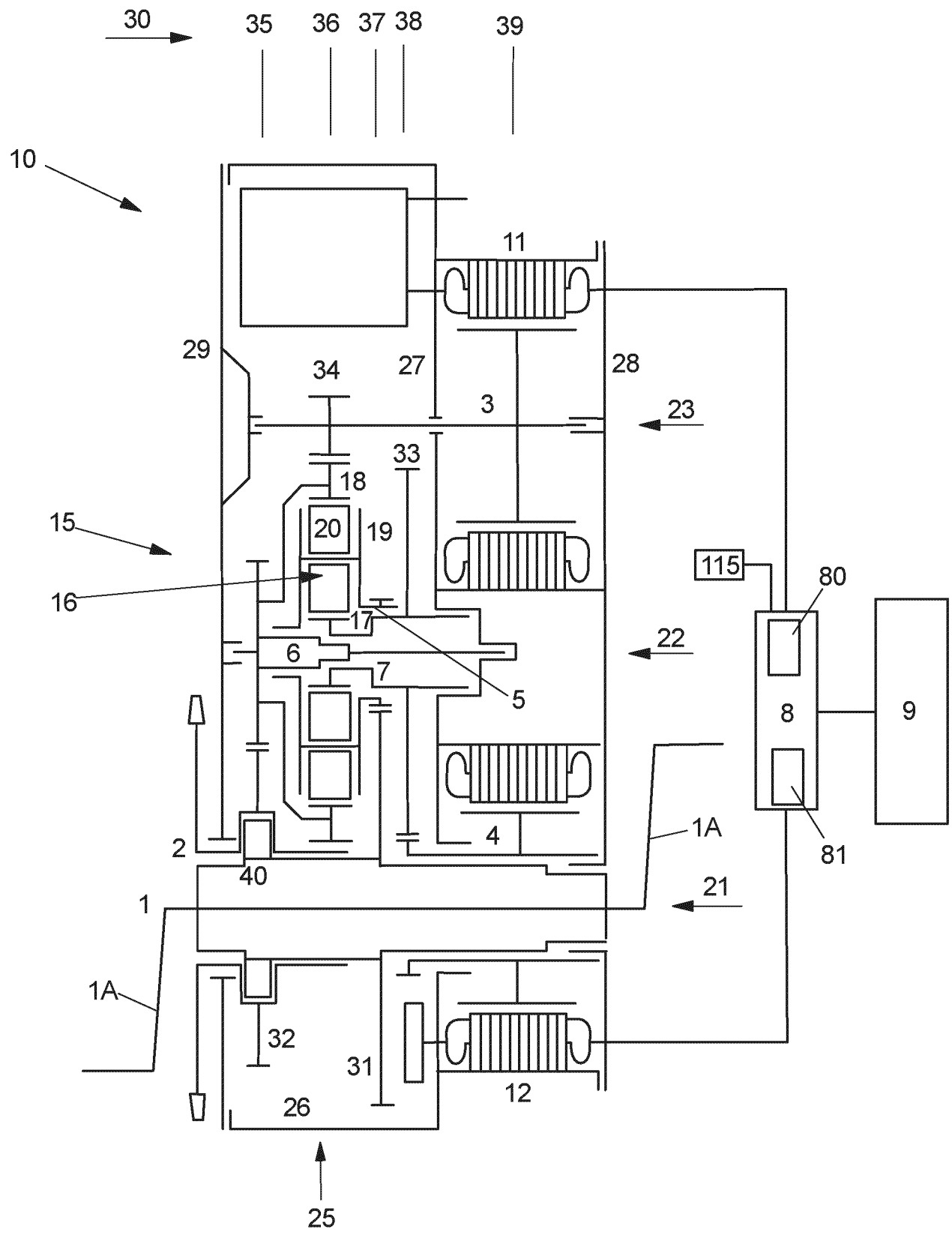
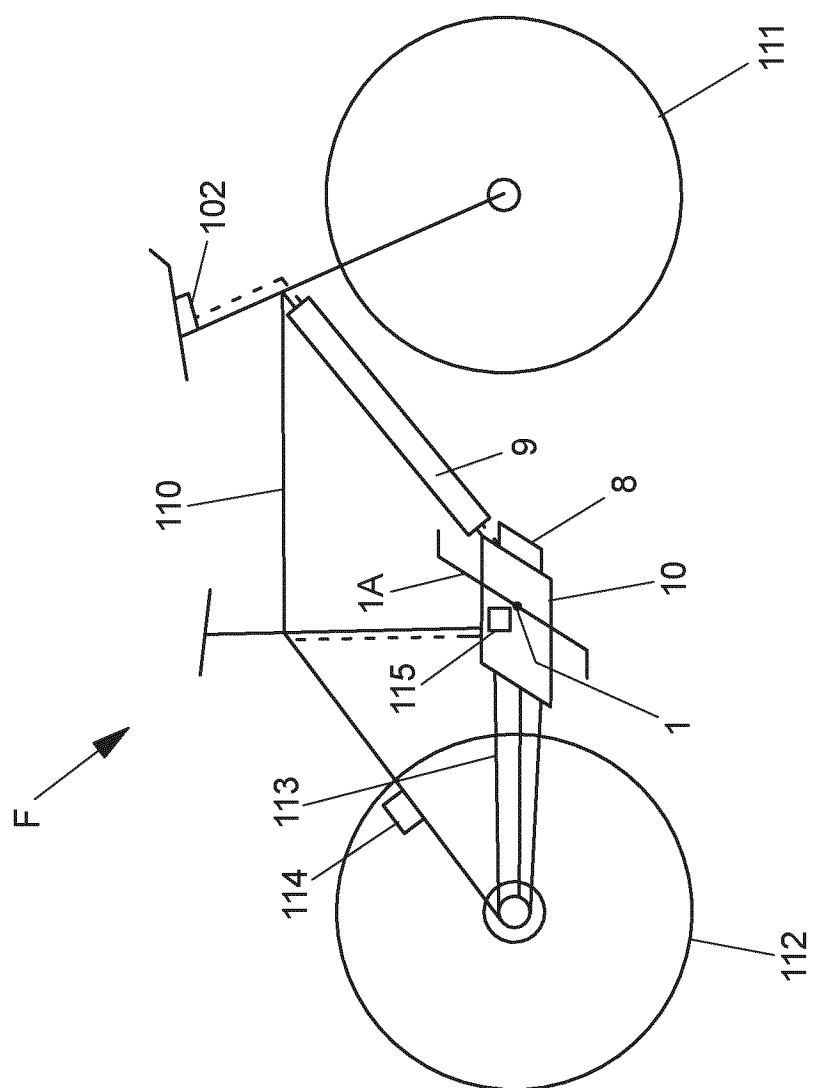


FIG 2



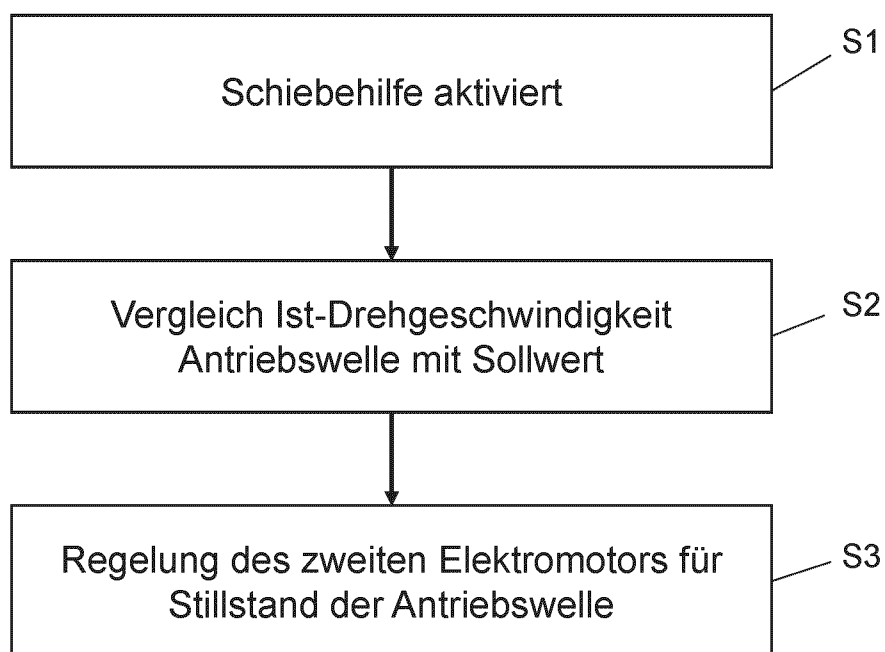


FIG 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62M 6/45**(2010.01)i; **B62M 6/55**(2010.01)i; **B62M 11/14**(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)

B62M

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017183056 A1 (YAMAMOTO TAKASHI [JP]) 29 June 2017 (2017-06-29) paragraphs [0010], [0011], [0015] - [0017], [0030] - [0076] figures 1-7	1-13
A	WO 2020165240 A1 (BROSE ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO KOMMANDITGESELLSCHAFT BERLIN [DE]) 20 August 2020 (2020-08-20) the whole document	1-13

☐ 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

18 September 2024

Date of mailing of the international search report

01 October 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

Fernández Plaza, P

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/066538

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2017183056	A1	29 June 2017	CN	107054552	A	18 August 2017
				DE	102016224314	A1	29 June 2017
				JP	2017114449	A	29 June 2017
				US	2017183056	A1	29 June 2017

WO	2020165240	A1	20 August 2020	DE	102019201812	B3	19 March 2020
				WO	2020165240	A1	20 August 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62M6/45 B62M6/55 B62M11/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62M		
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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2017/183056 A1 (YAMAMOTO TAKASHI [JP]) 29. Juni 2017 (2017-06-29) Absätze [0010], [0011], [0015] - [0017], [0030] - [0076] Abbildungen 1-7 -----	1 - 13
A	WO 2020/165240 A1 (BROSE ANTRIEBSTECHNIK GMBH & CO KOMMANDITGESELLSCHAFT BERLIN [DE]) 20. August 2020 (2020-08-20) das ganze Dokument -----	1 - 13
☐ 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 18. September 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 01/10/2024
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 Fernández Plaza, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/066538

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017183056 A1	29-06-2017	CN 107054552 A	18-08-2017
		DE 102016224314 A1	29-06-2017
		JP 2017114449 A	29-06-2017
		US 2017183056 A1	29-06-2017

WO 2020165240 A1	20-08-2020	DE 102019201812 B3	19-03-2020
		WO 2020165240 A1	20-08-2020
