

Lenkantriebssystem für ein radseitengelenktes Fahrzeug, radseitengelenktes
Fahrzeug und Verfahren zum Betreiben desselben

5

Die Erfindung betrifft ein Lenkantriebssystem für ein radseitengelenktes Fahrzeug, insbesondere eines radseitengelenkten Fahrzeugs. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein radseitengelenktes Fahrzeug und ein Verfahren zum Betreiben desselben.

10

Ein radseitengelenktes Fahrzeug, wie zum Beispiel ein Gleiskettenfahrzeug, verfügt über ein Fahrtriebssystem sowie über ein Lenkantriebssystem.

15

Das Fahrtriebssystem eines radseitengelenkten Fahrzeugs verfügt über mindestens ein Antriebsaggregat und ein Fahrgetriebe, um an Abtrieben des radseitengelenkten Fahrzeugs, die zu beiden Seiten des Fahrzeugs positioniert sind, insbesondere für eine Geradeausfahrt des radseitengelenkten Fahrzeugs Antriebsleistung und eine Grunddrehzahl bereitzustellen.

20

Bei dynamischen radseitengelenkten Fahrzeugen wird typischerweise eine Überlagerungslenkung verwendet, bei der eine jeweilige Radseite des radseitengelenkten Fahrzeugs mit einer Überlagerungsdrehzahl kreuzweise angetrieben wird, um über ein Differentialmoment eine Lenkbewegung zu bewirken. Vorzugsweise werden die Überlagerungen kreuzweise über ein Koppellement bzw. -glied verbunden, um Lenkenergie aus der translatorischen Bewegung des Fahrzeugs zurückzugewinnen. Dieses Koppellement bzw. -glied kann als eine sogenannte Nullwelle ausgeführt sein, die bei Geradeausfahrt steht und bei Lenkbewegungen beide Radseiten wechselseitig überlagert.

25

Um ein radseitengelenktes Fahrzeug mit Nullwelle zu lenken, muss die Nullwelle drehen. Über die Nullwelle kann dann an den Abtrieben der Grunddrehzahl der Abtriebe eine Überlagerungsdrehzahl überlagert werden, die an einer ersten Seite des radseitengelenkten Fahrzeugs die Grunddrehzahl erhöht und an einer gegen-
5 überliegenden zweiten Seite des radseitengelenkten Fahrzeugs die Grunddrehzahl verringert. Hierdurch ist dann ein Lenken des radseitengelenkten Fahrzeugs möglich.

Aus der DE 10 2009 016 639 A1 ist ein Lenkantriebssystem eines radseitengelenkten Fahrzeugs und ein mit dem Lenkantriebssystem ausgerüstetes radseitengelenktes Fahrzeug bekannt. So sind Antriebe gezeigt, die in ein Summiergetriebe eintreiben. Das Summiergetriebe steht über eine Stirnradstufe mit einer Nullwelle in Wirkverbindung. Die Nullwelle stellt für die beiden Seiten des radseitengelenkten Fahrzeugs die jeweilige Überlagerungsdrehzahl bereit, die einer von einer Antriebsmaschine bereitgestellten Grunddrehzahl zur Lenkung überlagert wird.
10
15

Aus der DE 102 76 870 B3 ist ein weiteres radseitengelenktes Fahrzeug mit einem Lenkantriebssystem bekannt. Die Nullwelle des Lenkantriebssystems ist durch eine Kombination aus einem von einem Fahrtriebssystem abgezweigten Leistungsanteil und einem Leistungsanteil mindestens eines Elektromotors antreibbar, wobei der Elektromotor mit mehreren voneinander unabhängigen Stromkreisen ausgebildet ist. Zur Übertragung des vom Fahrtriebssystem abgezweigten Leistungsanteils dient eine hydrodynamische Lenkungkupplung oder eine mechanisch regelbare lastschaltbare Kupplung.
20

25

Weitere radseitengelenkte Fahrzeuge sind aus der DE 10 2005 035 824 A1 und aus der DE 103 14 956 B4 bekannt.

Es besteht Bedarf an einem Lenkantriebssystem für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs, welches einen einfachen Aufbau aufweist und/oder einen zuverlässigen Betrieb des radseitengelenkten Fahrzeugs ermöglicht.
30

Ferner besteht Bedarf an einem radseitengelenkten Fahrzeug mit einem solchen Lenkantriebssystem sowie an einem Verfahren zum Betreiben des radseitengelenkten Fahrzeugs.

5

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Lenkantriebssystem für ein radseitengelenktes Fahrzeug bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs, ein radseitengelenktes Fahrzeug mit einem solchen Lenkantriebssystem und ein Verfahren zum Betreiben desselben zu schaffen.

10

Diese Aufgabe wird insbesondere durch ein Lenkantriebssystem nach Anspruch 1 bzw. ein radseitengelenktes Fahrzeug nach Anspruch 21 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 24 gelöst.

15

Das erfindungsgemäße Lenkantriebssystem weist ein Koppellement bzw. -glied auf, welches mit Abtrieben des Fahrzeugs koppelbar, in einer Ausführung gekoppelt, ist, um dann, wenn ein Betrag einer Überlagerungsdrehzahl des Koppellements größer als Null ist, an den Abtrieben, die ausgehend von einem Fahrantriebssystem des Fahrzeugs mit einer Grunddrehzahl angetrieben sind, zur Lenkung des Fahrzeugs eine der Grunddrehzahl zu überlagernde Überlagerungsdrehzahl bereitzustellen. Koppellement und Koppelglied sind vorzugsweise synonym.

20

25 Das erfindungsgemäße Lenkantriebssystem weist ferner mindestens eine erste elektrische Maschine, deren Drehzahl variabel einstellbar oder regelbar ist, und eine Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit auf.

Ein erster, insbesondere ein- oder mehrgliedriger, in einer Ausführung ein- oder
30 mehrsträngiger, Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzwei-

gungseinheit, der in einer Ausführung einen (ersten) Eingang der Leistungssum-
mations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit bildet, ist an eine Welle gekop-
pelt, die, in einer Ausführung über ein definiertes Übersetzungsverhältnis, mit ei-
ner Welle des Fahrtriebssystems koppelbar, in einer Ausführung gekoppelt, ist.

5 In einer Ausführung wird das definierte Übersetzungsverhältnis von einer Haupt-
leistungsverzweigungseinheit bereitgestellt, in einer Weiterbildung von einer
Hauptleistungsverzweigungseinheit, die dazu eingerichtet ist, eine Antriebslei-
stung, insbesondere wenigstens temporär ganz oder teilweise, in das Fahrgetriebe
und/oder, insbesondere wenigstens temporär ganz oder teilweise, in das Lenkan-
triebssystem zu leiten, bzw. die eine Antriebsleistung in einer Ausführung wie ge-
10 nannt leitet. In einer Ausführung ist die Welle des Lenkantriebssystems über eine
bzw. die Hauptleistungsverzweigungseinheit des Fahrgetriebes mit der Welle des
Fahrtriebssystems koppelbar, in einer Ausführung gekoppelt. Die Hauptlei-
stungsverzweigungseinheit kann insbesondere auf einer Welle angeordnet sein, auf
15 der die Überlagerungsgetriebe der Abtriebe angeordnet und/oder gelagert sind.
Das Lenkantriebssystem kann insbesondere dazu eingerichtet sein, Leistung über
einen primären Leistungseintrieb zu erhalten.

In einer Weiterbildung erhält das Lenkantriebssystem Leistung über einen pri-
20 mären Leistungseintrieb bzw. ist dieses hierzu eingerichtet. Der primäre Lei-
istungseintrieb kann insbesondere eine Leistung, insbesondere zumindest einen
Teil einer Leistung einer weiteren elektrischen Maschine und/oder eines Antriebs-
aggregats erhalten und eine entsprechende Leistung an das Lenkantriebssystem
abgeben bzw. dazu eingerichtet sein. Die Leistung des Antriebsaggregats
25 und/oder dieser weiteren elektrischen Maschine kann insbesondere über eine
bzw. die Hauptleistungsverzweigungseinheit an das Fahrgetriebe, insbesondere
über ein Anfahrlement, und an den primären Leistungseintrieb verzweigt werden.
Das Antriebsaggregat weist in einer Ausführung eine Brennkraftmaschine auf,
kann insbesondere eine solche sein.

30

Ein zweiter, insbesondere ein- oder mehrgliedriger, in einer Ausführung ein- oder
mehrsträngiger, Anschluss der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzwei-

gungseinheit, der in einer Ausführung einen (zweiten), vorzugsweise variablen, Eingang der Leistungssumptions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit bildet, ist, in einer Ausführung direkt bzw. drehzahlgleich oder in einer anderen Ausführung über ein (gegebenenfalls weiteres) definiertes Übersetzungsverhältnis, an die

5 mindestens eine erste elektrische Maschine gekoppelt, wobei dieses Übersetzungsverhältnis vorzugsweise ungleich Eins (und ungleich Null) ist.

Ein dritter, insbesondere ein- oder mehrgliedriger, in einer Ausführung ein- oder mehrsträngiger, Anschluss der Leistungssumptions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, der in einer Ausführung einen Ausgang der Leistungssumptions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit bildet, ist, in einer Ausführung über wenigstens ein (gegebenenfalls weiteres) definiertes Übersetzungsverhältnis, in einer Weiterbildung alternativ jeweils über eines von mehreren verschiedenen, insbesondere gegensinnigen, (weiteren) definierten Übersetzungsverhältnissen, an das

10

15 Kopelement gekoppelt.

Das erfindungsgemäße Lenkantriebssystem verfügt über die Leistungssumptions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, deren erster Anschluss mit derjenigen Welle gekoppelt ist, die, insbesondere über ein definiertes Übersetzungsverhältnis, mit einer Welle des Fahrantriebssystems gekoppelt bzw. hierzu ausgebildet ist, deren zweiter Anschluss an die mindestens eine erste elektrische Maschine gekoppelt ist, und deren dritter Anschluss, insbesondere über ein weiteres definiertes Übersetzungsverhältnis, gegebenenfalls alternativ über eines von mehreren verschiedenen weiteren definierten Übersetzungsverhältnissen, an das Kopelement gekoppelt ist.

20

25

In einer Ausführung lässt sich die Drehzahl der mindestens einen ersten elektrischen Maschine präzise regeln. Durch diese Regelung ist die Übertragungsfunktion für die Lenkung wählbar. So kann vorteilhaft eine verlustarme, stufenlose Lenkung, vorzugsweise über den gesamten Lenk- und Fahrbereich, bereitgestellt werden. Zur Ansteuerung der Überlagerungsdrehzahl werden in einer Ausführung

30

keine mechanischen Kräfte benötigt. So kann in einer Ausführung ein, vorzugsweise komplett mechanisch entkoppeltes, Steuerungskonzept im Sinne eines „Steer-By-Wire Konzepts“ bereitgestellt werden.

- 5 Nach einer Weiterbildung ist an diejenige Welle, an welche der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, mindestens eine zweite elektrische Maschine gekoppelt, in einer Ausführung direkt bzw. drehzahlgleich oder in einer anderen Ausführung über ein definiertes Übersetzungsverhältnis, das vorzugsweise ungleich Eins (und ungleich Null) ist. Über
10 die mindestens eine zweite elektrische Maschine, die an diejenige Welle gekoppelt ist, an welche der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, kann ein Lenkantriebssystem bereitgestellt werden, welches unabhängig von einer sekundären Energiequelle, insbesondere einer fahrzeugseitigen Traktionsbatterie oder eines zweiten Leistungserzeugers,
15 arbeitet.

- In einer Ausführung weist das Lenkantriebssystem mindestens eine elektrische Maschine auf, die (wenigstens temporär generatorisch bzw. als Generator bzw.) in einem generatorischen Betrieb (betrieben wird und dabei) die, in einer Ausführung
20 dabei motorisch bzw. als Motor bzw. in einem motorischen Betrieb betriebene, mindestens eine erste elektrische Maschine, in einer Ausführung direkt oder über einen Energiespeicher, mit elektrischer Energie versorgt, und/oder (wenigstens temporär motorisch betrieben bzw. als Motor bzw.) in einem motorischen Betrieb (betrieben und dabei) von der mindestens einen, in einer Ausführung generato-
25 risch bzw. als Generator bzw. in einem generatorischen Betrieb betriebenen, ersten elektrischen Maschine, in einer Ausführung direkt oder über einen Energiespeicher, mit elektrischer Energie versorgt wird bzw. die dazu ausgebildet ist und die in einer Ausführung eine hier genannte zweite elektrische Maschine, die an das Koppellement oder an diejenige Welle gekoppelt ist, an welche auch der ers-
30 te Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, eine hier genannte weitere elektrische Maschine, die in einer Aus-

führung an die Welle des Fahrtriebssystems gekoppelt ist, oder auch eine andere elektrische Maschine sein kann.

5 Dadurch kann in einer Ausführung vorteilhaft kinetische Energie des Fahrzeugs genutzt und/oder ein elektrischer Energiespeicher, insbesondere eine (fahrzeugseitige) Traktionsbatterie, zur Versorgung der ersten elektrischen Maschine reduziert oder eingespart werden.

10 In einer Ausführung ist mindestens eine hier genannte zweite elektrische Maschine an einem äußeren Ende derjenigen Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, bzw. einem äußeren Ende des Koppellements angeordnet. Dadurch kann in einer Ausführung deren Zugänglichkeit, insbesondere zu Wartungszwecken, verbessert werden. Zusätzlich oder alternativ sind in einer Ausführung die mindestens
15 eine erste elektrische Maschine und mindestens eine hier genannte zweite elektrische Maschine, die an diejenige Welle gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, koaxial zueinander und/oder auf einander gegenüberliegenden Seite der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit angeordnet.
20 Dadurch kann in einer Ausführung Bauraum, Zugänglichkeit, insbesondere Wartbarkeit, und/oder Kraftübertragung verbessert werden.

25 Nach einer Weiterbildung ist parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit eine Leistungseinheit geschaltet, die ausgebildet ist, die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, insbesondere schlupfend, an das Koppellement zu koppeln. Insbesondere dann, wenn die parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit geschaltete Leistungseinheit von
30 einer hydrodynamischen Kupplung bereitgestellt ist, kann mit Hilfe dieser Weiterbildung eine hohe Leistungsdichte bereitgestellt werden.

- In einer Ausführung ist diese Leistungseinheit ausgebildet, die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, parallel zur Leistungssummutations- und/oder Leistungs-
- 5 verzweigungseinheit in einem Betriebszustand der Leistungseinheit mit einer Drehrichtung und in einem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit mit einer hierzu entgegengesetzten bzw. umgekehrten Drehrichtung an das Koppellement zu koppeln.
- 10 Hierzu ist in einer Ausführung eine Drehrichtungsumkehrereinrichtung vorgesehen, die in einer Weiterbildung wenigstens eine an das Koppellement gekoppelte Räderspür, die in dem einen Betriebszustand der Leistungseinheit bzw. in einem Betriebszustand der Drehrichtungsumkehrereinrichtung durch die Welle (an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist) angetrieben wird und das Koppellement mit einer
- 15 Drehrichtung dreht und in dem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit bzw. in einem anderen Betriebszustand der Drehrichtungsumkehrereinrichtung durch die Welle angetrieben wird und das Koppellement mit einer zu dieser vorgenannten Drehrichtung entgegengesetzten bzw. umgekehrten Drehrichtung dreht bzw. hierzu
- 20 ausgebildet ist, und in einer anderen Weiterbildung wenigstens zwei an das Koppellement koppelbare, insbesondere gekoppelte, Räderspuren aufweist, von denen in dem einen Betriebszustand der Leistungseinheit bzw. in einem Betriebszustand der Drehrichtungsumkehrereinrichtung die eine Räderspür die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungs-
- 25 verzweigungseinheit gekoppelt ist, mit einer Drehrichtung an das Koppellement koppelt, und in dem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit bzw. in einem anderen Betriebszustand der Drehrichtungsumkehrereinrichtung die andere Räderspür die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, mit einer hierzu entgegen-
- 30 gesetzten bzw. umgekehrten Drehrichtung an das Koppellement koppelt bzw. die hierzu ausgebildet sind.

Nach einer Weiterbildung ist, in einer Ausführung zwischen der ersten elektrischen Maschine und dem zweiten Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, eine Leistungseinheit angeordnet bzw. vorgesehen, die ausgebildet ist, die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, parallel zur ersten elektrischen Maschine, insbesondere schlupfend, an die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, in einer Ausführung an deren zweiten bzw. variablen Anschluss, zu koppeln. Hierdurch können in einer Ausführung bei kompakter(er) Bauform ähnliche Vorteile erzielt werden wie bei einer parallel zur Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit geschalteten Leistungseinheit.

Eine hier genannte Leistungseinheit weist in einer Ausführung eine schaltbare Reibkupplung, insbesondere Lamellen- oder hydrodynamische Kupplung auf. Hierdurch kann diese in einer Ausführung Leistung besonders vorteilhaft übertragen.

In einer Ausführung überträgt die Leistungseinheit wenigstens 50% einer, insbesondere über den primären Leistungseintrieb, in das Lenkantriebssystem übertragenen Leistung, weiter insbesondere wenigstens 60% oder wenigstens 70% und/oder höchstens 90%, insbesondere höchstens 80%, höchstens 75% oder höchstens 70%, der Leistung, insbesondere direkt, an das Koppellement und die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit überträgt (zumindest im Wesentlichen) den Rest an das Koppellement, insbesondere durch einen dritten Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit. Hierdurch kann in einer Ausführung die erste elektrische Maschine, insbesondere auch die zweite elektrische Maschine, kleiner ausgelegt werden, insbesondere kleiner ausgebildet sein als insbesondere eine elektrische Maschine, die die gesamte in das Lenkantriebssystem eingebrachte Leistung ergänzt oder verringert, insbesondere in einem generatorischen oder motorischen Betrieb der (ersten oder zweiten) elektrischen Maschine. Hierdurch kann in einer Ausführung eine

Feineinstellung der Drehzahl des Koppellements, insbesondere über die erste elektrische Maschine, erfolgen.

- 5 Nach einer Weiterbildung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsver-
zweigungseinheit ausgebildet, um in einem mindestens ersten Betriebszustand
derselben den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss in einem Überlage-
rungsbetrieb an den dritten Anschluss zu koppeln, und in einer Ausführung aus-
gebildet, um in mindestens einem zweiten Betriebszustand den ersten Anschluss
und/oder den zweiten Anschluss in einem Festübersetzungsbetrieb, vorzugsweise
10 beide, in einem festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss zu kop-
peln. Durch die Wahl des Betriebszustands der Leistungssummutations- und/oder
Leistungsverzweigungseinheit kann in Kombination in einer Ausführung mit der
Drehzahlregelung der mindestens einen ersten elektrischen Maschine eine ver-
lustarme und/oder stufenlose Lenkung, vorzugsweise über den gesamten Lenk-
15 und Fahrbereich, besonders vorteilhaft bereitgestellt werden.

- In einer Ausführung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzwei-
gungseinheit ausgebildet, um in einem ersten Betriebszustand derselben den ers-
ten Anschluss und den zweiten Anschluss in einem (ersten) Überlagerungsbetrieb
20 an den dritten Anschluss zu koppeln, in dem eine Drehzahl des dritten Anschlus-
ses bei gleicher Drehzahl des ersten Anschlusses durch Variation der Drehzahl
des zweiten Anschlusses variiert werden kann, der daher auch als variabler Ein-
gang bezeichnet wird.

- 25 In einer Weiterbildung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzwei-
gungseinheit ausgebildet, um den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss in
wenigstens einem weiteren Überlagerungsbetrieb, in dem eine Drehzahl des drit-
ten Anschlusses bei gleicher Drehzahl des ersten Anschlusses durch Variation der
Drehzahl des zweiten Anschlusses variiert werden kann, an den dritten Anschluss
30 derart zu koppeln, dass eine in dem ersten und dem weiteren Überlagerungsbe-
trieb gleiche Drehzahl des ersten Anschlusses und eine in dem ersten und dem

weiteren Überlagerungsbetrieb gleiche Drehzahl des zweiten Anschlusses in dem ersten und dem weiteren Überlagerungsbetrieb unterschiedliche Drehzahlen, in einer Ausführung Drehzahlen mit unterschiedlichen Beträgen, des dritten Anschlusses bewirken.

5

In einer Ausführung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit ausgebildet, um in einem zweiten Betriebszustand in einem (ersten) Festübersetzungsbetrieb den ersten Anschluss in einem (ersten) festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss zu koppeln und/oder den zweiten Anschluss in einem (zweiten) festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss zu koppeln.

In einer Weiterbildung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit ausgebildet, um in wenigstens einem weiteren Festübersetzungsbetrieb den ersten Anschluss in einem von dem ersten festen Übersetzungsverhältnis, in einer Ausführung betragsmäßig, verschiedenen weiteren festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss zu koppeln und/oder den zweiten Anschluss in einem von dem zweiten festen Übersetzungsverhältnis, in einer Ausführung betragsmäßig, verschiedenen weiteren festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss zu koppeln.

In einer Ausführung umfasst bzw. umschreibt ein Festübersetzungsbetrieb den Fall, dass der zweite Anschluss lastfrei sein bzw. stehen kann bzw. steht, insbesondere festgesetzt werden kann bzw. ist, so dass zwischen dem ersten Anschluss und dem dritten Anschluss ein festes Übersetzungsverhältnis eingestellt ist bzw. werden kann.

Wenn beispielsweise, wie nachfolgend noch erörtert, in Fig. 4 Schaltelement 68 oder in Fig. 5 Schaltelement 80 oder in Fig. 6 Schaltelement 97 geschlossen ist, wird (auch) dies in einer Ausführung als Festübersetzungsbetrieb bezeichnet, in dem (auch) der zweite Anschluss 25b in einem Festübersetzungsbetrieb und/oder

in einem festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss 25c gekoppelt sind.

In einer Ausführung ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit ausgebildet, um in wenigstens einem, vorzugsweise vorgenannten zweiten, Betriebszustand den ersten Anschluss, insbesondere wenigstens bei lastfreiem zweiten Anschluss, in einem festen Übersetzungsverhältnis bzw. derart an den dritten Anschluss zu koppeln, dass eine Drehung des ersten Anschlusses mit einer Drehzahl ungleich Null bei lastfreiem zweiten Anschluss in eine Drehung des dritten Anschlusses mit einer durch dieses feste Übersetzungsverhältnis bestimmten Drehzahl ungleich Null übersetzt wird. Dadurch kann in einer Ausführung eine feste Übersetzung zwischen erstem und drittem Anschluss eingestellt werden, so dass Leistung rein über den ersten Anschluss bereitgestellt wird und der zweite Anschluss lastlos ist bzw. keine Überlagerung mehr stattfindet, was vorteilhaft beispielsweise als Notbetrieb genutzt werden kann, falls etwa die erste elektrische Maschine ausfällt, und/oder um feste Lenkradien einzustellen und dadurch in einer Ausführung die erste elektrische Maschine zu schonen.

In einer Ausführung weist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit ein Wendegetriebe auf, welches ausgebildet ist, eine Drehrichtung des Koppellements umzukehren, insbesondere bei gleicher Drehrichtung einer bzw. der Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, je nach Betriebszustand des Wendegetriebes entgegengesetzte Drehrichtungen des Koppellements zu bewirken.

In einer Weiterbildung ist dieses Wendegetriebe in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit integriert und in einer Ausführung ist wenigstens eine an das Koppellement und die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, insbesondere deren dritten Anschluss und/oder integriertes Wendegetriebe, gekoppelte Räderspür vorgesehen, die in einem Be-

triebszustand des Wendegetriebes mit einer Drehrichtung und in dem anderen Betriebszustand des Wendegetriebes mit einer hierzu entgegengesetzten bzw. umgekehrten Drehrichtung dreht und/oder die den dritten Anschluss, in einer Ausführung über ein bzw. das (weitere) definierte Übersetzungsverhältnis, an das Koppelement koppelt bzw. hierzu ausgebildet ist.

In einer anderen Weiterbildung ist das Wendegetriebe zwischen Leistungssumma-
tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit und Koppelement geschaltet und
weist wenigstens zwei an das Koppelement gekoppelte Räderspuren auf, von
10 denen in einem Betriebszustand des Wendegetriebes die eine Räderspura das
Koppelement durch die Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit mit einer Drehrichtung antreibt, und in einem anderen Betriebszustand des Wendegetriebes die andere Räderspura das Koppelement durch die
Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit mit einer zu dieser
15 vorgenannten Drehrichtung entgegengesetzten bzw. umgekehrten Drehrichtung
antreibt bzw. die hierzu ausgebildet sind. In einer Ausführung koppeln die beiden
Räderspuren die Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit,
vorzugsweise deren dritten Anschluss, alternativ und mit gegensinnigen Drehrichtungen an das Koppelement bzw. sind hierzu ausgebildet.

20

Durch das integrierte Wendegetriebe kann in einer Ausführung die Anbindung an das Koppelement vereinfacht werden, durch das zwischengeschaltete Wendegetriebe mit wenigstens zwei alternativ antreibenden Räderspuren in einer Ausführung die Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit kompakt(er) ausgebildet werden.

25

In einer Ausführung ist das Wendegetriebe nach einer Überlagerung der Leistung, die von der Welle, an die der erste Anschluss der Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, insbesondere von dem ersten Anschluss, bereitgestellt wird, mit der Leistung, die von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine, insbesondere von dem zweiten Anschluss, bereitgestellt

30

wird, angeordnet, in einer Ausführung in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit integriert.

- Durch die Anordnung des Wendegetriebe nach der Überlagerung bzw. Leistungssum-
5 summation von Leistung von dem Fahrtriebssystem bzw. Antriebsaggregat mit Leistung von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine, insbesondere nach der Leistungssummutation von Leistung, die am ersten Anschluss und von Leistung, die am zweiten Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit anliegt, kann in einer Ausführung der Betrieb der
10 elektrischen Maschine verbessert werden, insbesondere, indem diese für beide Lenkrichtungen in derselben Richtung betrieben werden kann, insbesondere betrieben wird, und/oder eine Drehrichtungsumkehr, insbesondere ein Drehzahl-
sprung, bei Zuschalten der Leistung von dem Fahrtriebssystem bzw. Antriebsaggregat reduziert, vorzugsweise – wenigstens im Wesentlichen – vermieden
15 werden kann, beispielsweise, wenn in einer Ausführung zunächst das Koppel-
element nur durch Leistung von der ersten elektrischen Maschine angetrieben und später Leistung von dem Fahrtriebssystem bzw. Antriebsaggregat überlagert wird. In einer Ausführung mit einer Anordnung des Wendegetriebe nach der Überlagerung bzw. Leistungssummutation ist ein Schaltvorgang der Leistungssum-
20 mutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit vorteilhafterweise ohne Umsyn-
chronisierung der ersten elektrischen Maschine möglich bzw. es kann (hierdurch) vorteilhafterweise auf eine Umsynchronisierung der ersten elektrischen Maschine verzichtet werden. Dies trägt in einer Ausführung wesentlich zu einer besser kontrollierbaren Lenkbarkeit des Fahrzeugs bei.
- 25 In einer Ausführung mit einer Anordnung des Wendegetriebe nach der Überlage-
rung bzw. Leistungssummutation, insbesondere von Leistung von dem Fahr-
triebssystem bzw. Antriebsaggregat mit Leistung von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine, können die Schaltelemente des Wendegetriebe, insbe-
sondere alle Schaltelemente, welche normalerweise Antriebsleistung von der Leis-
30 tungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit in einer jeweils entge-
gengesetzten Drehrichtung auf das Koppel-
element übertragen, gleichzeitig ge-
schlossen werden, bzw. gleichzeitig geschlossen sein. Hierdurch kann in einer

Ausführung ermöglicht werden, dass durch das Verblocken beider entgegengesetzter Drehrichtungen das gesamte Wendegetriebe und in einer Ausführung somit auch das Koppellement auf Null gebremst werden. Dies kann in einer Ausführung vorteilhafterweise eine kontrollierte(re) und exakte(re) Geradeausfahrt des
5 Fahrzeugs ermöglichen.

Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit des erfindungsgemäßen Lenkantriebssystems, insbesondere eines hier beschriebenen Lenkantriebssystems, weist in einer Ausführung einen oder mehrere, vorzugsweise
10 se mindestens und/oder höchstens vier, insbesondere höchstens sechs, Planetensätze und/oder ein oder mehrere, vorzugsweise mindestens und/oder höchstens drei, insbesondere höchstens fünf, Schaltelemente auf, wobei in einer Ausführung mindestens zwei Planetensätze und mindestens zwei Schaltelemente das in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit integrierte
15 Wendegetriebe bilden, und/oder und wobei mindestens zwei (gegebenenfalls weitere) Planetensätze und mindestens ein (gegebenenfalls weiteres) Schaltelement abhängig von der Schaltstellung des bzw. der Schaltelemente(s) an der Bereitstellung der unterschiedlichen Betriebszustände der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit beteiligt sind.

20

In einer Weiterbildung ist ein Schaltelement oder sind mehrere Schaltelemente, vorzugsweise alle Schaltelemente, als Bremse ausgebildet.

In einer Weiterbildung ist ein Schaltelement oder sind mehrere Schaltelemente,
25 insbesondere alle Schaltelemente, als Kupplung ausgebildet.

In einer Weiterbildung sind zwei, vorzugsweise alternativ aktivierte bzw. sperrende, Schaltelemente dazu ausgebildet, alternativ eine der beiden Räderspuren der Drehrichtungsumkehrereinrichtung zu aktivieren bzw. drehen. Zusätzlich oder alternativ
30 sind in einer Weiterbildung zwei, vorzugsweise alternativ aktivierte bzw. sperrende, Schaltelemente des zwischen Leistungssummutations- und/oder Leistungs-

verzweigungseinheit und Koppellement geschalteten Wendegetriebes dazu ausgebildet, alternativ eine der beiden Räderspuren zu aktivieren bzw. zu drehen. Diese Schaltelemente können jeweils Bestandteil der Drehrichtungsumkehrinrichtung bzw. des Wendegetriebes sein.

5

Ein oder mehrere hier genannte Übersetzungsverhältnisse können in einer Ausführung (jeweils) stets ungleich Null und/oder ungleich eins sein, insbesondere, um die beiden gekoppelten Partner jeweils vorteilhaft(er), insbesondere in vorteilhaften Drehzahlbereichen, betreiben zu können. Ein festes Übersetzungsverhältnis kann in einer Ausführung auch gleich Null sein bzw. den Fall umfassen bzw. beschreiben, dass der zweite Anschluss der Leistungssummutations- und/oder Leistungverzweigungseinheit stehen kann, insbesondere steht.

10

Ein erfindungsgemäßes radseitengelenktes Fahrzeug ist insbesondere in Anspruch 21 definiert.

15

Erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des erfindungsgemäßen, radseitengelenkten Fahrzeugs sind insbesondere in den Ansprüchen 24, 26, 27, 29 definiert.

20

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden an Hand der Zeichnung näher erläutert, ohne auf diese beschränkt zu sein. Dabei zeigt:

25

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung eines Lenkantriebssystems für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrentriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs,

- Fig. 2 eine exemplarische Ausführung einer Leistungssumma-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit des Lenkantriebssystems
der Fig. 1 oder 7 bis 11,
- 5 Fig. 3 eine alternative Ausführung der Leistungssumma-
Leistungsverzweigungseinheit des Lenkantriebssystems der Fig. 1
oder 7 bis 11,
- Fig. 4 eine weitere alternative Ausführung der Leistungssumma-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit des Lenkantriebssystems
der Fig. 1 oder 7 bis 11,
- 10 Fig. 5 eine weitere alternative Ausführung der Leistungssumma-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit des Lenkantriebssystems
der Fig. 1 oder 7 bis 11,
- Fig. 6 eine weitere alternative Ausführung der Leistungssumma-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit des Lenkantriebssystems
15 der Fig. 1 oder 7 bis 11,
- Fig. 7 eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems
für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit ei-
nem Fahrtriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs.
- 20 Fig. 8 eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems
für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit ei-
nem Fahrtriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs,
- Fig. 9 eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems
für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit ei-
nem Fahrtriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs,
- 25 Fig. 10 eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems
für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit ei-
nem Fahrtriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs, und
- Fig. 11 eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems
für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit ei-
30 nem Fahrtriebssystem des radseitengelenkten Fahrzeugs.

Die Erfindung betrifft ein Lenkantriebssystem für ein radseitengelenktes Fahrzeug bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs, ein radseitengelenktes Fahrzeug mit einem solchen Lenkantriebssystem und einem Fahrtriebssystem sowie ein Ver-
5 fahren zum Betreiben eines radseitengelenkten Fahrzeugs mit einem solchen Lenkantriebssystem.

Fig. 1 zeigt ein schematisiertes Antriebsstrangschemata eines radseitengelenkten Fahrzeugs, nämlich Baugruppen eines Fahrtriebssystems 10 und eines Lenkan-
10 triebssystems 11 des radseitengelenkten Fahrzeugs.

Das Fahrtriebssystem 10 verfügt über mindestens ein Antriebsaggregat 12, welches als Brennkraftmaschine ausgeführt sein kann. Das mindestens ein Antriebsaggregat 12 wird auch als Primärtrieb bezeichnet.

15

Das Fahrtriebssystem 10 verfügt weiterhin über ein Fahrgetriebe 13, um Antriebsleistung für eine Fahrt des radseitengelenkten Fahrzeugs, welche das mindestens eine Antriebsaggregat 12 bereitstellt, an Abtrieben 14, 15 des radseitengelenkten Fahrzeugs bereitzustellen. Bei dem Abtrieb 14 handelt es sich um einen
20 ersten oder linken Abtrieb und bei dem Abtrieb 15 um einen zweiten oder rechten Abtrieb des radseitengelenkten Fahrzeugs, insbesondere um Kettenabtriebe.

Gemäß Fig. 1 ist die von dem mindestens einen Antriebsaggregat 12 des Fahrtriebssystems 10 bereitgestellte Antriebsleistung über eine Welle 16 und eine
25 Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 des Fahrtriebssystems 10 einerseits an das Fahrgetriebe 13 des Fahrtriebssystems 10 und andererseits an das Lenkantriebssystem 11 übertragbar. Diese Welle 16 steht einerseits über eine Stirnradstufe 18, welche die Zahnräder 18a, 18b, 18c aufweist, mit dem Antriebsaggregat 12 und andererseits über eine weitere Stirnradstufe 19, welche die Zahnräder 19a, 19b, 19c, 19d aufweist, mit der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17
30

in Wirkverbindung. Die Anzahl der jeweils gezeigten Zahnräder 18a bis 18c und 19a bis 19d ist rein exemplarisch.

- Antriebsleistung, welche das mindestens eine Antriebsaggregat 12 bereitstellt und
- 5 über die Welle 16 und die beiden Stirnradstufen 18, 19 an die Hauptleistungs-
verzweigungseinheit 17 übertragen wird, wird von der Hauptleistungsverzweigungs-
einheit 17 teilweise in das Fahrgetriebe 13 des Fahrtriebssystems 10 und teil-
weise in das Lenkantriebssystem 11 geleitet.
- 10 Über den Leistungspfad des Fahrtriebssystems 10, also über das Fahrgetriebe
13, kann an den Abtrieben 14, 15 eine Grunddrehzahl bereitgestellt werden, die
der Fortbewegung des radseitengelenkten Fahrzeugs insbesondere bei Gerade-
ausfahrt dient.
- 15 Das Lenkantriebssystem 11 des radseitengelenkten Fahrzeugs verfügt über ein
Koppelement 20, welches im gezeigten Ausführungsbeispiel als Nullwelle 20
ausgeführt ist. Obwohl die Ausführung des Koppelements 20 als Nullwelle 20
bevorzugt ist, sind auch andere Bauformen von Koppelementen möglich. Nach-
folgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf eine Nullwelle 20 beschrieben.
- 20
- Die Nullwelle 20 des Lenkantriebssystems 11 ist mit den radseitigen Abtrieben 14,
15 gekoppelt, nämlich mit dem linken Abtrieb 14 über eine Stirnradstufe 21, wel-
che die Zahnräder 21a, 21b, 21c aufweist, und über ein Überlagerungsgetriebe
22, sowie mit dem rechten Abtrieb 15 über eine Stirnradstufe 23, welche die Zahn-
25 räder 23a, 23b, 23c, 23d aufweist, und über ein Überlagerungsgetriebe 24. Die
Anzahl der jeweils gezeigten Zahnräder 21a bis 21 c und 23a bis 23d ist rein
exemplarisch.
- Dann, wenn die Nullwelle 20 stillsteht, fährt das radseitengelenkte Fahrzeug gera-
30 deaus.

Zur Lenkung muss die Nullwelle 20 rotieren, um dann über die Stirnradstufen 21 und 23 sowie die Überlagerungsgetriebe 22, 24 der Grunddrehzahl am jeweiligen Abtrieb 14, 15 eine Überlagerungsdrehzahl zu überlagern und so die Lenkung des radseitengelenkten Fahrzeugs zu bewirken.

Das Lenkantriebssystem 11 verfügt über eine Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25. Ein erster Anschluss 25a dieser Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist an eine Welle 26 gekoppelt, die über das Übersetzungsverhältnis der Stirnradstufe 19 mit der Welle 16 des Fahrtriebssystems 10 gekoppelt ist.

Das Zahnrad 19b dieser Stirnradstufe 19 ist drehfest an ein antriebsseitiges oder primärseitiges Teil eines Anfahelements 27 der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 gekoppelt. Ein abtriebsseitiges oder sekundärseitiges Teil des Anfahelements 27 der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 ist an einen Getriebeeingang 13a des Fahrgetriebes 13 gekoppelt. Bei dem Anfahelement 27 kann es sich um eine Reibkupplung oder um ein hydrodynamisches Anfahelement handeln. Der Zustand des Anfahelements 27 bestimmt die Leistungsverzweigung der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17.

Das Anfahelement 27 und das Zahnrad 19b der Stirnradstufe 19 bilden zusammen die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17.

Das mit dem Zahnrad 19b der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 in Eingriff stehende Zahnrad 19c der Stirnradstufe 19 bildet einen sogenannten primären Leistungseintrieb 28 des Lenkantriebssystems 11, wobei eine drehzahlfeste Wirkverbindung zwischen dem primären Leistungseintrieb 28 des Lenkantriebssystems 11 und dem ersten Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 besteht.

Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 des Lenkantriebssystems 11 verfügt über einen zweiten Anschluss 25b, an den mindestens eine erste elektrische Maschine 29 des Lenkantriebssystems 11 gekoppelt ist. Eine Antriebswelle 30 der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 ist an den zweiten Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 gekoppelt.

Die Drehzahl der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 kann über eine jeweilige erste Leistungselektronik 31 variabel eingestellt bzw. geregelt werden, sodass demnach an dem zweiten Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 eine variable Drehzahl über die jeweilige erste elektrische Maschine 29 bereitgestellt werden kann.

Ferner zeigt Fig. 1 einen dritten Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25, die an die Nullwelle 20 gekoppelt ist, und zwar im gezeigten Ausführungsbeispiel über eine Stirnradstufe 32 mit den Zahnradern 32a, 32b. Die Anzahl der jeweils gezeigten Zahnräder 32a bis 32b ist rein exemplarisch.

20

Abhängig vom Übersetzungsverhältnis der Stirnradstufe 32 besteht eine drehzahl-feste Kopplung des dritten Anschlusses 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 an die Nullwelle 20.

Das Lenkantriebssystem 11, welches zumindest die Nullwelle 20 und die auf die obige Art und Weise in das Lenkantriebssystem 11 eingebundene Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 aufweist, erlaubt eine verlust-arme, stufenlose Lenkung über den gesamten Lenk- und Fahrbereich des radseitengelenkten Fahrzeugs. Die Drehzahl der mindestens einen ersten elektrischen

Maschine 29 kann präzise geregelt werden und so die Überlagerungsdrehzahl an der Nullwelle 20 präzise eingestellt werden.

- 5 Durch die elektrische Regelung der Drehzahl der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 ist die Übertragungsfähigkeit der Lenkung zu den Abtrieben 14, 15 hin frei wählbar. Zur Steuerung bzw. Regelung der Überlagerungsdrehzahl werden keine mechanischen Kräfte benötigt, sodass das Lenkantriebssystem 11 ein Steer-By-Wire-Konzept bereitstellt.
- 10 In der in Fig. 1 gezeigten, besonders bevorzugten Ausprägung des Lenkantriebssystems 11 verfügt dasselbe zusätzlich zu der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 über mindestens eine zweite elektrische Maschine 33, die an diejenige Welle 26 gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 und der primäre
- 15 Leistungseintrieb 28 gekoppelt sind. Der Betrieb der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine 33 kann über eine jeweilige zweite Leistungselektronik 34 geregelt werden.

- 20 Die elektrischen Maschinen 29, 33 können abhängig von der Betriebsbedingung bzw. Betriebssituation sowohl generatorisch als auch motorisch betrieben werden.

- So kann die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 im Fahrbetrieb generatorisch betrieben werden, um so einen ersten Teil der ausgehend von der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 am primären Leistungseintrieb 28 des
- 25 Lenkantriebssystems 11 bereitgestellten Antriebsleistung in elektrische Energie zu wandeln, die dann für den motorischen Betrieb der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 genutzt werden kann. In diesem Fall wird die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 in einem Leistungssummutationsbetrieb genutzt, um die von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 am zweiten Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 bereitgestellte Leistung und einen zweiten Teil der
- 30

Antriebsleistung des Fahrtriebssystems 10, welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 an dem primären Leistungseintrieb 28 des Lenkantriebssystems 11 bereitstellt und welcher am ersten Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 anliegt, an dem dritten Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 überlagert bereitzustellen.

Umgekehrt kann auch die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 generatorisch arbeiten und elektrische Leistung erzeugen, die dann der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine 33 zur Verfügung gestellt werden kann, um dieselbe dann motorisch zu betreiben. In diesem Fall wird die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 in einem Leistungsverzweigungsbetrieb genutzt, wobei dann die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 Antriebsleistung des Fahrtriebssystems 10, welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 an dem primären Leistungseintrieb 28 des Lenkantriebssystems 11 bereitstellt und welche am ersten Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 anliegt, teilweise am zweiten Anschluss 25b und teilweise am dritten Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 bereitzustellen.

20

Dann, wenn das Lenkantriebssystem 11 die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 und die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 aufweist, kann sich dasselbe autark mit Leistung versorgen und ist unabhängig von externer Energie, sodass vom Grundsatz her kein Batteriesystem benötigt wird. Es kann auf Leistungsvernichter, wie z. B. Bremswiderstände, und/oder elektrische Energiespeicher zur Abführung überschüssiger Leistung verzichtet werden.

Sowohl die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 als auch die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 des Lenkantriebssystems 11 kann fehlertolerant ausgeführt sein. Dies kann zum Beispiel dadurch gewährleistet werden, dass mehrere vollwertige erste elektrische Maschinen 29 und/oder mehrere voll-

30

wertige zweite elektrische Maschinen 33, welche elektrisch getrennt von zwei Leistungselektroniken 31 bzw. 34 angesteuert werden, bereitgehalten werden.

- Alternativ ist es auch möglich, zur fehlertoleranten Ausführung die jeweilige elektrische Maschine 29, 33 mit elektrisch getrennten Phasen auszuführen, wobei dann jeder Wicklungsstrang von einer elektrisch getrennten Leistungselektronik angesteuert wird. In jedem Fall kann bei fehlertoleranter Ausführung der jeweiligen elektrischen Maschine die Lenkung gegen Ausfall abgesichert werden.
- 10 Im gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel des Lenkantriebssystems 11 ist parallel zur Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 eine Leistungseinheit 35 geschaltet, die ausgebildet ist, die Welle 26, an welche der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 gekoppelt ist, parallel zur Leistungssummutations- und/oder Leistungs-
- 15 verzweigungseinheit 25 an die Nullwelle 20 zu koppeln. Bei dieser Leistungseinheit 35 handelt es sich insbesondere um schaltbare Reibkupplung oder um eine hydrodynamische Kupplung, die in geschlossenem Zustand im Schlupf betrieben wird. Gemäß Fig. 1 steht dabei diese Leistungseinheit 35 über eine Stirnradstufe 36 mit den Zahnrädern 36a, 36b mit der Nullwelle 20 in Wirkverbindung. Durch die
- 20 Drehmomentunterstützung der Leistungseinheit bzw. des Leistungselements 35 bei im Schlupf betriebener/m Leistungseinheit bzw. -element 35 kann die Leistungsdichte erhöht und eine Baugröße der jeweiligen elektrischen Maschine 29, 33 reduziert werden.
- 25 Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25, die insbesondere von mindestens einer Planetenradstufe bereitgestellt wird, ein Wendegetriebe 37 integriert. Über ein solches Wendegetriebe 37 kann eine Drehrichtung an der Nullwelle 20 umgekehrt werden, um die Lenkrichtung zu beeinflussen. Das Wendegetriebe 37 kann dabei an beliebiger Stelle in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit
- 30 25 integriert sein, zum Beispiel direkt nach dem ersten Anschluss 25a vor einer

Überlagerung mit der von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 bereitgestellten Leistung oder auch nach dieser Überlagerung unmittelbar vor dem dritten Anschluss 25c.

- 5 Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 des Lenkantriebssystems 11 kann in unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben werden. So ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ausgebildet, um in einem ersten Betriebszustand derselben den ersten Anschluss 25a und den zweiten Anschluss 25b in einem Überlagerungsbetrieb an
10 den dritten Anschluss 25c zu koppeln. Ferner ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ausgebildet, um in einem zweiten Betriebszustand derselben den ersten Anschluss 25a und den zweiten Anschluss 25b in einem Festübersetzungsbetrieb beide in einem festen Übersetzungsverhältnis an den dritten Anschluss 25c zu koppeln, wobei der zweite Anschluss 25b
15 dann insbesondere lastfrei betrieben werden kann.

Ferner ist die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 vorzugsweise ausgebildet, um in einem dritten Betriebszustand einen Mischbetrieb zwischen dem ersten und dem zweiten Betriebszustand bereitzustellen.

20

Bevorzugte Ausführungsformen der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 werden nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 2 bis 6 beschrieben.

- 25 Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform einer Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 mit fünf Planetenstufen 40, 41, 42, 43 und 44 sowie vier Schaltelementen 45, 46, 47 und 48, die allesamt als Bremsen ausgeführt sind. Die beiden Planetenstufen 41 und 42 bilden zusammen mit den beiden Schaltelementen 46 und 47 das Wendegetriebe 37. Abhängig von der Schaltstellung der
30 Schaltelemente 46 und 47 kann die Drehrichtung der Nullwelle 20 beeinflusst wer-

den. Das Wendegetriebe 37 kann alternativ auch über Kegelradstufen mit Kupplungen bereitgestellt werden.

Der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 2 ist drehfest an ein Sonnenrad 40a der Planetenstufe 40 und an ein Sonnenrad 43a der Planetenstufe 43 gekoppelt. Der zweite Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 2 ist drehfest an ein Sonnenrad 44a der Planetenstufe 44 gekoppelt. Der dritte Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist drehfest an einen Steg 41b der Planetenstufe 41 des Wendegetriebes 37 gekoppelt. Ein Steg 40b der Planetenstufe 40 ist abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 45 entweder gehäusefest angebunden oder frei drehbar. Ein Hohlrad 40c der Planetenstufe 40 ist drehfest an Sonnenräder 41a, 42a der beiden Planetenstufen 41, 42 des Wendegetriebes 37 gekoppelt, ebenso an ein Hohlrad 43c der Planetenstufe 43. Der an den dritten Anschluss 25c gekoppelte Steg 41b der Planetenstufe 41 ist ferner an ein Hohlrad 42c der weiteren Planetenstufe 42 des Wendegetriebes 37 drehfest gekoppelt. Bei der Planetenstufe 41 des Wendegetriebes 37 ist ein Hohlrad 41c derselben, abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 46 entweder gehäusefest angebunden oder frei drehbar. Bei der Planetenstufe 42 des Wendegetriebes 37 ist ein Steg 42b abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 47 entweder frei drehbar oder gehäusefest angebunden. Ein Steg 44b der Planetenstufe 44, deren Sonnenrad 44a an den zweiten Eingang 25b gekoppelt ist, ist ebenfalls an den Steg 43b der Planetenstufe 43 drehfest gekoppelt, wobei beide Stege 43b, 44b dieser beiden Planetenstufen 43, 44 abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 48 entweder gehäusefest angebunden sind oder frei drehen können. Das Hohlrad 44c derjenigen Planetenstufe 44, deren Sonnenrad 44a an den zweiten Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 gekoppelt ist, ist in Fig. 2 gehäusefest angebunden.

30

Dann, wenn bei der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 2 ausschließlich das Schaltelement 46 geschlossen ist und die

Schaltelemente 45, 47 und 48 allesamt geöffnet sind, kann die Leistungssumma-
tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 im Überlagerungsbetrieb genutzt
werden, und zwar in einer ersten Drehrichtung der Nullwelle 20. Ist hingegen aus-
schließlich das Schaltelement 47 geschlossen und sind die Schaltelemente 45, 46
5 und 48 allesamt geöffnet, so wird ein Überlagerungsbetrieb in einer zweiten ent-
gegengesetzten Richtung der Nullwelle 20 bereitgestellt.

Dann, wenn die Schaltelemente 46 und 48 jeweils geschlossen und die Schalt-
elemente 45 und 47 jeweils geöffnet sind, ist der Anschlüsse 25a in einem ersten
10 Festübersetzungsbetriebsmodus über eine feste Übersetzung an den Anschluss
25c gekoppelt, wobei hierbei der zweite Anschluss 25b festgesetzt ist und insbe-
sondere lastlos betrieben werden kann. Auch dann, wenn die Schaltelemente 45
und 46 beide geschlossen und die Schaltelemente 47 und 48 beide geöffnet sind,
sind die beiden Anschlüsse 25a und 25b in einem zweiten Festübersetzungsbe-
15 triebsmodus über eine feste Übersetzung an den Anschluss 25c gekoppelt, wobei
dann der Anschluss 25b wiederum insbesondere lastfrei betrieben werden kann.
Werden die Schaltelemente 48 und 45 nicht vollständig geschlossen, sondern le-
diglich schlupfend, so kann ein Mischbetrieb zwischen den oben beschriebenen
Betriebsmodi, nämlich dem Überlagerungsbetrieb und dem Festübersetzungsbe-
20 trieb, gewährleistet werden. Analog zum Überlagerungsbetrieb können durch
Schließen des Schaltelements 47 anstatt des Schaltelements 46 alle Festüberset-
zungsbetriebsmodi auch in einer zweiten entgegengesetzten Drehrichtung der
Nullwelle 20 betrieben werden.

25 Eine weitere mögliche Ausführungsform der Leistungssumma-tions- und/oder Leis-
tungsverzweigungseinheit 25 zeigt Fig. 3.

Die Leistungssumma-tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 3
verfügt über vier Planetenstufen 50, 51, 52 und 53 sowie über drei Schaltelemente
30 54, 55 und 56, die wiederum allesamt als Bremsen ausgebildet sind. Die Plane-

tenstufen 50 und 51 sowie die Schaltelemente 54 und 55 bilden in Fig. 3 das Wendegetriebe 37.

In Fig. 3 ist der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 an das Sonnenrad 52a der Planetenstufe 52 drehfest gekoppelt. Der zweite Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist drehfest an das Sonnenrad 53a der Planetenstufe 53 gekoppelt. Der dritte Anschluss 25c ist an den Steg 50b der Planetenstufe 50 des Wendegetriebes 37 drehfest gekoppelt. In Fig. 3 sind die Hohlräder 52c und 53c der beiden Planetenstufen 52 und 53, an deren Sonnenräder 52a, 53a die Anschlüsse 25a, 25b gekoppelt sind, untereinander drehfest gekoppelt und stehen mit dem Schaltelement 56 derart in Wirkverbindung, dass dann, wenn das Schaltelement 56 geschlossen ist, die beiden Hohlräder 52c, 53c gehäusefest angebunden sind, hingegen im geöffneten Zustand des Schaltelements 56 frei drehen können. Der Steg 53b der Planetenstufe 53, an dessen Sonnenrad 53a der zweite Anschluss 25b drehfest gekoppelt ist, ist gehäusefest angebunden. Der Steg 52b der Planetenstufe 52, an deren Sonnenrad 52a der erste Anschluss 25a drehfest gekoppelt ist, ist mit den beiden Sonnenrädern 50a, 51a der beiden Planetenstufen 50, 51 des Wendegetriebes 37 drehfest gekoppelt. Der Steg 50b der Planetenstufe 50 des Wendegetriebes 37, an welchen der dritte Anschluss 25c gekoppelt ist, ist ferner an das Hohlrad 51c der anderen Planetenstufe 51 des Wendegetriebes 37 drehfest gekoppelt. Der Steg 51b dieser Planetenstufe 51 ist bei geschlossenem Schaltelement 55 gehäusefest angebunden und kann bei geöffnetem Schaltelement 55 frei drehen.

25

Dann, wenn bei der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 3 das Schaltelement 54 geschlossen und die beiden Schaltelemente 55 und 56 beide geöffnet sind, wird ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer ersten Drehrichtung der Nullwelle bereitgestellt.

30

Ist hingegen das Schaltelement 55 geschlossen und sind die beiden Schaltelemente 54 und 56 geöffnet, so wird ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer entgegengesetzten zweiten Drehrichtung der Nullwelle 20 bereitgestellt.

- 5 Sind die beiden Schaltelemente 54 und 56 geschlossen und ist das Schaltelement 55 geöffnet, so wird ein Festübersetzungsbetriebsmodus bereitgestellt. Durch schlupfenden Betrieb des Schaltelements 56 kann bei voll geschlossenem Schaltelement 54 und geöffnetem Schaltelement 55 ein Mischbetrieb zwischen Überlagerungsbetrieb und Festübersetzungsbetrieb gewährleistet werden. Analog zum
- 10 Überlagerungsbetrieb, können durch Schließen des Schaltelements 55 anstatt des Schaltelements 54, alle Festübersetzungsbetriebsmodi auch in einer zweiten entgegengesetzten Drehrichtung der Nullwelle 20 betrieben werden.

- Eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer Leistungssummutations- und/oder
- 15 Leistungsverzweigungseinheit 25 zeigt Fig. 4.

- Die in Fig. 4 gezeigte Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 weist vier Planetenstufen 60, 61, 62 und 63 und fünf Schaltelemente 64, 65, 66, 67, 68 auf. Bei den Schaltelementen 64, 65, 67, 68 handelt es sich um
- 20 Bremsen, beim Schaltelement 66 handelt es sich um eine Kupplung. Die beiden Planetenstufen 60 und 61 sowie die beiden Schaltelemente 64 und 65 stellen das Wendegetriebe 37 bereit.

- Der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist an ein Sonnenrad 62a der Planetenstufe 62 drehfest gekoppelt, wobei dieses Sonnenrad 62a abhängig von der Schaltstellung der Kupplung
- 25 66 an den Steg 62b der Planetenstufe 62 gekoppelt werden kann. Das Hohlrad 62c dieser Planetenstufe 62 ist abhängig von der Schaltstellung der Bremse 67 entweder gehäusefest angebunden oder frei drehbar.

Der zweite Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 4 ist an das Sonnenrad 63a der Planetenstufe 63 gekoppelt, deren Steg 63b an das Hohlrad 62c der Planetenstufe 62 gekoppelt ist, und deren Hohlrad 63c an den Steg 62b der Planetenstufe 62 gekoppelt ist. Über ein
5 Schaltelement 68 kann der zweite Anschluss 25b festgesetzt werden.

Die Sonnenräder 60a, 61a der beiden Planetenstufen 60, 61 des Wendegetriebes 37 sind beide miteinander drehfest gekoppelt und an den Steg 62b der Planetenstufe 62 und bei geschlossener Kupplung 66 auch an das Sonnenrad 62a der Pla-
10 netenstufe 62 angebunden.

Der dritte Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 4 ist an den Steg 60b der Planetenstufe 60 des Wendegetriebes 37 drehfest angebunden, der ferner an das Hohlrad 61c der anderen
15 Planetenstufe 61 des Wendegetriebes 37 drehfest angebunden ist. Das Hohlrad 60c der Planetenstufe 60 ist abhängig von der Schaltstellung der Bremse 64 entweder gehäusefest angebunden oder kann frei drehen. Ferner ist der Steg 61b der anderen Planetenstufe 61 des Wendegetriebes 37 abhängig von der Schaltstellung des Bremse 65 entweder gehäusefest angebunden oder kann frei drehen.

20

Dann, wenn das Schaltelement 64 geschlossen ist und alle anderen Schaltelemente 65, 66, 67 und 68 jeweils geöffnet sind, kann ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer ersten Drehrichtung der Nullwelle 20 bereitgestellt werden. Ist hingegen ausschließlich das Schaltelement 65 geschlossen und sind die Schaltelemente 64, 66, 67 und 68 allesamt geöffnet, so wird ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer zweiten entgegengesetzten Drehrichtung bereitgestellt. Dann, wenn die Schaltelemente 64 und 67 beide geschlossen und die anderen Schaltelemente 65, 66 und 68 alle geöffnet sind, kann ein erster Festübersetzungsbetriebsmodus bereitgestellt werden. Ein zweiter Festübersetzungsbetriebsmodus wird dann be-
25 reitgestellt, wenn das Schaltelement 64 und das Schaltelement 68 geschlossen
30 sind, hingegen die Schaltelemente 65, 66 und 67 allesamt geöffnet sind. Ein dritter

Festübersetzungsbetriebsmodus wird dann bereitgestellt, wenn die Schaltelemente 64 und 66 beide geschlossen sind und die Schaltelemente 65, 67 und 68 alle-
samt geöffnet sind.

- 5 Werden die Schaltelemente 66, 67 und 68 nicht fest geschlossen, sondern schlup-
fend betrieben, so kann ein Mischbetrieb zwischen dem Überlagerungsbetrieb und
dem Festübersetzungsbetrieb gewährleistet werden. Analog zum Überlagerungs-
betrieb, können durch Schließen des Schaltelements 65 anstatt des Schalte-
ments 64, alle Festübersetzungsbetriebsmodi auch in einer zweiten entgegenge-
10 setzten Drehrichtung der Nullwelle 20 betrieben werden.

Eine weitere Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25
zeigt Fig. 5. Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25
der Fig. 5 weist insgesamt sechs Planetenstufen 70, 71, 72, 73, 74 und 75 sowie
15 insgesamt fünf Schaltelemente 76, 77, 78, 79 und 80 aus. Die beiden Planetenstu-
fen 70 und 71 stellen zusammen mit den Schaltelementen 76 und 77 das Wende-
getriebe 37 bereit.

Der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzwei-
20 gungseinheit 25 ist an den Steg 74b der Planetenstufe 74 drehfest gekoppelt, der
einen Planetenträger 74b trägt, der zwei Planetenräder aufnimmt. Bei der Plane-
tenstufe 74 handelt es sich demnach um einen Doppelplanetensatz. Der Steg 74b
dieser Planetenstufe 74 ist an den Steg 75b der Planetenstufe 75 drehfest gekop-
pelt, an deren Sonnenrad 75a der zweite Anschluss 25b der Leistungssumma-
25 tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 drehfest gekoppelt ist. Über das
als Bremse ausgebildete Schaltelement 80 kann das Sonnenrad 75a der Plane-
tenstufe 75 gehäusefest angebunden werden. Dabei ist das Sonnenrad 75a dreh-
fest an das Sonnenrad 74a der als Doppelplanetenstufe ausgebildeten Planeten-
stufe 74 gekoppelt. Das Hohlrad 74c der Planetenstufe 74 ist an das Sonnenrad
30 72a der Planetenstufe 72 drehfest gekoppelt, das Hohlrad 75c der Planetenstufe
75 ist an das Sonnenrad 73a der Planetenstufe 73 drehfest gekoppelt. Die Stege

72b und 73b dieser beiden Planetenstufen 72 und 73 sind untereinander drehfest gekoppelt, ebenso wie an die Sonnenräder 70a und 71a der beiden Planetenstufen 70, 71 des Wendegetriebes 37.

- 5 Die Hohlräder 72c und 73c der Planetenstufen 72 und 73 können abhängig von der Schaltstellung der Schaltelemente 78 und 79 entweder frei drehen oder sind gehäusefest angebunden. Der Steg 70b der Planetenstufe 70 des Wendegetriebes 37 ist an das Hohlrad 71c der anderen Planetenstufe 71 des Wendegetriebes 37 drehfest gekoppelt. Das Schaltelement 76 wirkt mit dem Hohlrad 70c der Pla-
- 10 netenstufe 70 und das Schaltelement 77 mit dem Steg 71b der Planetenstufe 71 zusammen.

- Mit der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 5 können Überlagerungsbetriebsmodi mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten
- 15 bereitgestellt werden. Dann, wenn die Schaltelemente 76 und 78 beide geschlossen sind, hingegen die anderen Schaltelemente allesamt geöffnet sind, wird ein erster Überlagerungsbetriebsmodus mit einer relativ langsamen Drehzahl der Nullwelle 20 in einer ersten Drehrichtung derselben bereitgestellt. Ist hingegen das Schaltelement 76 zusammen mit dem Schaltelement 79 geschlossen und sind die
- 20 anderen Schaltelemente geöffnet, so wird in der ersten Drehrichtung der Nullwelle 20 ein relativ schnell drehender Überlagerungsbetriebsmodus gewährleistet. Sind die beiden Schaltelemente 77 und 78 beide geschlossen und die übrigen Schaltelemente geöffnet, so wird in einer entgegengesetzten zweiten Drehrichtung der Nullwelle der relativ langsame Überlagerungsbetriebsmodus bereitgestellt, sind
- 25 hingegen die Schaltelemente 77 und 79 beide geschlossen und die übrigen Schaltelemente geöffnet, so wird in der entgegengesetzten zweiten Drehrichtung ein relativ schnell drehender Überlagerungsbetriebsmodus gewährleistet.

- Durch Schließen des Schaltelements 80 können Festübersetzungsbetriebsmodus
- 30 gewährleistet werden, nämlich dann, wenn die Schaltelemente 76, 78 und 80 geschlossen sind, ein erster Festübersetzungsbetriebsmodus und dann, wenn die

Schaltelemente 76, 79 und 80 geschlossen sind, ein zweiter Festübersetzungsbetriebsmodus.

5 Wird das Schaltelement 80 nicht fest geschlossen, sondern schlupfend betrieben, so kann ein Mischbetrieb zwischen dem Überlagerungsbetrieb und dem Festübersetzungsbetrieb gewährleistet werden. Analog zum Überlagerungsbetrieb, können durch Schließen des Schaltelements 77 anstatt des Schaltelements 76, alle Festübersetzungsbetriebsmodi auch in einer zweiten entgegengesetzten Drehrichtung der Nullwelle 20 betrieben werden.

10

Auch Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25. Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 der Fig. 6 weist vier Planetenstufen 90, 91, 92 und 93 sowie vier Schaltelemente 94, 95, 96 und 97 auf. Die beiden Planetenstufen 90 und 91 bilden zusammen mit den beiden Schaltelementen 94 und 95 das Wendegetriebe 37.

Der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist drehfest an die beiden Sonnenräder 90a, 91a der beiden Planetenstufen 90, 91 des Wendegetriebes 37 gekoppelt. Der Steg 90b der Planetenstufe 90 ist abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 94 gehäusefest angebunden oder frei drehbar. Das Hohlrad 90c der Planetenstufe 90 ist an den Steg 91b der Planetenstufe 91 des Wendegetriebes 37 drehfest angebunden, ferner an den Steg 92b der Planetenstufe 92. Das Hohlrad 91c der Planetenstufe 91 des Wendegetriebes 37 ist abhängig von der Schaltstellung des Schaltelements 95 entweder gehäusefest angebunden oder frei drehbar. Der zweite Anschluss 25b der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 ist an die Sonnenräder 92a, 93a der beiden Planetenstufen 92 und 93 drehfest angebunden. Über das Schaltelement 97 können diese beiden Sonnenräder 92a, 93a gehäusefest angebunden werden. Das Hohlrad 92c der Planetenstufe 92 ist an den Steg 93b der Planetenstufe 93 drehfest angebunden, an welche auch der

dritte Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungs-
 einheit 25 angebunden ist. Das Hohlrad 93c der Planetenstufe 93 ist abhängig von
 der Schaltstellung des Schaltelements 96 gehäusefest angebunden oder frei
 drehbar.

5

Dann, wenn das Schaltelement 94 geschlossen ist und die Schaltelemente 95, 96
 und 97 allesamt geöffnet sind, wird ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer ers-
 ten Drehrichtung der Nullwelle 20 bereitgestellt. Ist hingegen das Schaltelement
 95 geschlossen und sind die Schaltelemente 94, 96 und 97 allesamt geöffnet, so
 10 wird ein Überlagerungsbetriebsmodus in einer entgegengesetzten zweiten Dreh-
 richtung gewährleistet. Ist lediglich das Schaltelement 96 geschlossen und sind
 die Schaltelemente 94, 95 und 97 allesamt geöffnet, so ist der erste Anschluss
 25a abgekoppelt und es stellt ausschließlich die an den zweiten Anschluss 25b
 angeschlossene mindestens eine erste elektrische Maschine 29 Leistung an der
 15 Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 bereit. Sind die
 Schaltelemente 94 und 97 beide geschlossen und die Schaltelemente 95 und 96
 beide geöffnet, so wird ein Festübersetzungsbetrieb bereitgestellt.

Wird das Schaltelement 97 nicht fest geschlossen, sondern schlupfend betrieben,
 20 so kann ein Mischbetrieb zwischen dem Überlagerungsbetrieb und dem Festüber-
 setzungsbetrieb gewährleistet werden. Analog zum Überlagerungsbetrieb, kann
 durch Schließen des Schaltelements 95 anstatt des Schaltelements 94, der Fe-
 stübersetzungsbetriebsmodus auch in einer zweiten entgegengesetzten Drehrich-
 tung der Nullwelle 20 betrieben werden.

25

Durch die Wahl der Betriebszustände in der Leistungssummutations- und/oder Leis-
 tungsverzweigungseinheit 25 kann in Kombination mit der Regelung der Drehzahl
 an der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 die Drehzahl an der
 Nullwelle 20 besonders vorteilhaft stufenlos eingestellt werden. Hierdurch kann ei-
 30 ne stufenlose Lenkung über den gesamten Lenkbereich gewährleistet werden. Die
 Übersetzungen der Planetenstufen sind dabei vorzugsweise so gewählt, dass

beim Umschalten von einer Betriebsart zur anderen Betriebsart es zu keiner sprunghaften Drehzahlveränderung an der Nullwelle 20 kommt. Die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 kann ihren Schlupf aktiv ausregeln.

- 5 Die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 weist also mindestens vier Planetensätze und mindestens drei Schaltelemente auf, wobei mindestens zwei Planetensätze und mindestens zwei Schaltelemente das in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 integrierte Wendegetriebe 37 bilden, und wobei mindestens zwei weitere Planetensätze und
10 mindestens ein weiteres Schaltelement abhängig von der Schaltstellung der Schaltelemente an der Bereitstellung der unterschiedlichen Betriebszustände der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 beteiligt sind.

- Der Überlagerungsbetrieb ist jeweils die Normalbetriebsart der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25. Mit dem Festübersetzungsbe-
15 trieb lassen sich verschiedene Funktionen abdecken: Erstens kann durch festes Schließen der Schaltelemente, die an der Bereitstellung der Festübersetzungen beteiligt sind, eine feste Übersetzung eingestellt werden, sodass Leistung rein über den ersten Anschluss 25a bereitgestellt wird und der zweite Anschluss 25b
20 lastlos ist. In dem Fall findet keine Überlagerung mehr statt. Diese Betriebsart kann man z. B. als Notbetrieb nutzen, falls z. B. die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 und/oder die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 ausfällt. Mit den Festübersetzungen könne feste Lenkradien eingestellt werden. Zweitens kann durch schlupfendes bzw. schleifendes Schließen der Schalte-
25 mente, einen Teil der Leistung über die Überlagerung, bzw. an der Überlagerung vorbei zum Wendegang übertragen, um die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 am zweiten Anschluss 25b zu entlasten. Damit lässt sich die Auslegungsgröße hinsichtlich Leistung und/oder Bauraum für die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 reduzieren.

Fig. 1 zeigt weiterhin eine schaltbare Kupplung 38 des Fahrtriebssystems 10, über welche das mindestens eine Antriebsaggregat 12 abgekoppelt werden kann, nämlich von der Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 und so vom Fahrgetriebe 13. Ferner zeigt Fig. 1 eine elektrische Maschine 39 des Fahrtriebssystems 10,
5 die an die Welle 16 gekoppelt ist.

Über eine solche elektrische Maschine 39 des Fahrtriebssystems 10 kann die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 des Lenkantriebssystems 11 ergänzt bzw. unterstützt werden. Hierdurch kann die Leistungsfähigkeit der durch
10 die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 des Lenkantriebssystems 11 ausgebildeten Funktionalität erhöht werden.

In einem regulären Fahrbetrieb des radseitengelenkten Fahrzeugs, in welchem das Antriebsaggregat 12 läuft und bei geschlossener Kupplung 38 an die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 gekoppelt ist, wird ein Teil der vom Antriebsaggregat 12 bereitgestellten Leistung in Richtung auf das Fahrgetriebe 13 und so über das Fahrgetriebe 13 in Richtung auf die Abtriebe 14, 15 übertragen, ein zweiter Teil dieser Antriebsleistung wird über die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 in das Lenkantriebssystem 11 eingespeist. Dabei kann dann die mindestens
20 eine zweite elektrische Maschine 33 als Generator betrieben werden, um einen Teil dieser Leistung in elektrische Energie für den Antrieb der mindestens einen ersten elektrischen Maschine 29 zu wandeln. So kann dann ohne Notwendigkeit einer Traktionsbatterie das Lenkantriebssystem 11 autark betrieben werden.

25 Dann, wenn das Antriebsaggregat 12 abgeschaltet oder ausfällt oder blockiert ist, wird vorzugsweise die Kupplung 38 geöffnet, um das Antriebsaggregat 12 abzukoppeln. Sollte in diesem Zustand das radseitengelenkte Fahrzeug rollen und demnach kinetische Energie aufweisen, so kann diese an den Abtrieben 14, 15 vorhandene kinetische Energie genutzt werden, um das Fahrzeug über das
30 Lenkantriebssystem 11 zu lenken.

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, kinetische Energie des radseitengelenkten Fahrzeugs in elektrische Energie zu wandeln, indem die kinetische Energie genutzt wird, um die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 und/oder die mindestens eine weitere elektrische Maschine 39 generatorisch zu betreiben.

5

Sollte bei geöffneter Kupplung 38 das Antriebsaggregat 12 abgekoppelt sein, und sollte das radseitengelenkte Fahrzeug zum Beispiel eine Traktionsbatterie aufweisen, so kann über die in der Traktionsbatterie bereitgehaltene elektrische Leistung sowohl die mindestens eine erste elektrische Maschine 29 als auch die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 des Lenkantriebssystems 11 und gegebenenfalls auch die weitere elektrische Maschine 39 der Fahrantriebssystems 10 jeweils motorisch betrieben werden, um einerseits ein Antreiben und andererseits ein Lenken des Fahrzeugs zu gewährleisten. Dabei muss die hierfür erforderliche Energie nicht in einer Traktionsbatterie bereitgehalten werden, es ist auch möglich, in diesem Fall eine Brennstoffzelle oder dergleichen zu nutzen, um dann die elektrische Maschine 29, 33, 39 mit elektrischer Energie zu versorgen.

Fig. 7 zeigt eine schematisierte Darstellung eines weiteren Lenkantriebssystems eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrantriebssystem desselben. Die Anordnung der Fig. 7 entspricht hinsichtlich ihres Aufbaus größtenteils der Anordnung der Fig. 1, weshalb zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen für die Anordnung der Fig. 7 gleiche Baugruppen verwendet werden wie für die Anordnung der Fig. 1. Nachfolgend wird nur auf solche Details eingegangen, durch die sich die Anordnung der Fig. 7 von der Anordnung der Fig. 1 unterscheidet. Hinsichtlich aller übrigen Details kann auf die obigen Ausführungen zu den Fig. 1 bis 6 verwiesen werden. In Fig. 7 ist die mindestens eine zweite elektrische Maschine 33 nicht an diejenige Welle 26 gekoppelt, an welche auch der erste Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25a gekoppelt ist, sondern an das Koppellement 20 oder die Nullwelle 20. Weitere Unterschiede bestehen nicht.

Auch im Zusammenhang mit der Anordnung der Fig. 7 können die erfindungsge-
mäßigen Verfahren genutzt werden. Mit der Anordnung der Fig. 7 ist es jedoch nicht
möglich, dass eine als Generator betriebene zweite elektrische Maschine 33 des
Lenkantriebssystems 11 einen ersten Teil der Antriebsleistung des Fahrantriebs-
5 systems 10, welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit 17 an dem Lenkan-
triebssystem 11 bereitstellt, in elektrische Energie wandelt.

Mit der Anordnung der Fig. 7 kann jedoch die zweite elektrische Maschine 33 An-
triebsleistung an der Nullwelle 20 in elektrische Energie wandeln.

10

Für die Figuren 8 bis 11 sind diejenigen Teile mit Bezugszeichen versehen, die
sich von den in den schematisierten Darstellungen eines Lenkantriebssystems für
ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrantriebs-
system des radseitengelenkten Fahrzeugs gezeigten, beispielhaften, Ausführ-
15 rungsformen in Fig. 1 und Fig. 7 bereits beschriebenen Merkmalen, bzw. Kompo-
nenten und/oder Baugruppen unterscheiden bzw. die zur Erklärung, insbesondere
Erläuterung der Funktionsweise, einer anders angeordneten und/oder bisher noch
nicht beschriebenen Komponente und/oder Baugruppe notwendig sind. Die (restli-
chen) Komponenten und/oder Baugruppen, die sich in der Darstellung zumindest
20 im Wesentlichen nicht von den bereits in Fig. 1 und Fig. 7 gezeigten Komponenten
und/oder Baugruppen unterscheiden, entsprechen eben diesen bereits beschrie-
benen Komponenten und/oder Baugruppen und sind daher (der Übersichtlichkeit
halber) nicht mit Bezugszeichen versehen.

25 So zeigt Fig. 8 eine schematisierte Darstellung eines Lenkantriebssystems 11 für
ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrantriebs-
system 10 des radseitengelenkten Fahrzeugs mit einer Leistungseinheit 35, die
zwischen der ersten elektrischen Maschine 29 und dem zweiten Anschluss 25b
der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 angeordnet
30 ist. Die Leistungseinheit 35 ist ausgebildet, die Welle 26, an welche auch der erste
Anschluss 25a der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit

25 gekoppelt ist, parallel zur ersten elektrischen Maschine 29, insbesondere schlupfend, an die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25, in Fig. 8 beispielhaft deren zweiten Anschluss 25b, zu koppeln.

- 5 Fig. 9 zeigt eine schematisierte Darstellung eines Lenkantriebssystems 11 für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrtriebssystem 10 des radseitengelenkten Fahrzeugs bei der wenigstens zwei an das Koppel-
10 pelement 20 gekoppelte Räder Spuren einer Drehrichtungsumkehrereinrichtung 98 gezeigt sind. Je nach Betriebszustand der Leistungseinheit 35, bzw. der Drehrichtungsumkehrereinrichtung 98, ist die Welle 26 mit einer dem Betriebszustand entsprechenden Drehrichtung über eine der beiden Räder Spuren der Drehrichtungsumkehrereinrichtung 98 an das Koppel-
15 element 20 gekoppelt. Die Drehrichtungsumkehr kann insbesondere über die Drehrichtungsumkehrereinrichtung 98, bzw. durch deren Räder Spuren, erfolgen und insbesondere nicht durch die Leistungseinheit 35.

- In Fig. 10 ist eine schematisierte Darstellung eines Lenkantriebssystems 11 für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrtriebssystem 10 des radseitengelenkten Fahrzeugs gezeigt, bei dem der der Ausgang (drit-
20 ter Anschluss 25c) mit zwei Räder Spuren anstatt mit einer Räder Spur an das Koppel-
element 20 geschaltet ist. In anderen Worten ist das Wendegetriebe in Fig. 10 nicht in der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25, sondern zwischen Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 und Koppel-
25 element 20 angeordnet. Je nach Betriebszustand koppelt das Wendegetriebe die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25 über, insbesondere über eine der zwei, die Räder Spuren an das Koppel-
element 20 mit einer dem Betriebszustand entsprechenden Drehrichtung. In anderen Worten wird der dritte Anschluss 25c der Leistungssummutations- und/oder Leistungs-
30 verzweigungseinheit 25 über die beiden Räder Spuren and Koppel-
element 20 gekoppelt, alternativ und mit gegensinnigen Drehrichtungen.

Fig. 11 zeigt eine schematisierte Darstellung eines Lenkantriebssystems 11 für ein bzw. eines radseitengelenkten Fahrzeugs zusammen mit einem Fahrtriebssystem 10 des radseitengelenkten Fahrzeugs bei dem die erste elektrische Maschine 29 und die zweite elektrische Maschine 33 über ein definiertes Übersetzungsverhältnis, das ungleich Null ist, an die Eingangswellen der Leistungssumma-
5 und/oder Leistungsverzweigungseinheit 25, insbesondere den ersten Anschluss 25a und den zweiten Anschluss 25b gekoppelt.

Bezugszeichenliste

	10	Fahrtriebssystem
	11	Lenktriebssystem
5	12	Antriebsaggregat
	13	Fahrgetriebe
	13a	Getriebeeingang
	14	Abtrieb
	15	Abtrieb
10	16	Welle
	17	Hauptleistungsverzweigungseinheit
	18	Stirnradstufe
	18a	Zahnrad
	18b	Zahnrad
15	18c	Zahnrad
	19	Stirnradstufe
	19a	Zahnrad
	19b	Zahnrad
	19c	Zahnrad
20	19d	Zahnrad
	20	Koppelement / Koppelglied / Nullwelle
	21	Stirnradstufe
	21a	Zahnrad
	21b	Zahnrad
25	21c	Zahnrad
	22	Überlagerungsgetriebe
	23	Stirnradstufe
	23a	Zahnrad
	23b	Zahnrad
30	23c	Zahnrad
	23d	Zahnrad
	24	Überlagerungsgetriebe
	25	Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit

	25a	erster Anschluss
	25b	zweiter Anschluss
	25c	dritter Anschluss
	26	Welle
5	27	Anfahrelement
	28	primärer Leistungseintrieb
	29	erste elektrische Maschine
	30	Antriebswelle
	31	erste Leitungselektronik
10	32	Stirnradstufe
	32a	Zahnrad
	32b	Zahnrad
	33	zweite elektrische Maschine
	34	zweite Leitungselektronik
15	35	Leistungseinheit
	36	Stirnradstufe
	36a	Zahnrad
	36b	Zahnrad
	37	Wendegetriebe
20	38	Kupplung
	39	elektrische Maschine
	40	Planetenstufe
	40a	Sonnenrad
25	40b	Steg
	40c	Hohlrad
	41	Planetenstufe
	41a	Sonnenrad
	41b	Steg
30	41c	Hohlrad
	42	Planetenstufe
	42a	Sonnenrad
	42b	Steg

	42c	Hohlrad
	43	Planetenstufe
	43a	Sonnenrad
	43b	Steg
5	43c	Hohlrad
	44	Planetenstufe
	44a	Sonnenrad
	44b	Steg
	44c	Hohlrad
10	45	Schaltelement
	46	Schaltelement
	47	Schaltelement
	48	Schaltelement
15	50	Planetenstufe
	50a	Sonnenrad
	50b	Steg
	50c	Hohlrad
	51	Planetenstufe
20	51a	Sonnenrad
	51b	Steg
	51c	Hohlrad
	52	Planetenstufe
	52a	Sonnenrad
25	52b	Steg
	52c	Hohlrad
	53	Planetenstufe
	53a	Sonnenrad
	53b	Steg
30	53c	Hohlrad
	54	Schaltelement
	55	Schaltelement
	56	Schaltelement

	60	Planetenstufe
	60a	Sonnenrad
	60b	Steg
5	60c	Hohlrad
	61	Planetenstufe
	61a	Sonnenrad
	61b	Steg
	61c	Hohlrad
10	62	Planetenstufe
	62a	Sonnenrad
	62b	Steg
	62c	Hohlrad
	63	Planetenstufe
15	63a	Sonnenrad
	63b	Steg
	63c	Hohlrad
	64	Schaltelement
	65	Schaltelement
20	66	Schaltelement
	67	Schaltelement
	68	Schaltelement
	70	Planetenstufe
25	70a	Sonnenrad
	70b	Steg
	70c	Hohlrad
	71	Planetenstufe
	71a	Sonnenrad
30	71b	Steg
	71c	Hohlrad
	72	Planetenstufe
	72a	Sonnenrad

	72b	Steg
	72c	Hohlrad
	73	Planetenstufe
	73a	Sonnenrad
5	73b	Steg
	73c	Hohlrad
	74	Planetenstufe
	74a	Sonnenrad
	74b	Steg
10	74c	Hohlrad
	75	Planetenstufe
	75a	Sonnenrad
	75b	Steg
	75c	Hohlrad
15	76	Schaltelement
	77	Schaltelement
	78	Schaltelement
	79	Schaltelement
	80	Schaltelement
20		
	90	Planetenstufe
	90a	Sonnenrad
	90b	Steg
	90c	Hohlrad
25	91	Planetenstufe
	91a	Sonnenrad
	91b	Steg
	91c	Hohlrad
	92	Planetenstufe
30	92a	Sonnenrad
	92b	Steg
	92c	Hohlrad
	93	Planetenstufe

	93a	Sonnenrad
	93b	Steg
	93c	Hohlrad
	94	Schaltelement
5	95	Schaltelement
	96	Schaltelement
	97	Schaltelement
	98	Drehrichtungsumkehrereinrichtung

Ansprüche

1. Lenkantriebssystem (11) für ein radseitengelenktes Fahrzeug,
mit einem Koppellement (20), das mit Abtrieben (14, 15) des Fahr-
zeugs koppelbar ist, um dann, wenn ein Betrag einer Überlagerungsdrehzahl
des Koppellements (20) größer als Null ist, an den Abtrieben (14, 15), die
ausgehend von einem Fahrtriebssystem (10) des Fahrzeugs mit einer
Grunddrehzahl angetrieben sind, zur Lenkung des Fahrzeugs eine der
Grunddrehzahl zu überlagernde Überlagerungsdrehzahl bereitzustellen,
mit mindestens einer ersten elektrischen Maschine (29), deren Dreh-
zahl variabel einstellbar oder regelbar ist,
mit einer Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungsein-
heit (25),
wobei ein erster Anschluss (25a) der Leistungssummutations-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) an eine Welle (26) gekoppelt ist,
die, insbesondere über ein definiertes Übersetzungsverhältnis, mit einer Wel-
le (16) des Fahrtriebssystems (10) koppelbar ist,
wobei ein zweiter Anschluss (25b) der Leistungssummutations-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) an die mindestens eine erste
elektrische Maschine (29) gekoppelt ist,
wobei ein dritter Anschluss (25c) der Leistungssummutations- und/oder
Leistungsverzweigungseinheit (25), insbesondere über wenigstens ein defi-
niertes Übersetzungsverhältnis, an das Koppellement (20) gekoppelt ist.
2. Lenkantriebssystem nach Anspruch 1, wobei der zweite Anschluss der Lei-
stungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit drehzahlgleich an
die mindestens eine erste elektrische Maschine gekoppelt ist.
3. Lenkantriebssystem nach Anspruch 1, wobei der zweite Anschluss der Lei-
stungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit über ein definier-

tes Übersetzungsverhältnis an die mindestens eine erste elektrische Maschine gekoppelt ist.

- 5 4. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mit der mindestens einen ersten elektrischen Maschine (29) jeweils mindestens eine erste Leistungselektronik (31) zusammenwirkt, die ausgebildet ist, die Drehzahl der jeweiligen ersten elektrischen Maschine (29) zu regeln, und/oder wobei die jeweilige erste elektrische Maschine (29) mit elektrisch getrennten Phasen ausgeführt ist.
- 10
5. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens einer zweiten elektrischen Maschine (33), die an diejenige Welle (26) gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssumma- tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) gekoppelt ist.
- 15
6. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens einer zweiten elektrischen Maschine (33), die an das Koppellement (20) gekoppelt ist.
- 20 7. Lenkantriebssystem nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei mit der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine (33) jeweils mindestens eine zweite Leistungselektronik (34) zusammenwirkt, die ausgebildet ist, die Drehzahl der jeweiligen zweiten elektrischen Maschine (33) zu regeln, und/oder wobei die jeweilige zweite elektrische Maschine (33) mit
- 25 elektrisch getrennten Phasen ausgeführt ist.

8. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens einer elektrischen Maschine (33; 39), die dazu ausgebildet ist, in einem generatorischen Betrieb die mindestens eine erste elektrische Maschine (29), insbesondere direkt, mit elektrischer Energie zu versorgen, und/oder
- 5 dazu ausgebildet ist, in einem motorischen Betrieb von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine (29), insbesondere direkt, mit elektrischer Energie versorgt zu werden.
9. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer
- 10 parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) geschalteten Leistungseinheit (35), die ausgebildet ist, die Welle (26), an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) gekoppelt ist, parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25), insbesondere schlupf-
- 15 fend, an das Koppellement (20) zu koppeln.
10. Lenkantriebssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Leistungseinheit (35) ausgebildet ist, die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit
- 20 gekoppelt ist, parallel zur Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit in einem Betriebszustand der Leistungseinheit mit einer Drehrichtung und in einem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit mit einer hierzu entgegengesetzten Drehrichtung an das Koppellement zu koppeln, insbesondere eine Drehrichtungsumkehrinrichtung vorgesehen ist, die
- 25 wenigstens eine an das Koppellement gekoppelte Räderspur, die ausgebildet ist, in dem einen Betriebszustand der Leistungseinheit durch die Welle angetrieben zu werden und das Koppellement mit einer Drehrichtung zu drehen, und in dem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit durch die Welle angetrieben zu werden und das Koppellement mit einer zu dieser
- 30 Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung zu drehen, oder wenigstens

zwei an das Koppellement gekoppelte Räderspuren aufweist, von denen die eine Räderspur ausgebildet ist, in dem einen Betriebszustand der Leistungseinheit die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssumma-
5 tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, mit einer Dreh-
richtung an das Koppellement zu koppeln, und von denen die andere Räd-
erspur ausgebildet ist, in dem anderen Betriebszustand der Leistungseinheit
die Welle, an welche auch der erste Anschluss der Leistungssumma-
und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, mit einer hierzu entge-
gegengesetzten Drehrichtung an das Koppellement zu koppeln.

10

11. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer, insbesondere zwischen der ersten elektrischen Maschine und dem zweiten Anschluss der Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit angeordneten, Leistungseinheit (35), die ausgebildet ist, die Welle, an
15 welche auch der erste Anschluss der Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit gekoppelt ist, parallel zur ersten elektrischen Maschine, insbesondere schlupfend, an die Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit, insbesondere deren zweiten Anschluss, zu koppeln.

20

12. Lenkantriebssystem nach einem der drei vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leistungseinheit (35) eine schaltbare Reibkupplung oder eine hydrody-
namische Kupplung aufweist, insbesondere ist.

25 13. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem in die Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) integrierten oder zwischen Leistungssumma- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) und Koppellement (20) geschalteten Wendegetriebe (37),

welches ausgebildet ist, eine Drehrichtung des Koppellements (20) umzu-
kehren.

14. Lenkantriebssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Wen-
5 degetriebe nach einer Überlagerung der von der Welle (26), an die der erste
Anschluss (25a) der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzwei-
gungseinheit (25) gekoppelt ist, bereitgestellten Leistung mit der von der
mindestens einen ersten elektrischen Maschine bereitgestellten Leistung an-
geordnet, insbesondere in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsver-
10 zweigungseinheit (25) integriert, ist und/oder das zwischen Leistungssumma-
tions- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) und Koppellement (20)
geschaltete Wendegetriebe wenigstens zwei an das Koppellement gekop-
pelte Räderspuren aufweist, von denen die eine Räderspurs ausgebildet ist, in
einem Betriebszustand des Wendegetriebes das Koppellement durch die
15 Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit mit einer
Drehrichtung anzutreiben, und die andere Räderspurs ausgebildet ist, in ei-
nem anderen Betriebszustand des Wendegetriebes das Koppellement
durch die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit mit
einer zu dieser Drehrichtung entgegengesetzten Drehrichtung anzutreiben.
- 20
15. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die
Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) ausge-
bildet ist, um in einem ersten Betriebszustand den ersten Anschluss (25a)
und den zweiten Anschluss (25b) in mindestens einem Überlagerungsbetrieb
25 an den dritten Anschluss (25c) zu koppeln, insbesondere um in einem zwei-
ten Betriebszustand den ersten Anschluss (25a) und/oder den zweiten An-
schluss (25b) in mindestens einem Festübersetzungsbetrieb an den dritten
Anschluss (25c) zu koppeln, insbesondere den ersten Anschluss, insbeson-
dere wenigstens bei lastfreiem zweiten Anschluss, in einem festen Überset-
30 zungsverhältnis an den dritten Anschluss zu koppeln.

16. Lenkantriebssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) ausgebildet ist, um in einem dritten Betriebszustand einen Mischbetrieb zwischen dem ersten und zweiten Betriebszustand bereitzustellen.
17. Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) einen oder mehrere Planetensätze und/oder ein oder mehrere Schaltelemente aufweist.
18. Lenkantriebssystem nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei mindestens zwei Planetensätze und mindestens zwei Schaltelemente das in die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) integrierte Wendegetriebe (37) bilden, und/oder wobei mindestens zwei Räder Spuren, mit denen jeweils mindestens ein Schaltelement, insbesondere eine Kupplung, gekoppelt ist, das zwischen Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit und Koppellement geschaltete Wendegetriebe bilden, /oder wobei mindestens zwei Planetensätze und/oder mindestens ein Schaltelement abhängig von der Schaltstellung der Schaltelemente an der Bereitstellung der unterschiedlichen Betriebszustände der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) beteiligt sind.
19. Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) für ein Lenkantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) wenigstens einen Planetensatz und/oder insbesondere höchstens sechs Planetensätze, insbesondere genau vier, fünf, oder sechs Planetensätze, aufweist.

20. Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) wenigstens ein Schaltelement, oder höchstens fünf Schaltelemente, insbesondere genau zwei, drei, vier oder fünf Schaltelemente, aufweist, wobei wenigstens ein Schaltelement oder mehrere als Bremse ausgebildet sind, und/oder wobei wenigstens ein Schaltelement oder mehrere als Kupplung ausgebildet sind, oder wobei alle Schaltelemente als Bremse oder als Kupplung ausgebildet sind.
21. Radseitengelenktes Fahrzeug,
mit einem mindestens ein Antriebsaggregat (12), ein Fahrgetriebe (13) und eine Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) aufweisenden Fahrantriebssystem (10),
mit einem Lenkantriebssystem (11) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Welle (26) des Lenkantriebssystems (11), an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) gekoppelt ist, an die Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) gekoppelt ist, und/oder das Koppellement (20) mit Abtrieben (14, 15) des Fahrzeugs gekoppelt ist.
22. Radseitengelenktes Fahrzeug nach dem vorhergehenden Anspruch,
wobei das Fahrantriebssystem (10) eine schaltbare Kupplung (38) aufweist, die ausgebildet ist, das mindestens eine Antriebsaggregat (12) an die Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) anzukoppeln und von der Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) abzukoppeln.
23. Radseitengelenktes Fahrzeug nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,

- 5 wobei das Fahrtriebssystem (10) mindestens eine weitere elektrische Maschine (39) aufweist, wobei die mindestens eine weitere elektrische Maschine (39) eingerichtet ist, dann, wenn die mindestens eine zweite elektrische Maschine (33) an diejenige Welle (26) gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25a) gekoppelt ist, von der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) bereitgestellte Funktionen des Lenkantriebssystems (11) zu unterstützen.
- 10 24. Verfahren zum Betreiben eines radseitengelenkten Fahrzeugs nach einem der Ansprüche 21 bis 23,
wobei die mindestens eine erste elektrische Maschine (29) des Lenkantriebssystems (11) als Motor betrieben wird,
wobei die mindestens eine zweite elektrische Maschine (33) des
15 Lenkantriebssystems (11) als Generator betrieben wird,
wobei die von der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) bereitgestellte elektrische Energie für das Antreiben der mindestens einen ersten elektrischen Maschine (29) des Lenkantriebssystems (11) genutzt wird,
20 wobei die von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine (29) des Lenkantriebssystems (11) am zweiten Anschluss (25b) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) bereitgestellte Leistung zusammen mit einem zweiten Teil der Antriebsleistung des Fahrtriebssystems (10), welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) an dem Lenkantriebssystem (11) bereitstellt und welche am ersten Anschluss
25 (25a) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) anliegt, am dritten Anschluss (25c) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) überlagert bereitgestellt wird.
- 30 25. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
wobei dann, wenn die mindestens eine zweite elektrische Maschine

- (33) an diejenige Welle (26) gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) gekoppelt ist, die mindestens eine als Generator betriebene zweite elektrische Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) einen ersten Teil der Antriebsleistung des Fahrtriebssystems (10), welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) an dem Lenkantriebssystem (11) bereitstellt, in elektrische Energie wandelt.
26. Verfahren zum Betreiben eines radseitengelenkten Fahrzeugs nach einem der Ansprüche 21 bis 23, insbesondere Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche,
- wobei, insbesondere in einem zu einem Betriebszustand, in dem die mindestens eine erste elektrische Maschine als Generator und die mindestens eine zweite elektrische Maschine als Motor betrieben werden, alternativen Betriebszustand, die mindestens eine erste elektrische Maschine (29) des Lenkantriebssystems (11) als Generator betrieben wird,
- die mindestens eine zweite elektrische Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) als Motor betrieben wird,
- die Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) Antriebsleistung des Fahrtriebssystems (10), welche die Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) an dem Lenkantriebssystem (11) bereitstellt und welche am ersten Anschluss (25a) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) anliegt, verzweigt und teilweise am zweiten Anschluss (25b) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) sowie teilweise am dritten Anschluss (25c) der Leistungssummers- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) bereitstellt,
- die mindestens eine als Generator betriebene erste elektrische Maschine (29) den am zweiten Anschluss (25b) anliegenden Teil der der Antriebsleistung in elektrische Energie wandelt, und
- die von der mindestens einen ersten elektrischen Maschine (29) bereitgestellte elektrische Energie für das Antreiben der mindestens einen zweiten elektrischen Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) genutzt wird.

27. Verfahren zum Betreiben eines radseitengelenkten Fahrzeugs nach Anspruch 22 oder 23, insbesondere Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 26,
- 5 wobei dann, wenn das mindestens eine Antriebsaggregat (12) des Fahrtriebssystems (10) stillgesetzt oder ausgefallen ist, die Kupplung (38) des Fahrtriebssystems geöffnet und das mindestens eine Antriebsaggregat (12) von der Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) abgekoppelt wird, wobei kinetische Energie des Fahrzeugs zur Lenkung des Fahrzeugs
- 10 genutzt wird.
28. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
- wobei dann, wenn die mindestens eine zweite elektrische Maschine (33) an diejenige Welle (26) gekoppelt ist, an welche auch der erste Anschluss (25a) der Leistungssummutations- und/oder Leistungsverzweigungseinheit (25) gekoppelt ist, die kinetische Energie des Fahrzeugs über die
- 15 mindestens eine als Generator betriebene zweite elektrische Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) in elektrische Energie gewandelt wird, und/oder wobei die kinetische Energie des Fahrzeugs über die mindestens
- 20 eine weitere elektrische Maschine (39) in elektrische Energie gewandelt wird.
29. Verfahren zum Betreiben eines radseitengelenkten Fahrzeugs nach Anspruch 22 oder 23, insbesondere Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 28,
- 25 wobei dann, wenn das mindestens eine Antriebsaggregat (12) des Fahrtriebssystems (10) stillgesetzt oder ausgefallen ist, die Kupplung (38) des Fahrtriebssystems geöffnet und das mindestens eine Antriebsaggregat (12) von der Hauptleistungsverzweigungseinheit (17) abgekoppelt wird, wobei die erste elektrische Maschine (29) des Lenkantriebssystems
- 30 (11) und gegebenenfalls die weitere elektrische Maschine (39) des Fahr-

triebssystems (10) und/oder die zweite elektrische Maschine (33) des Lenkantriebssystems (11) zum Antreiben und/oder Lenken des Fahrzeugs genutzt wird.