



(10) **DE 10 2005 049 992 B4** 2014.03.13

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 049 992.9**
(22) Anmeldetag: **12.10.2005**
(43) Offenlegungstag: **26.04.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.03.2014**

(51) Int Cl.: **B60K 6/52 (2007.10)**
B60K 17/00 (2006.01)
B60W 20/00 (2006.01)
B60W 40/02 (2006.01)
B60W 10/04 (2006.01)
B60W 10/10 (2006.01)
B60K 6/36 (2007.10)
B60K 6/547 (2007.10)
B60K 6/40 (2007.10)
B60K 6/442 (2007.10)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**GETRAG Getriebe- und Zahnradfabrik
Hermann Hagenmeyer GmbH & Cie KG, 74199,
Untergruppenbach, DE**

(72) Erfinder:

**Rinderknecht, Stephan, Dr., 72810, Gomaringen,
DE; Rühle, Günter, 74369, Löchgau, DE; Seufert,
Martin, 71711, Steinheim, DE**

(74) Vertreter:

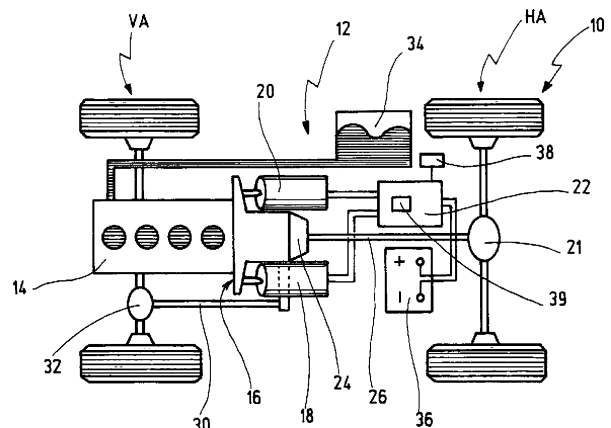
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173, Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (12) für ein zumindest bedingt geländegängiges Fahrzeug (10), das eine erste angetriebene Achse (HA) und eine zweite angetriebene Achse (VA) aufweist, wobei der Antriebsstrang (12) einen Funktionsumfang aufweist, der einem Stufengetriebe mit einer Spreizung > 10 entspricht, derart, dass das Fahrzeug (10) eine Kriechfahrt durchführen kann, mit einem Verbrennungsmotor (14), mit einem Stufengetriebe (44), das eine Eingangswellenanordnung mit einer ersten Eingangswelle (48) und einer konzentrisch hierzu angeordneten, als Hohlwelle ausgebildeten zweiten Eingangswelle (50) sowie eine einzelne Ausgangswelle (54), die koaxial zu der Eingangswellenanordnung ausgerichtet ist, eine Vorgelegewelle und eine Mehrzahl von Übersetzungsstufen zur Einrichtung jeweiliger Gangstufen (1-7) aufweist, die nach der Art eines Doppelkupplungsgetriebes auf zwei parallele Teilgetriebe (56, 58) aufgeteilt sind, wobei das Stufengetriebe (44) mit einem abtriebsseitigen Konstanten-Radsatz ausgebildet ist, und wobei die Ausgangswelle (54) mit dem Eingang einer dem Stufengetriebe nachgeordneten Leistungsverzweigungseinrichtung (24) zur Aufteilung der Antriebsleistung auf die zwei angetriebenen Achsen (HA, VA) verbunden ist, und mit einer ersten elektrischen Maschine (18) zur Bereitstellung von zusätzlicher Antriebsleistung, wobei die erste elektrische Maschine (18) einem (56) der zwei Teilgetriebe (56, 58) zugeordnet ist, und mit einer zweiten elektrischen Maschine (20), die dem anderen Teilgetriebe

(58) zugeordnet ist, wobei das Stufengetriebe (44) selbst eine Spreizung von kleiner 9, vorzugsweise von kleiner 7, 5 aufweist, wobei während einer Kriechfahrt ausschließlich eine oder beide elektrischen Maschinen (18, 20) zum Antrieb genutzt werden, und wobei in zumindest einem Betriebsmodus während der Kriechfahrt eine elektrische Maschine von dem Verbrennungsmotor (14) angetrieben wird und Strom erzeugt, der von der anderen elektrischen Maschine zum Antrieb genutzt wird.



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	100 52 393	A1
DE	101 15 984	A1
DE	101 33 695	A1
DE	102 09 514	A1
DE	103 33 931	A1
DE	198 42 452	A1
DE	198 50 549	A1
DE	199 03 936	A1
DE	199 09 424	A1
DE	199 45 473	A1
DE	10 2004 045 932	A1
US	2002 / 0 088 291	A1
EP	1 270 301	A2

BERGER, Reinhard; DILZER, Martin; REITZ, Dierk: ESG - Elektrisches Schaltgetriebe. In: ATZ 107, -----, 2005/06, 488-497, vgl. HV15, Seite 16 oben. -----.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges für ein Fahrzeug, das eine erste angetriebene Achse und eine zweite angetriebene Achse aufweist, mit einem Verbrennungsmotor, mit einem Getriebe und mit einer elektrischen Maschine zur Bereitstellung von zusätzlicher Antriebsleistung.

[0002] Generell betrifft die vorliegende Erfindung sog. Allradfahrzeuge, bei denen die zwei Achsen permanent oder zuschaltbar angetrieben werden.

[0003] Hierbei unterscheidet man zwischen klassischen Lösungen, bei denen die Antriebsleistung des Verbrennungsmotors durch eine Leistungsverzweigungseinrichtung auf die zwei Achsen aufgeteilt wird. Die Leistungsverzweigungseinrichtung kann differentialgesteuert sein, wobei beide Achsen generell angetrieben werden und die Antriebsleistung anteilig auf die zwei Achsen verteilt wird. Die Leistungsverzweigungseinrichtung kann auch kupplungsgesteuert sein, bspw. nach der Art einer Zuschaltkupplung (hang-on), mit der Antriebsleistung zu einer der zwei Achsen nur nach Bedarf geführt wird.

[0004] Bei derartigen Allradfahrzeugen ist der Energieverbrauch ein wichtiger Gesichtspunkt, und zwar aufgrund des zusätzlichen Gewichtes der Leistungsverzweigungseinrichtung und der erhöhten Reibung.

[0005] Es ist daher auch bekannt, den Antrieb einer Achse durch den Verbrennungsmotor zu realisieren, und den Antrieb der weiteren Achse durch eine elektrische Maschine (angesteuert als Elektromotor).

[0006] Bei einem bekannten Antriebsstrang wird die Hinterachse durch einen Elektromotor angetrieben. Die Vorderachse wird von dem Verbrennungsmotor angetrieben, wobei an der Vorderachse zusätzlich eine zweite elektrische Maschine als Motor und eine dritte elektrische Maschine als Generator angekoppelt sind.

[0007] Dieses Antriebskonzept ist wegen der Verwendung von drei elektrischen Maschinen relativ aufwändig. Zudem sind die elektrischen Maschinen über die Länge des Fahrzeugs verteilt angeordnet. Für jede elektrische Maschine ist eine Leistungselektronik notwendig. Zudem müssen elektrische Leitungen längs über das Fahrzeug verlegt werden, um die elektrischen Maschinen, die Leistungselektroniken und den Energiespeicher zu koppeln.

[0008] Bei diesem Antriebsstrang ist es ferner so, dass der Verbrennungsmotor, der Generator und der elektrische Motor auf ein Planetengetriebe wirken, mit dem die Übersetzung stufenlos eingestellt wird (ein sog. elektrisches CVT). Daher können der Ver-

brennungsmotor und der elektrische Motor an der Vorderachse keine beliebigen Betriebspunkte anfahren. Vielmehr muss stets das Momentengleichgewicht an dem Planetengetriebe berücksichtigt werden. Dies reduziert die Freiheitsgrade beim Energiemanagement deutlich.

[0009] Generell ist es auch denkbar, den Antrieb einer Achse durch einen Verbrennungsmotor und den Antrieb der weiteren Achse durch einen Elektromotor zu realisieren. Der Elektromotor an der weiteren Achse könnte jedoch nicht als Starter für den Verbrennungsmotor arbeiten, ein Start-Stop-Betrieb ist nicht möglich.

[0010] Aus „ESG – Elektrisches Schaltgetriebe“ in ATZ 6/2005 ist ein Doppelkupplungsgetriebe (DKG) bekannt, das mit einer elektrischen Maschine (E-Maschine) zur Erzielung von Hybridfunktionen kombiniert ist. Die E-Maschine ist entweder als Kurbelwellenstartergenerator ausgeführt. Alternativ ist sie an eines der Teilgetriebe des DKG angekoppelt. Ähnliche Lösungen sind auch in den Dokumenten DE 199 45 473 A1, DE 102 09 514 A1 und DE 101 33 695 A1 gezeigt.

[0011] Das letztgenannte Dokument offenbart auch eine Antriebslösung, bei der zwei Teilgetrieben eines Stufengetriebes jeweils eine E-Maschine zugeordnet ist. Diese Lösung soll in Verbindung mit einem Verbrennungsmotor oder mit einer Brennstoffzelle verwendbar sein. Ferner soll es möglich sein, diese Anordnung für zwei angetriebene Achsen zu verwenden. Dabei kann eine Leistungsverzweigung vorgesehen sein, die innerhalb des Stufengetriebes angeordnet ist und die Teilgetriebe voneinander trennt.

[0012] Aus dem Dokument DE 199 03 936 A1 ist ein Antriebsstrang mit einem Verbrennungsmotor bekannt, der über eine Motorbremse mit einem Getriebe verbunden ist. Das Getriebe weist einen ersten und einen zweiten Planetenradsatz auf, deren Sonnenräder jeweils mit einer E-Maschine verbunden sind. Die Planetenträger sind mit jeweiligen Getriebewellen gekoppelt, die Teil eines Stirnradgetriebes mit fünf Gangstufen sind. Eine Ausgangswelle ist über eine Bremse mit der Abtriebsseite verbunden.

[0013] Regelstrategien für einen hierzu ähnlichen Antriebsstrang sind in der DE 103 33 931 A1 offenbart, wobei auf Drehzahlen und Drehmomente abgestellt wird.

[0014] Das Dokument DE 199 09 424 A1 offenbart ein Hybridgetriebe für Kraftfahrzeuge, das ein stufenloses Stellgetriebe und ein mechanisches Überlagerungsgetriebe mit fünf Wellen und zwei Planetenradsätzen aufweist. Die Sonnenräder der Planetenradsätze sind jeweils mit einer E-Maschine verbunden.

[0015] Ferner zeigt das Dokument DE 198 42 452 A1 einen Antriebsstrang für eine angetriebene Achse, der einen Verbrennungsmotor und zwei E-Maschinen aufweist, deren Abtriebe in einem Summiergetriebe zusammengefasst sind, das einen Planetenradsatz aufweist.

[0016] Schließlich ist aus dem Dokument DE 198 50 549 A1 ein Doppelkupplungsgetriebe bekannt, wobei den beiden Eingangswellen eine oder zwei elektrische Maschinen zugeordnet und mit diesen kraftschlüssig verbunden sind. Mit anderen Worten ist eine elektrische Maschine einem Teilgetriebe zugeordnet, und die andere elektrische Maschine ist dem anderen Teilgetriebe zugeordnet. Die elektrischen Maschinen können als Starter für einen Verbrennungsmotor, als Lichtmaschine wie auch zur Synchronisierung verwendet werden. Ferner ist offenbart, das Getriebe ohne Rückwärtsgangstufe zu realisieren. Hierbei ist vorgesehen, die eine elektrische Maschine zum Rückwärtsfahren zu verwenden, und die andere elektrische Maschine vom Verbrennungsmotor als Generator anzutreiben. Schließlich ist eine Betriebsweise offenbart, bei der beide elektrische Maschinen zum Antrieb im innerstädtischen Betrieb verwendet werden.

[0017] Das Dokument US 2002/0088291 A1 offenbart einen Doppelkupplungsgetriebe-Antriebsstrang für ein Fahrzeug, das zwei angetriebene Achsen aufweist, wobei der Antriebsstrang einen Verbrennungsmotor, ein Doppelkupplungsgetriebe mit zwei Reibkupplungen zwei Eingangswellen, die mit Ausgangsgliedern der Reibkupplungen verbunden sind, zwei Teilgetrieben und einer mit einer Leistungsverzweigungsvorrichtung verbundenen Ausgangswelle aufweist. Jede der Eingangswellen ist mit einer jeweiligen elektrischen Maschine verbunden, die jeweils in einem Antriebsmodus, in einem Rekupe-
rationsmodus und in einem Leerlauf-Modus betrieben werden können. Schaltkupplungen der Teilgetriebe sind als Klauenkupplungen ausgebildet, wobei die elektrischen Maschinen bei Gangwechseln dazu angesteuert werden, Zielgangstufen zu synchronisieren. Ferner ist offenbart, mit dem Antriebsstrang mehrere unterschiedliche Antriebsmodi einzurichten, nämlich einen rein elektrischen Antriebsmodus, einen Hybridmodus, einen Verbrennungsmotor-Antriebsmodus und einen Lademodus.

[0018] Ferner ist aus dem Dokument EP 1 270 301 A2 ein Antriebsstrang mit einem Verbrennungsmotor und einem Doppelkupplungsgetriebe bekannt, wobei die Getriebe-Eingangswellen jeweils mit einer elektrischen Maschine gekoppelt sind. Hier ist auch offenbart, das Fahrzeug mittels einer elektrischen Maschine anzutreiben, und die andere elektrische Maschine als Generator zu betreiben, angetrieben durch den Verbrennungsmotor.

[0019] Vor dem obigen Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges für ein Fahrzeug anzugeben, das eine erste angetriebene Achse und eine zweite angetriebene Achse aufweist.

[0020] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0021] Das Verfahren ist auf einen Antriebsstrang für ein Fahrzeug anwendbar, wobei der Antriebsstrang versehen ist mit einem Verbrennungsmotor, mit einem Stufengetriebe, das eine Mehrzahl von Übersetzungsstufen zur Einrichtung jeweiliger Gangstufen, die nach der Art eines Doppelkupplungsgetriebes auf zwei parallele Teilgetriebe aufgeteilt sind, und eine einzelne Ausgangswelle aufweist, die mit dem Eingang einer dem Stufengetriebe nachgeordneten Leistungsverzweigungseinrichtung zur Aufteilung der Antriebsleistung auf die zwei angetriebenen Achsen verbunden ist, und mit einer ersten elektrischen Maschine zur Bereitstellung von zusätzlicher Antriebsleistung, wobei die erste elektrische Maschine wenigstens einem der zwei Teilgetriebe zugeordnet ist, und mit einer zweiten elektrischen Maschine, die dem anderen Teilgetriebe zugeordnet ist, wobei der Antriebsstrang für ein zumindest bedingt geländegängiges Fahrzeug ausgelegt ist und wobei das Stufengetriebe eine Spreizung von < 9 , vorzugsweise von $< 7,5$ aufweist.

[0022] Herkömmliche Ansätze sahen generell nur eine Kombination eines Doppelkupplungsgetriebes mit einer einzelnen elektrischen Maschine vor. Bereits mit einer solchen Kombination lassen sich die klassischen Ziele einer Hybridisierung sehr gut erzielen, einschließlich einer Start-Stop-Funktion, des Antriebs von Nebenaggregaten (Generatorfunktion), das Bereitstellen zusätzlicher Antriebsleistung („Boost“), das Wiederaufladen der Batterie aus Bremsenergie (Rekuperation), etc.

[0023] Erfindungsgemäß ist jedoch erkannt worden, dass gerade für ein Fahrzeug mit zwei angetriebenen Achsen die Kombination eines Doppelkupplungsgetriebes mit zwei elektrischen Maschinen, die jeweils einem der Teilgetriebe zugeordnet sind, besondere Vorteile bietet.

[0024] Bevorzugt können beide elektrischen Maschinen sowohl als Generator als auch als Motor betrieben werden.

[0025] Dann ist zum einen nur ein verhältnismäßig kleiner elektrischer Speicher erforderlich, da vorzugsweise je nach Betriebsstrategie eine elektrische Maschine als Generator und die andere elektrische Maschine als Elektromotor betrieben werden kann.

[0026] Ferner ist es möglich, mittels wenigstens einer der elektrischen Maschinen eine sog. Kriechfahrt durchzuführen und hierbei kann das von elektrischen Maschinen auch bei niedriger Drehzahl bereitgestellte hohe Moment genutzt werden.

[0027] Der Betrieb des Verbrennungsmotors kann bei allen elektrischen Funktionen und Unterstützungen im gleichen Drehzahlbereich wie ohne die elektrische Unterstützung betrieben werden. Ein Fahrer kann somit die gewohnte akustische Wahrnehmung erfahren (im Gegensatz zu Antriebskonzepten mit kontinuierlich variablem Getriebe (elektrischem CVT)).

[0028] Zudem ermöglicht die Verwendung von zwei elektrischen Maschinen die uneingeschränkte, völlig flexible Nutzung sämtlicher Hybridfunktionen. Auch ist es möglich, die elektrischen Maschinen benachbart zueinander anzuordnen, so dass elektrische Verbindungen kurz gehalten werden können.

[0029] Generell eignet sich der Antriebsstrang für alle möglichen Einbauarten (z. B. Längseinbau, Frontquer-Einbau oder Transaxle-Konzepte). Die elektrischen Maschinen wirken idealerweise auf je ein Teilgetriebe und können parallel oder konzentrisch zu dem Stufengetriebe angeordnet sein.

[0030] Durch die Kombination des Stufengetriebes mit den zwei elektrischen Maschinen ist es möglich, Geländefahrten im niedrigen Fahrgeschwindigkeitsbereich ausschließlich mittels wenigstens einer der beiden elektrischen Maschinen durchzuführen. Dabei sind verschiedene Betriebsmodi möglich, indem eine elektrische Maschine antreibt und die andere generatorisch betrieben wird (oder umgekehrt), oder indem kurzzeitig beide elektrischen Maschinen antreiben. Dabei wird die Anforderung an ein solches Fahrzeug erfüllt, auch sog. Kriechfahrten im Gelände bei hohem Antriebsmoment durchzuführen, da für diese Fahrten die elektrische Maschine verwendet wird, die bereits ab einer Drehzahl von Null ihr maximales Moment zur Verfügung stellt.

[0031] Dabei kann aufgrund der vorhandenen elektrischen Maschinen ein Stufengetriebe mit einer vergleichsweise geringen Spreizung von beispielsweise < 9 , vorzugsweise $< 7,5$, verwendet werden. Insgesamt kann so ein Antriebsstrang mit vergleichsweise kurzer axialer Baulänge und vergleichsweise geringem Gewicht realisiert werden.

[0032] Von besonderem Vorteil ist es, wenn der Antriebsstrang genau zwei elektrische Maschinen aufweist, die für das Bereitstellen von zusätzlicher Antriebsleistung, für das Starten des Verbrennungsmotors, für die Versorgung von Nebenaggregaten und/oder zur Rekuperation vorgesehen sind.

[0033] Dabei ist es ganz bevorzugt so, dass beide elektrischen Maschinen sowohl als Motor als auch als Generator arbeiten können, so dass unabhängig von der eingelegten Gangstufe jede Hybridfunktion realisierbar ist.

[0034] Die zwei elektrischen Maschinen können dann vorzugsweise auch jeweils die Funktionen eines Anlassers (Start-Stop-Betrieb) und die Funktion eines Generators (Lichtmaschine) zur Versorgung von Nebenaggregaten übernehmen.

[0035] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vor dem Stufengetriebe eine Doppelkupplungsanordnung mit zwei Kupplungen angeordnet, die eingangsseitig mit dem Verbrennungsmotor und ausgangseitig mit einem jeweiligen Teilgetriebe verbunden sind.

[0036] Generell ist es zwar auch denkbar, die Antriebsleistung des Verbrennungsmotors auf andere Art und Weise in die zwei Teilgetriebe zu verzweigen, bspw. mittels Planetenradsätzen oder Ähnliches.

[0037] Eine Doppelkupplungsanordnung hat jedoch den Vorteil, dass keine Momentenabstützung wie bei Planetenradsätzen notwendig ist und somit sämtliche Betriebspunkte angefahren werden können.

[0038] Zudem hat sich gezeigt, dass Doppelkupplungsgetriebe mit eingangsseitiger Doppelkupplungsanordnung einen sehr günstigen Wirkungsgrad haben, und zwar bei hohem Komfort. Denn in an sich bekannter Weise lässt sich mit einer Doppelkupplungsanordnung in einem Doppelkupplungsgetriebe ein Schaltvorgang ohne Zugkraftunterbrechung durchführen.

[0039] Ferner ist es von besonderem Vorteil, wenn der Antriebsstrang keine dem Stufengetriebe unmittelbar vor- oder nachgeordnete Untersetzungsstufe aufweist, die speziell für langsames Fahren mit hohem Drehmoment ausgelegt ist (Kriechgang).

[0040] Mit anderen Worten kann bei dieser Ausführungsform zum einen erzielt werden, keine spezielle Untersetzungsstufe vorzusehen. Zum anderen ist keine große Getriebespreizung des Stufengetriebes notwendig, um die Anforderungen an solche geländegängigen Fahrzeuge zu erzielen. Eine größere Getriebespreizung würde aufgrund möglicherweise notwendiger zusätzlicher Radsätze zudem zu einer axial längeren Bauweise führen.

[0041] Insgesamt lässt sich der Antriebsstrang mit geringem Gewicht realisieren.

[0042] Bei dem erfindungsgemäßen Antriebsstrang lässt sich mit einem Stufengetriebe mit vergleichsweise geringer Spreizung und den zwei elektrischen Ma-

schinen ein Funktionsumfang realisieren, der einem Stufengetriebe mit einer Spreizung > 10 vergleichbar ist.

[0043] In höheren Geschwindigkeitsbereichen kann wenigstens eine der elektrischen Maschinen den Verbrennungsmotor unterstützen. Der Einsatz der elektrischen Maschine ist dabei vorzugsweise unabhängig von dem Verbrennungsmotor.

[0044] Ebenso kann wenigstens eine der elektrischen Maschinen zur Entlastung oder zur kompletten Übernahme der Funktion der eingangsseitigen Kupplungsanordnung beim Kriechen, bei der Funktion „Hillhold“ und beim Anfahren eingesetzt werden.

[0045] Insgesamt ist es auch bevorzugt, wenn das Stufengetriebe in dem Fahrzeug längs eingebaut ist und wenn die zwei elektrischen Maschinen parallel hierzu ausgerichtet sind. Wenigstens eine der zwei elektrischen Maschinen kann konzentrisch zur Getriebeantriebswelle oder konzentrisch zur Getriebeabtriebswelle angeordnet sein.

[0046] Hierdurch lässt sich insgesamt eine kompakte Bauweise realisieren.

[0047] Eine parallele Ausrichtung der elektrischen Maschinen ist jedoch auch bei einem Frontquer-Einbau des Stufengetriebes möglich.

[0048] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weisen die zwei elektrischen Maschinen jeweils eine Ausgangswelle auf, die mit einer jeweiligen Eingangswelle der Teilgetriebe verbunden oder verbindbar ist.

[0049] Die Verbindung kann bspw. über einen Radsatz erfolgen, wobei vorzugsweise ein bereits vorhandener Radsatz (entsprechend einer bereits vorhandenen Gangstufe) zur Anbindung verwendet wird.

[0050] Auch ist es möglich, wenigstens eine der zwei elektrischen Maschinen nur bei Bedarf mit der Eingangswelle des Teilgetriebes zu verbinden (bspw. über eine Kupplung).

[0051] Bei einer alternativen Ausführungsform ist die erste elektrische Maschine konzentrisch zu einer Doppelkupplungsanordnung mit zwei Kupplungen angeordnet, die eingangsseitig mit dem Verbrennungsmotor und ausgangsseitig mit einem jeweiligen Teilgetriebe verbunden sind, wobei ein Rotor der ersten elektrischen Maschine mit einem Eingangsglied der Doppelkupplungsanordnung verbunden ist.

[0052] Bei dieser Ausführungsform wird die erste elektrische Maschine (bzw. eine der zwei elektrischen Maschinen) bspw. radial um die Doppelkupp-

lungsanordnung herum realisiert. Die andere (zweite) elektrische Maschine kann mit einem der zwei Teilgetriebe verbunden sein, bspw. mit einer Eingangswelle hiervon.

[0053] Gemäß einer weiteren alternativen Ausführungsform ist eine der elektrischen Maschinen am abtriebsseitigen Ende des Stufengetriebes angeordnet.

[0054] Hierdurch kann eine radial kompakte Bauweise erzielt werden. Insbesondere kann eine solche Ausführungsform auch dann in ein Kraftfahrzeug eingebaut werden, wenn getriebeeingangsseitig vergleichsweise wenig Bauraum zur Verfügung steht.

[0055] Insgesamt ist es auch bevorzugt, wenn das Stufengetriebe keine Rückwärtsgangstufe aufweist.

[0056] Diese Funktion lässt sich mittels der elektrischen Maschinen abdecken. Dabei kann vorgesehen sein, dass eine Rückwärtsfahrt mittels einer der elektrischen Maschinen (im Motorbetrieb) erfolgt, während die andere generatorisch den benötigten Strom erzeugt.

[0057] Wie oben erwähnt, ist es von besonderem Vorteil, wenn die Leistungsverzweigungseinrichtung ein Verteilergetriebe mechanischer Bauart aufweist.

[0058] Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn das Verteilergetriebe eine Zuschaltkupplung für die zweite angetriebene Achse aufweist.

[0059] Ebenso ist es vorteilhaft, eine Leistungselektronik vorzusehen, die zur Ansteuerung der zwei elektrischen Maschinen vorgesehen ist und beide elektrischen Maschinen sowohl im Motorbetrieb als auch im Generatorbetrieb ansteuern kann.

[0060] Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Leistungselektronik eine Sicherheitsschaltung aufweist, die bei Ausfall einer der zwei elektrischen Maschinen dafür sorgt, dass die jeweils andere elektrische Maschine die Versorgung von Nebenaggregaten übernimmt.

[0061] Hierdurch wird im Vergleich zu Lösungen, bei denen eine elektrische Maschine ausschließlich als Generator und andere elektrische Maschinen ausschließlich als Motor arbeiten (Lexus RX Hybrid) eine deutlich höhere Redundanz erzielt.

[0062] Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist der Antriebsstrang einen Energiespeicher zur Versorgung von wenigstens einer der elektrischen Maschinen auf. Der Energiespeicher kann bspw. aus einer Batterie, aus einer Kombination eines Kondensatormoduls mit einer Batterie, oder Ähnliches bestehen.

[0063] Da beide elektrischen Maschinen vorzugsweise sowohl als Generator als auch als Motor arbeiten können, ist es in vielen Betriebsmodi möglich, die elektrische Energie, die zum Betrieb des Motors erforderlich ist, unmittelbar aus dem Betrieb der anderen elektrischen Maschine (die im Generatorbetrieb arbeitet) abzuleiten.

[0064] Derartige Betriebsmodi sind insbesondere auch deswegen möglich, weil die zwei Teilgetriebe über die Doppelkupplungsanordnung jeweils mit dem Verbrennungsmotor verbunden oder vollständig hiervon getrennt werden können.

[0065] Dabei ist vorgesehen, dass die elektrischen Maschinen bspw. jeweils eine Leistung im Bereich von 15 bis 50 kW haben können.

[0066] Gemäß einer alternativen Ausführungsform weist der Antriebsstrang keinen Energiespeicher zur Versorgung der elektrischen Maschinen auf.

[0067] Diese Ausführungsform ist wegen der oben bezeichneten Nutzung beider elektrischer Maschinen sowohl als Generator als auch als Motor realisierbar.

[0068] Bei einem Verfahren zum Steuern eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges wird während einer Kriechfahrt ausschließlich wenigstens eine der elektrischen Maschinen zum Antrieb genutzt.

[0069] Hierbei kann der Verbrennungsmotor weiterlaufen und die andere elektrische Maschine im Generatorbetrieb betreiben.

[0070] Daher ist es hierbei besonders bevorzugt, wenn in zumindest einem Betriebsmodus während einer Kriechfahrt eine elektrische Maschine von dem Verbrennungsmotor angetrieben wird und Strom erzeugt, der unmittelbar von der anderen elektrischen Maschine zum Antrieb genutzt wird.

[0071] Erfindungsgemäß ist das Stufengetriebe mit einem abtriebsseitigen Konstanten-Radsatz ausgebildet. Hierdurch ist an der Vorgelegewelle, die dem ersten und zweiten Teilgetriebe zugeordnet ist, generell ein höheres Drehzahlniveau vorhanden im Vergleich zu Getrieben mit antriebsseitigem Konstanten-Radsatz.

[0072] Hierdurch können vergleichsweise kompakte elektrische Maschinen verwendet werden, wenn diese mit der Vorgelegewelle verbunden sind.

[0073] Insgesamt lässt sich ein Antriebsstrang in kompakter Bauweise und mit geringem Gewicht realisieren.

[0074] Obgleich die vorliegende Erfindung insbesondere für ein Fahrzeug mit zwei angetriebenen

Achsen verwendbar ist, ist die vorliegende Erfindung in gleichem Maße auch für Fahrzeuge anwendbar, die nur eine angetriebene Achse aufweisen. In diesem Fall ist der Ausgang des Stufengetriebes ohne nachgeordnete Leistungsverzweigungseinrichtung in der Regel unmittelbar mit der angetriebenen Achse verbunden.

[0075] Bevorzugt ist der Gedanke, ein Doppelkupplungsgetriebe mit eingangsseitiger Doppelkupplungsanordnung und zwei Teilgetrieben mit zwei elektrischen Maschinen auszurüsten, die beide im Generatorbetrieb und im Motorbetrieb ansteuerbar sind, um so in höchstmöglicher Flexibilität sämtliche Hybridfunktionen realisieren zu können, wobei in der Regel nur ein vergleichsweise kleiner Energiespeicher notwendig ist.

[0076] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0077] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0078] Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein allradgetriebenes Fahrzeug, das mit einem erfindungsgemäßen Antriebsstrang ausgerüstet ist;

[0079] Fig. 2 ein Vergleichsdiagramm von Drehmoment über Drehzahl für einen Verbrennungsmotor bzw. einen elektrischen Motor;

[0080] Fig. 3 eine schematische Längsschnittdarstellung eines Antriebsstranges gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0081] Fig. 4 eine schematische Längsschnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges; und

[0082] Fig. 5 eine schematische Längsschnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges.

[0083] In Fig. 1 ist ein allradgetriebenes Fahrzeug bei 10 gezeigt, das eine erste angetriebene Achse HA und eine zweite angetriebene Achse VA aufweist.

[0084] Im vorliegenden Fall ist die erste angetriebene Achse die Hinterachse HA und die zweite angetriebene Achse die Vorderachse VA. Bei anderen Ausführungsformen kann dies jedoch auch vertauscht sein.

[0085] In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßer Antriebsstrang für das Fahrzeug **10** generell mit **12** bezeichnet.

[0086] Der Antriebsstrang **12** ist für den Längseinbau in dem Fahrzeug **10** ausgelegt und weist einen Verbrennungsmotor **14** auf, dessen Ausgang mit einem Doppelkupplungsgetriebe **16** verbunden ist.

[0087] Das Doppelkupplungsgetriebe **16** weist in an sich bekannter Weise eine eingangsseitige Doppelkupplungsanordnung und ein Stufengetriebe auf, das eine Mehrzahl von Übersetzungsstufen zur Einrichtung jeweiliger Gangstufen aufweist, die auf zwei parallele Teilgetriebe aufgeteilt sind. Dabei sind vorzugsweise die geraden Gangstufen (2, 4, 6 etc.) einem Teilgetriebe zugeordnet, und die ungeraden Gangstufen (1, 3, 5, 7, ...) sind dem anderen Teilgetriebe zugeordnet.

[0088] Dem Doppelkupplungsgetriebe **16** sind eine erste elektrische Maschine **18** und eine zweite elektrische Maschine **20** zugeordnet, wobei die erste elektrische Maschine **18** einem Teilgetriebe und die andere elektrische Maschine **20** dem anderen Teilgetriebe zugeordnet ist.

[0089] Die zwei elektrischen Maschinen **18, 20** sind mit einer Leistungselektronik **22** verbunden und werden von dieser angesteuert.

[0090] Das Doppelkupplungsgetriebe **16** weist eine einzelne Ausgangswelle auf, die mit dem Eingang einer nachgeordneten Leistungsverzweigungseinrichtung in Form eines Verteilergetriebes **24** verbunden ist.

[0091] Das Verteilergetriebe **24** dient zur Aufteilung der Antriebsleistung auf die zwei angetriebenen Achsen HA, VA. Das Verteilergetriebe **24** ist über eine erste Abtriebswelle **26** mit einem Differential **28** der ersten angetriebenen Achse verbunden. Ferner ist das Verteilergetriebe **24** über eine zweite Abtriebswelle **30** mit einem Differential **32** der zweiten angetriebenen Achse VA verbunden.

[0092] Das Verteilergetriebe **24** kann differentialgesteuert oder kupplungsgesteuert sein.

[0093] An dem Fahrzeug **10** ist ein Tank **34** für Kraftstoff vorgesehen, der mit dem Verbrennungsmotor **14** verbunden ist.

[0094] Ferner weist der Antriebsstrang **12** einen elektrischen Energiespeicher **36** auf, der mit der Leistungselektronik **22** verbunden ist.

[0095] An die Leistungselektronik **22** sind Nebenaggregate **38** angeschlossen, wie bspw. Lüftermotor, Fahrzeuglicht, etc.

[0096] Eine separate Lichtmaschine ist nicht vorgesehen. Deren Funktion wird von den zwei elektrischen Maschinen **18, 20** übernommen.

[0097] Dabei ist vorgesehen, dass beide elektrischen Maschinen **18, 20** sowohl im Motorbetrieb angesteuert werden können als auch im Generatorbetrieb.

[0098] Mit anderen Worten kann die Leistungselektronik **22** jeden der zwei elektrischen Motoren **18, 20** unabhängig voneinander entweder als Motor zum Bereitstellen zusätzlicher Antriebsleistung oder als Generator zum Bereitstellen von elektrischer Leistung betreiben.

[0099] Die Leistungselektronik **22** weist ferner eine Sicherheitsschaltung **39** auf. Die Sicherheitsschaltung **39** kann hard- oder softwaremäßig realisiert sein und weist bei Ausfall einer der zwei elektrischen Maschinen **18, 20** der anderen Maschine die Funktion als Generator zu.

[0100] Für diesen Fall wird mittels der Sicherheitsschaltung **39** eine Art Notbetrieb eingerichtet, bei der die nicht ausgefallene elektrische Maschine im Generatorbetrieb die Weiterfahrt des Fahrzeugs ermöglicht, bis zu einer Werkstatt, bei der der ausgefallene Motor ausgetauscht werden kann.

[0101] Die Hybridfunktionen sind in dem Notbetrieb nur eingeschränkt nutzbar.

[0102] In Fig. 2 ist ein Diagramm von Drehmoment über Drehzahl dargestellt. Das Diagramm enthält eine typische Kennlinie **40** eines Verbrennungsmotors. Der Verbrennungsmotor läuft und entwickelt ein Drehmoment erst ab einer Leerlaufdrehzahl n_L . Ein maximales Drehmoment wird bei einer Drehzahl $n_{T_{max}}$ erzeugt, die kleiner ist als die maximale Drehzahl des Verbrennungsmotors.

[0103] Eine als Elektromotor betriebene elektrische Maschine ist im Vergleich hierzu bei **42** dargestellt. Der Elektromotor entwickelt ab einer Drehzahl Null ein vergleichsweise hohes Drehmoment, das dann abfällt.

[0104] Im vorliegenden Fall sind die Kennlinien der elektrischen Maschinen **18, 20** für den Motorbetrieb so eingestellt, dass für Drehzahlen von Null bis n_L (Bereich A) ausschließlich die elektrischen Maschinen **18, 20** Antriebsleistung zur Verfügung stellen. Hier ist eine Kriechfahrt möglich. Dabei ist es generell auch denkbar, dies über längere Zeit durchzuführen, da die Kriechfahrt mittels nur eines elektrischen Motors durchgeführt werden kann, während der andere elektrische Motor im Generatorbetrieb arbeitet.

[0105] Es ist jedoch vorzugsweise auch möglich, jedenfalls kurzzeitig beide elektrischen Maschinen zum Vortrieb zu nutzen, um insgesamt ein noch höheres Drehmoment zur Verfügung zu stellen.

[0106] Ab der Lehlaufdrehzahl n_L fällt das Moment der elektrischen Maschine dann vergleichsweise stark ab, so dass der Verbrennungsmotor dann überwiegend die Antriebsleistung bereitstellt. In diesem Bereich wird eine als Elektromotor betriebene elektrische Maschine vorzugsweise zum Boost-Betrieb eingesetzt. (Bereich B).

[0107] In dem Bereich A ist es auch möglich, die elektrischen Maschinen zur Entlastung der mechanischen Kupplungen des Doppelkupplungsgetriebes **16** zu nutzen, und zwar zur Erfüllung der Funktion „Hillhold“ und Anfahren.

[0108] Auch ein Start-Stop-Betrieb ist natürlich realisierbar.

[0109] Das Stufengetriebe des Doppelkupplungsgetriebes **16** weist im vorliegenden Fall eine Spreizung von $< 7,5$ auf, bspw. 6,7.

[0110] Da die zwei elektrischen Maschinen **18**, **20** für eine Kriechfahrt verwendet werden können und dabei ein hohes Drehmoment bereitstellen, ist eine separate Untersetzungsstufe nicht erforderlich. Mit dem Antriebsstrang **12** lässt sich derart ein Betrieb realisieren, der einer größeren Getriebespreizung von bspw. > 10 entspricht.

[0111] Das Stufengetriebe des Doppelkupplungsgetriebes **16** kann ferner ohne Rückwärtsgangstufe ausgebildet sein, wobei wenigstens eine der elektrischen Maschinen **18**, **20** durch die Leistungselektronik **22** in beiden Drehrichtungen als Motor betrieben werden kann.

[0112] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges **12'**.

[0113] Der Antriebsstrang **12'** entspricht hinsichtlich Funktion und Aufbau dem Antriebsstrang **12**, der in Fig. 1 dargestellt ist. Im Folgenden wird lediglich auf Unterschiede bzw. weitere Details eingegangen.

[0114] In Fig. 3 ist gezeigt, dass das Doppelkupplungsgetriebe **16** ein Stufengetriebe **44** beinhaltet, das eine Mehrzahl von Übersetzungsstufen zur Einrichtung jeweiliger Gangstufen 1–7, R aufweist.

[0115] Das Stufengetriebe **44** ist in einem Gehäuse **45** aufgenommen.

[0116] Eingangsseitig ist an dem Gehäuse **45** eine Doppelkupplungsanordnung **46** vorgesehen, die in an sich bekannter Weise eine erste und eine zwei-

te Kupplung aufweist, die bspw. als Reibkupplungen ausgebildet sein können, insbesondere als trocken- oder nasslaufende Reibkupplungen.

[0117] Das Stufengetriebe **44** weist eine erste Eingangswelle **48** und eine zweite Eingangswelle **50** auf. Die zweite Eingangswelle **50** ist als Hohlwelle konzentrisch zu der ersten Eingangswelle **48** ausgeführt.

[0118] Die Doppelkupplungsanordnung **46** weist ein Eingangsglied **52** auf, das unmittelbar mit dem Verbrennungsmotor **14** verbunden ist.

[0119] Das Stufengetriebe **44** weist ferner eine einzelne Ausgangswelle **54** auf.

[0120] Das Stufengetriebe **44** beinhaltet ein erstes Teilgetriebe **56**, das den Gangstufen 1, 3, 5, 7, R zugeordnet ist. Ferner beinhaltet das Stufengetriebe **44** ein zweites Teilgetriebe **58**, das den Gangstufen 2, 4, 6 zugeordnet ist.

[0121] Das Stufengetriebe **44** ist als Inline-Getriebe ausgeführt, bei dem die Eingangswellen **48**, **50** koaxial zu der Ausgangswelle **54** ausgerichtet sind.

[0122] Es ist ferner eine nicht näher bezeichnete Vorgelegewelle vorgesehen.

[0123] Die erste Eingangswelle **48** ist dabei mit dem ersten Teilgetriebe **56** verbunden. Die zweite Eingangswelle **50** ist mit dem zweiten Teilgetriebe **58** verbunden.

[0124] Das Ein- und Auslegen von Gangstufen erfolgt durch nicht näher bezeichnete Schaltkupplungen in an sich bekannter Weise, die bspw. als synchronisierte Schaltkupplungen oder als Klauenkupplungen ausgebildet sein können. Im letzteren Fall würden die elektrischen Maschinen **18'**, **20'** auch dazu verwendet werden, um bei einem Gangwechsel für die notwendige Synchronisierung zu sorgen.

[0125] Das Stufengetriebe **44** ist als Inline-Getriebe mit Abtriebskonstante ausgeführt. Als Abtriebskonstanten-Radsätze dienen die Radsätze der Gangstufen 5 und 7.

[0126] Hierdurch kann das Stufengetriebe **44** mit Radsätzen mit deutlich schmaleren Verzahnungen realisiert werden als bei herkömmlichen Stufengetrieben mit Antriebskonstanten-Radsatz. In diesem Zusammenhang wird verwiesen auf die deutsche Patentanmeldung 10 2005 005 338.6, deren Offenbarung vorliegend vollständig durch Bezugnahme enthalten sein soll.

[0127] Die erste elektrische Maschine **18'** weist eine erste Ausgangswelle **60** auf, die parallel zu den Eingangswellen **48**, **50** ausgerichtet ist. Die erste Aus-

gangswelle **60** wird über eine Dichtung in das Gehäuse **45** geführt und ist in dem Gehäuse **45** mit einem Zahnrad verbunden, das mit einem der Radsätze zur Einrichtung von Gangstufen in Eingriff steht. Im vorliegenden Fall ist die erste Ausgangswelle **60** mit dem Radsatz für den Rückwärtsgang R verbunden, und mithin mit dem ersten Teilgetriebe **56**.

[0128] Die zweite elektrische Maschine **20'** ist parallel hierzu angeordnet und weist eine zweite Ausgangswelle **62** auf. Diese tritt ebenfalls in das Gehäuse **45** ein und ist über den Radsatz für die Gangstufe **2** mit dem zweiten Teilgetriebe **58** verbunden.

[0129] Das Verteilergetriebe **24** ist in Fig. 3 nur schematisch dargestellt. Das Verteilergetriebe **24** ist hierbei kupplungsgesteuert ausgeführt und beinhaltet eine Zuschaltkupplung **64**. Dabei ist die Ausgangswelle **54** des Doppelkupplungsgetriebes **16** fest mit der ersten Abtriebswelle **26** verbunden, die zur ersten angetriebenen Achse HA führt. Die zweite angetriebene Achse VA wird nur bei Bedarf mittels der Zuschaltkupplung **64** zugeschaltet. Demzufolge gehen in normaler Betriebsart 100% der Antriebsleistung an die erste angetriebene Achse HA. Bei geschlossener Zuschaltkupplung **64** gehen jeweils 50% der Antriebsleistung auf die erste und auf die zweite angetriebene Achse HA, VA.

[0130] Das Verteilergetriebe **24** kann jedoch auch differentialgesteuert sein und bspw. ein Verteilerdifferential enthalten.

[0131] Es versteht sich ferner, dass in dem Verteilergetriebe **24** eine Längssperreinrichtung implementiert sein kann (nicht dargestellt), die die erste und die zweite angetriebene Achse HA, VA starr miteinander verbindet.

[0132] Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges **12''**. Der Antriebsstrang **12''** entspricht hinsichtlich Funktion und Aufbau generell dem Antriebsstrang **12'** der Fig. 3. Im Folgenden wird lediglich auf Unterschiede eingegangen.

[0133] Bei dem Antriebsstrang **12''** ist die zweite elektrische Maschine **20''** mit dem zweiten Teilgetriebe **58''** über den Radsatz für die Gangstufe **6** verbunden.

[0134] Die erste elektrische Maschine **18''** ist konzentrisch zu der Doppelkupplungsanordnung **46''** vorgesehen. Dabei ist das Eingangsglied **52''** als Rotor **68** der ersten elektrischen Maschine **18''** ausgebildet. Konzentrisch hierzu ist ein ortsfester Stator **66** vorgesehen, der mit dem Gehäuse verbunden ist.

[0135] Bei dem Antriebsstrang **12''** ist der erste elektrische Motor **18''** mithin sowohl dem ersten als auch

dem zweiten Teilgetriebe **56''**, **58''** zuzuordnen. Hierdurch ergibt sich eine noch höhere Flexibilität hinsichtlich der Verteilung von Antriebsleistung und hinsichtlich der Hybridfunktionen.

[0136] Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges **12'''**. Der Antriebsstrang **12'''** entspricht hinsichtlich Funktion und Aufbau generell dem Antriebsstrang **12''** der Fig. 4. Im Folgenden wird lediglich auf Unterschiede eingegangen.

[0137] Bei dem Antriebsstrang **12'''** ist die zweite elektrische Maschine **20'''** am abtriebsseitigen Ende des Stufengetriebes **44'''** angeordnet.

[0138] Die erste elektrische Maschine **18'''** wirkt ausschließlich auf die getriebeeingangsseitige Hohlwelle **50'''**, ist also der vorgeschalteten Doppelkupplungsanordnung **46'''** nachgeordnet.

[0139] Damit wirkt die erste elektrische Maschine **18'''** auf das zweite Teilgetriebe **58'''**.

[0140] Die zweite elektrische Maschine **20'''** ist konzentrisch zu der Ausgangswelle **54'''** angeordnet. Der Stator **70** der zweiten elektrischen Maschine **20'''** ist gehäusefest. Der Rotor **72** der zweiten elektrischen Maschine **20'''** ist mit einer zweiten Hohlwelle **74** drehfest verbunden, die konzentrisch um die Ausgangswelle **54'''** herum angeordnet ist.

[0141] Zur Anbindung der zweiten elektrischen Maschine **20'''** an das erste Teilgetriebe **56'''** ist eine Hilfsvorgelegewelle **78** vorgesehen, die über einen Hilfsradsatz **76** mit der zweiten Hohlwelle **74** in Verbindung steht. Die Hilfsvorgelegewelle **78** steht über ein nicht näher bezeichnetes Rad mit einem der Radsätze des ersten Teilgetriebes **56'''** in Verbindung, im vorliegenden Fall mit dem Radsatz für den Rückwärtsgang. Stattdessen kann die Vorgelegewelle **78** jedoch auch mit einem der Radsätze für die Vorwärtsgänge, insbesondere für die Vorwärtsgänge 1 oder 3, verbunden sein.

[0142] Bei allen Ausführungsformen ist das Stufengetriebe **44** jeweils mit abtriebsseitigen Konstanten-Radsätzen ausgeführt. Dabei ist an der Vorgelegewelle, die sowohl dem ersten als auch dem zweiten Teilgetriebe **56**, **58** zugeordnet ist, generell ein höheres Drehzahlniveau vorhanden als bei Stufengetrieben mit antriebsseitigem Konstanten-Radsatz.

[0143] Bei Anbindung der elektrischen Maschinen an die Vorgelegewelle können somit vergleichsweise hochdrehende elektrische Maschinen **18**, **20** verwendet werden, die jeweils einen höheren Wirkungsgrad besitzen. Ferner kann bei elektrischen Maschinen, die für höhere Drehzahlen ausgelegt sind, gene-

rell eine kleinere Bauform, insbesondere in radialer Richtung, erzielt werden.

[0144] Demzufolge lassen sich auch vergleichsweise kräftige elektrische Maschinen **18, 20** in den erfindungsgemäßen Antriebsstrang integrieren.

[0145] Die Stufengetriebe **44** können jeweils auch ohne Rückwärtsgangstufe ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Antriebsstranges (**12**) für ein zumindest bedingt geländegängiges Fahrzeug (**10**), das eine erste angetriebene Achse (HA) und eine zweite angetriebene Achse (VA) aufweist, wobei der Antriebsstrang (**12**) einen Funktionsumfang aufweist, der einem Stufengetriebe mit einer Spreizung > 10 entspricht, derart, dass das Fahrzeug (**10**) eine Kriechfahrt durchführen kann, mit einem Verbrennungsmotor (**14**), mit einem Stufengetriebe (**44**), das eine Eingangswellenanordnung mit einer ersten Eingangswelle (**48**) und einer konzentrisch hierzu angeordneten, als Hohlwelle ausgebildeten zweiten Eingangswelle (**50**) sowie eine einzelne Ausgangswelle (**54**), die koaxial zu der Eingangswellenanordnung ausgerichtet ist, eine Vorgelegewelle und eine Mehrzahl von Übersetzungsstufen zur Einrichtung jeweiliger Gangstufen (1–7) aufweist, die nach der Art eines Doppelkupplungsgetriebes auf zwei parallele Teilgetriebe (**56, 58**) aufgeteilt sind, wobei das Stufengetriebe (**44**) mit einem abtriebsseitigen Konstanten-Radsatz ausgebildet ist, und wobei die Ausgangswelle (**54**) mit dem Eingang einer dem Stufengetriebe nachgeordneten Leistungsverzweigungseinrichtung (**24**) zur Aufteilung der Antriebsleistung auf die zwei angetriebenen Achsen (HA, VA) verbunden ist, und mit einer ersten elektrischen Maschine (**18**) zur Bereitstellung von zusätzlicher Antriebsleistung, wobei die erste elektrische Maschine (**18**) einem (**56**) der zwei Teilgetriebe (**56, 58**) zugeordnet ist, und mit einer zweiten elektrischen Maschine (**20**), die dem anderen Teilgetriebe (**58**) zugeordnet ist, wobei das Stufengetriebe (**44**) selbst eine Spreizung von kleiner 9, vorzugsweise von kleiner 7,5 aufweist, wobei während einer Kriechfahrt ausschließlich eine oder beide elektrischen Maschinen (**18, 20**) zum Antrieb genutzt werden, und wobei in zumindest einem Betriebsmodus während der Kriechfahrt eine elektrische Maschine von dem Verbrennungsmotor (**14**) angetrieben wird und Strom erzeugt, der von der anderen elektrischen Maschine zum Antrieb genutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Antriebsstrang (**12**) genau zwei elektrische Maschinen (**18, 20**) aufweist, die für das Bereitstellen von zusätzlicher Antriebsleistung, für das Starten des Verbrennungsmotors (**14**), für die Versorgung von Nebenaggregaten (**38**) und/oder zur Rekuperation vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei vor dem Stufengetriebe (**44**) eine Doppelkupplungsanordnung (**46**) mit zwei Kupplungen angeordnet ist, die eingangsseitig mit dem Verbrennungsmotor (**14**) und ausgangsseitig mit einem jeweiligen Teilgetriebe (**56, 58**) verbunden sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, wobei der Antriebsstrang (**12**) keine dem Stufengetriebe (**44**) unmittelbar vor- oder nachgeordnete Untersetzungsstufe aufweist, die speziell für langsames Fahren mit hohem Drehmoment ausgelegt ist (Kriechgang).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4, wobei das Stufengetriebe (**44**) in dem Fahrzeug (**10**) längs eingebaut ist und wobei die zwei elektrischen Maschinen (**18, 20**) parallel hierzu ausgerichtet sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, wobei die zwei elektrischen Maschinen (**18, 20**) jeweils eine Ausgangswelle (**60, 62**) aufweisen, die mit einer jeweiligen Eingangswelle (**48, 50**) der Teilgetriebe verbunden oder verbindbar ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, wobei die erste elektrische Maschine (**18''**) konzentrisch zu einer Doppelkupplungsanordnung (**46''**) mit zwei Kupplungen angeordnet ist, die eingangsseitig mit dem Verbrennungsmotor (**14**) und ausgangsseitig mit einem jeweiligen Teilgetriebe (**56'', 58''**) verbunden sind, und wobei ein Rotor (**68**) der ersten elektrischen Maschine (**18''**) mit einem Eingangsglied (**52''**) der Doppelkupplungsanordnung (**46''**) verbunden ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–5, wobei eine (**20'''**) der elektrischen Maschinen am abtriebsseitigen Ende des Stufengetriebes (**44'''**) angeordnet ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–8, wobei das Stufengetriebe keine Rückwärtsgangstufe aufweist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–9, wobei die Leistungsverzweigungseinrichtung (**24**) ein Verteilergetriebe aufweist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das Verteilergetriebe eine Zuschaltkupplung (**64**) für die zweite angetriebene Achse (VA) aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–11, wobei eine Leistungselektronik (**22**) zur Ansteuerung der zwei elektrischen Maschinen (**18, 20**) eine Sicherheitsschaltung (**39**) aufweist, die bei Ausfall einer der zwei elektrischen Maschinen (**18, 20**) dafür sorgt, dass die jeweils andere elektrische Maschine die Versorgung von Nebenaggregaten (**38**) übernimmt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–12, wobei der Antriebsstrang (**12**) einen Energiespeicher (**36**) zur Versorgung von wenigstens einer der elektrischen Maschinen (**18, 20**) aufweist.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–12, wobei der Antriebsstrang (**12**) keinen Energiespeicher zur Versorgung der elektrischen Maschinen aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

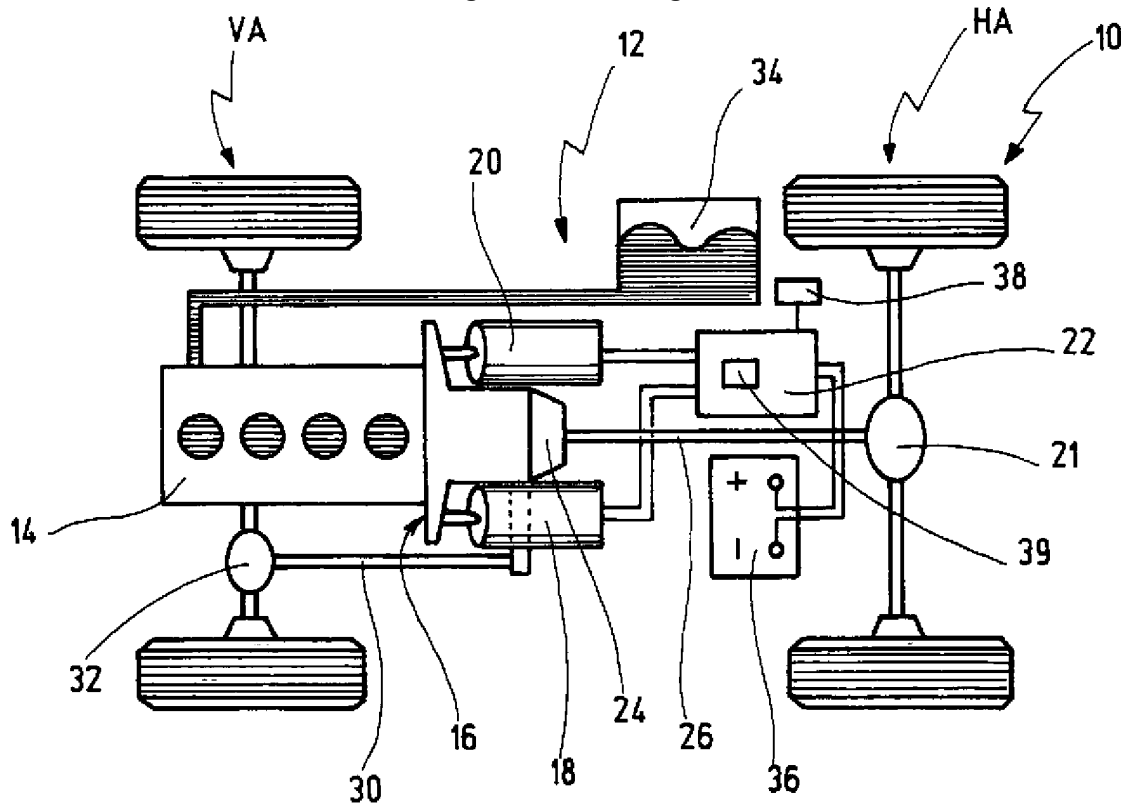


Fig.1

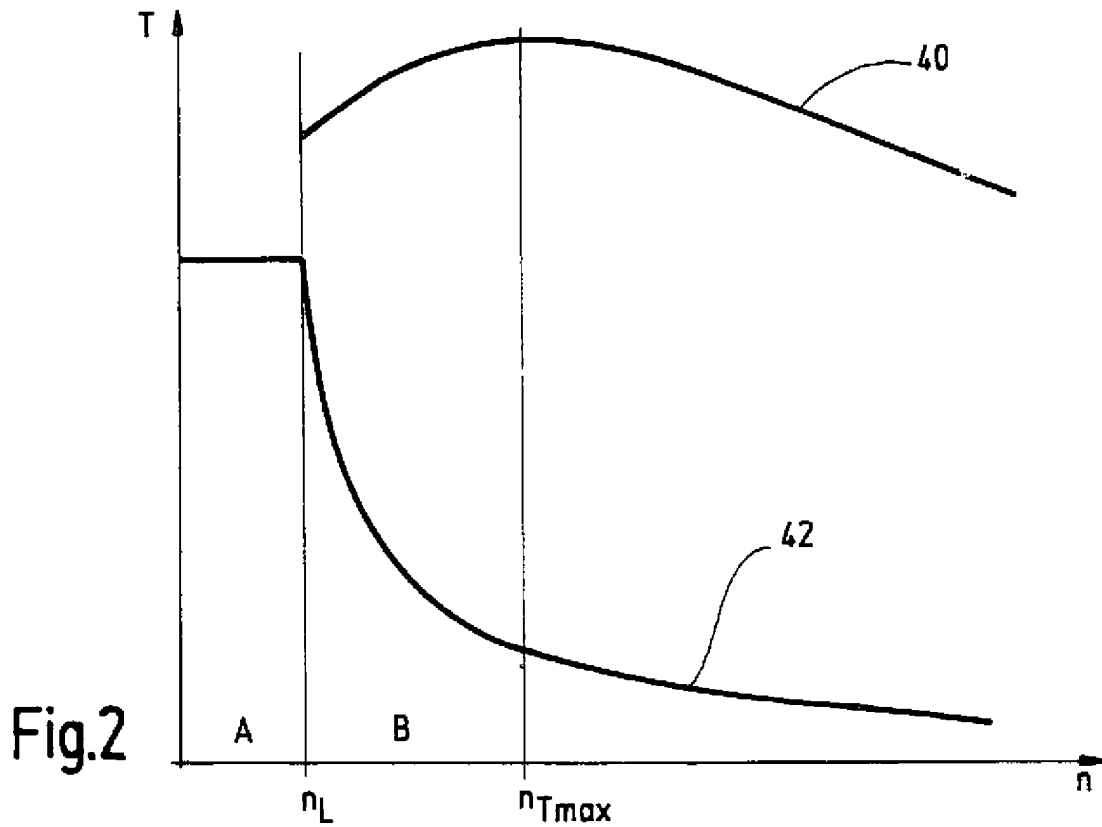


Fig.2

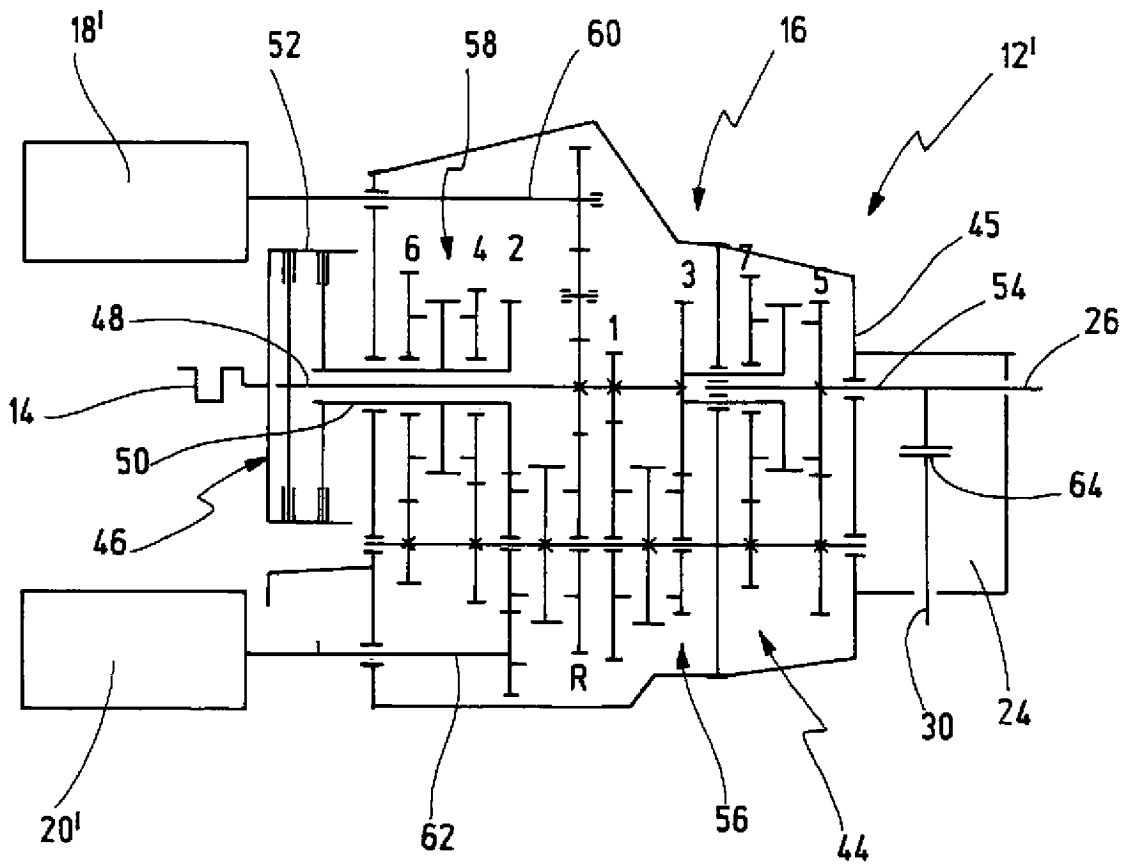


Fig.3

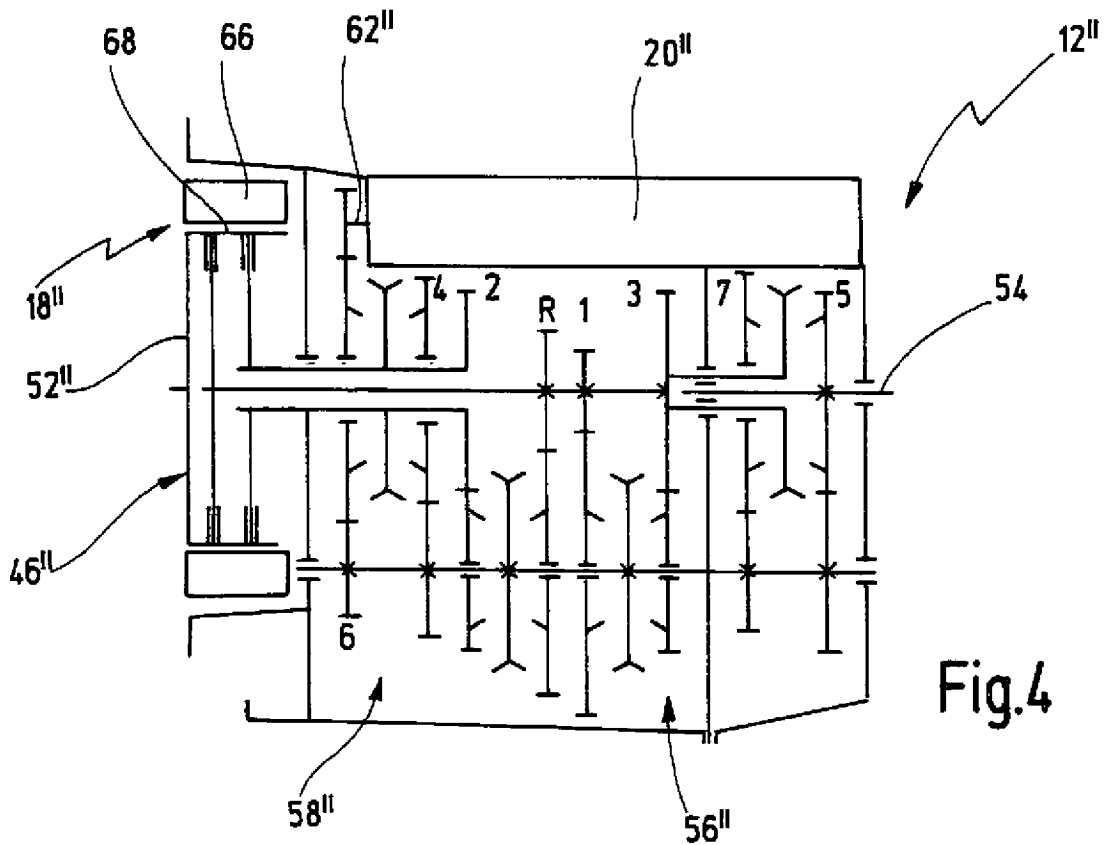


Fig.4

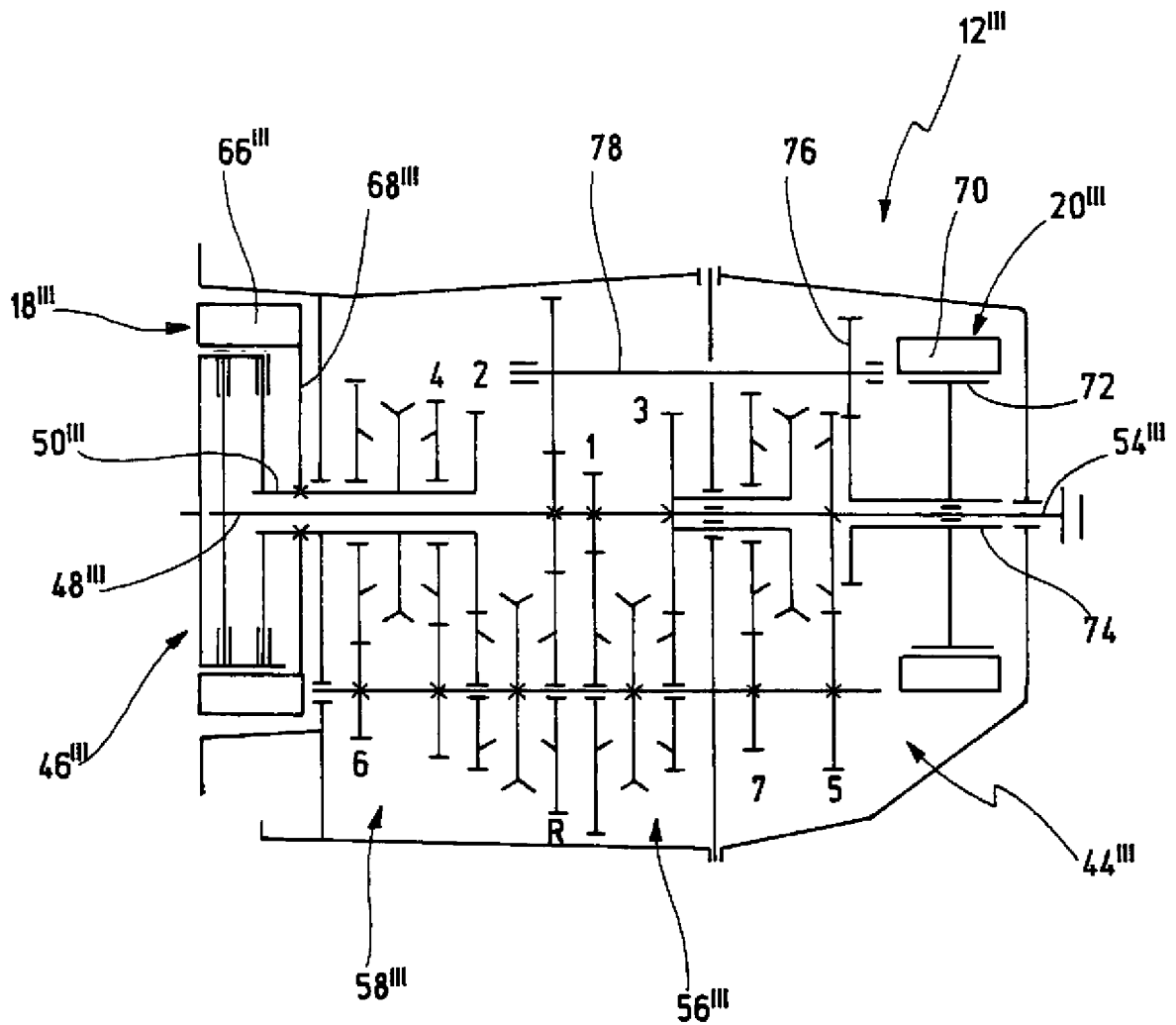


Fig.5