



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 465 B1

(51) Int. Cl.: B62D 11/12 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

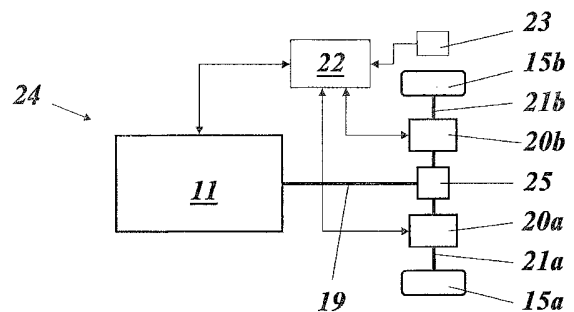
(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:	01048/09	(73) Inhaber:	MALI Holding AG, Route des Arsenaux 41 1700 Fribourg (CH)
(22) Anmeldedatum:	07.07.2009	(72) Erfinder:	Markus Liebherr, 1630 Bulle (CH) Klaus-Peter Mollhagen, 87700 Memmingen (DE) Peter Dziuba, 88699 Frickingen-Altheim (DE) Josef Häglsperger, 84140 Gangkofen (DE) Rudolf Hempel, 93356 Teugn (DE)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	14.01.2011	(74) Vertreter:	Rentsch Partner AG, Fraumünsterstrasse 9 Postfach 2441 8022 Zürich (CH)
(24) Patent erteilt:	15.03.2013		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	15.03.2013		

(54) Fahrzeug mit einer Lenkung durch nicht-verschwenkbare Räder sowie Verfahren zum Betrieb eines solchen Fahrzeugs.

(57) Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, welches zur Fortbewegung auf der linken und rechten Seite jeweils wenigstens ein von einem gemeinsamen Antriebsmotor (11) angetriebenes Rad (15a, b) aufweist, wobei zur Lenkung des Fahrzeugs Mittel (20a, b) zur steuerbaren Einstellung einer Drehzahldifferenz zwischen den angetriebenen Rädern (15a, b) auf beiden Seiten vorgesehen sind.

Ein wesentlich verbesserter Wirkungsgrad des Antriebsstranges (24) wird dadurch erreicht, dass die Mittel zur steuerbaren Einstellung einer Drehzahldifferenz stufenlos verstellbare Getriebeeinheiten (20a, b) mit mechanisch-hydrostatischer Leistungsverzweigung umfassen, welche jeweils zur Übertragung der gesamten Antriebsleistung zwischen dem Antriebsmotor (11) und dem angetriebenen Rad (15a, b) angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Bei Planiertrauben, Baggern und anderem schweren Baugerät, bei Pistenfahrzeugen und bei Panzern (Rad- und Kettenpanzern) ist seit langem eine Art von Lenkung bekannt, die nicht auf dem Verschwenken von die Spur bestimmenden Elementen wie z.B. lenkbaren Vorderrädern beruht, sondern auf einer steuerbaren Drehzahldifferenz zwischen zwei auf der linken und rechten Seite des Fahrzeugs angeordneten angetriebenen Rädern. Die Räder können dabei direkt der Fortbewegung dienen (wie z.B. beim Radpanzer) oder aber Gleisketten antreiben (wie z.B. bei Planiertrauben oder Kettenbaggern).

[0002] In der Vergangenheit ist eine Vielzahl von Lösungen vorgeschlagen worden, um eine derartige Steuerung auf der Basis einer Drehzahldifferenz zu verwirklichen. Grundsätzlich ist es denkbar, die beiden Räder vollkommen getrennt voneinander (z.B. durch zwei separate Antriebsmotoren, die auch elektrischer oder hydraulischer Art sein können) anzutreiben. Üblicherweise steht jedoch nur ein Antriebsmotor in Form einer Verbrennungskraftmaschine zur Verfügung, dessen Leistung über ein Verteilgetriebe auf die beiden angetriebenen Räder aufgeteilt wird.

[0003] Eine zum Lenken geeignete Drehzahldifferenz kann in diesem Fall dadurch erzeugt werden, dass eines der angetriebenen Räder gegenüber dem anderen abgebremst wird. Eine Drehzahldifferenz kann aber auch dadurch hervorgerufen werden, dass dem einen angetriebenen Rad gegenüber dem anderen Rad zusätzlich zu der über das Verteilgetriebe bereitgestellten Leistung durch Überlagerung weitere Leistung zugeführt wird. Für die Überlagerung können dabei Summierungsmittel wie z.B. Planetentriebe eingesetzt werden. Die zusätzliche Leistung kann beispielsweise durch hydraulisch oder elektrisch arbeitende Motoren bereitgestellt werden. Beispiele für derartige Lenkungen sind aus den Druckschriften WO-A1-93/05 995, WO-A1-81/00 240, EP-A1-1 911 622, DE-A1-19 718 743, DE-C2-2 739 830, DE-OS-1 913 011 bekannt.

[0004] Die bekannten Lösungen erlauben auf unterschiedliche Weise und mit unterschiedlichem Aufwand eine Lenkung des Fahrzeugs durch Aufprägen einer Drehzahldifferenz zwischen zwei gegenüberliegenden angetriebenen Rädern. Nachteilig bei allen bekannten Konzepten ist jedoch, dass Aspekte der Wirtschaftlichkeit bzw. des Wirkungsgrades im Antriebsstrang nur unvollkommen berücksichtigt werden. Dies gilt insbesondere für alle Konzepte, bei denen ein spezielles Lenkgetriebe zum Einsatz kommt, mit dessen Hilfe zusätzliche Leistung auf einen herkömmlichen Antriebsstrang überlagert wird.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein durch Drehzahldifferenz zweier angetriebener Räder lenkbares Fahrzeug zu schaffen, welches insbesondere als Baufahrzeug einsetzbar ist, sich durch eine deutlich verbesserte Wirtschaftlichkeit im Betrieb auszeichnet, im Antriebsstrang einfach und kompakt aufgebaut ist und mit hoher Flexibilität betrieben werden kann, sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb anzugeben.

[0006] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 12 gelöst. Wesentlich für das erfindungsgemässe Fahrzeug ist, dass zur Lenkung des Fahrzeugs Mittel zur steuerbaren Einstellung einer Drehzahldifferenz zwischen den angetriebenen Rädern auf beiden Seiten vorgesehen sind, welche stufenlos verstellbare Getriebeeinheiten mit mechanisch-hydrostatischer Leistungsverzweigung umfassen, die zur Übertragung der gesamten Antriebsleistung jeweils zwischen dem Antriebsmotor und dem angetriebenen Rad angeordnet sind. Durch die separaten Getriebeeinheiten mit mechanisch-hydrostatischer Leistungsverzweigung kann in jedem Fahrzustand jedes der angetriebenen Räder bei optimalem Wirkungsgrad mit der notwendigen Antriebsleistung versorgt werden, wobei der hydraulische Zweig beim Anfahren ein hohes Drehmoment zur Verfügung stellt, während bei hoher Fahrgeschwindigkeit der mechanische Zweig die Leistungsübertragung weitgehend übernimmt und so für einen gleichbleibend hohen Wirkungsgrad sorgt. Zur Lenkung kann durch stufenlose Verstellung der Drehzahl in den Getriebeeinheiten auf nahezu beliebige Art und Weise eine Drehzahldifferenz erzeugt werden, ohne dass hierfür zusätzliche Antriebsmittel erforderlich sind. Soll das Fahrzeug auf der Stelle drehen, kann die eine Getriebeeinheit von Vorwärtsfahrt auf Rückwärtsfahrt umgesteuert werden.

[0007] Eine Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug ein Gleiskettenfahrzeug ist und dass die angetriebenen Räder die Kettenräder des Gleiskettenfahrzeugs sind.

[0008] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Getriebeeinheiten zu einem Verteilgetriebe zusammengefasst und in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

[0009] Es ist aber auch denkbar, dass die vom Antriebsmotor kommende Leistung über ein separates Verteilgetriebe auf die angetriebenen Räder verteilt wird, dass die Getriebeeinheiten jeweils zwischen dem separaten Verteilgetriebe und dem angetriebenen Rad angeordnet sind und dass die Getriebeeinheiten im Aufbau identisch sind. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass die Getriebeeinheiten in grösseren Stückzahlen produziert werden können.

[0010] Insbesondere können in diesem Fall die Getriebeeinheiten mit den angetriebenen Rädern jeweils zu einer Einheit zusammengefasst sein.

[0011] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung für die Getriebeeinheiten vorgesehen ist, durch welche die Drehzahl und Drehrichtung der angetriebenen Räder unabhängig voneinander steuerbar ist.

[0012] Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung weisen die Getriebeeinheiten jeweils zwei Hydrostaten auf, welche als Pumpe und Motor hydraulisch miteinander verbunden sind und zur Leistungsverzweigung mechanisch über einen Planetentrieb mit dem Antriebsmotor in Verbindung stehen.

[0013] Vorzugsweise sind die Hydrostaten in Schrägachsen-Bauweise ausgeführt.

[0014] Insbesondere wird in den Getriebeeinheiten der erste Hydrostat jeweils als Pumpe betrieben und der zweite Hydrostat jeweils als Motor betrieben, wobei die Hydrostaten als Weitwinkelhydrostaten ausgebildet sind.

[0015] Bewährt hat sich dabei, dass in den Getriebeeinheiten der erste Hydrostat jeweils mit dem Hohlrad des Planetentriebs und der zweite Hydrostat mit dem Sonnenrad des Planetentriebs in Eingriff steht, dass die Planetenstege der Planetentriebe jeweils mit einer vom Antriebsmotor kommenden Antriebswelle in Eingriff stehen, und dass der zweite Hydrostat jeweils eine zum angetriebenen Rad führende Abtriebswelle antreibt.

[0016] Gemäss einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zur Umkehr der Drehrichtung der angetriebenen Räder in den Getriebeeinheiten jeweils eine Wendestufe zwischen dem zweiten Hydrostaten und der Abtriebswelle angeordnet.

[0017] Das erfindungsgemässe Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass beim Anfahren zunächst die gesamte Leistung über den hydraulischen Zweig der Getriebeeinheiten übertragen wird, und dass mit zunehmender Geschwindigkeit der über den hydraulischen Zweig der Getriebeeinheiten übertragene Anteil der Leistung abnimmt und der über den mechanischen Zweig der Getriebeeinheiten übertragene Anteil der Leistung zunimmt, bis am Ende des Fahrbereichs die gesamte Leistung über den mechanischen Zweig der Getriebeeinheiten übertragen wird.

[0018] Eine Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrbereich und die Leistungsübertragung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit für die Vorwärtsfahrt und die Rückwärtsfahrt gleich sind.

[0019] Eine andere Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Getriebeeinheiten jeweils einen ersten, als Pumpe arbeitenden, verschwenkbaren Hydrostaten und einen zweiten, als Motor arbeitenden, verschwenkbaren Hydrostaten umfassen, dass beim Anfahren die ersten Hydrostaten in ihre Ausgangsstellung zurückgeschwenkt und die zweiten Hydrostaten voll ausgeschwenkt sind, und dass bei der höchsten Fahrgeschwindigkeit am Ende des Fahrbereichs die ersten Hydrostaten voll ausgeschwenkt und die zweiten Hydrostaten in ihre Ausgangsstellung zurückgeschwenkt sind.

[0020] Vorzugsweise wird zum Wechsel zwischen Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt die Drehrichtung am Ausgang der Getriebeeinheiten umgedreht.

[0021] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 in der Seitenansicht ein stark vereinfacht dargestelltes, beispielhaftes Gleiskettenfahrzeug in Form eines Raupenschleppers oder dgl., wie es zur Anwendung der Erfindung geeignet ist;
- Fig. 2 das Blockschema eines Antriebsstrangs gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei stufenlos verstellbaren, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigten Getriebeeinheiten, die zu einer Einheit zusammengefasst sind und gleichzeitig als Verteilgetriebe wirken;
- Fig. 3 das Blockschema eines Antriebsstrangs gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei stufenlos verstellbaren, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigten Getriebeeinheiten, die zwischen dem Verteilgetriebe und den angetriebenen Rädern angeordnet sind;
- Fig. 4 ein beispielhaftes Getriebeschema des die beiden Getriebeeinheiten umfassenden Verteilgetriebes aus Fig. 2;
- Fig. 5 ein beispielhaftes Getriebeschema des Antriebsstrangs aus Fig. 3;
- Fig. 6 ein Diagramm der vom Verteilgetriebe aus Fig. 4 übertragenen Leistungen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit;
- Fig. 7 ein Diagramm der vom Verteilgetriebe aus Fig. 4 übertragenen Drehmomente in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit;
- Fig. 8 ein Diagramm der im Verteilgetriebe aus Fig. 4 auftretenden Drehzahlen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit;
- Fig. 9 ein Diagramm des hydraulischen Anteils der übertragenen Leistung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit bei Vor- und Rückwärtsfahrt beim Antriebsstrang gemäss Fig. 5;
- Fig. 10 die modellhafte Darstellung des Aufbaus einer einzelnen Getriebeeinheit, wie sie bei der Erfindung Anwendung findet; und

Fig. 11 in mehreren Teilfiguren (11a bis 11c) die Arbeitsweise der Getriebeeinheit aus Fig. 10 über den gesamten (Vorwärts-)Fahrbereich.

[0022] Fig. 1 zeigt in der Seitenansicht ein stark vereinfacht dargestelltes, beispielhaftes Gleiskettenfahrzeug in Form eines Raupenschleppers oder dgl., wie es zur Anwendung der Erfindung geeignet ist. Das Gleiskettenfahrzeug 10 umfasst in der üblichen Anordnung einen Antriebsmotor 11, eine Fahrerkabine 12 und ein Kettenlaufwerk 13, in dem auf der linken und rechten Seite jeweils eine geschlossen umlaufende Gleiskette 14 vorgesehen ist, die an den Enden des Fahrzeugs um ein angetriebenes Kettenrad 15 bzw. ein Laufrad 16 umläuft und zwischen beiden Rädern auf zusätzlichen Stützrollen 17 aufliegt. Bei einem solchen Gleiskettenfahrzeug 10 wird eine Lenkung dadurch erreicht, dass die Gleisketten unterschiedliche Umlaufgeschwindigkeiten haben, was durch eine Drehzahldifferenz der angetriebenen Kettenräder 15 bewirkt wird.

[0023] Zur gesteuerten Ausbildung dieser Drehzahldifferenz werden gemäss der Erfindung die beiden angetriebenen Räder von dem Antriebsmotor 11 jeweils über eine zugehörige Getriebeeinheit mit Antriebsleistung versorgt, die als stufenloses, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigtes Getriebe ausgebildet ist und die gesamte Antriebsleistung für das jeweilige Rad überträgt. Bei Geradeausfahrt wird an beiden Getriebeeinheiten abtriebsseitig die gleiche Drehzahl eingestellt, die für die gewählte Fahrgeschwindigkeit notwendig ist. Soll das Fahrzeug eine Kurve fahren, werden die beiden Getriebeeinheiten so angesteuert, dass die abtriebsseitig auftretenden Drehzahlen eine Differenz aufweisen. Soll das Fahrzeug auf der Stelle drehen, kann bei einer Getriebeeinheit die Drehrichtung umgedreht werden. Es versteht sich von selbst, dass diese Art der Lenkung nicht auf Gleiskettenfahrzeuge wie das in Fig. 1 dargestellte beschränkt ist, sondern auch bei auf Rädern fahrenden Fahrzeugen eingesetzt werden kann. Der Vorteil der erfindungsgemässen Lösung liegt darin, dass beide Räder über den gesamten Fahrbereich mit gleichbleibend hohem Wirkungsgrad angetrieben werden können und die Lenkung durch Drehzahldifferenz ohne zusätzliche Vorrichtungen rein steuerungstechnisch verwirklicht werden kann.

[0024] Fig. 2 zeigt das Blockschema eines Antriebsstrangs 18 gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei stufenlos verstellbaren, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigten Getriebeeinheiten, die zu einer Einheit zusammengefasst sind und gleichzeitig als Verteilgetriebe wirken. Die beiden Getriebeeinheiten 20, und 20b, die zusammen ein Verteilgetriebe 20 bilden, sind über eine gemeinsame Antriebswelle 19 mit dem Antriebsmotor 11, beispielsweise einem Verbrennungsmotor, verbunden. Von den Getriebeeinheiten 20a, 20b geht jeweils eine Abtriebswelle 21a bzw. 21b zu den angetriebenen Rädern (Kettenrädern) 15a und 15b. Die Getriebeeinheiten 20a, 20b werden von einer Steuerung 22 gesteuert, die zugleich mit dem Antriebsmotor 11 Daten bzw. Signale austauscht und von einer Bedieneinheit 23, z.B. einem Joystick, Pedalen oder dgl., Steuerbefehle erhält.

[0025] Ein beispielhaftes Getriebeschema des die beiden Getriebeeinheiten 20a, 20b umfassenden Verteilgetriebes 20 aus Fig. 2 ist in Fig. 4 wiedergegeben. Die beiden Getriebeeinheiten 20a, 20b sind hier in einem gemeinsamen Gehäuse 33 untergebracht. Sie sind zueinander spiegelbildlich ausgeführt. Zwischen beiden Getriebeeinheiten 20a, 20b ist die Antriebswelle 19 durch das Gehäuse 33 geführt und steht am anderen Ende als Zapfwelle 29 für andere Antriebsaufgaben zur Verfügung. Die Antriebswelle 19 steht über Zahnräder in Eingriff mit den Planetenstegen zweier Planetentriebe 26a und 26b. Die Hohlräder der Planetentriebe 26a, 26b stehen ihrerseits über Zahnräder in Eingriff mit ersten Hydrostaten H1a und H1b. Die als Pumpen arbeitenden ersten Hydrostaten H1a und H1b sind hydraulisch verbunden mit als Motoren arbeitenden zweiten Hydrostaten H2a und H2b, die ihrerseits mechanisch mit den Sonnenrädern der Planetentriebe 26a, 26b verbunden sind, an denen die Leistungen des hydrostatischen Zweigs und des mechanischen Zweigs aufsummiert werden. Vom Sonnenrad läuft jeweils eine Welle über eine Wendestufe 27a, 27b mit nachfolgender Bremse 28a, 28b zu einer entsprechenden Abtriebswelle 21a, 21b.

[0026] Die Hydrostaten H1a, b und H2a, b sind vorzugsweise Weitwinkelhydrostaten in Schrägachsen-Bauweise, bei denen das Schluckvolumen durch Verschwenken einer in einem Joch drehbar gelagerten Zylindertrommel aus einer Neutralstellung um einen maximalen Winkel von grösser 30°, vorzugsweise 45° und mehr, verändert wird. Die Wirkungsweise wird weiter unten im Zusammenhang mit den Fig. 10 und 11 noch näher erläutert.

[0027] Haben die beiden Hydrostaten H1a, H2a und H1b, H2b jeder Getriebeeinheit 20a, 20b die gleichen Schwenkstellungen, ist die Drehzahl an den Abtriebswellen 21a, 21b gleich und das Fahrzeug fährt geradeaus vorwärts (oder rückwärts). Auf diese Weise kann je nach Winkelstellung der ganze Fahrbereich überstrichen werden. Wird die Winkelstellung eines Hydrostaten in einer Getriebeeinheit gegenüber der Winkelstellung des äquivalenten Hydrostaten in der anderen Getriebeeinheit verändert, ergibt sich zwischen den Abtriebswellen eine Drehzahldifferenz, die das Fahrzeug zu einer Kurvenfahrt veranlasst. Bei Fahrgeschwindigkeit 0 sind die als Pumpen arbeitenden ersten Hydrostaten H1a und H1b in die Neutralstellung zurückgeschwenkt, während die als Motoren arbeitenden zweiten Hydrostaten H2a und H2b maximal verschwenkt sind (siehe Fig. 11a). In dieser Konfiguration steht für das Anfahren das grösste Drehmoment zur Verfügung.

[0028] Für den Drehrichtungswechsel an den Abtriebswellen 21a, 21b sind die Wendestufen 27a, 27b vorgesehen, die bei Stillstand schalten und damit in beiden Fahrtrichtungen den gesamten Vorteil der Leistungsverzweigung sowie ein Drehen auf der Stelle ermöglichen. Die Schaltkupplungen der Wendestufen 27a, 27b übernehmen auch die Funktion der Sekundär- und Parkbremse (28a, b) für das Fahrzeug.

[0029] Für das Verteilgetriebe 20 gemäss Fig. 4 sind in den Diagrammen der Fig. 6–8 verschiedene Grössen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit aufgetragen. Fig. 6 zeigt die Abhängigkeit der Leistungen am Sonnenrad, und zwar

die summierte Leistung (Kurve a), die vom hydrostatischen Zweig beigesteuerte Leistung (Kurve b) und die vom mechanischen Zweig beigesteuerte Leistung (Kurve c), von der Fahrgeschwindigkeit. Beim Anfahren wird die Leistung zu 100% hydraulisch übertragen und nimmt mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit zugunsten der mechanisch übertragenen Leistung ab, bis sie bei der höchsten Fahrgeschwindigkeit gegen 0 geht (in Fig. 6 nicht gezeigt).

[0030] Fig. 7 zeigt die Abhängigkeit der Drehmomente an der Abtriebswelle 21a, b (Kurve a), am Planetensteg bzw. der Antriebsseite (Kurve b) und am Hohlrad (Kurve c), in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit. Man erkennt deutlich, dass das für die Räder zur Verfügung stehende Drehmoment beim Anfahren am grössten ist.

[0031] Fig. 8 schliesslich zeigt die Abhängigkeit der Drehzahlen am Hohlrad (Kurve a), am Planetensteg bzw. an der Antriebsseite (Kurve b) und am Sonnenrad bzw. auf der Abtriebsseite (Kurve c), in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit. Bei gleichbleibender Drehzahl des Motors (Kurve b) erhöht sich die abtriebsseitige Drehzahl von 0 auf den maximalen Wert, während die Drehzahl des Hohlrades von seinem maximalen Wert auf 0 abnimmt,

[0032] Fig. 3 zeigt das zu Fig. 2 alternative Blockschema eines Antriebsstrangs 24 gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei stufenlos verstellbaren, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigten Getriebeeinheiten, die zwischen dem Verteilgetriebe und den angetriebenen Rädern angeordnet sind. Die Blöcke 11, 22 und 23 haben hier dieselbe Funktion wie in Fig. 2. Die vom Antriebsmotor 11 kommende Antriebswelle 19 wird hier in ein herkömmliches Verteilgetriebe 25 geführt, in welchem die Leistung auf die beiden angetriebenen Räder 15a und 15b gleichmässig aufgeteilt wird. Die stufenlos verstellbaren, mechanisch-hydrostatisch leistungsverzweigten Getriebeeinheiten 20a und 20b sind hier zwischen dem Verteilgetriebe 25 und den Rädern 15a und 15b angeordnet.

[0033] Ein beispielhaftes Getriebschema des Antriebsstrangs 24 aus Fig. 3 ist in Fig. 5 wiedergegeben. Die vom Antriebsmotor 11 kommende Antriebswelle 19 geht in das als Kegelradgetriebe ausgebildete Verteilgetriebe 25. Die im Verteilgetriebe 25 aufgeteilte Leistung wird mit gegenläufigem Drehsinn in die Getriebeeinheiten 20a und 20b über den Planetensteg eines Planetentriebs 26a bzw. 26b eingekoppelt. Das Hohlrad des Planetentriebs 26a bzw. 26b treibt den als Pumpe arbeitenden Hydrostaten H1a bzw. H1b an, während das Sonnenrad des Planetentriebs 26a bzw. 26b über Zahnräder mit dem als Motor arbeitenden zweiten Hydrostaten H2a bzw. H2b in Eingriff steht. Die an der Welle des zweiten Hydrostaten H2a, H2b summierte Leistung wird über eine nachfolgende Wendestufe 30a bzw. 30b und ein Radgetriebe 32a, 32b an das angetriebene Rad 15a bzw. 15b abgegeben. Zusätzlich ist am Rad eine Bremse 28a bzw. 28b vorgesehen. Die Räder 15a, 15b sind die treibenden Elemente des jeweiligen Kettentriebs 31a bzw. 31b. Bei dieser Ausführungsform ist zu beachten, dass die beiden Getriebeeinheiten 20a und 20b identisch aufgebaut sind und durch Drehung um das Zentrum des Verteilgetriebes 25 um 180° ineinander übergehen. Dies hat den Vorteil, dass dieselbe Getriebeeinheit an beiden Stellen bzw. Rädern verwendet werden kann. Insbesondere ist es möglich, bei sehr kompaktem Aufbau der Getriebeeinheiten 20a und 20b diese im Radbereich platzsparend zu integrieren, wie dies in Fig. 5 angedeutet ist.

[0034] Zur Verdeutlichung ist in Fig. 9 noch einmal der hydraulische Anteil der übertragenen Leistung der Getriebeeinheiten über der Fahrgeschwindigkeit bei Vorwärtsfahrt (V) und bei Rückwärtsfahrt (R) aufgetragen. Die Wendestufen 30a, b sorgen dafür, dass in beiden Fahrtrichtungen dieselben Verhältnisse herrschen.

[0035] Fig. 10 zeigt generell das Prinzipschema eines stufenlosen hydrostatischen Getriebes mit Leistungsverzweigung, wie es mit geringfügigen Modifikationen in den Getriebeeinheiten der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommt. Die Getriebeeinheit 34 überträgt die Leistung eines Verbrennungsmotors 11, der symbolisch durch einen Kolben dargestellt ist, an die Antriebswelle 19. Die Getriebeeinheit 34 umfasst zwei Leistungszweige, nämlich einen mechanischen Leistungszweig und einen hydraulischen (oder hydrostatischen) Leistungszweig. Die am Eingang anstehende Leistung wird je nach Fahrbereich auf unterschiedliche Weise auf die beiden Zweige aufgeteilt, wobei der mechanische Zweig unveränderlich und der hydrostatische Zweig veränderbar sind.

[0036] Wesentliche Teile der Getriebeeinheit 34 sind ein Planetentrieb 22 mit zentralem Sonnenrad 37, umlaufenden Planetenrädern mit dem Planetensteg 35 und einem konzentrisch die Planetenräder umschliessenden Hohlrad 36, ein erster Weitwinkelhydrostat H1 mit einem Schwenkbereich von etwa 45°, ein zweiter Weitwinkelhydrostat H2 mit einem Schwenkbereich von etwa 45°, und eine Summierungswelle 39, an der die Leistungen der beiden Zweige wieder zusammengeführt werden. Die Antriebswelle 19 koppelt die Leistung des Verbrennungsmotors 11 in die Getriebeeinheit 34 ein. Sie erstreckt sich durch den Planetentrieb 26 hindurch und steht als Zapfwelle 29 auf der anderen Seite des Getriebes für den Antrieb externer Geräte zur Verfügung.

[0037] Die Antriebswelle 19 treibt den Planetensteg 35 an, der die Planetenräder trägt. Das zentrale Sonnenrad 37 steht über eine Hohlwelle und mehrere Zahnräder mit der Summierungswelle 39 in Eingriff. Die Summierungswelle 39 ist direkt mit dem zweiten Hydrostaten H2 verbunden. Das Hohlrad 36 steht über eine zweite Hohlwelle und mehrere Zahnräder mit der Welle 38 des ersten Hydrostaten H1 in Eingriff. Die beiden Hydrostaten H1 und H2 sind – was in der Zeichnung nicht dargestellt ist – hydraulisch miteinander verbunden, so dass die von dem als Pumpe arbeitenden ersten Hydrostat H1 gepumpte Hydraulikflüssigkeit zum als Motor arbeitenden zweiten Hydrostaten H2 gelangt und diesen antreibt.

[0038] Am Planetentrieb 26 verzweigt sich die in die Getriebeeinheit 34 eingekoppelte Leistung: Der mechanische Leistungszweig wird vom Sonnenrad 37, der ersten Hohlwelle und den zur Summierungswelle 39 führenden Zahnrädern gebildet. Der hydraulische Leistungszweig wird vom Hohlrad 36, der zweiten Hohlwelle, den zur Welle 38 führenden Zahnrädern

und den beiden hydraulisch verbundenen Hydrostaten H1 und H2 gebildet. Die an der Summierungs- welle 39 summierten Leistungen der beiden Zweige werden über ein Zahnradgetriebe auf die Abtriebswelle 21 übertragen.

[0039] Mit der Getriebeeinheit 34 der Fig. 10 lässt sich ein stufenloser Vorwärtsfahrbereich und (z.B. durch den Einbau einer Wendestufe) ein stufenloser Rückwärtsfahrbereich verwirklichen. Die zugehörigen Verstellungen der Hydrostaten H1 und H2 sind in Fig. 11 wiedergegeben. Der Fahrbereich mit dem in Fig. 11a) gezeigten Stillstand, in welchem der erste Hydrostat H1 zurückgeschwenkt ist und damit ein verschwindendes Schluckvolumen aufweist, während der zweite Hydrostat H2 voll (um etwa 45°) verschwenkt ist und das maximale Schluckvolumen hat. Zum Anfahren wird der Hydrostat H1 zunehmend verschwenkt, wodurch das Fahrzeug Fahrt aufnimmt. Die maximale Auslenkung des zweiten Hydrostaten H2 sorgt dabei für ein hohes Drehmoment (hohe Zugkraft) bei geringer Drehgeschwindigkeit. Ist der erste Hydrostat H1 voll ausgelenkt (Fig. 11 b), wird er dort gehalten und der zweite Hydrostat H2 nach innen auf die Nullstellung (verschwindendes Schluckvolumen) zurückgeschwenkt (Fig. 11c). Das sich verkleinernde Schluckvolumen im zweiten Hydrostaten H2 sorgt für immer höhere Drehgeschwindigkeit bei kleiner werdendem Drehmoment. Ist der zweite Hydrostat H2 in die Nullstellung zurückgeschwenkt, wird die Drehung des ausgeschwenkten ersten Hydrostaten H1 und damit die Drehung des Hohlrades 36 blockiert, so dass die Leistungsübertragung rein mechanisch erfolgt (siehe auch Fig. 9).

[0040] In den bisherigen Erläuterungen am Ausführungsbeispiel der Fig. 10 ist davon ausgegangen worden, dass sich die Hydrostaten H1 und H2 einzeln und unabhängig voneinander verschwenken lassen. Selbstverständlich können im Rahmen der Erfindung aber auch Getriebeeinheiten mit mechanisch-hydrostatischer Leistungsverzweigung zum Einsatz kommen, bei denen die beiden Hydrostaten zur gemeinsamen Verstellung entweder zwangsgekoppelt sind, wie dies beispielsweise in der Druckschrift US-A-2 931 250 offenbart ist, oder sogar in einem einteiligen gemeinsamen Joch untergebracht sind, wie dies beispielsweise in der Druckschrift DE-B3-10 2006 025 347 oder der DE-A1-10 2007 033 008 gezeigt ist. Eine derartige synchrone Verstellung der beiden Hydrostaten hat grosse Vorteile hinsichtlich des mechanischen Aufbaus, aber auch hinsichtlich der Fertigungskosten.

[0041] Des Weiteren zeigt die Fig. 10 ein Beispiel für eine Getriebeeinheit, bei der die vom Motor kommende Leistung am Planetentrieb 26 auf die beiden Zweige verteilt wird (sog. Verteilergetriebe). Selbstverständlich sind im Rahmen der Erfindung aber auch andere Arten der Leistungsverzweigung denkbar, bei denen der Planetentrieb zur Summierung der auf die Zweige verteilten Leistung eingesetzt wird (sog. Sammelgetriebe), wie dies beispielsweise in der DE-AS-2337 627 beschrieben ist. Über die einfache Leistungsverzweigung hinaus lassen sich im Rahmen der Erfindung aber auch Getriebeeinheiten mit mehrfacher Leistungsverzweigung einsetzen (sog. Hybridsysteme), bei denen insbesondere mehrere Planetentriebe hintereinandergeschaltet sind.

[0042] Insgesamt ergeben sich mit der Erfindung die folgenden Vorteile;

- Die funktionsautarken Getriebeeinheiten ermöglichen einen optimal an das Fahrzeug und den Antriebsmotor angepassten Antriebsstrang.
- Mit geblocktem oder freiem Einbau und mit optional variablen Abtrieben können alle Anforderungen realisiert werden.
- Alle Betriebszustände können mit einer integrierten und busfähigen Steuerung realisiert werden.
- Das Konzept vereint die Vorteile bisher bekannter Antriebe mit einer deutlich höheren Effizienz in den Betriebskosten.

Bezugszeichenliste

[0043]

10	Gleiskettenfahrzeug
11	Antriebsmotor
12	Fahrerkabine
13	Kettenlaufwerk
14	Gleiskette
15, 15a, b	Kettenrad
16	Laufgrad
17	Stützrolle
18, 24	Antriebsstrang
19	Antriebswelle
20	Verteilgetriebe
20a, b	Getriebeeinheit (stufenlos, leistungsverzweigt, hydrostatisch-mechanisch)

CH 701 465 B1

21a, b	Abtriebswelle
22	Steuerung
23	Bedieneinheit
25	Verteilgetriebe
26, 26a, b	Planetentrieb
27a, b	Wendestufe
28a, b	Bremse
29	Zapfwelle
30a, b	Wendestufe
31a, b	Kettentrieb
32a, b	Radgetriebe
33	Gehäuse
34	Getriebeeinheit
35	Planetensteg
36	Hohlrad
37	Sonnenrad
38, 39	Welle (Hydrostat)
H1, H1a, b	Hydrostat (z.B. Weitwinkel-Schrägachsen-Bauweise)
H2, H2a, b	Hydrostat (z.B. Weitwinkel-Schrägachsen-Bauweise)

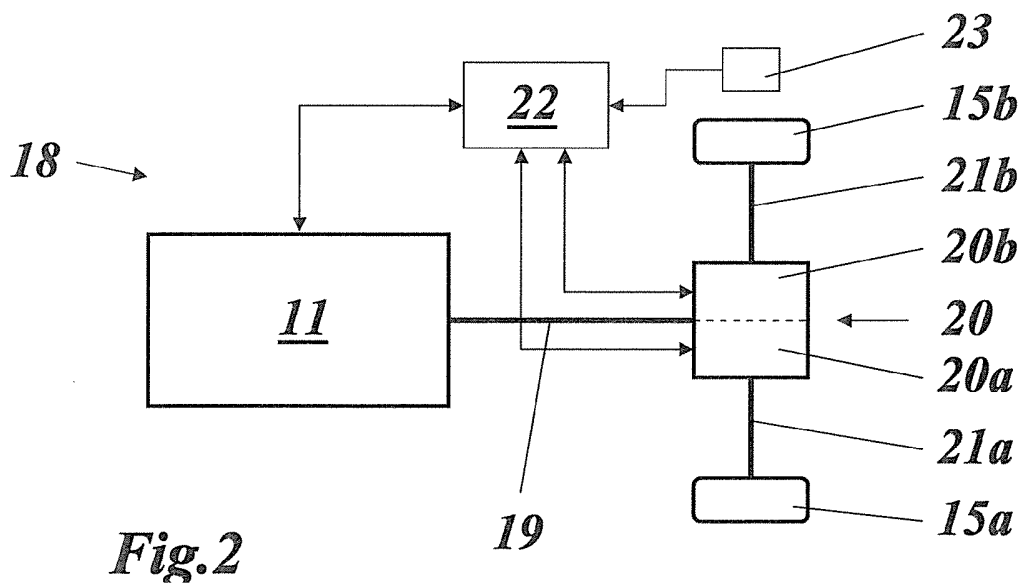
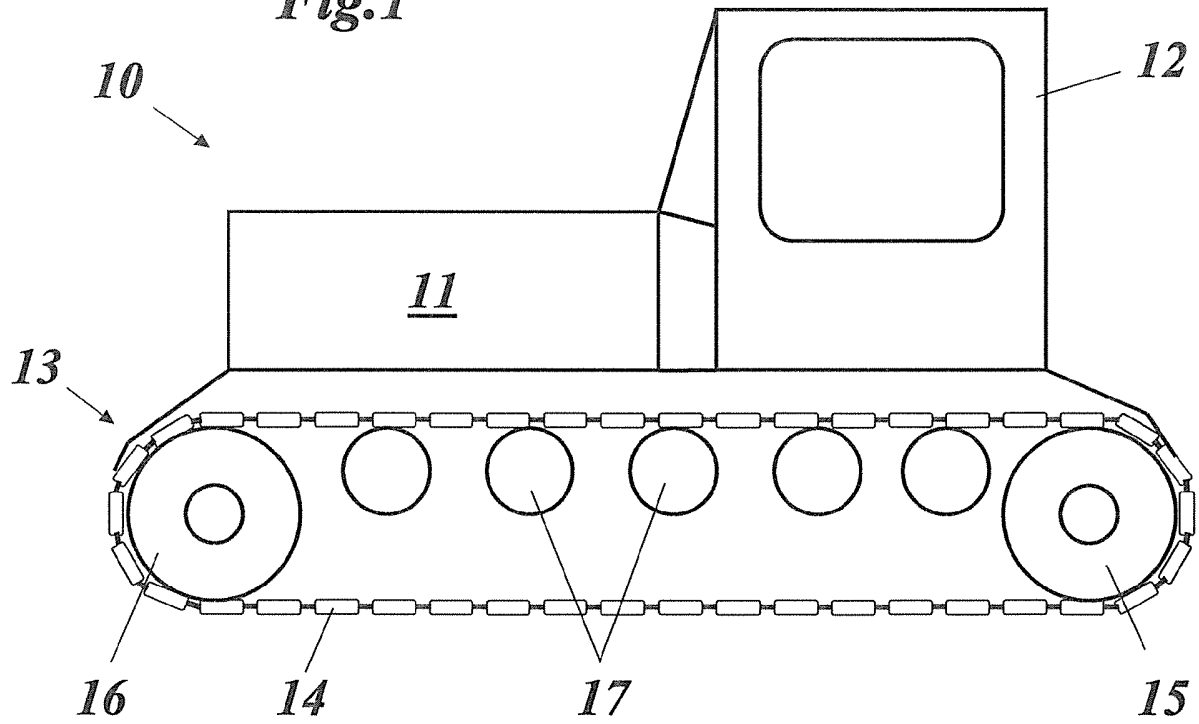
Patentansprüche

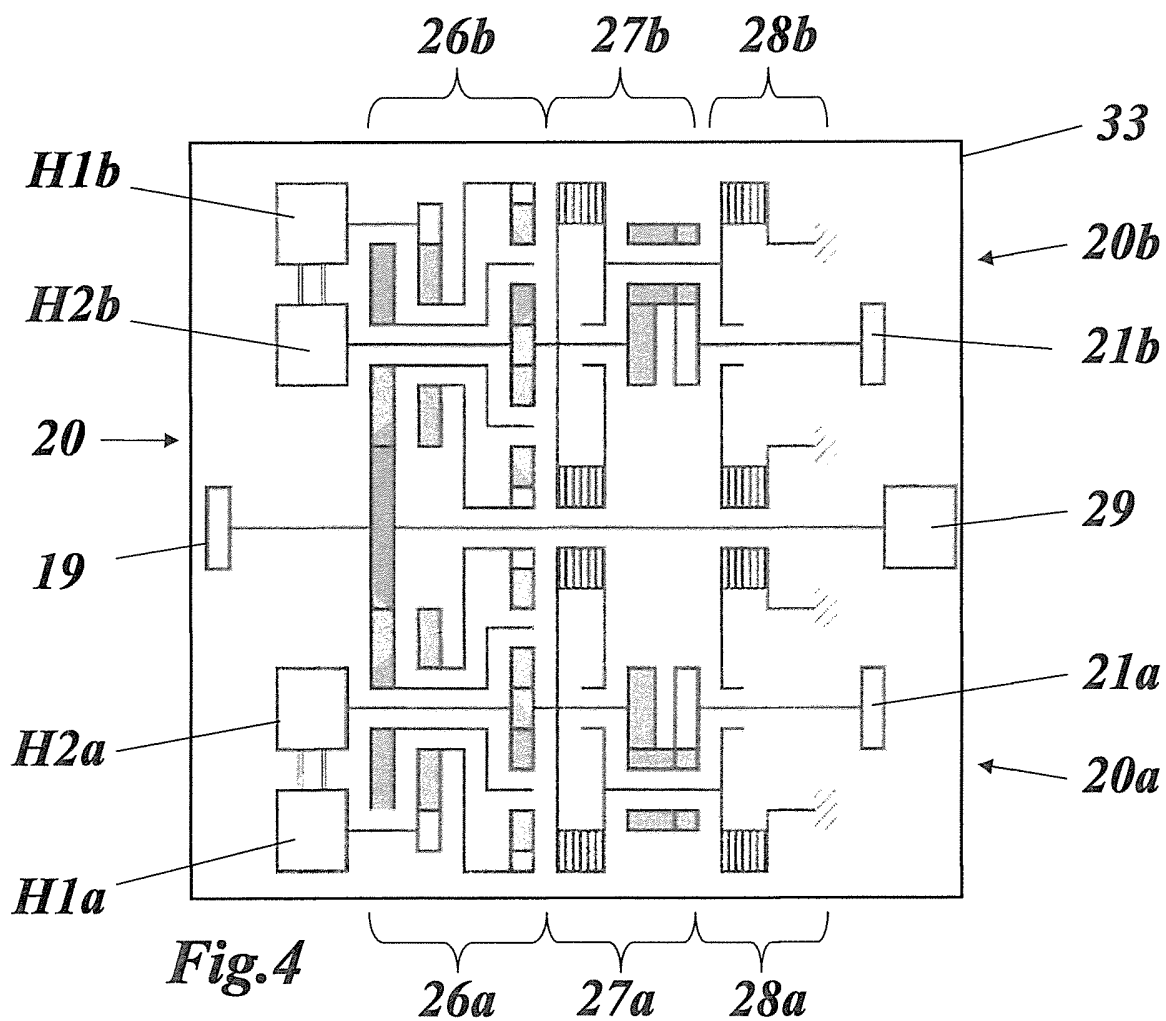
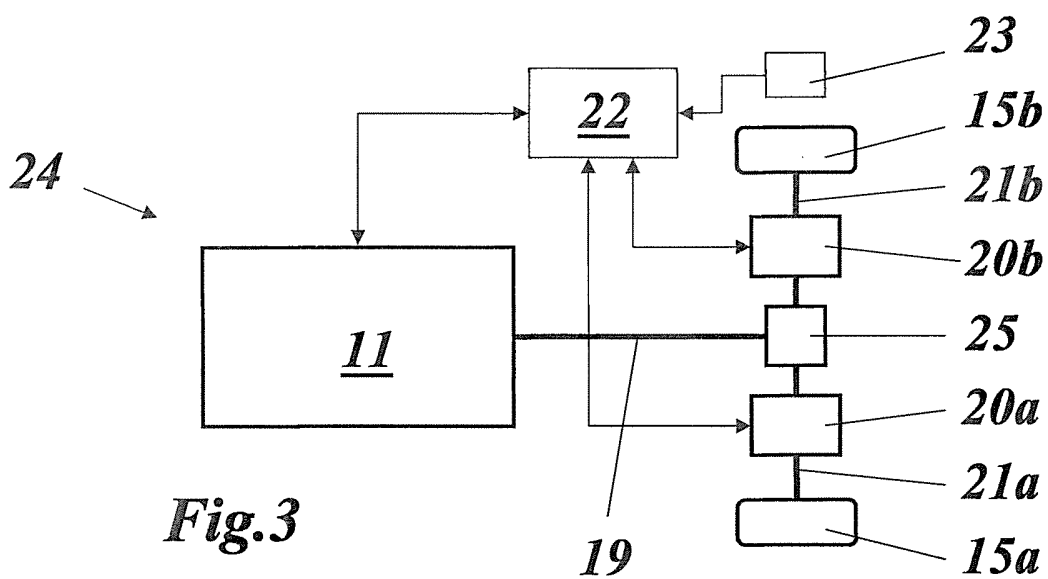
1. Fahrzeug (10), welches zur Fortbewegung auf der linken und rechten Seite jeweils wenigstens ein von einem gemeinsamen Antriebsmotor (11) angetriebenes Rad (15; 15a, b) aufweist, wobei zur Lenkung des Fahrzeugs (10) Mittel (20; 20a, b) zur steuerbaren Einstellung einer Drehzahldifferenz zwischen den angetriebenen Rädern (15; 15a, b) auf beiden Seiten vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur steuerbaren Einstellung einer Drehzahldifferenz stufenlos verstellbare Getriebeeinheiten (20a, b) mit mechanisch-hydrostatischer Leistungsverzweigung umfassen, welche jeweils zur Übertragung der gesamten Antriebsleistung zwischen dem Antriebsmotor (11) und dem angetriebenen Rad (15; 15a, b) angeordnet sind.
2. Fahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug ein Gleiskettenfahrzeug (10) ist, und dass die angetriebenen Räder die Kettenräder (15; 15a, b) des Gleiskettenfahrzeugs (10) sind.
3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeeinheiten (20a, b) zu einem Verteilgetriebe (20) zusammengefasst und in einem gemeinsamen Gehäuse (33) untergebracht sind.
4. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Antriebsmotor (11) kommende Leistung über ein separates Verteilgetriebe (25) auf die angetriebenen Räder (15; 15a, b) verteilt wird, dass die Getriebeeinheiten (20a, b) jeweils zwischen dem separaten Verteilgetriebe (25) und dem angetriebenen Rad (15; 15a, b) angeordnet sind, und dass die Getriebeeinheiten (20a, b) im Aufbau identisch sind.
5. Fahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeeinheiten (20a, b) mit den angetriebenen Rädern (15; 15a, b) jeweils zu einer Einheit zusammengefasst sind.
6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerung (22) für die Getriebeeinheiten (20a, b) vorgesehen ist, durch welche die Drehzahl und Drehrichtung der angetriebenen Räder (15; 15a, b) unabhängig voneinander steuerbar ist,
7. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeeinheiten (20a, b) jeweils zwei Hydrostaten (H1a, H2a; H1b, H2b) aufweisen, welche als Pumpe und Motor hydraulisch miteinander verbunden sind und zur Leistungsverzweigung mechanisch über einen Planetentrieb (26a, b) mit dem Antriebsmotor (11) in Verbindung stehen.

CH 701 465 B1

8. Fahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydrostaten (H1a, H2a; H1b, H2b) in Schrägachsen-Bauweise ausgeführt sind.
9. Fahrzeug nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass in den Getriebeeinheiten (20a, b) der erste Hydrostat (H1a, H1b) jeweils als Pumpe betrieben wird und der zweite Hydrostat (H2a, H2b) jeweils als Motor betrieben wird, und dass die Hydrostaten (H1a, H2a; H1b, H2b) als Weitwinkelhydrostaten ausgebildet sind.
10. Fahrzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass in den Getriebeeinheiten (20a, b) der erste Hydrostat (H1a, H1b) jeweils mit dem Hohlrad (36) des Planetentriebs (26a, b) und der zweite Hydrostat (H2a, H2b) mit dem Sonnenrad (37) des Planetentriebs (26a, b) in Eingriff steht, dass die Planetenstege (35) der Planetentriebe (26a, b) jeweils mit einer vom Antriebsmotor (11) kommenden Antriebswelle (19) in Eingriff stehen, und dass der zweite Hydrostat (H2a, H2b) jeweils eine zum angetriebenen Rad (15; 15a, b) führende Abtriebswelle (21a, b) antreibt.
11. Fahrzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Umkehr der Drehrichtung der angetriebenen Räder (15; 15a, b) in den Getriebeeinheiten (20a, b) jeweils eine Wendestufe (27a, b; 30a, b) zwischen dem zweiten Hydrostaten (H2a, H2b) und der Abtriebswelle (21a, b) angeordnet ist.
12. Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass beim Anfahren zunächst die gesamte Leistung über den hydraulischen Zweig der Getriebeeinheiten (20a, b) übertragen wird, und dass mit zunehmender Geschwindigkeit der über den hydraulischen Zweig der Getriebeeinheiten (20a, b) übertragene Anteil der Leistung abnimmt und der über den mechanischen Zweig der Getriebeeinheiten (20a, b) übertragene Anteil der Leistung zunimmt, bis am Ende des Fahrbereichs die gesamte Leistung über den mechanischen Zweig der Getriebeeinheiten (20a, b) übertragen wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Fahrbereich und die Leistungsübertragung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit für die Vorwärtsfahrt und die Rückwärtsfahrt gleich sind.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebeeinheiten (20a, b) jeweils einen ersten, als Pumpe arbeitenden, verschwenkbaren Hydrostaten (H1; H1a, b) und einen zweiten, als Motor arbeitenden, verschwenkbaren Hydrostaten (H2; H2a, b) umfassen, dass beim Anfahren die ersten Hydrostaten (H1; H1a, b) in ihre Ausgangsstellung zurückgeschwenkt und die zweiten Hydrostaten (H2; H2a, b) voll ausgeschwenkt sind, und dass bei der höchsten Fahrgeschwindigkeit am Ende des Fahrbereichs die ersten Hydrostaten (H1; H1a, b) voll ausgeschwenkt und die zweiten Hydrostaten (H2; H2a, b) in ihre Ausgangsstellung zurückgeschwenkt sind.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Wechsel zwischen Vorwärtsfahrt und Rückwärtsfahrt die Drehrichtung am Ausgang der Getriebeeinheiten (20a, b) umgedreht wird.

Fig.1





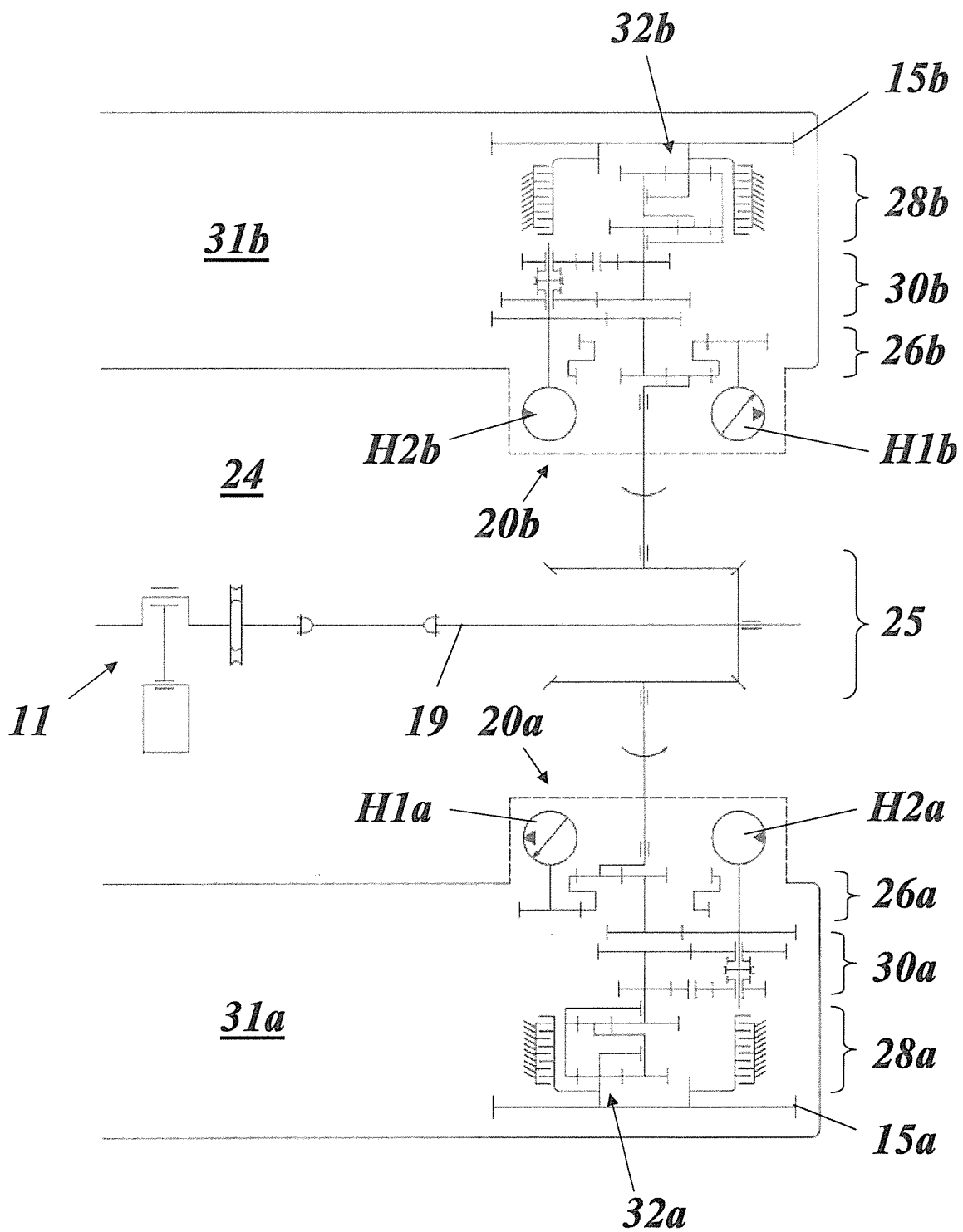


Fig.5

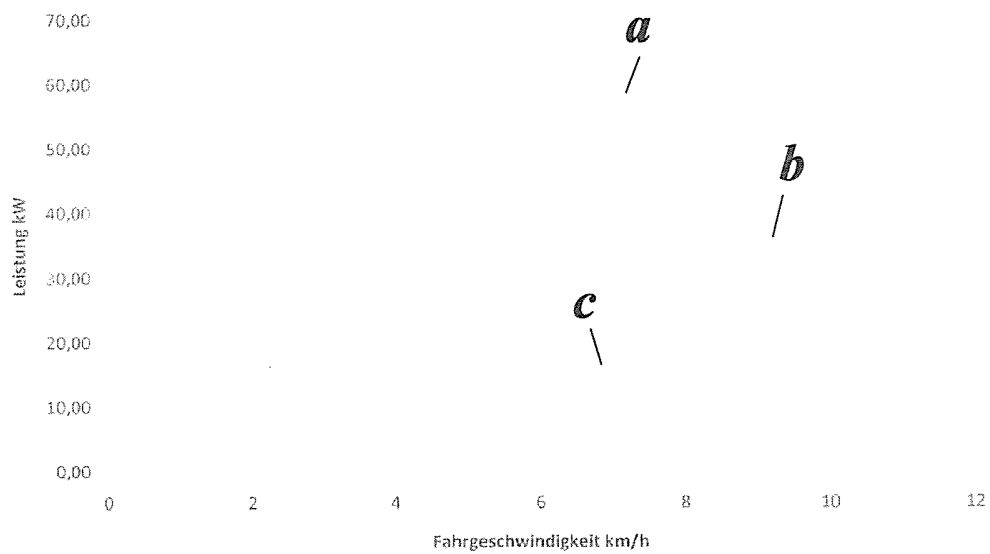


Fig.6

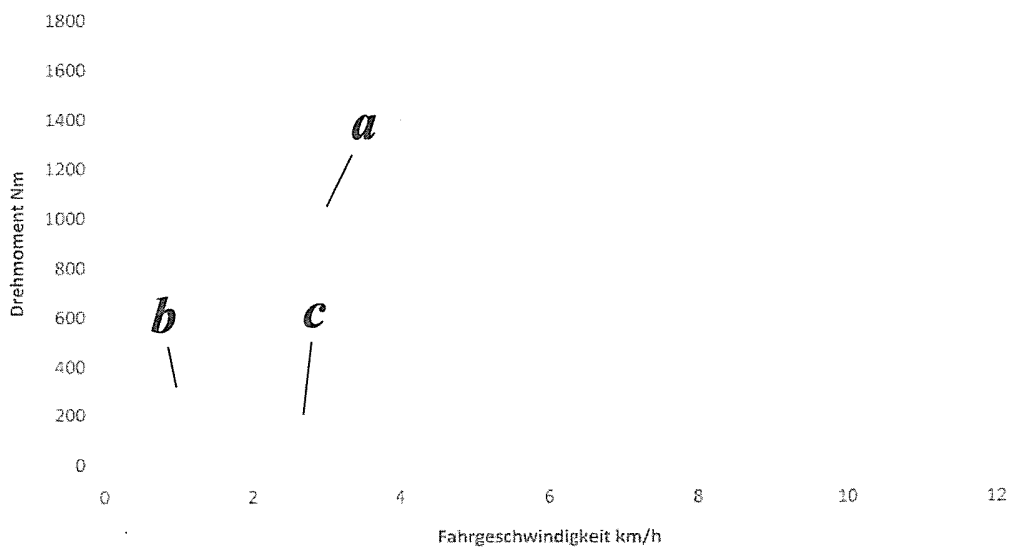


Fig.7

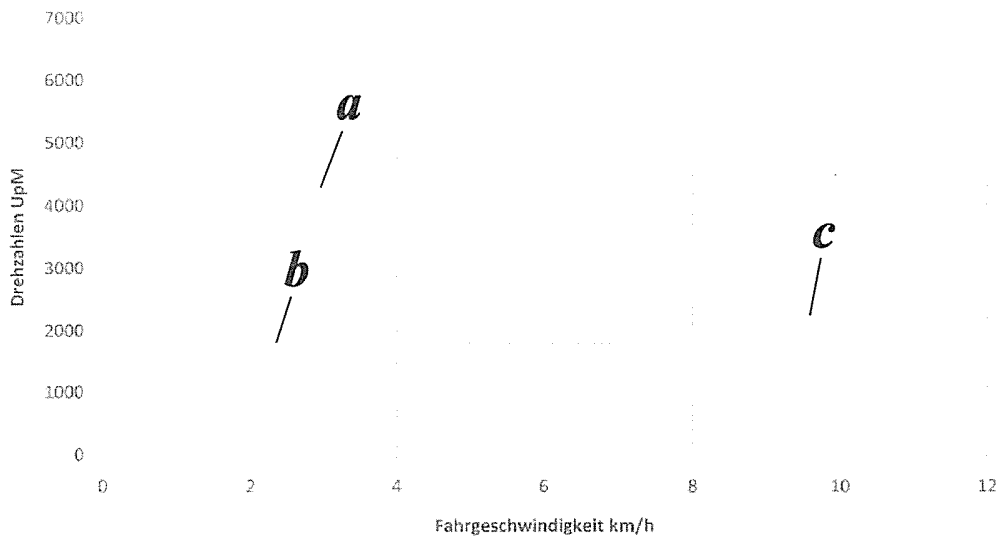


Fig.8

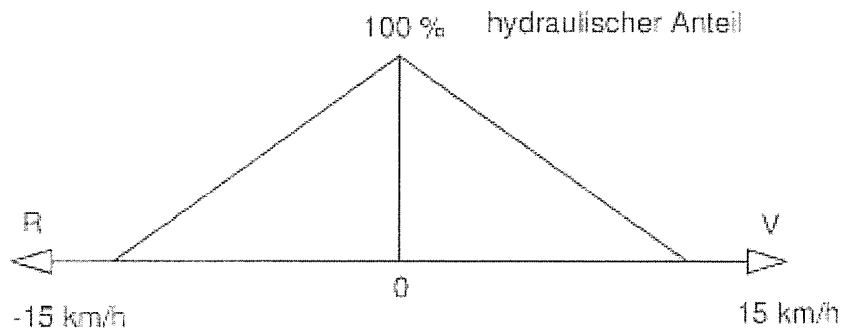


Fig.9

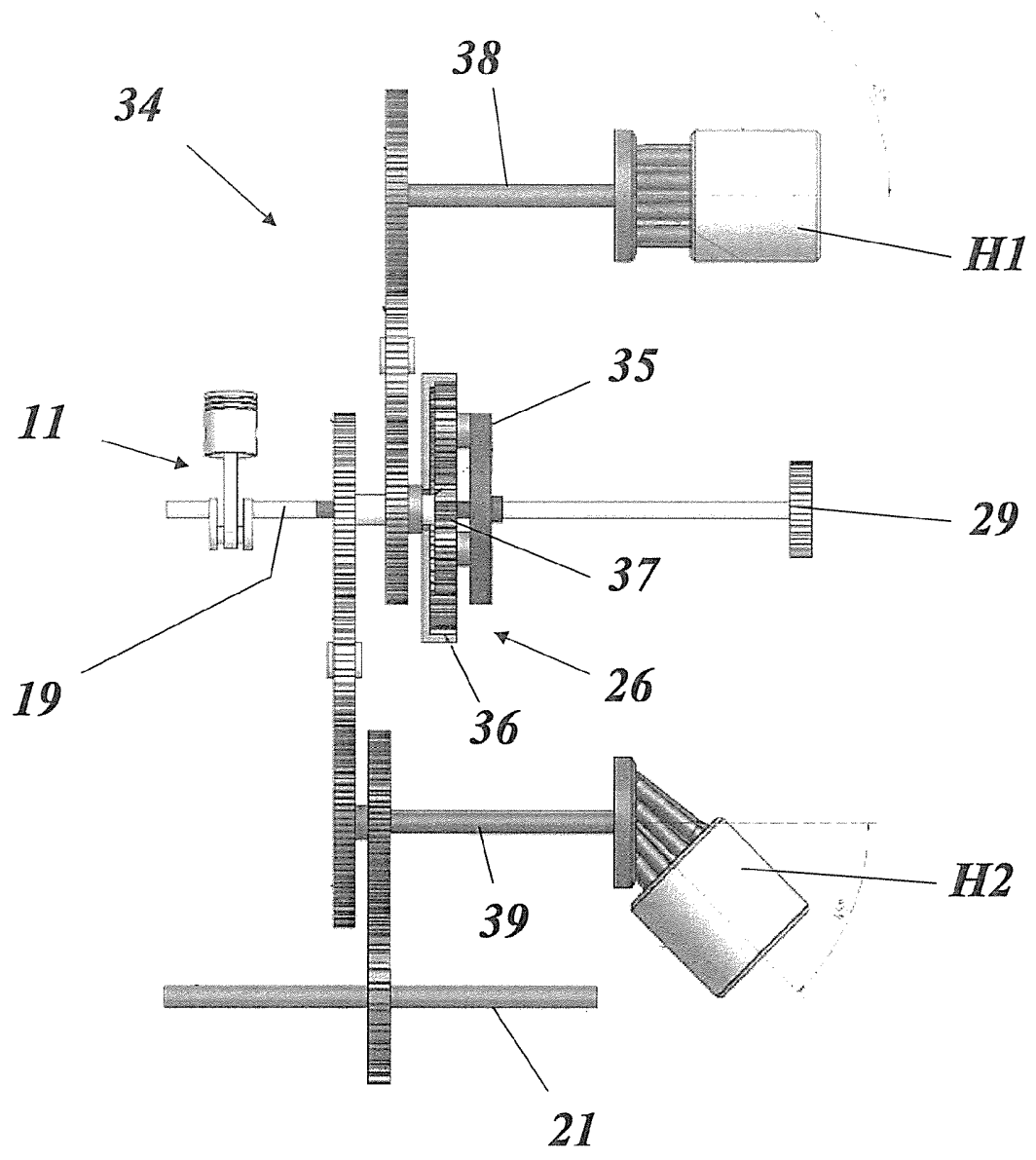


Fig.10

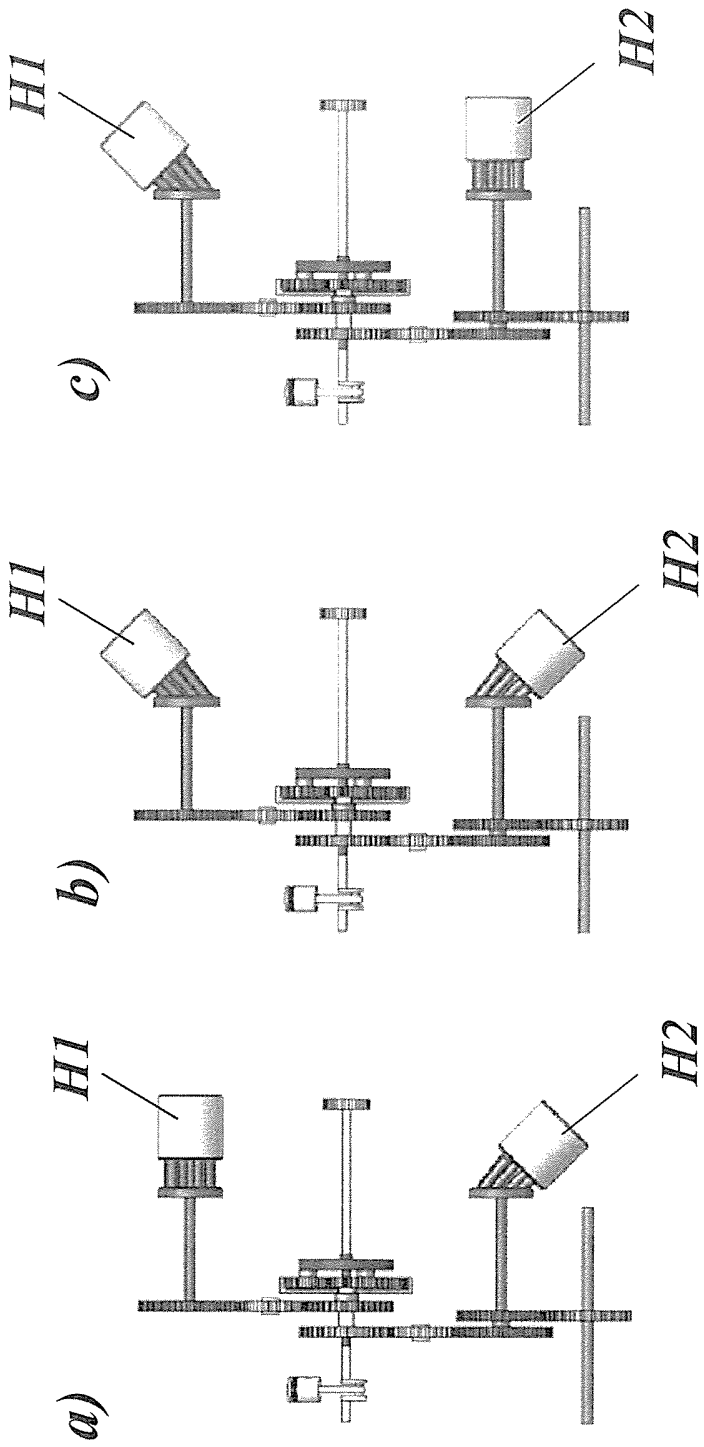


Fig.11