



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 40 10 764 A 1**

51 Int. Cl.⁵:
F 16 H 39/40
B 60 K 17/20
B 60 K 23/04
E 02 F 9/22
// B41F 13/00, B66D
1/08, B66C 13/12,
B21B 35/00, B30B
15/24

21 Aktenzeichen: P 40 10 764.7
22 Anmeldetag: 4. 4. 90
43 Offenlegungstag: 21. 11. 91

DE 40 10 764 A 1

71 Anmelder:
Sartoros, Theodore, Dipl.-Ing., 4006 Erkrath, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches- Differential-Planeten-Getriebe

57 Das erfindungsgemäße RDHDPG ist als automatisches selbstsperrendes KFZ-Differential u./o. als "hydraulische Achse" mit einer Antriebswelle S und zwei absolut gleichlaufenden Abtriebswellen A und C für stationäre Industrie-Anlagen konzipiert.

Es besteht, im Gegensatz zu den bekannten Zahnrad-Differentials, ausschließlich und nur aus zwei Verdrängereinheiten der Schrägscheiben- oder Schrägachsen-Bauweise, welche wellenmäßig so gebildet, mechanisch so gekoppelt und hydraulisch so miteinander geschaltet sind, daß die Stegwelle als Antrieb und die zwei Einzelwellen, mit den KFZ-Rädern verbunden, als Abtriebswellen funktionieren, und sämtliche Gesetzmäßigkeiten der Zahnrad-Differentials aufweist bzw. erfüllt (Funktion als starre Achse auf geradlinigen Straßen mit uniformer Bodenhaftung oder Differentialfunktion in Kurven) und zusätzlich durch vom Computer gesteuerte Strom-Druck-Regelventile die relative Drehzahl bzw. den sogenannten Sperrwert der Abtriebsräder untereinander stufenlos bis zum Synchron-Umlauf mit der Abtriebswelle regeln kann, so daß kein "Spin-Effekt" entsteht, wenn die Räder einer Achse auf Boden mit unterschiedlicher Bodenhaftung stehen oder rollen und zusätzlich das mit der Stegwelle eingeleitete Drehmoment auf die Räder quantitativ so verteilt wird, wie dies von der Bodenhaftung jedes Rades möglich und übertragbar ist.

DE 40 10 764 A 1

Das erfindungsgemäße Regelbare-Dreiwellen-Hygrostatische-Differential-Planeten-Getriebe, abgekürzt RDHDPG, bestehend aus zwei räumlich nebeneinander oder räumlich getrennt voneinander angeordneten Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) mit konstantem oder verstellbarem Schluckvolumen der Gattung der Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe- oder Schrägachse-Bauweise, wellenmäßig so gebildet, daß jede Verdrängereinheit zwei Wellen (1) und (6) aufweist und letztere mechanisch so miteinander gekoppelt sind, daß drei (A, S, C) drehbar gelagerte Wellen entstehen, wovon die gemeinsame Stegwelle S als Antriebswelle und die anderen zwei Einzelwellen A und C als Abtriebswellen verwendet werden und die Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) mittels Kanälen (10, 11) hydraulisch so miteinander geschaltet und verbunden sind, daß ein zwischen beiden Verdrängereinheiten mit Flüssigkeit gefüllter und geschlossener Kreislauf entsteht und beim Antreiben mittels der Stegwelle S die Einzelwellen A und C in synchroner Rotation mit gleicher Drehrichtung wie S in Drehung versetzt werden, ist als automatisches selbstsperrendes KFZ-Differential und/oder als "hydraulische Achse" mit gleichlaufenden 2-Abtriebswellen für Industrie-Stationäre-Anlagen konzipiert.

Stand der Technik

Hygrostatische-Zweiwellen-Planeten-Getriebe mit verstellbaren Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe-Bauweise sind bereits seit 1907 von Franzosen Louis Renault DRP 222 301 bekannt [1].

Umfangreiche Konstruktionen von Zweiwellen-Hygrostatischen-Getrieben mit innerer Leistungsverzweigung und verstellbaren Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe-Bauweise entwickelte der Italiener Badalini; in Deutschland sind seine Konstruktionen unter dem Warennamen HYVARI [2] und IDROVAR bekannt geworden. Spätere umfassende Arbeiten von Molly [3] offenbaren die Schwierigkeiten der Zuordnung der Zweiwellen-Hygrostatischen-Getrieben mit innerer Leistungsverzweigung. Erst im Jahr 1970 mit den Veröffentlichungen von H. W. Müller [5] wurden die Zweiwellen-Hygrostatischen-Getriebe mit innerer Leistungsverzweigung den Planeten-Getrieben zugeordnet. Aus diesem wissenschaftlichen Hintergrund wird in dieser Patentschrift von "Dreiwellen-Hygrostatischen-Differential-Planeten-Getrieben" berichtet, damit die Abgrenzung zu den Zweiwellen-Hygrostatischen- und zu den Dreiwellen-Mechanischen-Zahnrad-Planeten-Getrieben deutlicher wird.

In den einfachen Zahnrad-Planeten-Getrieben der Planetenträger ist der sogenannte "Steg".

In den bekannten Zweiwellen-hygrostatischen-Planeten-Getrieben werden statt Zahnräder nur zwei Verdrängereinheiten, üblicherweise Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe-Bauweise verwendet und miteinander mechanisch und hydraulisch gekoppelt; diese mechanisch gekoppelten und drehbar gelagerten Bauteile der einen Verdrängereinheit mit Bauteilen der anderen Verdrängereinheit bilden, unabhängig von der zugewiesenen Antriebs- oder Abtriebsfunktion, den "Steg" des somit entstandenen Hygrostatischen-Planeten-Getriebes.

Somit haben alle (bis auf wenige Ausnahmen) die von H. W. Müller [5] für Zahnrad-Planeten-Getriebe aufgezeigten Gesetzmäßigkeiten auch für die Hygrostatischen-Planeten-Getriebe allgemeine Gültigkeit.

Badalini wie alle anderen Erfinder (Ebert, Molly, Allgaier, Mannesmann-Meer, Sundstrand etc.) entwickelten hygrostatische-Planeten-Getriebe nur als Zweiwellen-Getriebe mit je einer Antriebs- und Abtriebswelle, und zwar als Stufenloses-Getriebe zwischen Verbrennungsmotor und Rädern für KFZ- und Mobil-Anwendungen bzw. zwischen Elektromotor und Verbraucher. In den bekannten Konstruktionen waren Pumpe und Hygromotor in einem gemeinsamen Außengehäuse, welches auch als Flüssigkeitsbehälter diente, untergebracht. Zur Bildung des Steges ist öfters die Schrägscheibe der Pumpe mit der Zylindertrommel des Hygromotors mechanisch verbunden, während die Schrägscheibe des Hygromotors mit dem Außengehäuse fixiert war; seltener ist die Schrägscheibe der Pumpe mit der Schrägscheibe des Hygromotors mechanisch verbunden, während die Zylindertrommel des Hygromotors mit dem Außengehäuse fixiert war. In allen o. g. Fällen diente das Zweiwellen-Hygrostatische-Planeten-Getriebe als Untersetzungsgetriebe (Übersetzung ins Langsame), und der "Steg" war immer mit der Abtriebswelle verbunden; die dritte Welle war immer fixiert.

Hygrostatische-Dreiwellen-Differential-Planeten-Getriebe mit drei rotierenden Wellen sind bis heute nicht bekannt.

Die hygrostatischen Antriebskonzepte für mobile Fahrzeuge (Erdbewegungs-, Land-, Baumaschinen etc.) von früher und heute realisieren die Zweiwellen-hygrostatischen-Getriebe, sind aber keine Planeten-Getriebe und auch keine Differential-Getriebe.

Von mechanischen selbstsperrenden — aber nicht regelbaren — Dreiwellen-Differential-Planeten-Getrieben gibt J. Loomann [6] in seinem Buch einen umfassenden Überblick; er erläutert ebenfalls den Mechanismus der selbstsperrenden-mechanischen-Differential-Getriebe und stellt die unüberwindbaren Möglichkeitengrenzen der mechanischen Systeme fest.

Es fehlt also bisher ein stufenlos Regelbares-Dreiwellen-Differential-Planeten-Getriebe, welches in der Lage ist, sowohl in Richtung "Räder miteinander sperren", als auch in Richtung "Räder entsperren" in beiden Fahrtrichtungen des Fahrzeuges regelbar oder sogar von einem Bord-Computer diese Funktion im ganzen Regelbereich der "Sperrung/Entsperrung" gesteuert, zu realisieren.

Die Notwendigkeit, im Mobilbereich den Fahrer zu entlasten und gleichzeitig die Fahrsicherheit zu erhöhen bzw. einen nach der Bodenhaftung der Räder genau vorprogrammierten Sperrwert zu realisieren, damit die Räder nicht "spinnen", ist seit eh und je der Wunsch von Fahrern und KFZ-Herstellern gleichermaßen.

In Industrie-Anlagen, z. B. Walzwerkbau, Pressenbau oder Hebebühnenbau ist die Forderung an dem hygrostatischen System nach absolutem Gleichlauf von zwei angetriebenen Walzen, Preßzylindern oder Hebestangen mit erheblichen Kosten und Leistungsverlusten verbunden.

Im Kranbau werden heute für den Gleichlauf der Kranräder Mechanische-Überlagerungs-Dreiwellen-Planeten-Getriebe mit zwei von polumschaltbaren Elektromotoren angetriebenen Wellen und somit mit erheblichem Gewicht und großem Raumbedarf realisiert.

Aufgabenstellung

Die Erfindung stellt sich zur Aufgabe, ein Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planetenge-

triebe zu realisieren, welches all den Forderungen nach Minimierung des Gewichtes und des Raumbedarfes, nach Kosten und energiesparender Konstruktion, nach feinfühligere Regelung des Sperrwertes der Räder eines KFZ, nach mehr Komfort und Fahrsicherheit der KFZ mit einfachen Verdrängereinheiten und Regeleinrichtungen gerecht wird.

Das Regelbare-Dreiwellen-Hygrostatische-Differential-Planeten-Getriebe soll das eingeleitete Drehmoment und Leistung gleichmäßig auf die zwei Abtriebswellen A und C verteilen bzw. eine geregelte Drehmoment-Verteilung auf A und C verwirklichen können und Abweichungen von diesem Verhältniswert automatisch korrigieren. Bezweckt ist also, den Unregelmäßigkeiten der Bodenhaftung bei den Fahrzeug- und Kranrädern und deren "Durchrutschern" wirksam, rechtzeitig und mit einfachen Mitteln entgegenzuwirken; andererseits soll das RDHDPG in der Lage sein, kleine relative Drehzahl-Unterschiede zwischen den Abtriebswellen A und C, wie sie mit Fahrzeugen beim Kurvenfahren auftreten, leichtgängig zu ermöglichen; das RDHDPG soll ebenfalls dieselben Eigenschaften beim Rechts- und Linkslauf der Antriebswelle S nachweisen.

Das RDHDPG soll ebenfalls eine "hydraulische Achse" mit absolut und automatisch balancierenden gleichlaufenden 2-Abtriebswellen verwirklichen, wie es im Pressenbau, Bühnenbau bzw. Hebe- und Senk-Vorrichtungen, Druckmaschinen, Walzwerkbau, Schiffbau, Werkzeugmaschinen u. v. a., Anwendungsfällen erforderlich ist.

Erfindungsgemäße Ausführung und Erläuterungen

Die erfindungsgemäße Ausführung wird anhand des Bildes Nr. 1 erläutert.

Es zeigt in vereinfachter Weise die wesentlichen Teile der Erfindung, so wie sie gebildet, gekoppelt und geschaltet und in einem KFZ-Differential verwendet werden.

Die Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) sind gleiche Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe-Bauweise und bestehen im wesentlichen aus den gleichen, nachstehend aufgelisteten Bauteilen:

- (1) (Abtriebs)welle,
- (2) Schrägscheibe,
- (3) Verdrängerkolben,
- (4) Zylindertrommel,
- (5) Steuerspiegel,
- (6) (Antriebs)welle,
- (7) Mechanismus zur Verstellung der Winkellage der Schrägscheibe,
- (8) Gehäuse,
- (9) Fahrzeuggestell,
- (10, 11) Kanäle.

Die (Abtriebs)welle (1) der Verdrängereinheit VE(I) ist mittels einer Verlängerungswelle A mit dem im Bild linken Rad (14) des Fahrzeuges sowie die (Abtriebs)welle (1) der Verdrängereinheit VE(II) mittels einer Verlängerungswelle C mit dem rechten Rad (14) des Fahrzeuges verbunden. Die im Bilde linke Schrägscheibe (2) der Verdrängereinheit VE(I) ist mit der Abtriebswelle A mechanisch fest verbunden und drehen sich gemeinsam wie ein Bauteil. Die rechte Schwenkscheibe (2) der Verdrängereinheit VE(II) ist mit der Welle C mechanisch

verbunden und drehen sich gemeinsam wie ein Bauteil. Wellen A und C werden "Einzelwellen" genannt. Der Steuerspiegel (5) jeder Verdrängereinheit ist drehbar und mit der Schrägscheibe (2) und (Abtriebs)welle (1) fest verbunden.

Die Anzahl der Verdrängerkolben (3) jeder Verdrängereinheit VE beträgt üblicherweise zwischen 5-15, und bei einer Rotation der Zylindertrommel (4) bewegen sie sich axial hin und her innerhalb der Bohrungen der Zylindertrommel (4), während sie mit ihrem freien Ende immer in Kontakt mit der Schrägscheibe (2) bleiben.

An diesen Berührungsstellen, vor allem, wenn die Verdränger-Kolben (3) gegen die Schrägscheibe (2) mit hohem statischem Druck angedrückt werden, entstehen Aktions- und Reaktionskräfte und letztere versuchen bei rotierender Zylindertrommel (4) die Schrägscheibe (2) mit deren (Abtriebs)welle (1) in Rotation zu versetzen. Die (Antriebs)welle (6) der Verdrängereinheit VE(I) ist mit der (Antriebs)welle (6) der Verdrängereinheit VE(II) mittels einer gemeinsamen Welle S mechanisch fest verbunden und werden von dieser gemeinsamen Welle, sogenannte "Stegwelle", gleichzeitig angetrieben.

Die Zylindertrommel (4) jeder Verdrängereinheit ist mit der (Antriebs)welle (6) mechanisch fest verbunden und drehen sich gemeinsam und synchron.

Diese mechanisch gekoppelten (Antriebs)wellen (6) und Zylindertrommeln (4) der Verdrängereinheiten bilden die sogenannte "Stegwelle" S des (nach der hydraulischen Schaltung entstehenden) Hygrostatischen-Differential-Planeten-Getriebes.

Die halbe Anzahl der Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten, die in Berührung mit der Hälfte der schiefen Ebene der Schrägscheibe (2) ist und sich hinter dem Bildblatt befindet, ist mittels hydraulischer Kanäle (10) Bohrungen, Rohrleitungen, Schläuche), genannt (HDK), hydraulisch kommunizierend bzw. miteinander geschaltet und verbunden.

Die restliche Anzahl der Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II), die in Berührung mit der anderen Hälfte der schiefen Ebene der Schrägscheibe (2) ist, welche sich vor dem Bildblatt befindet, ist ebenfalls mittels hydraulischer Kanäle (11) (NDK) hydraulisch kommunizierend bzw. miteinander geschaltet und verbunden.

Das damit entstandene Gerät ist ein Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe und erfüllt die Gesetzmäßigkeiten der bekannten Zahnrad-Differential-Getriebe.

Damit es zusätzlich noch regelbar wird, sind in einem oder beiden hydraulischen Kanälen (HDK) und/oder (NDK) Regelventile (12) und/oder (13) angeordnet.

Die Funktion des Regelbaren-Dreiwellen-Hygrostatischen-Differential-Planeten-Getriebes wird aus folgender Schilderung deutlich:

Bei antreibender Stegwelle S und geradliniger Bewegung des Fahrzeuges auf Straßen (15) mit gleicher Bodenhaftung der Räder (14) links und rechts, bleibt die Flüssigkeit des RDHDPG in der Hochdruckzone (HDZ) beider Verdrängereinheiten und im Hochdruckkanal (HDK) (10) wie eine erstarrte Säule stehen, also fließt nicht, und drückt die Hälfte der Verdrängerkolben (3) jeder Verdrängereinheit gegen die Schrägscheibe (2) so stark an, daß die Schrägscheiben (2) mit den Abtriebswellen A und C und den Rädern links und rechts in synchrone Rotation mit Stegwelle S und Zylindertrommeln (4) versetzt werden.

In diesem Zustand verteilen sich das eingeleitete

Drehmoment und Leistung gleichmäßig auf die Abtriebswellen und Räder A und C.

Die eingespannte Flüssigkeit wirkt in diesem Zustand wie ein Balken; Zylindertrommeln und Schrägscheiben machen in diesem Zustand keine relative Bewegung zueinander oder zum Steg; Antriebs- und Abtriebselemente laufen synchron wie ein Block um (Zustand der starren Achse, $Q = 0$).

Bei einer Kurve müssen die zum Zentrum der Kurve näherliegenden Räder langsamer und die außenstehenden Räder schneller laufen. Das wird mittels einer relativen Drehbewegung der Abtriebs-Schrägscheiben (2) zu den antreibenden Zylindertrommeln (4) der Verdrängereinheiten des RDHDPG erreicht in dem Sinne, daß durch diese relative Drehbewegung der Teile zueinander, die eine Verdrängereinheit mit dem sich — im Kurveninneren — verlangsamen Rad anfängt, als Pumpe zu funktionieren, während die andere Verdrängereinheit mit dem sich — im Kurvenäußeren — beschleunigenden Rad als Hygromotor zu funktionieren beginnt.

Die Schrägscheibe (2) der als Pumpe arbeitenden Verdrängereinheit macht eine zur Stegwelle S gegen-sinnige Drehbewegung, und die Schrägscheibe (2) der als Hygromotor arbeitenden Verdrängereinheit führt eine zur Stegwelle S gleichsinnige Drehbewegung aus. Es entsteht also ein geschlossener Kreislauf mit fließender Flüssigkeit $Q \neq 0$ von der Pumpe zum Hygromotor und vom Auslauf des Hygromotors durch den hydrau-lischen Kanal (NDK) (11) und durch das Regelventil (13) zum Einlauf der Pumpe zurück. Die von der Pumpe gelieferte Fördermenge bzw. die im Kreislauf umkreisende Flüssigkeitsmenge Q ist direkt proportional dem Drehzahl-Unterschied zwischen Abtriebswelle A und Stegwelle S bzw. zwischen Abtriebswelle C und Stegwelle S, bzw. dem Unterschied der Kurvenradien.

In diesem Zustand arbeitet das RDHDPG wie jedes mechanische Differential-Getriebe. Das erfindungsgemäße RDHDPG gestattet also leichtgängig kleine Drehzahl-Unterschiede zwischen den Abtriebswellen A und C bzw. zwischen den damit verbundenen Rädern (Differential-Achse).

Die Regelbarkeit der Drehzahl-Unterschiede der Räder wird folgendermaßen erreicht:

Übersteigt der Drehzahl-Unterschied der linken und rechten Räder einen vorgegebenen Grenzwert, dann interveniert, vom Bord-Computer gesteuert, das Regelventil (13) oder das Regelventil (12) oder beide zusammen.

Durch die Regelung der/des Ventile(s) (13) oder (12) wird der zwischen Pumpe und Hygromotor und vom Hygromotor zur Pumpe umkreisende Flüssigkeitsstrom Q gebremst und verlangsamt, bis der Drehzahl-Unterschied der Abtriebswellen A und C den vorprogrammierten Sperrwert erreicht hat.

Wird ein Regelventil völlig zugeschlossen, dann bleibt die Flüssigkeit wie erstarrt stehen, sie kann also nicht fließen ($Q = 0$).

Die Zylindertrommeln (4) und Schrägscheiben (2) beider Verdrängereinheiten werden miteinander blockiert und die Stegwelle S mit beiden Abtriebswellen A und C und den Rädern (14) links und rechts laufen wie ein Block um (starre Achse).

Dadurch wird eine feinfühligere Regelung des Sperrwertes von Sperrwert Null bis Sperrwert eins (= 1) erreicht.

In Bild Nr. 2 ist die zweite Ausführung des erfindungsgemäßen Regelbaren-Dreiwellen-Hygrostatistisches-Differential-Planeten-Getriebes gezeigt.

Die gemeinsame Stegwelle S treibt jetzt die Schrägscheiben (2) beider Verdrängereinheiten an, während die Zylindertrommel (4) jeder Verdrängereinheit mit je einer Abtriebswelle A bzw. C verbunden ist (Umkehrung des Konstruktionsprinzips zur Bildung der Stegwelle und der Einzelwellen).

In Bild Nr. 3 wird die Umkehrung der zugeteilten An- und Abtriebsfunktion der drei Wellen (A, S, C) des erfindungsgemäßen Regelbaren-Hygrostatistisches-Überlagerungsgetriebes beschrieben:

Jede Einzelwelle A und C ist von einem (Verbrennungs- oder Elektro-)Motor angetrieben, und die Stegwelle ist jetzt die einzige Abtriebswelle des Gerätes (Überlagerungsgetriebe). Auf die Stegwelle addieren sich oder subtrahieren sich die zwei von den Einzelwellen A und C bedingten Drehzahlen und Leistungen. Mit diesem Antriebskonzept wird stufenlos die Drehzahl der Abtriebswelle S in beiden Fahrtrichtungen geregelt.

Zu der Schraffierung der Bauteile sei folgendes vermerkt:

Antriebsteile haben Schraffur von links oben nach rechts unten,

Abtriebsteile haben Schraffur von links unten nach rechts oben // // //,

Fahrgestell und fixe Bauteile Schraffur kreuzweise $\times \times \times \times$.

Nachstehend einige Erläuterungen zu dem erfindungsgemäßen Regelbaren-Hygrostatistisches-Dreiwellen-Differential-Planeten-Getriebe nach Bild Nr. 3:

Zuerst sei angenommen, daß der im Bild Nr. 3 rechte Elektromotor (18) stillsteht und mittels einer Bremse (19) die Welle C mit der Schrägscheibe (2) und dem Steuerspiegel (5) der Verdrängereinheit VE(II) festgehalten werden, während der linke Elektromotor (18) mit Schrägscheibe (2) und Steuerspiegel (5) der Verdrängereinheit VE(I) sich drehen.

Vorausgesetzt, daß die zwei Schrägscheiben (2) der Verdrängereinheiten den gleichen Schrägewinkel aufweisen und die hydrau-lische Schaltung wie vorher noch beschrieben ist, wonach sich ein Differential-Getriebe mit negativer Übersetzung ergibt, arbeitet das RDHDPG in diesem Falle als Zweiwellen-Untersetzungs-Planeten-Getriebe und realisiert die innere Leistungsverzweigung. Darunter ist gemeint, daß die vom Elektromotor (18) in Verdrängereinheit VE(I) eingeführte Leistung sich intern verteilt in zwei Komponenten. Der erste Leistungsanteil, die sogenannte "Kupplungsleistung", fließt verlustfrei von Welle A zu Stegwelle S, während der restliche Leistungsanteil, die sogenannte "hydrau-lische Energie", verlustbehaftet in Form eines Förderstromes Q von der VE(I) zur VE(II) hin und zurück fließt.

Die erreichbare Untersetzung ist $i_{1S} = (1 - \Delta)$, wo Δ das jeweilige eingestellte Verhältnis der Schluckvolumen der Verdrängereinheiten darstellt. Je größer das Schluckvolumen der VE(II) gegenüber dem Schluckvolumen der antreibenden VE(I) ist, desto größer ist die Untersetzung und desto kleiner der Anteil der Kupplungsleistung und umgekehrt. Haben beide Schrägscheiben den gleichen Schrägewinkel, dann fließt jeweils 50% als Kupplungsleistung und 50% als hydrau-lische Leistung bei einer Übersetzung ins Langsame $i_{1S} = +2$, wobei RDHDPG einen erheblich besseren Wirkungsgrad als Standgetriebe aufweist. Die Drehzahl der Abtriebswelle S kann noch mittels Einschalten des anderen Elektromotors in Richtung "langsamer" oder "schneller" beeinflusst werden.

Die aufgeführten Gesetzmäßigkeiten der Zahnrad-

Differential-Getriebe und der Hygrostaten-Differential-Planeten-Getriebe sind nach wie vor voll erfüllt, wenn in dem erfindungsgemäße RDHDPG die starre Stegwelle durch synchrone Zahnradriemen oder Ketten (20) ersetzt wird (Bild 4) (Bildung einer synchronen und flexiblen Stegwelle). Die flexiblen, aber synchron antreibenden Riemen oder Ketten verleihen dem hygrostaten-Differential-Planeten-Getriebe in Split-Bauweise erhebliche Platzierungsvorteile gegenüber dem starren mechanischen Differential. Diese Vorteile gewinnen eine besondere wirtschaftliche Bedeutung überall dort, wo die Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) weit voneinander und in verschiedenen Ebenen angeordnet werden müßten, wie z. B. Druckmaschinen und Kran- und Windebau, etc.

Literatur und Quellennachweis

- [1] DRP 222 301
 [2] HYVARI: Hydraulische Fibel; Firmenschrift der Fa. A. Fr. FLENDER AG, Bocholt/NRW
 [3] MOLLY, Hans: Die Leistungsverzweigung in hygrostaten Fahrzeuggetrieben, deren Anwendung und Regelung, Ölhydraulik-Pneumatik 13 (1969), Nr. 5, S. 215—225
 [4] ALLGAIER: Stufenlos regelbare hygrostatische Getriebe mit innerer Leistungsverzweigung, Firmenschrift der ALLGAIER-WERKE GmbH in 7336 Uhingen
 [5] MÜLLER, H.-W.: Die Umlaufgetriebe, Springer Verlag, Aug. 1971
 [6] LOOMAN, Johannes: Zahnrad Getriebe, Springer Verlag, zweite Auflage 1988, Kapitel: Selbstsperrdifferential S. 349—390
 [7] WIEDMANN, L.: Selbstsperrende Differentiale für Kraftfahrzeuge, Automobil-Industrie 5 (1960), S. 39—45
 [8] GANS, H.; SCHÖPF, H.-J.: ASD, ASR und 4 MATIC: Drei Systeme im "Konzept aktive Sicherheit" von Daimler-Benz, ATZ 88 (1986), S. 273—284 und S. 345—349
 [9] DBP 10 68 078
 [10] DBP 10 13 531
 [11] DBP 10 31 144
 [12] DBP 11 24 369
 [13] DBP 15 50 879
 [14] Europa-Patent 01 03 026
 [15] Europa-Patent-Anmeldung 02 65 333
 [16] LANGENBECK, K.; KÖRNER, T.: Hygrostatische Selbstsperrende Stirnrad Differential, VDI-Zeitschrift; Spezial I/89 März, Seite 26—31, VDI-Verlag Düsseldorf

Patentansprüche

1. Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe, bestehend aus zwei räumlich nebeneinander oder räumlich getrennt voneinander angeordneten Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) mit konstantem oder verstellbarem Schluckvolumen der Gattung Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibe- oder Schrägachse-Bauweise, wellenmäßig so gebildet, daß jede Verdrängereinheit zwei Wellen (1) und (6) aufweist und letztere mechanisch so miteinander gekoppelt, daß drei (A, S, C) drehbar gelagerte Wellen entstehen, wovon die gemeinsame Stegwelle S als Antriebswelle und die anderen zwei Einzelwellen A und C als Abtriebswellen verwendet werden und die Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) mittels Kanälen

(10, 11) hydraulisch so miteinander geschaltet und verbunden sind, daß ein zwischen beiden Verdrängereinheiten mit Flüssigkeit gefüllter und geschlossener Kreislauf entsteht und beim Antreiben mittels der Stegwelle S die Einzelwellen A und C in synchroner Rotation und gleicher Drehrichtung wie S in Drehung versetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß

a) die (Antriebs)welle (6) und die drehbar gelagerte Zylindertrommel (4) der Verdrängereinheit VE(I) mit der (Antriebs)welle (6) und die drehbar gelagerte Zylindertrommel (4) der Verdrängereinheit VE(II) mechanisch mittels einer gemeinsamen Welle S fest miteinander verbunden sind und diese gemeinsame Stegwelle S die Zylindertrommeln (4) beider Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) synchron antreibt.

b) Die Einzelteile der Verdrängereinheit VE(I), und zwar die Schrägscheibe (2), der Steuerspiegel (5) und die (Abtriebs)welle (1) sind mechanisch fest miteinander verbunden und stehen und drehen gemeinsam wie ein einziges Bauteil (Bildung der Welle A).

c) Die Einzelteile der Verdrängereinheit VE(II), und zwar die Schrägscheibe (2), der Steuerspiegel (5) und die (Abtriebs)welle (1) sind mechanisch fest miteinander verbunden und stehen und drehen sich gemeinsam wie ein einziges Bauteil (Bildung der Welle C).

d) Die halbe Anzahl der Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten, die in Berührung mit der Hälfte der schiefen Ebene der Schrägscheibe (2) sind, welche sich hinter dem Querschnitt (= Bildblatt) befinden, sind mittels hydraulischer Kanäle (10) (Bohrungen, Rohrleitungen, Schläuchen) = (HDK) miteinander kommunizierend und hydraulisch miteinander geschaltet, während die restliche Anzahl der Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II), die in Berührung mit der Hälfte der schiefen Ebene der Schrägscheibe (2) sind, welche sich vor dem Querschnitt (= Bildblatt) befinden, sind mittels hydraulischer Kanäle (NDK) (11) miteinander kommunizierend und hydraulisch miteinander geschaltet, so daß insgesamt ein mit Flüssigkeit gefüllter und geschlossener Kreislauf entsteht.

e) In der Leitung des hydraulischen Kanales (NDK) (11) sitzt ein Regelventil (13) und in der Leitung des hydraulischen Kanales (HDK) (10) befindet sich ebenfalls ein Regelventil (12), welche Ventile, hydraulisch oder elektromechanisch oder elektronisch von einem Computer einzeln oder gemeinsam, bei antreibender Stegwelle S, erst dann, wenn die Abtriebswellen A und C unterschiedliche Drehzahlen aufweisen, geregelt werden in dem Sinne, daß deren Durchflußöffnung stufenlos verkleinert oder vergrößert wird bzw. der Stromwiderstand und Durchfluß stufenlos erhöht oder verringert wird und somit die unterschiedlichen Drehzahlen aufweisenden Abtriebswellen A und C bis zum Synchron-Umlauf mit der Stegwelle S geregelt werden (Achse mit Differential-Funktion und regelbarem Sperrwert).

f) Die zwei Schrägscheiben (2) der Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) liegen so schräg zu

deren Verbindungsachse und zueinander und beide Verdrängereinheiten sind hydraulisch so miteinander geschaltet und verbunden, daß beim Starten und Antreiben mittels der gemeinsamen Stegwelle S und bei gleichen Abtriebsmomenten an den Wellen A und C, die Druckflüssigkeit im Hochdruckkanal (HDK) (10) und in den Hochdruckzonen (HDZ) der Verdrängereinheiten auch bei ganz geöffneten Regelventilen (12) und (13) nicht fließen kann, sie wirkt also wie ein starrer Balken, und diese Flüssigkeitssäule die halbe Anzahl der sich hinter dem Querschnitt (= Bildblatt) befindenden Verdrängerkolben (3) jeder Verdrängereinheit gegen deren Schrägscheiben (2) so stark andrückt, daß die Schrägscheiben (2) mit deren Steuerspiegeln (5) und deren (Abtriebs)wellen (1) bzw. (Abtriebs)wellen A und C in synchroner mit der antreibenden Stegwelle S und in gleicher Dreh- und Umlaufbewegung versetzt werden, während die restliche Anzahl der sich vor dem Querschnitt (= Bildblatt) befindenden Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten, die mittels des hydraulischen Kanals (NDK) (11) verbunden sind, völlig drucklos und entspannt bleiben (starre Achse).

g) Die hydraulische Schaltung der Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) ist so gewählt, daß bei festgehaltener Stegwelle S, wenn die Einzelwelle z. B. A in beliebig definierter positiver Drehrichtung gedreht wird, sich die andere Einzelwelle C dreht mit genau der gleichen Drehzahl, aber in negativer Drehrichtung d. h., die eine Verdrängereinheit mit der Einzelwelle A als Pumpe arbeitet und eine Fördermenge Q durch den entsprechenden Kanal an die andere als Hygromotor arbeitende Verdrängereinheit mit der Einzelwelle C liefert und in umgekehrter Drehrichtung zur Pumpe in Drehung versetzt (Differential mit negativer Übersetzung). Wird bei der vorherigen Schilderung eine positive Drehung der Stegwelle S überlagert, dann führen die zwei Abtriebswellen A und C die algebraische Summe der überlagerten Drehbewegungen aus, bis durch die Regelventile (12), (13) der Strom Q zwischen den zwei Verdrängereinheiten umlaufenden Flüssigkeit geregelt oder ganz unterbrochen wird.

h) Die hydraulische Schaltung der Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) ist so gewählt, daß nur bei Änderung der Drehrichtung der antreibenden Stegwelle S die Hoch- und Niederdruckkanäle (HDK) und (NDK) ihre Funktion austauschen in dem Sinne, daß der Hochdruckkanal (HDK) zum Niederdruckkanal (NDK) wird und viceversa; die unter Druck stehende Flüssigkeit jetzt die andere halbe Anzahl von Verdrängerkolben (3) beider Verdrängereinheiten, die sich vor dem Querschnitt (= Bildblatt) befinden, so stark gegen deren Schrägscheiben (2) andrückt, daß die Abtriebselemente, d. h. die Schrägscheibe (2), der Steuerspiegel (5), die Abtriebswelle (1), die die Einzelwellen A und C bilden, wiederum synchron und in gleicher Drehrichtung mit der antreibenden Stegwelle S in Umlauf versetzt werden, aber die Flüssigkeit im Hochdruckkanal (HDK) nicht fließt, also wie ein starrer Balken

- wirkt, während die Flüssigkeit im Niederdruckkanal (NDK) und die Verdrängerkolben (3), welche sich hinter dem Querschnitt (= Bildblatt) befinden, völlig entspannt und drucklos bleiben.
2. Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) die drehbar gelagerten Teile d. h. Schrägscheibe (2) mit dem fest verbundenen Steuerspiegel (5) und die Welle (1), beider Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II), jetzt mittels der gemeinsamen Stegwelle S miteinander mechanisch fest verbunden sind, und diese gemeinsame Stegwelle S zum synchronen Antrieb beider Schrägscheiben (2) verwendet wird, während jede der drehbar gelagerten Zylindertrommel (4) der Verdrängereinheiten jetzt mit einer Abtriebswelle (= Einzelwelle) A und C verbunden ist (Umkehrung der in Patentanspruch 1a, 1b, 1c geschilderten mechanischen Koppelung zur Bildung der Stegwelle S und der Einzelwellen A und C) (Bild Nr. 2).
 3. Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) die gemeinsame Stegwelle S jetzt die einzige Abtriebswelle und die Einzelwellen A und C die Antriebswellen sind in dem Sinne, daß jede der Einzelwellen A und C von einem Motor angetrieben wird und die gesamt eingeführte Leistung jetzt von der Stegwelle S zum Verbraucher übertragen wird (Bild Nr. 3) (Umkehrung der in Patentanspruch 1 den drei Wellen A, S, C zugeteilten Antriebs- und Abtriebsfunktion).
 4. Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch 1 oder 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) die Antriebswellen (6) beider Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) synchron mittels flexibler Umschlingungselemente (20) wie z. B. Zahnradriemen oder Ketten angetrieben werden und somit eine flexible Stegwelle S entsteht (Bildung einer synchronen und flexiblen Stegwelle statt starrer Stegwelle S) Bild Nr. 4.
 5. Regelbares-Dreiwellen-Hygrostatisches-Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch 1 oder 2 oder 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß
 - a) zur Regelung der relativen Drehzahl der Einzelwellen A und C untereinander und relativ zum Steg S das Schluckvolumen der Verdrängereinheiten VE(I) und VE(II) einzeln oder gemeinsam mittels des Mechanismus (7) zur Verstellung der Schrägscheibe (2) geregelt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

BILD NR. 1

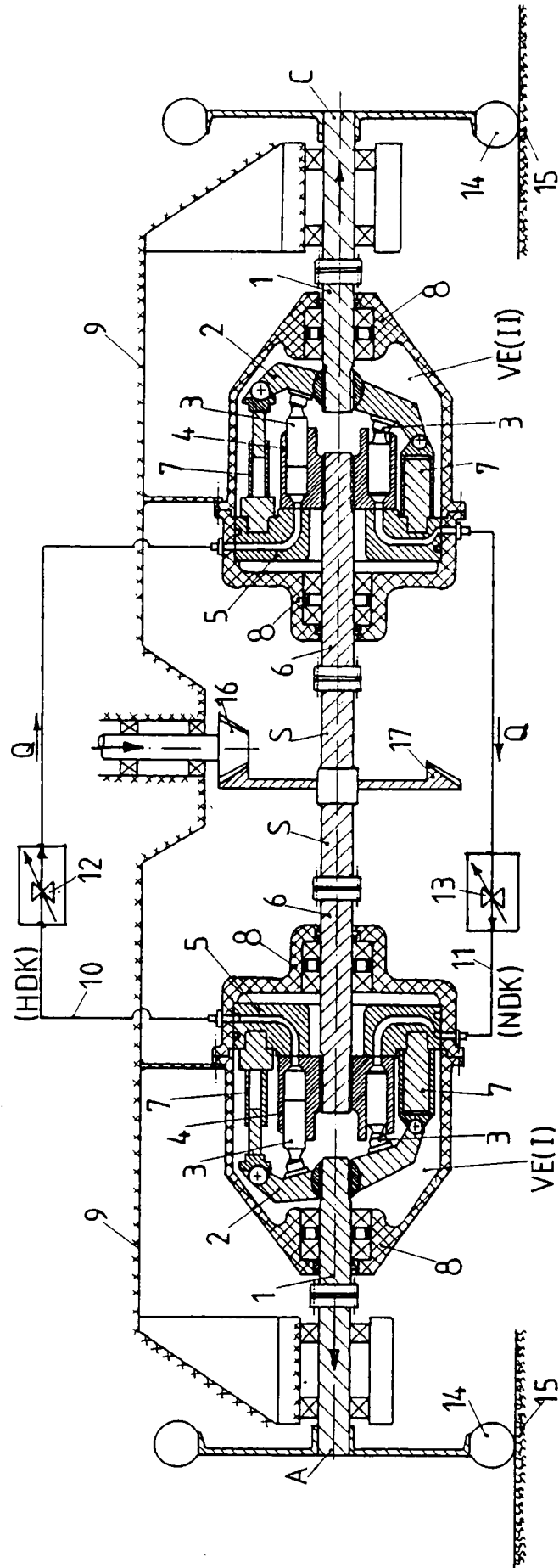


BILD NR. 2

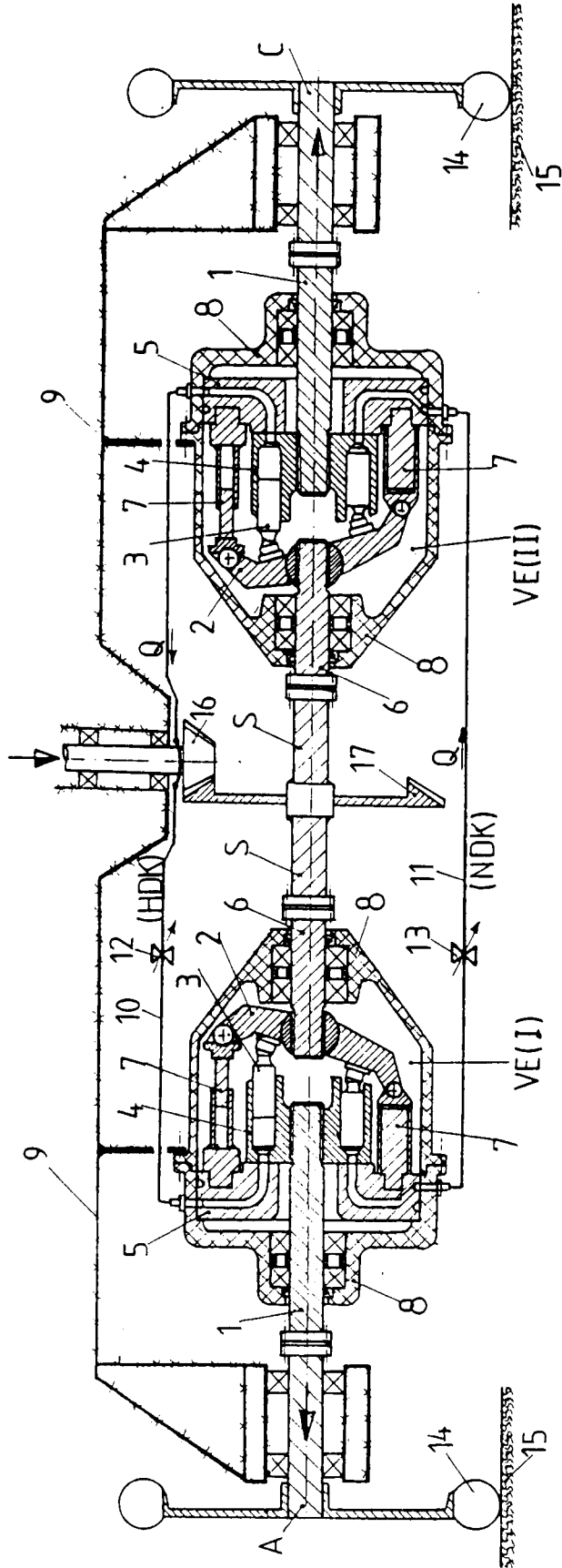


BILD NR. 3

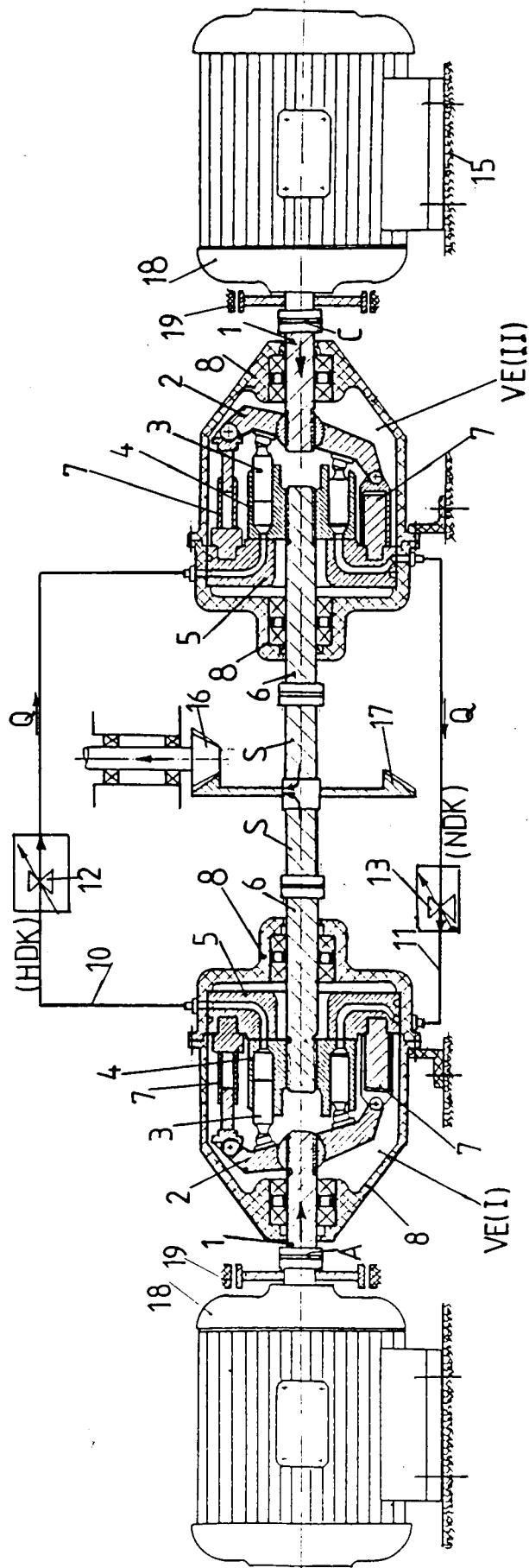


BILD NR.4

