



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 31 832 T2 2009.01.22

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 247 055 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 31 832.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US01/00425

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 901 810.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2001/051870

(86) PCT-Anmeldetag: 08.01.2001

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 19.07.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 09.10.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 12.12.2007

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 22.01.2009

(51) Int Cl.⁸: B60K 6/12 (2006.01)

F04B 17/05 (2006.01)

F16H 61/44 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

479844 10.01.2000 US

(74) Vertreter:

Schieber · Farago, 80538 München

(73) Patentinhaber:

United States Environmental Protection Agency,
Washington, D.C., US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, SE

(72) Erfinder:

GRAY, Charles L., Pinckney, MI 48169, US

(54) Bezeichnung: HYDRAULISCHES HYBRIDFAHRZEUG

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine einzigartige Ausgestaltung eines Fahrzeugantriebsstrangs, der eine höchst effiziente Verwendung von durch einen integrierten Verbrennungsmotor erzeugter Energie ermöglicht. Das Anwendungsgebiet liegt in Fahrzeugantriebssträngen.

Stand der Technik

[0002] Die zunehmende Verwendung von Automobilen trägt in hohem Maße zum Auftreten von verschiedenen Schadstoffen einschließlich Treibhausgasen, wie beispielsweise Kohlendioxid, in der Atmosphäre bei. Aktuelle Antriebsstränge erzielen typischerweise im Durchschnitt nur etwa 15 Wärmewirkungsgrad. Entsprechend werden neue Ansätze zur Verbesserung der Effizienz der Kraftstoffverwertung für Fahrzeugantriebsstränge benötigt.

[0003] Übliche Fahrzeugantriebsstränge haben einen signifikanten Energieverlust zur Folge, machen es schwierig, effektiv die Emissionen zu steuern und bieten ein beschränktes Potenzial für Verbesserungen im Fahrzeugkraftstoffhaushalt. Übliche Antriebsstränge bestehen aus einem Verbrennungsmotor und einer einfachen mechanischen Übertragung mit einer diskreten Anzahl von Getriebeübersetzungen. Aufgrund der unten beschriebenen Leistungsschwächen werden etwa 85% bis 90% der durch ein solches System verbrauchten Kraftstoffenergie als Wärme verschwendet. Nur 10%–15% der Energie sind verfügbar, um die Fahrtlast zu überwinden, und ein Großteil davon wird beim Bremsen in Wärme umgewandelt.

[0004] Ein Großteil des Energieverlusts ist einer schlechten Anpassung der Maschinenleistungskapazität an die durchschnittliche Leistungsanforderung zuzurechnen. Die auf die Maschine wirkende Belastung zu jedem gegebenen Zeitpunkt wird direkt durch die gesamte Fahrtlast zu diesem Zeitpunkt bestimmt, welche zwischen extrem hoher und extrem niedriger Last variiert. Um die Beschleunigungsanforderungen zu erfüllen, muss die Maschine um ein Vielfaches leistungsfähiger sein als die mittlere Fahrtlast benötigt. Der Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors variiert signifikant mit der Last, wobei er am besten bei höheren Lasten nahe der Spitzenlast und am schlechtesten bei niedriger Last ist. Da der überwiegende Anteil an Fahrtlast, die beim normalen Fahren entsteht, nahe dem unteren Ende des Spektrums liegt, muss die Maschine einen Großteil der Zeit mit niedriger Effektivität (d. h. weniger als 20%) arbeiten, obwohl übliche Maschinen Spitzenwirkungsgrade im

35%- bis 40%-Bereich aufweisen.

[0005] Eine andere Hauptquelle von Energieverlust liegt im Bremsen. Im Gegensatz zur Beschleunigung, die eine Abgabe von Energie an die Räder benötigt, benötigt der Bremsvorgang einen Entzug von Energie von den Rädern. Da ein Verbrennungsmotor Energie nur produzieren und nicht zurückgewinnen kann, und ein einfaches Zahnradgetriebe diese nur übertragen kann, ist ein üblicher Antriebsstrang ein energetischer Einbahn-Weg. Bremsen wird durch ein Reibungsbremssystem erreicht, welches die zeitweise nicht benötigte kinetische Energie durch Umwandlung in Wärme unbrauchbar macht.

[0006] Die breite Variation in Geschwindigkeit und Last, dem die Maschine in einem üblichen Antriebsstrang ausgesetzt ist, macht es auch schwierig, effektiv die Emissionen zu steuern, da die Maschine in vielen verschiedenen Verbrennungszuständen arbeiten muss. Ein Betrieb der Maschine bei gleichmäßigerer Geschwindigkeit und/oder Last würde eine viel bessere Optimierung von jeglichen Emissionssteuerungsvorrichtungen ermöglichen, und die insgesamt effizienteren Einstellungen der Maschine würden eine Verbrennung von weniger Treibstoff pro gefahrener Meile ermöglichen.

[0007] Herkömmliche Antriebsstränge bieten ein beschränktes Potenzial, Verbesserungen in den Fahrzeugtreibstoffhaushalt einzubringen, außer wenn sie mit Verbesserungen im Luftwiderstand, Gewicht und Rollwiderstand kombiniert werden. Solche Verfeinerungen können nur schrittweise Verbesserungen im Wirkungsgrad bieten und sind genauso gut anwendbar auf verbesserte Antriebsstränge.

[0008] Hybridfahrzeugsysteme wurden als ein Mittel zur Linderung der oben beschriebenen Leistungsschwächen untersucht. Ein Hybridfahrzeugsystem sieht einen "Puffer" zwischen der Fahrtlastanforderung und des Verbrennungsmotors vor, um die Variation der Leistungsanforderung auszugleichen, der die Maschine ausgesetzt ist. Der Puffer ermöglicht auch ein regeneratives Bremsen, da er Energie aufnehmen und speichern kann. Der Wirkungsgrad eines Hybridfahrzeugsystems hängt von seiner Fähigkeit, die Maschine bei Spitzenwirkungsgraden zu betreiben, von der Kapazität und dem Wirkungsgrad des Puffermediums und von dem Wirkungsgrad des Übertragungssystems ab, welches die Leistung an die Antriebsräder überträgt. Typische Puffermedien umfassen elektrische Batterien, mechanische Schwungräder und hydraulische Akkumulatoren.

[0009] Für die Verwendung eines hydraulischen Akkumulators als Puffer ist ein(e) hydraulische(r) Pumpe/Motor in das System integriert. Die/Der Pumpe/Motor arbeitet abwechselnd als Pumpe- oder Motor. Als Pumpe treibt die Maschinenleistung eine Wel-

le an, die eine Hydraulikflüssigkeit zu einem Akkumulator pumpt, in dem sie gegen ein Gasvolumen (beispielsweise Stickstoff) gedrückt wird. Als Motor wird die unter Druck stehende Flüssigkeit durch die Einheit entlassen, wobei sie die Welle dreht und Leistung produziert. Als Beispiel sei das US-Patent 4,223,532 angegeben, das am 23. September 1980 Samuel Shiber erteilt wurde.

[0010] Andere US-Patente, die solche hybriden Antriebsstränge offenbaren, sind:

Hybrides Antriebsstrang-Fahrzeug – US 5,495,912, erteilt am 5. März 1996;

Regeneratives Antiblockier-Bremssystem – US 5,505,527, erteilt am 9. April 1996;

Akkumulator-Maschine – US 5,579,640, erteilt am 3. Dezember 1996;

Leichtgewichtiges, sicheres hydraulisches Leistungssystem und Verfahren für dessen Betrieb – US 5,507,144, erteilt am 16. April 1996; und

Kontinuierliche leichtgängige Übertragung – US 5,887,674, erteilt am 30. März 1999.

[0011] Die US 4,223,532 A offenbart die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die vorliegende Erfindung stellt einen Fahrzeugantriebsstrang mit einem Paar von Antriebsrädern und einem Hydraulikkreis zur Verfügung, umfassend zumindest einen Akkumulator zur Aufnahme einer Hydraulikflüssigkeit, zum Speichern des Drucks und zum Abgeben des gespeicherten Drucks. Der Hydraulikkreis umfasst ferner erste und zweite Pumpen/Motoren oder eine(n) erste(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor in Kombination mit der zweiten hydraulischen Pumpe. Die/der erste hydraulische Pumpe/Motor treibt, betrieben in ihrem/seinem Motormodus, die Antriebsräder als Reaktion auf den Erhalt von Hydraulikflüssigkeit an, und in ihrem/seinem Pumpenmodus pumpt sie/er Hydraulikflüssigkeit zu dem Akkumulator als Reaktion auf einen Bremsvorgang. Die zweite hydraulische Pumpe oder hydraulische Pumpe/Motor weist eine Welle auf, die fest mit der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors verbunden ist, durch welche sie angetrieben wird, als eine Pumpe, zum Pumpen von Hydraulikflüssigkeit zu zumindest einem der Akkumulatoren und der/dem ersten hydraulischen Pumpe/Motor, wenn letztere(r) in einem Motormodus betrieben wird. Vorzugsweise sind die ersten und zweiten hydraulischen Pumpen oder Pumpen/Motoren Reihenkolbenmaschinen oder, weiter bevorzugt, Schrägachsenkolbenmaschinen.

[0013] Die vorliegende Erfindung schafft auch einen Fahrzeugantriebsstrang mit einem Paar von Antriebsrädern, eines Verbrennungsmotors mit einer Kurbelwelle zur Leistungsabgabe und einen hydrau-

lischen Leistungskreis. Der hydraulische Leistungskreis umfasst zumindest einen Akkumulator zur Aufnahme von Druck speichernder Hydraulikflüssigkeit und zum Abgeben des gespeicherten Drucks. Ein Radsatz dient der Leistungsübertragung von zumindest einer/einem hydraulischen Pumpe/Motor zu den Antriebsrädern. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind zwei Antriebshydraulikpumpen/-motoren, die in dem hydraulischen Leistungskreis aufgenommen sind, auf gegenüberliegenden Seiten eines Ritzels des Radsatzes angeordnet und teilen sich eine gemeinsame Antriebs-/Abgangswelle, auf der dieses eine Ritzel montiert ist. Diese ersten und zweiten hydraulischen Pumpen/Motoren können entweder in einem Motormodus, um das Paar der Antriebsräder durch die Getriebewelle anzutreiben, oder in einem Pumpenmodus arbeiten, um Hydraulikflüssigkeit in den Akkumulator als Reaktion auf einen Bremsvorgang der Antriebsräder zu pumpen. Eine dritte hydraulische Pumpe oder Pumpe/Motor, die durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird, dient zum Pumpen von Hydraulikflüssigkeit zu dem Akkumulator und/oder den ersten und zweiten hydraulischen Pumpen/Motoren, um diese Pumpen/Motoren in einem Motormodus anzutreiben, wodurch das Fahrzeug mit Leistung versorgt wird. Die Pumpen und/oder Pumpen/Motoren sind wiederum vorzugsweise Reihenkolbenmaschinen und weiter bevorzugt Schrägachsenkolbenmaschinen. Die dritte hydraulische Pumpe oder Pumpe/Motor kann eine Antriebswelle aufweisen, die fest mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, wie bei dem oben beschriebenen Aspekt der Erfindung.

[0014] Die vorliegende Erfindung schafft auch eine hydraulische Steuerlogik zur Steuerung von Hydraulikflüssigkeit in Antriebssträngen der oben beschriebenen Typen. Genauer schafft die vorliegende Erfindung einen Fahrzeugantriebsstrang mit einem Paar von Antriebsrädern, eines Verbrennungsmotors mit einer Leistungsabgabe durch eine Kurbelwelle und einem hydraulischen Antriebskreis. Ein(e) erste(r) Pumpe/Motor dient, wenn sie/er in einem Motormodus betrieben wird, dem Antrieb der Antriebsräder als Reaktion auf den Erhalt von Hochdruckflüssigkeit von einer Hochdruckleitung und arbeitet in einem Pumpenmodus, um Hochdruckflüssigkeit an die Hochdruckleitung als Reaktion auf ein Bremsen der Antriebsräder zu liefern. Der Hydraulikkreis umfasst ferner einen Hochdruck-Akkumulator zum Aufnehmen und Abgeben von Hochdruckflüssigkeit durch die Hochdruckleitung und eine Niederdruckleitung sowie einen Niederdruck-Akkumulator zum Aufnehmen und Abgeben von Niederdruckflüssigkeit durch die Niederdruckleitung. Die hydraulische Steuerlogik umfasst erste und zweite Leitungen, die parallel eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen verbinden, wobei die erste Parallelleitung ein erstes Ventil aufweist, welches öffnet, um Hochdruckflüssigkeit von der

Hochdruckleitung in die eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors im Vorwärtsbetrieb hineinzulassen. Die zweite Parallelleitung weist ein zweites Ventil auf, welches öffnet, um Niederdruckflüssigkeit von der Niederdruckleitung in die eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors im Rückwärtsbetrieb hineinzulassen. Dritte und vierte Parallelleitungen dienen zum parallelen Verbinden einer zweiten Seite der/des ersten Pumpe/Motors mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen. Die dritte Parallelleitung weist ein drittes Ventil auf, welches öffnet, um Niederdruckflüssigkeit von der Niederdruckleitung in die zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors im Vorwärtsbetrieb hineinzulassen. Die vierte Parallelleitung weist ein vierstes Ventil auf, welches öffnet, um Hochdruckflüssigkeit von der Hochdruckleitung in die zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors im Rückwärtsbetrieb hineinzulassen. Ähnliche Steuerlogiken können vorgesehen sein, um den Betrieb der/des zweiten Pumpe/Motors und, wahlweise, einer/eines dritten Pumpe/Motors zu steuern. Erste und dritte Pumpen/Motoren können sich eine gemeinsame Welle mit einem Ritzel einer Untersetzungsgetriebeeinheit teilen, wie bei dem oben beschriebenen Merkmal der vorliegenden Erfindung.

[0015] Die vorliegende Erfindung schafft auch einen Fahrzeugantriebsstrang, welcher, wie in den anderen Aspekten der vorliegenden Erfindung, ein Paar von Antriebsrädern, ein Verbrennungsmotor mit einer Leistungsabgabe durch eine Kurbelwelle und einen hydraulischen Antriebskreis umfasst. Der hydraulische Antriebskreis umfasst Hochdruck- und Niederdruckleitungen und eine(n) erste(n) Pumpe/Motor, die/der over-center betrieben werden kann, in einem Motormodus, zum Antreiben der Antriebsräder als Reaktion auf den Erhalt von Hochdruckflüssigkeit von der Hochdruckleitung und für den Betrieb in einem Pumpenmodus zum Liefern von Hochdruckflüssigkeit zu der Hochdruckleitung als Reaktion auf das Bremsen der Antriebsräder. Der hydraulische Antriebskreis umfasst ferner eine(n) zweite(n) Pumpe/Motor, die/der over-center betrieben werden kann und durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird, zum Betrieb in einem Pumpenmodus, um Hochdruckflüssigkeit zu der Hochdruckleitung zu liefern. Der hydraulische Antriebskreis umfasst auch Hochdruck- und Niederdruck-Akkumulatoren und eine hydraulische Steuerlogik. Hier umfasst die hydraulische Steuerlogik erste und zweite Parallelleitungen zum parallelen Verbinden einer Seite der/des ersten Pumpe/Motors mit der Hochdruckleitung bzw. Niederdruckleitung. Die erste Parallelleitung weist ein erstes Ventil auf, welches öffnet, um Hochdruckflüssigkeit von der Hochdruckleitung in eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors hineinzulassen. Die zweite Parallelleitung weist ein Ventil zum Verhindern von direktem Flüssigkeitsstrom von der Hochdruckleitung in die Niederdruckleitung auf. In diesem hydraulischen Antriebskreis ist eine zweite Seite der/des ers-

ten Pumpe/Motors direkt mit der Niederdruckleitung verbunden. Die/der zweite und wahlweise die/der dritte Pumpe/Motor sind mit ähnlichen hydraulischen Steuerlogiken ausgestattet.

[0016] Der hydraulische Hybridfahrzeugantriebsstrang der vorliegenden Erfindung ist ein einzigartiger Antriebsstrang, der all die Funktionen eines üblichen Antriebsstrangs erfüllt, jedoch auf einem viel höheren energetischen Wirkungsgrad. Dieser neuartige Antriebsstrang wandelt in effizienter Weise die kinetische Energie des sich bewegenden Fahrzeugs in potenzielle Energie bei einer Verzögerung (d. h. bei einem Bremsen des Fahrzeugs) um, und diese Energie wird in dem Fahrzeug für eine nachfolgende Wiederverwendung gespeichert. Der Antriebsstrang verwendet eine einzigartige integrierte Ausgestaltung von verschiedenen üblichen und neuartigen Komponenten, die notwendig für einen energie- und kosteneffizienten Betrieb sind. Es werden auch ein einzigartiger hydraulischer Flüssigkeitsstromkreis und eine einzigartige operative Steuerlogik verwendet, um die vollen Energiewirkungsgradverbesserungen zu erreichen, welche durch diesen neuen Antriebsstrang realisiert werden können. Viele der einzigartigen Merkmale dieses neuen Antriebsstrangs können genauso auf elektrische Hybridantriebsstränge angewendet werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] In den Zeichnungen zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Antriebsstrangs der vorliegenden Erfindung;

[0019] [Fig. 2](#) ein Kreisschaltbild eines bevorzugten ersten Ausführungsbeispiels eines hydraulischen Steuerkreises;

[0020] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer bevorzugten Anordnung für die Pumpen/Motoren des Antriebsstrangs der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 4](#) eine Tabelle der Pumpen/Motor-Verdrängungseinstellungen für eine bestimmte Geschwindigkeit;

[0022] [Fig. 5](#) ein Kreisschaltbild eines zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiels einer hydraulischen Steuerlogik;

[0023] [Fig. 6](#) ein Steuerschema unter Verwendung eines Beschleunigungspedals;

[0024] [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Steuerprogramms;

[0025] [Fig. 8](#) eine schematische Darstellung eines

modifizierten Abschnitts des Ausführungsbeispiels aus [Fig. 1](#); und

[0026] [Fig. 9](#) eine schematische Darstellung einer anderen Modifikation eines Abschnitts des Antriebsstrangs aus [Fig. 1](#).

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0027] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) wird eine Maschine **11** durch eine/einen Pumpe/Motor **12** gestartet und treibt dann diese(n) an. Eine Hochdruckhydraulikflüssigkeit wird von einem Hochdruck-Akkumulator **13** durch eine Leitung **14**, durch einen hydraulischen Steuerkreis **15**, durch eine Leitung **16**, der/dem Pumpe/Motor **12** zugeführt, die/der als ein Motor arbeitet, um die Maschine **11** zu starten. Niederdruckflüssigkeit wird von der/dem Pumpe/Motor **12**, die/der als ein Motor arbeitet, durch eine Leitung **19**, durch einen hydraulischen Steuerkreis **15**, durch eine Leitung **18** zu einem Niederdruck-Akkumulator **17** abgegeben. Wenn die Maschine **11** gestartet ist, treibt sie die/den Pumpe/Motor **12** in ihrem/seinem Pumpenmodus an.

[0028] Ein elektronischer Steuerkreis **10** empfängt verschiedene Signale, einschließlich eines Signals von einem Sensor **9**, der die Stellung eines Beschleunigungspedals **90** anzeigt, und gibt Steuersignale an den hydraulischen Steuerkreis **15** aus.

[0029] Niederdruckhydraulikflüssigkeit wird von dem Niederdruck-Akkumulator **17** durch die Leitung **18**, durch den hydraulischen Steuerkreis **15** und durch die Leitung **16** der/dem Pumpe/Motor **12** zugeführt, die/der als eine Pumpe arbeitet. Die/der Pumpe/Motor **12**, die/der als Pumpe arbeitet, gibt Hochdruckflüssigkeit durch die Leitung **19**, durch den hydraulischen Steuerkreis **15** und durch die Leitung **14** an den Hochdruck-Akkumulator **13** ab. Wenn Leistung angefordert wird, um die Räder **20** anzutreiben, fließt Hochdruckflüssigkeit auch entweder durch eine oder beide Leitungen **23** und **24** zu entweder einer/einem oder beiden Antriebspumpen/-motoren **21** und **22**, die/der als Motor(en) arbeitet(en). Niederdruckflüssigkeit wird von einer/einem oder beiden als Motor(en) arbeitenden Pumpe/Motoren **21** und **22** durch eine oder beide Leitungen **25** und **26**, durch den Steuerkreis **15**, durch die Leitung **18** an den Niederdruck-Akkumulator **17** abgegeben. Wenn der Druck in dem Hochdruck-Akkumulator **13** einen vorbestimmten Maximalwert erreicht, stoppt die Maschine **11** die Leistungsabgabe an die/den Pumpe/Motor **12**, die/der als Pumpe arbeitet, indem sie entweder in Leerlauf geht oder ausgeschaltet wird. Wenn der Druck in dem Hochdruck-Akkumulator **13** einen vorbestimmten Minimalwert erreicht, nimmt die Maschine **11** die Leistungsabgabe wieder auf.

[0030] Wenn das Fahrzeug bremsen muss, wird

Leistung von den Rädern **20** erhalten, indem eine oder beide Antriebspumpen/-motoren **21** und **22** als Pumpen betrieben werden, durch Zuführen von Niederdruckflüssigkeit durch eine oder beide Leitungen **23** und **24** und durch Abgeben von Hochdruckflüssigkeit durch eine oder beide Leitungen **25** und **26**, durch den Steuerkreis **15**, durch die Leitung **14** an den Hochdruck-Akkumulator **13**. Die Ausgestaltung und Funktionsweise des Steuerkreises **15** sowie der Steuerung werden später genauer beschrieben.

[0031] [Fig. 2](#) ist eine schematische Ansicht der Details des hydraulischen Steuerkreises **15**, für dieses erste Ausführungsbeispiel, wobei die Pumpen/Motoren nicht über den Mittelpunkt (over-center) gehen oder durchschwenken, d. h. die Pumpen/Motoren sorgen nicht für einen umgekehrten Fluss von Hydraulikflüssigkeit, während die Pumpen/Motor-Abgangswelle fortfährt, sich in der gleichen Richtung zu drehen. In diesem Ausführungsbeispiel arbeiten alle Ventile **42–45**, **32**, **35**, **52** und **55** als Rückschlagventile oder Rückflusssperren in einer "geschlossenen" (gesperrten) Stellung. Die Ventile **42**, **44**, **32** und **52** ermöglichen jederzeit einen Hochdruckfluss von den Pumpen/Motoren **12**, **21** und **22** in die Hochdruckleitung **14**, und die Ventile **43**, **45**, **35** und **55** ermöglichen jederzeit einen Niederdruckfluss von den Pumpen/Motoren **12**, **21** und **22** in die Niederdruckleitung **18**.

[0032] Der mittlere Teilkreis **31** steuert den Fluss der Flüssigkeit zu und von der/dem Pumpe/Motor **12** durch die Leitungen **16** und **19**. Der mittlere Teilkreis verbindet eine Seite der/des Pumpe/Motors **12** durch die Leitung **16** mit der Hochdruckleitung **14** und der Niederdruckleitung **18** durch entsprechende (erste bzw. zweite) Parallelleitungen **36** bzw. **37**. In ähnlicher Weise ist eine zweite Seite der/des Pumpe/Motors **12** durch die Leitung **19** parallel mit der Hochdruckleitung **14** und der Niederdruckleitung **18** durch die Parallelleitungen **38** bzw. **39** verbunden. Für einen Hochdruckflüssigkeitsfluss von der Hochdruckleitung **14** durch die Leitung **16** zu der/dem Pumpe/Motor **12**, die/der als ein Motor zum Starten der Maschine **11** arbeitet, wird das Ventil **32** geöffnet. Die Rückschlagventile **33** und **34** verhindern einen direkten Fluss der Hochdruckflüssigkeit in die Niederdruckleitungen. Das Ventil **35** muss auch offen sein (wie in [Fig. 2](#) gezeigt), wenn das Ventil **32** für einen Flüssigkeitsstrom durch die/den Pumpe/Motor **12** geöffnet wird, die/der als ein Motor arbeitet, verbunden mit einer Abgabe durch die Niederdruckleitung **18** an den Niederdruck-Akkumulator **17**.

[0033] Wenn die Maschine **11** gestartet ist, wird die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **12** rasch auf Null reduziert und das Ventil **32** kehrt in die geschlossene oder gesperrte Stellung zurück, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Wenn die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **12** nicht absolut Null ist oder wenn es ein gewisses

Leck der/des Pumpe/Motors **12** gibt, ermöglicht das Rückschlagventil **33** einen Fluss der Niederdruckflüssigkeit von der Niederdruckleitung **18** zu der Leitung **37**, zu der Leitung **16**, und die Flüssigkeit fließt von der/dem Pumpe/Motor **12** durch die Leitung **19**, durch das offene Ventil **35** und die Parallelleitung **39** zu der Niederdruckleitung **18**, wodurch die Möglichkeit einer Kavitation in der/dem Pumpe/Motor **12** verhindert wird und ein neutraler Kreislauf für niedrige Reibung, ein neutrales Drehen der/des Pumpe/Motors **12** geschaffen wird. Das Ventil **32** arbeitet in seiner geschlossenen Stellung als Rückschlagventil, um eine hydraulische Verriegelung oder einen Überdruck zu verhindern, wenn die/der Pumpe/Motor **12** leicht over-center läuft. Ein neutrales Drehen der/des Pumpe/Motors **12** ist nach einem Maschinenkaltstart nötig, um der Maschine zu ermöglichen, sich genügend aufzuwärmen, bevor Drehmoment benötigt wird. Wenn sie bereit ist und gebraucht wird, treibt die Maschine **11** die/den als Pumpe arbeitende(n) Pumpe/Motor **12** an. Das Ventil **35** wird als erstes in die geschlossene (oder gesperrte) Stellung geschaltet, und die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **12** wird erhöht. Niederdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **18** durch das Rückschlagventil **33** und die Parallelleitung **37** durch die Leitung **16** zu der/dem Pumpe/Motor **12**, die/der als Pumpe arbeitet. Hochdruckflüssigkeit verlässt die/den Pumpe/Motor **12** durch die Leitung **19** durch die Parallelleitung **38** und das Rückschlagventil **34** zu der Hochdruckleitung **14**. Flüssigkeit fließt nur zu dem Hochdruck-Akkumulator **13**, zu sowohl dem Hochdruck-Akkumulator **13** als auch zu einer/einem oder beiden Pumpen/Motoren **21** und **22**, die als Motor(en) arbeiten, oder nur zu einer/einem oder beiden Pumpen/Motoren **21** und **22**, die als Motor(en) arbeiten.

[0034] Wenn Leistung angefordert wird, um die Räder **20** anzutreiben, fließt Hochdruckflüssigkeit von entweder einem oder beiden Teilkreisen **41** und **51** durch eine oder beide Leitungen **23** und **24**, zu einer/einem oder beiden als Motor arbeitenden Antriebspumpen/Motoren **21** und **22**. Die Entscheidung, ob Teilkreis **41**, Teilkreis **51** oder beide Teilkreise **41** und **51** verwendet werden, wird beschrieben in dem US-Patent Nr. 5 mit dem Titel "Kontinuierliche leichtgängige Übertragung", wobei dessen Lehre durch Bezugnahme hierin aufgenommen ist. Der Teilkreis **41** weist Leitungen **46** und **47** auf, die über die Leitung **23**, parallel eine Seite der/des Pumpe/Motors **21** mit der Hochdruckleitung **14** bzw. der Niederdruckleitung **18** verbinden. Der Teilkreis **41** verbindet eine zweite Seite der/des Pumpe/Motors **21** über eine Leitung **25**, parallel mit der Hochdruckleitung **14** bzw. der Niederdruckleitung **18** durch die Parallelleitung **48** bzw. **49**. Wenn der Teilkreis **41** angewiesen wird, Hochdruckflüssigkeit an die Leitung **23** zu liefern, wird das Ventil **42** geöffnet (welches in [Fig. 2](#) geschlossen oder gesperrt gezeigt ist), und Hochdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **14**, durch das Ventil **42** zu der Leitung **23**. Wenn die/der Pumpe/Motor **22**, die/der als Motor arbeitet, angewiesen wird, Drehmoment an die Räder **20** zu liefern, wird die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **22** von Null auf einen gewünschten Pegel erhöht und Hochdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **24**, durch die/den Pumpe/Motor **22** und kehrt mit niedrigem Druck durch die Leitung **26**, durch das Ventil **55** (welches in [Fig. 2](#) bereits offen gezeigt wurde) und durch die Leitung **18** zu dem Niederdruck-Akkumulator **17** zurück. Die Ventile **53** und **54** befinden sich in der gesperrten Stellung (wie in [Fig. 2](#) gezeigt), um einen Strom von Hochdruckflüssigkeit in die Niederdruckseite zu verhindern. Die gesperrte Stellung des Ventils **53** verhindert Kavitation in der/dem Pumpe/Motor **22**, wenn sich das Ventil **52** in der geschlossenen Stellung befindet.

[0035] In ähnlicher Weise weist der Teilkreis **51** Leitungen **56** und **57** auf, die über die Leitung **24** eine Seite der/des Pumpe/Motors **22** parallel mit der Hochdruckleitung **14** bzw. der Niederdruckleitung **18** verbinden. Der Teilkreis **51** verbindet eine zweite Seite der/des Pumpe/Motors **22** über die Leitung **26**, parallel mit der Hochdruckleitung **14** und der Niederdruckleitung **18** durch die Parallelleitungen **58** bzw. **59**. Wenn der Teilkreis **51** angewiesen wird, Hochdruckflüssigkeit der Leitung **24** zuzuführen, wird das Ventil **52** geöffnet (welches in [Fig. 2](#) geschlossen oder gesperrt gezeigt ist), und Hochdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **14**, durch das Ventil **52** zu der Leitung **24**. Wenn die/der Pumpe/Motor **22**, die/der als Motor arbeitet, angewiesen wird, Drehmoment an die Räder **20** zu liefern, wird die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **22** von Null auf einen gewünschten Pegel erhöht und Hochdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **24**, durch die/den Pumpe/Motor **22** und kehrt mit niedrigem Druck durch die Leitung **26**, durch das Ventil **55** (welches in [Fig. 2](#) bereits offen gezeigt wurde) und durch die Leitung **18** zu dem Niederdruck-Akkumulator **17** zurück. Die Ventile **53** und **54** befinden sich in der gesperrten Stellung (wie in [Fig. 2](#) gezeigt), um einen Strom von Hochdruckflüssigkeit in die Niederdruckseite zu verhindern. Die gesperrte Stellung des Ventils **53** verhindert Kavitation in der/dem Pumpe/Motor **22**, wenn sich das Ventil **52** in der geschlossenen Stellung befindet.

[0036] Wenn das Fahrzeug bremsen muss, wird Leistung von den Rädern **20** durch Betrieb einer/eines oder beider als Pumpen arbeitenden Antriebspumpen/Motoren **21** und **22** durch Zuführen von Niederdruckflüssigkeit durch eine oder beide Leitungen **23** und **24**, unter Verwendung eines oder beider Teilkreise **41** und **51** erhalten. Wenn der Teilkreis **41** angewiesen wird, Niederdruckflüssigkeit der Leitung **23** zuzuführen, wird das Ventil **45** in die geschlossene oder gesperrte Stellung geschaltet (welches in [Fig. 2](#) in der offenen Stellung gezeigt ist). Alle anderen Ventile (**42**, **43** und **44**) verbleiben in der geschlossenen

oder gesperrten Stellung, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Proportional zu dem Gedrücktsein oder der Auslenkung des Bremspedals (nicht gezeigt) wird die/der Pumpe/Motor **21** angewiesen, ihre/seine Verdrängung zu erhöhen, und Niederdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **18**, durch das Ventil **43** und die Parallelleitung **47**, durch die Leitung **23** und durch die/den Pumpe/Motor **21**, und Hochdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **25**, durch das Ventil **44** und die Parallelleitung **48**, und durch die Leitung **14** zu dem Hochdruck-Akkumulator **13**. Wenn der Teilkreis **51** angewiesen wird, Niederdruckflüssigkeit der Leitung **24** zuzuführen, wird das Ventil **55** in die geschlossene oder gesperrte Stellung (welches in [Fig. 2](#) in der offenen Stellung gezeigt ist) geschaltet. Alle anderen Ventile (**52**, **53** und **54**) verbleiben in der geschlossenen oder gesperrten Stellung, wie in [Fig. 2](#) gezeigt. Wie bei dem Teilkreis **41** und der/dem Pumpe/Motor **21**, wird proportional zu der Bremspedalauslenkung die/der Pumpe/Motor **22** angewiesen, ihre/seine Verdrängung zu erhöhen und es wird ein Fluss von Niederdruckflüssigkeit von der Leitung **18**, durch das Ventil **53** und die Parallelleitung **57**, durch die Leitung **24**, und durch die/den Pumpe/Motor **22** bewirkt und Hochdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **26**, durch das Ventil **54** und die Parallelleitung **58**, und durch die Leitung **14** zu dem Hochdruck-Akkumulator **13**.

[0037] Während eine, zwei oder mehrere Antriebspumpen/Motoren durch einen einzelnen Teilkreis (vorzugsweise von der Ausgestaltung des Teilkreises **41**, der auch für einen Rückwärtsantrieb der Räder **20** sorgt, wie später beschrieben wird) bedient werden können, ermöglicht das Paaren einzelner Teilkreise und einzelner Antriebspumpen/Motoren das Abschalten von Hochdruckflüssigkeit an jeder/jeden Pumpe/Motor, die/der nicht angewiesen ist, positives oder negatives (Bremsen) Drehmoment zu liefern. Das Abschalten des Hochdrucks an einer/einem Pumpe/Motor verbessert den Wirkungsgrad durch die signifikante Reduzierung von Flüssigkeitsleckage durch die/den Pumpe/Motor zu der Niederdruckseite. Pumpen/Motor-Rotationsdrehmoment/-reibung und Flüssigkeitskompressionsverluste werden ebenfalls signifikant reduziert, wenn sich das Fahrzeug bewegt, wenn eine Kupplung nicht verwendet wird, um die/den Pumpe/Motor von dem Antriebsstrang außer Eingriff zu bringen.

[0038] Wenn eine Fahrzeugrückwärtsfahrt angewiesen wird, wird der Teilkreis **41** verwendet. Die Ventile **44** und **43** werden geöffnet (die in der geschlossenen oder gesperrten Stellung in [Fig. 2](#) gezeigt sind), das Ventil **45** wird geschlossen (welches offen in [Fig. 2](#) gezeigt ist) und das Ventil **42** verbleibt in der geschlossenen/gesperrten Stellung, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Proportional zu dem Gedrücktsein oder der Auslenkung des "Beschleunigungspedals" (nicht gezeigt) wird die/der Pumpe/Motor **21** ange-

wiesen, ihre/seine Verdrängung zu erhöhen und Hochdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **14** durch das Ventil **44** und die Parallelleitung **48**, durch die Leitung **25** und durch die/den Pumpe/Motor **21**, und Niederdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **23**, durch das Ventil **43** und die Parallelleitung **47**, und durch die Leitung **18** zu dem Niederdruck-Akkumulator **17**. Durch Umkehrung der Hoch- und Niederdruckseiten der/des Pumpe/Motors **21** dreht die/der Pumpe/Motor in der entgegengesetzten Richtung. Wenn ein höheres Rückwärtsdrehmoment gewünscht ist, kann der Teilkreis **51** als Teilkreis **41** ausgestaltet sein und die/der Pumpe/Motor **22** kann auch verwendet werden, um ebenfalls Rückwärtsdrehmoment zu liefern.

[0039] Das vorhergehende bevorzugte Ausführungsbeispiel umfasst die/den Maschinenpumpe/Motor **12** integriert mit der Maschinenkurbelwelle. Die Pumpen/Motorkolben wirken direkt auf das Ende der Kurbelwelle. Da die Pumpen/Motorabgangswelle zur Maschinenkurbelwelle wurde, wird nur ein gemeinsamer Lagersatz verwendet, beispielsweise ein Kegelrollenlager **127**, und die Pumpen/Motorebene für die Zylinderbewegung in der/dem Pumpe/Motor **12** wird so gewählt, um für Kräfte zu sorgen, die die durch die Maschinenkolben auf der Kurbelwelle aufgeprägten Kräfte abschwächen, um Lagerkräfte und somit Lagerreibung zu reduzieren.

[0040] In dem vorgenannten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Maschine **11** direkt mit dem Übertragungsgehäuse verschraubt. Die Übertragung enthält somit die/der Maschinenpumpe/Motor und Aktuator sowie Flusskreise und Ventile, die für die oben beschriebene Leistungsübertragungssteuerung nötig sind, die zwei Antriebspumpen/Motoren und Aktuatoren des bevorzugten Ausführungsbeispiels integriert mit der Antriebswelle des Zahnraduntersetzungsschnitts (wobei die den Ebenen der Zylinderbewegung so angeordnet sind, um die Zahnräder abzuschwächen), und die für die Geschwindigkeitsreduktion benötigten mit der Differentialanordnung integrierten Zahnräder. Die Übertragung weist zwei Haupthydraulikleitungsverbindungen auf, eine zu dem Hochdruck-Akkumulator (Hochdruckleitung **14**) und eine zu dem Niederdruck-Akkumulator (Niederdruckleitung **18**). Die Übertragung weist zwei Sekundärhydraulikölleitungsverbindungen auf, eine zur Zuführung von Niederdruckschmieröl zu den Pumpen/Motoren und zu der Zahnraduntersetzung-/Differentialanordnung und eine zum Zurückführen des Schmieröls und jeglichem Pumpen/Motorgehäuseleckageöl zu einem Vorratsbehälter für die Wiederverwendung.

[0041] [Fig. 3](#) zeigt die Schlüsselkomponenten des bevorzugten Ausführungsbeispiels der hydraulischen Hybirdfahrzeug-Antriebsstrangübertragung genauer. Die/der Maschinenpumpe/Motor **12** ist mit dem Maschinenkurbelwellen-Abgangsflansch **123** inte-

griert. Die Kolben **124** der/des Maschinenschrägachsenpumpe/Motors **12** wirken auf die Drehscheibe **125**, welche direkt an dem Kurbelwellenflansch **123** befestigt ist (oder dieser selbst sein kann). Da die Pumpen/Motor-Abgangswelle und die Maschinenkurbelwelle in einer einzelnen Welle **126** integriert sind, wird ein gemeinsamer Lagersatz **127** sowohl für die Kurbelwellenrückhauptlager als auch für die Pumpen/Motoren-Antriebslager verwendet. Die Pfeile **129** zeigen den Durchflussweg der hydraulischen Flüssigkeit durch die/den Pumpe/Motor **12** an.

[0042] Die zwei Antriebspumpen/Motoren **21** und **22** des bevorzugten Ausführungsbeispiels sind mit der Antriebswelle **213** der Zahnraduntersetzungsanordnung **214** integriert, die das kleinere der zwei Antriebsritzel **225** antreibt. Das Ritzel **225** treibt das größere der zwei Antriebsritzel **325** an. Das Ritzel **325** ist auf einer Antriebswelle **326** montiert, welche wiederum an einer gewöhnlichen Differentialanordnung (nicht gezeigt) befestigt ist, welche durch gewöhnliche Antriebswellen (nicht gezeigt) mit Antriebsräder in der üblichen Weise verbunden ist. Die Antriebspumpen/Motorkolben **216** und **226** wirken auf die Drehscheiben **217** und **227**, welche direkt an gegenüberliegenden Enden der Kleinritzelantriebswelle **213** befestigt sind. Da die Pumpen/Motor-Abgangswellen zusammen mit der Kleinritzelantriebswelle in einer einzelnen Welle **213** integriert sind, werden gemeinsame Lagersätze **218** und **228** sowohl für die Kleinritzelantriebswellenlager als auch für die Pumpen/Motor-Antriebslager verwendet. Die Pfeile **219** und **215** zeigen den Durchflussweg der hydraulischen Flüssigkeit durch die Pumpen/Motoren **21** bzw. **22** an, welche Reihenkolbenmaschinen oder genauer Schrägachsenkolbenmaschinen sind.

[0043] Der hydraulische Hybridfahrzeugantriebsstrang verwendet eine operative Steuerlogik zur Maximierung des Wirkungsgrads und der Leistungsfähigkeitscharakteristiken. Durch Verwaltung der Fahrzeugmaschine, der Pumpen/Motoren durch ihre zu geordneten Verdrängungsaktuatoren, Flussteuerungsventile, Absperrventile und anderer Komponenten des Fahrzeugs. Das elektronische Steuersystem empfängt verschiedene Eingaben einschließlich Antriebsdrehmomentanforderung (Beschleunigungspedalstellung), Fahrzeuggeschwindigkeit und Druck der hydraulischen Flüssigkeit, um Ausgabesignale, wie beispielsweise Pumpen/Motor-Verdrängungen, Ventilstellungen usw. zu bestimmen. Das elektronische Steuersystem steuert die Maschine hauptsächlich in Reaktion auf den hydraulischen Systemdruck, die Antriebsdrehmomentanforderung und die Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0044] Die operative Steuerlogik steht im Einklang mit der Lehre des US-Patents 5,495,912, dessen Lehre durch Bezugnahme hierin aufgenommen ist, zusammen mit der zusätzlichen einzigartigen Steuer-

logik der vorliegenden Erfindung, wie später mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschrieben wird. Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) liefern ein(e) oder beide Pumpen/Motoren **21** und **22** positives (oder Null) Drehmoment an die Räder **20** als Reaktion auf die Stellung des Beschleunigungspedals **90** durch Anpassung der Motorverdrängung, unter Berücksichtigung des hydraulischen Systemdrucks und der Fahrzeuggeschwindigkeit. Negatives Drehmoment (d. h. Abbremsen) wird in einer ähnlichen Weise als Reaktion auf ein Signal von dem Sensor **7** geliefert, der die Stellung des Bremspedals **8** für den ersten Abschnitt der Bremspedalauslenkung feststellt, während der zweite Abschnitt der Bremspedalauslenkung schrittweise die üblichen Reibungsbremsen (nicht gezeigt) einführt, wie es in Einklang mit der Lehre des US-Patents 5,505,527 steht, dessen Lehre durch Bezugnahme hierin aufgenommen ist. Positive, null oder negative Drehmomentbefehle werden durch die höchst effizienten Verdrängungseinstellungen der Antriebspumpen/Motoren erfüllt, die für diesen Drehmomentbefehl verfügbar sind, in Übereinstimmung mit der Lehre des US-Patents 5,887,674, dessen Lehre durch Bezugnahme hierin aufgenommen ist. Hochdruckhydraulikflüssigkeit kann für jegliche(n) Pumpe/Motor abgeschaltet werden, welche auf Nullverdrängung gesetzt ist, um Wirkungsgradverluste zu reduzieren, wie oben erklärt. Werte für die besten Verdrängungseinstellungen (d. h. des höchsten Gesamtwirkungsgrads) für alle Antriebspumpen/Motoren, für jeden möglichen Fahrerdrehmomentbefehl sind Einzellösungen basierend auf dem Hydrauliksystemdruck und der Fahrzeuggeschwindigkeit. Die elektronische Steuereinheit **10** erhält Verdrängungseinstellungen von Korrelationsgleichungen oder von Nachschlagetabellen, wie sie beispielsweise in [Fig. 4](#) dargestellt sind, gespeichert im Speicher, in Übereinstimmung mit Signalen von dem Sensor **9**, und gibt Befehlssignale an die hydraulische Steuereinheit **15** aus.

[0045] Ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet Pumpen/Motoren, die over-center laufen, und ersetzt den hydraulischen Steuerkreis **15** ([Fig. 2](#)) durch einen hydraulischen Steuerkreis **10** ([Fig. 5](#)), ist jedoch andererseits wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Ventile **62**, **72** und **82** stellen eine Rückschlagventilfunktion in ihrer "geschlossenen" (gesperrten) Stellung bereit, wobei ein Fluss von Hochdruckflüssigkeit von den Pumpen/Motoren in die Hochdruckleitung immer ermöglicht wird. In diesem zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel werden die Ventile nicht benötigt, um den Hochdruck und Niederdruck zu schalten. Somit bewegt, wenn die Maschine **11** durch die/den als Motor arbeitende(n) Pumpe/Motor **12** gestartet wurde und die/den als Pumpe arbeitende(n) Pumpe/Motor **12** anzutreiben beginnt, der Pumpen/Motor-Verdrängungssteuermechanismus (nicht gezeigt) das Kolbenhubmittel over-center oder schwenkt es durch, und der Fluss der Hydraulikflüs-

sigkeit durch die/den Pumpe/Motor wird umgekehrt. Daher wird, wenn die/der Pumpe/Motor **12** als Pumpe arbeitet, Niederdruckhydraulikflüssigkeit durch den Niederdruck-Akkumulator **17** durch die Leitung **18**, durch den Steuerkreis **10** (siehe [Fig. 5](#)), durch die Leitung **19** an die/den Pumpe/Motor **12**, die/der als Pumpe arbeitet, geliefert. Die/der als Pumpe arbeitende Pumpe/Motor **12** gibt Hochdruckflüssigkeit durch die Leitung **16**, durch den Steuerkreis **10** (siehe [Fig. 5](#)), durch die Leitung **14**, an den Hochdruck-Akkumulator **13** ab. Wenn Leistung angefordert wird, um die Antriebsräder **20** anzutreiben, fließt auch Hochdruckflüssigkeit durch entweder eine oder beide Leitungen **23** und **24**, an entweder eine/einen oder beide Antriebspumpen/Motoren **21** und **22**, die als Motor(en) arbeiten. Niederdruckflüssigkeit wird von einer/einem oder beiden Pumpen/Motoren **21** und **22**, die als Motor(en) arbeiten, durch eine oder beide Leitungen **25** und **26**, durch den Steuerkreis **10**, durch die Leitung **18** an den Niederdruck-Akkumulator **17** abgegeben.

[0046] Wenn das Fahrzeug bremsen muss, wird Leistung von den Rädern **20** durch Betrieb einer/eines oder beider Antriebspumpen/Motoren **21** und **22** als Pumpen erhalten, indem eine/ein oder beide Pumpen/Motoren **21** und **22** over-center betrieben werden, und die Flussrichtung der Flüssigkeit kehrt um. Niederdruckflüssigkeit fließt durch eine oder beide Leitungen **25** und **26**, und Hochdruckflüssigkeit wird durch eine oder beide Leitungen **23** und **24**, durch den Steuerkreis **10**, durch die Leitung **14** an den Hochdruck-Akkumulator **13** abgegeben.

[0047] [Fig. 5](#) zeigt die Details des Steuerkreises **10** für das zweite Ausführungsbeispiel, das over-center Pumpen/Motoren verwendet. Die Leitungen in den oder aus dem Steuerkreis **10** sind die gleichen wie in [Fig. 1](#) und ebenso bezeichnet. In dem zweiten Ausführungsbeispiel aus [Fig. 5](#) weist der mittlere Teilkreis **60** Leitungen **64** und **65** auf, die über eine Leitung **16**, eine Seite der/des Pumpe/Motors parallel mit der Hochdruckleitung bzw. der Niederdruckleitung **18** verbinden. Der Teilkreis **60** verbindet eine zweite Seite der/des Pumpe/Motors **12** direkt (ohne zwischengeschaltete Ventile) mit der Niederdruckleitung **18**. Der mittlere Teilkreis **60** steuert den Fluss von Flüssigkeit zu und von der/dem Pumpe/Motor **12**. Für einen Fluss von Hochdruckflüssigkeit von der Hochdruckleitung **14** durch die Leitung **16** an die/den Pumpe/Motor **12**, die/der zum Starten der Maschine **11** als Motor arbeitet, wird das Ventil **62** geöffnet. Niederdruckflüssigkeit von der/dem als Motor arbeitenden Pumpe/Motor **12** wird durch die Niederdruckleitung **19**, durch die Niederdruckleitung **18** an den Niederdruck-Akkumulator **17** abgegeben.

[0048] Wenn die Maschine **11** gestartet wurde, wird die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **12** rasch auf Null reduziert und das Ventil **62** in der Leitung **64** wird

in die geschlossene oder gesperrten Stellung zurückgebracht, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Wenn die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **12** nicht absolut Null ist oder wenn es eine Leckage der/des Pumpe/Motors **12** gibt, ermöglicht ein optionales Rückschlagventil **63** in der Parallelleitung **65** einen Strom von Niederdruckflüssigkeit zu der/dem Pumpe/Motor **12**, um die Möglichkeit von Kavitation in der/dem Pumpe/Motor **12** zu verhindern, und schafft einen neutralen Kreislauf für niedrige Reibung, neutrales Drehen der/des Pumpe/Motors **12**. Wenn bereit und benötigt, treibt die Maschine **11** die/den als Pumpe arbeitende(n) Pumpe/Motor **12** an. Die/der Pumpe/Motor **12** wird over-center gehoben oder durchgeschwenkt und die Verdrängung in der over-center-Richtung wird erhöht. Niederdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **19** durch die/den Pumpe/Motor **12**, die/der als Pumpe arbeitet. Hochdruckflüssigkeit wird in die Leitung **16**, die Parallelleitung **64** und durch die Ventile **62** an die Leitung **14** abgegeben.

[0049] Wenn Leistung angefordert wird, um die Räder **20** anzutreiben, fließt Hochdruckflüssigkeit von entweder einem oder beiden Teilkreisen **70** und **80** durch eine oder beide Leitungen **23** und **24** zu einer/einem oder beiden Antriebspumpen/Motoren **21** und **22**, die als Motor(en) arbeiten.

[0050] Der Teilkreis **70**, der die/den Pumpe/Motor **21** steuert, weist Leitungen **74** und **75** auf, die über die Leitung **23** eine Seite der/des Pumpe/Motors **21** parallel mit der Hochdruckleitung **14** bzw. Niederdruckleitung **18** verbinden. Der Teilkreis **70** verbindet auch eine zweite Seite der/des Pumpe/Motors **21** direkt (ohne zwischengeschaltete Ventile) mit der Niederdruckleitung **18**. Wenn der Teilkreis **70** angewiesen wird, Hochdruckflüssigkeit an die Leitung **23** zu liefern, wird das Ventil **72** geöffnet, und Hochdruckflüssigkeit fließt von der Leitung **14** durch die Parallelleitung **74** und die Ventile **72** zu der Leitung **23**. Wenn die/der als Motor arbeitende Pumpe/Motor **21** angewiesen wird, Drehmoment an die Räder **20** zu liefern, wird die Verdrängung der/des Pumpe/Motors **21** von Null auf einen gewünschten Pegel erhöht und Hochdruckflüssigkeit fließt durch die Leitung **23**, durch die/den Pumpe/Motor **21** und kehrt unter niedrigem Druck durch die Leitung **25**, durch die Leitung **18** zu dem Niederdruck-Akkumulator **17** zurück. Ein optionales Rückschlagventil **73** in der Parallelleitung **75** verhindert Kavitation in der/dem Pumpe/Motor **21**, wenn sich das Ventil **72** in der geschlossenen Stellung befindet. Wenn der Teilkreis **80** angewiesen wird, Hochdruck an die Leitung **24** zu liefern, sind dessen Funktionen und die der Ventile **82** und des optionalen Rückschlagventils **83** die gleichen wie die für den Teilkreis **70** beschriebenen, einschließlich eines Rückusses der Niederdruckflüssigkeit durch die Leitung **26** zu der Leitung **18**.

[0051] Wenn das Fahrzeug bremsen muss, wird

Leistung von den Rädern **20** durch den Betrieb einer/eines oder beider Pumpen/Motoren **21** und **22** als Pumpen erhalten. Wenn der Teilkreis **70** angewiesen wird, die/den Pumpe/Motor **21** als Pumpe zu betreiben, hebt der Aktuator die/den Pumpe/Motor over-center und auf die gewünschten Verdrängung. Niederdruckflüssigkeit fließt von dem Niederdruck-Akkumulator **17** durch die Leitung **18**, durch die Leitung **25** und in die/den Pumpe/Motor **21**, die/der als Pumpe arbeitet. Hochdruckflüssigkeit wird in die Leitung **23** abgegeben und fließt durch die Parallelleitung **74**, durch das Ventil **72**, durch die Leitung **14** und in den Hochdruck-Akkumulator **13**. Wenn der Teilkreis **18** angewiesen wird, die/den Pumpe/Motor **22** als Pumpe zu betreiben, sind dessen Funktionen und die des Ventils **82** und des optionalen Rückschlagventils **83** die gleichen wie die bei dem Teilkreis **70** beschriebenen.

[0052] Wenn eine Fahrzeugrückwärtsfahrt angewiesen wird, werden ein(e) oder beide Pumpen/Motoren **21** und **22** und die Teilkreise **70** und **80** verwendet. Da die Teilkreise **70** und **80** in identischer Weise arbeiten, soll der Teilkreis **70** alleine verwendet werden, um den Betrieb für die Fahrzeugrückwärtsfahrt zu beschreiben. Das Ventil **72** wird geöffnet und die/der Pumpe/Motor **21** wird over-center gehoben oder durchgeschwenkt auf den Befehl Verdrängung, in der gleichen Weise, wie wenn die/der Pumpe/Motor **21**, die/der als Pumpe arbeitet, für das regenerative Bremsen durchgeschwenkt wird. Hochdruckflüssigkeit fließt in Rückwärtsrichtung von der Leitung **14** durch die Leitung **74**, durch das Ventil **72**, durch die Leitung **23** und in die/den Pumpe/Motor **21**, die/der als Motor arbeitet. Niederdruckflüssigkeit wird in die Leitung **25**, durch die Leitung **18** und in den Niederdruck-Akkumulator **17** abgegeben.

[0053] Die [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zeigen eine operative Steuerung für die Antriebspumpen/Motoren, die dazu dient, den Fahrzeugfahrer zu einer effizienteren Fahrweise zu ermuntern. In der in [Fig. 6](#) gezeigten Steuerung wird der Betrieb der Antriebspumpen/Motoren **21, 22** in Übereinstimmung mit der Stellung des Beschleunigungspedals **90** gesteuert, wie sie durch den Sensor **9** festgestellt wird. Zone 1 der Beschleunigungspedalbewegung entspricht der niedergedrückten Stellung, bei der nur die/der kleinste Antriebspumpe/-motor **22** arbeitet. Innerhalb der Zone 1 gibt es vier Subzonen des Niedergedrücktseins oder der Auslenkung. Die erste Subzone ist eine "Totzone", bei der die Steuerlogik die/den Pumpe/Motor bei Null-Verdrängung hält, um die sehr ineffiziente, sehr kleine Verdrängung ([Schritt 310](#)) zu vermeiden. Entsprechend fährt, wenn das Pedal **90** niedergedrückt ist ("JA" in [Schritt 300](#)), die Steuerroutine aus [Fig. 7](#) mit [Schritt 310](#) fort, wobei die Anwesenheit des Pedals in Subzone 1 nicht in einem Verdrängungsbefehlssignal resultiert. Die Feststellung einer Stellung innerhalb der zweiten Subzone ([Schritt 320](#)) resultiert

in einer Ausgabe eines Befehlssignals, um die/den Pumpe/Motor zwischen Null-Verdrängung und einer gewissermaßen minimal akzeptabel effizienten Verdrängung zu betreiben, hier als 1/3 Verdrängung in Betracht gezogen. Weiter wird festgestellt, ob das Pedal in Subzone 2 ([Schritt 321](#)) niedergedrückt oder entlastet wurde. Wenn der Fahrer das Pedal in eine Stellung innerhalb dieser zweiten Subzone niedergedrückt, liefert die Steuerlogik eine langsame Antwort auf den Verdrängungsbefehl (beispielsweise eine Verzögerung von 2 Sekunden, um von Null auf einen Befehl für gerade weniger als 1/3 Verdrängung zu gehen) ([Schritt 323](#)). Da die Drehmomentabgaben von diesen Befehlen relativ gering sind, drückt der Fahrer das Pedal weiter nach unten, wenn ein noch schnellerer Drehmomentanstieg gewünscht wird, wodurch also die aktuell bei weniger als 1/3 Verdrängung verbrachte Zeit minimiert wird. Wenn der Fahrer das Pedal **90** in eine Stellung innerhalb der Subzone 2 entlastet, schickt die Steuerlogik die Verdrängung so schnell wie möglich auf Null ([Schritt 322](#)). Wenn das Pedal **90** wieder innerhalb der Subzone 2 niedergedrückt wird, erhöht die Steuerlogik die Verdrängung mit einer langsamen Rate, wie oben beschrieben. Die dritte Subzone entspricht 1/3 der vollen Verdrängung, und die elektronische Steuereinheit **10** ([Fig. 1](#)) sendet das Verdrängungssignal, welches wie oben beschrieben festgestellt wird, so schnell wie möglich an den Befehlswert ([Schritt 331](#)). Die vierte Subzone ist eine zweite "Totzone" (d. h. die/den Pumpe/Motor bleibt bei voller Verdrängung, auch wenn die Pedalauslenkung "etwas mehr" Drehmoment nahelegt), um die/den Pumpe/Motor **22** so lange wie möglich in der effizienten, vollen Verdrängung zu halten. Wenn der Fahrer das Pedal in Zone 2 ([Schritt 350](#)) niedergedrückt, beginnt die/der zweite Antriebspumpe/-motor **21**, Drehmoment zu liefern, wobei die/der zweite, größere Pumpe/Motor **21** in eine Verdrängungseinstellung oberhalb 1/3 Verdrängung (für dieses Beispiel) und gleichzeitig die/den kleinere Pumpe/Motor **22** auf Null Verdrängung gebracht wird. Innerhalb der Zone 2 sendet die elektronische Steuereinheit so schnell wie möglich ein Signal für die Verdrängung der/des größeren Pumpe/Motors **21** zu dem Befehlswert, wenn er zwischen 1/3 und voller Verdrängung ([Schritt 351](#)) arbeitet, und ein Befehlssignal an die/den Pumpe/Motor **22**, um auf Null Verdrängung ([Schritt 352](#)) zu gehen. Wenn der Fahrer das Pedal **90** in Zone 3 niedergedrückt ([Schritt 360](#)), werden an beide Pumpen/Motoren **21, 22** Befehle ([Schritte 361, 362](#)) ausgegeben, Drehmoment bei den am meisten effizienten kombinierten Verdrängungseinstellungen zu liefern, um das angeordnete Drehmoment bis zur vollen Verdrängung der beiden Pumpen/Motoren zu erfüllen. Selbstverständlich fährt, wenn mehr als zwei Antriebspumpen/Motoren verwendet werden, die gleiche Logik für die zusätzlichen Pumpen/Motoren fort, bis alle bei voller Verdrängung betrieben werden. Eine ähnliche Steuerlogik findet für das regenerative Bremsen Anwendung, die über die Bremspedalaus-

lenkung verschlüsselt ist.

[0054] [Fig. 8](#) zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das effizient Drehmoment über den weiten Bereich von für den Motorfahrzeugbetrieb typischen Drehmomentbefehlen liefert, ohne mehrere Antriebspumpen/-motoren oder eine Geschwindigkeitsänderungsübertragung zwischen den Antriebspumpen/-motoren und den Antriebsrädern zu benötigen, und welches auch das höchste Drehmoment liefert, das bei den erhältlichen Antriebspumpen/-motoren möglich ist, wenn es angeordnet wird. In dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 8](#) ersetzt eine Hochdruckleitung **94** die Hochdruckleitung **14** in dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 1](#) und verbindet den Steuerkreis **15** in der gleichen Weise wie die Hochdruckleitung **14**, welche sie ersetzt. Die anderen in [Fig. 8](#) gezeigten Komponenten ersetzen den Hochdruck-Akkumulator **13**, jedoch der Rest der in [Fig. 1](#) gezeigten Struktur ist ohne Änderung mit eingebunden, obwohl es in [Fig. 8](#) nicht gezeigt ist. In dem Ausführungsbeispiel aus [Fig. 8](#) ist der Hochdruck-Akkumulator "abgeschottet" und arbeitet in einem direkten hydrostatischen Modus, wenn hohes Drehmoment angeordnet wird. Bei Niedrig- und Mitteldrehmomentbefehlen arbeiten die Antriebspumpe(n)-motor(en) in der oben beschriebenen Weise. Für Drehmomentbefehle, die höher sind als durch volle Verdrängung der/des Antriebspumpe(n)/Motor(en) bei dem vorliegenden Systemdruck geliefert werden können, wird der Hochdruck-Akkumulator von dem Hydraulikkreis "abgeschottet", und die Maschine liefert genügend hydraulische Leistung, um den Systemdruck auf das angeordnete Drehmoment zu erhöhen. Auf diese Art arbeiten die Pumpe(n)/Motor(en) mit ihrem höchsten Wirkungsgrad (d. h. optimale Verdrängung und Druck), der bei der Erfüllung des angeordneten Drehmoments möglich ist, bis zu dem Drehmoment, das der maximalen Verdrängung bei dem maximalen Systemdruck entspricht.

[0055] Der Betrieb des Antriebsstrangs aus [Fig. 8](#) wird nun mit Bezug auf den Betrieb beschrieben, wenn das Fahrzeug sich bei niedriger Geschwindigkeit befindet und ein Befehl für maximale Beschleunigung (d. h. maximales Drehmoment) empfangen wird. Bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten und bei hydraulischen Systemdrücken unterhalb des maximalen Systemnenndrucks, ist die Maschine in der Lage, mehr Leistung zu liefern, als die Antriebspumpen/Motoren verbrauchen können. Bei einem Öffnen des Hochdruck-Akkumulators **93** pumpt die Maschine **11** Hydraulikflüssigkeit in den Hochdruck-Akkumulator, obwohl die Antriebspumpen/Motoren auf voller Verdrängung stehen. Wenn der Systemnenndruck 5000 psi und der gegenwärtige Systemdruck 2500 psi ist, können die Antriebspumpen/Motoren **21, 22** nur die Hälfte des bei 5000 psi erhältlichen Drehmoments (und Leistung) liefern. Daher erhöht

das Entfernen des Hochdruck-Akkumulators **93** von dem Hydraulikkreis sofort den Systemdruck auf (für dieses Beispiel) 5000 psi, und das maximal mögliche Drehmoment (und Leistung) wird an die Räder geliefert. Bezug nehmend auf [Fig. 8](#) wird der Fluss in den Hochdruck-Akkumulator **93** durch die Hochdruckleitung **94** durch Schließen des Ventils **91** beendet. Die Maschinenleistung muss, bei sehr kleinen Fahrzeuggeschwindigkeiten, geregelt werden, um der zu der Hydraulikflüssigkeitsflussrate durch die Pumpen/Motoren **21, 22** zugehörigen Leistung zu entsprechen, um ein Überschreiten des maximalen Systemnenndrucks zu vermeiden. Ein optionaler, kleinerer Behelfs-Hochdruck-Akkumulator **95** (kleiner als der Akkumulator **93**) kann zu dem Kreis wie in [Fig. 8](#) gezeigt, hinzugefügt werden, um den Systemdruck abzuschwächen, wenn der größere Hochdruck-Akkumulator **93** keine Flüssigkeit aufnehmen darf. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Geschwindigkeit der/des Pumpe/Motors **12** ansteigt ([Fig. 1](#)), tritt ein zusätzlicher Fluss auf und mehr Leistung wird von der Maschine geliefert. Dies dauert bis zu der maximalen Leistungsabgabe der Maschine **11** an. Jenseits der zu der maximalen Maschinenleistungsausgabe zugehörigen Fahrzeuggeschwindigkeit wird die Verdrängung der Antriebspumpen/-motoren **21, 22** reduziert, während sie fortfahren, die maximale, von der Maschine **11** erhältliche Leistung zu verbrauchen, bis der maximale Beschleunigungsratebefehl von dem Fahrzeuginschriften endet (d. h. bis die Auslenkung des Beschleunigungspedals verringert wird). Der Hochdruck-Akkumulator **93** wird wieder in den Hydraulikkreis durch Öffnen des Ventils **91** zurück geführt, wenn der Systemdruck und der Druck in dem Hochdruck-Akkumulator **93** gleich sind, und ein "normaler" Betrieb (d. h. ein Betrieb wie vorher beschrieben) wieder aufgenommen wird. Ein optionales Rückschlagventil **92** kann zu dem Kreis hinzugefügt werden, um den Übergang des Wiederhinzufügens des Hochdruck-Akkumulators **93** in das System zu dämpfen. Wenn der Systemdruck unter den Druck im Hochdruck-Akkumulator **93** fällt, beginnt die Flüssigkeit wieder von dem Hochdruck-Akkumulator **93**, durch das Rückschlagventil **92** zu dem Hydraulikkreis zu fließen. Das Ventil **91** kann geöffnet werden, ohne eine Druckspitze in dem System zu verursachen, da sichergestellt ist, dass der Druck in dem System und in dem Hochdruck-Akkumulator **93** gleich ist.

[0056] [Fig. 9](#) zeigt ein noch weiteres alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung für den Betrieb in einem direkten hydrostatischen Modus des Betriebs durch "Abschotten" des Hochdruck-Akkumulators, wie gerade beschrieben. In [Fig. 9](#) sind Bauteile, die mit denen aus [Fig. 1](#) identisch sind, mit den gleichen Bezugszeichen versehen und die Bauteile, mit denen die Leitungen **16, 18, 19, 23, 24, 25** und **26** verbunden sind, sind die gleichen wie in [Fig. 1](#). Dieses Ausführungsbeispiel ist für den Betrieb im direkten hydro-

statischen Modus bei bestimmten Niedrig- und Mitteldrehmomentbefehlen vorgesehen, genauso wie wenn hohes Drehmoment angeordnet wird. Die Funktionsweise des Ausführungsbeispiels wird mit Bezug auf den Betrieb beschrieben, wenn sich das Fahrzeug bei irgendeiner Geschwindigkeit befindet und ein Befehl für niedriges oder mittleres Drehmoment empfangen wird, der augenblickliche Systemdruck jedoch genügend hoch ist, so dass die resultierende Antriebspumpen/Motoren-Verdrängung so niedrig ist, dass sie bei einem niedrigeren als dem gewünschten Wirkungsgrad arbeitet. Ein Fluss von dem Hochdruck-Akkumulator 13 durch die Hochdruckleitung 104 wird durch das Schließen des Ventils 105 beendet (ohne das optionale Ventil 106 und die optionalen Rückschlagventile 107 und 108, die in dem Kreis enthalten sind). Die Maschinenleistungsabgabe wird auf die von dem Fahrzeug benötigte Leistung reduziert und der Systemdruck fällt auf einen spezifischen Minimalwert, um somit zu ermöglichen/anzufordern, dass die/der Antriebspumpe(n)/Motor(en) 21, 22 die Verdrängung erhöht/erhöhen, um das angeordnete Drehmoment zu halten, und somit arbeitet/arbeiten sie/er bei einem erhöhten Wirkungsgrad. Höhere Drehmomentbefehle werden in einfacher Weise erfüllt, wie oben für den direkten hydrostatischen Betriebsmodus beschrieben wurde. Wenn jedoch ein Drehmomentbefehl empfangen wird, der in einer Maschinenleistungsabgabe bei der Fahrzeuggeschwindigkeit resultiert, die unterhalb des für die Maschine 11 bestimmten niedrigst effizienten Leistungsausgabepiegels liegt, dann muss der Hochdruck-Akkumulator 13 wieder in den Hydraulikkreis eingefügt werden und somit muss das Ventil 105 geöffnet werden. Um eine hydraulische Druckspitze in dem System zu vermeiden, muss der Systemdruck auf den Druck des Hochdruck-Akkumulators angehoben werden, bevor das Ventil 105 geöffnet wird. Dann kann die Maschine 11 fortfahren, bei einem minimal effizienten Leistungspegel zu arbeiten, durch Pumpen von Hydraulikflüssigkeit in den Hochdruck-Akkumulator 13 oder, wenn der Systemdruck oberhalb des Zielpegels für die Fahrzeuggeschwindigkeit liegt, kann die Maschine 11 abgeschaltet werden, während die Fahrzeugeistung durch den Akkumulator 13 geliefert wird. Um die Schwierigkeit des exakten Anpassens des Systemdrucks an den Druck des Hochdruck-Akkumulators vor dem Öffnen des Ventils 105 zu minimieren, kann ein optionales Ventil 106 und optionale Rückschlagventile 107 und 108 dem Kreis hinzugefügt werden. Das Ventil 105 und das Ventil 106 sind beide offen, wenn der direkte hydrostatische Betriebsmodus nicht verwendet wird. Wenn ein Systemdruck gewünscht wird, der höher als der augenblicklich von dem Hochdruck-Akkumulator 13 erhältliche ist, wird das Ventil 105 geschlossen und der Drehmoment-Hydrostatik-Betriebsmodus wird aktiv, wie oben beschrieben. Wenn ein Systemdruck gewünscht wird, der niedriger als der von dem Hochdruck-Akkumulator 13 augenblicklich

erhältliche ist, wird der direkte hydrostatische Betriebsmodus für bestimmte Niedrig- und Mitteldrehmomentbefehle durch Schließen des Ventils 106 vorgesehen. Wenn der Systemdruck über den Druck im Hochdruck-Akkumulator 13 steigt, beginnt die Flüssigkeit wieder von dem System in den Hochdruck-Akkumulator 13 durch das Rückschlagventil 108 zu fließen. Das Ventil 106 kann dann geöffnet werden, ohne dass eine Druckspitze in dem System auftritt, da sichergestellt ist, dass der Druck in dem System und in dem Hochdruck-Akkumulator 13 gleich ist.

[0057] Das in [Fig. 9](#) gezeigte Ausführungsbeispiel umfasst auch einen kleinen Behelfs-Akkumulator 109, der verwendet wird, um die Maschine 11 zu starten. Bei Verwendung der Steuerlogik, die einen Betrieb bei niedrigem Systemdruck umfasst, muss die/der Maschinenpumpe-/motor 12, die/der als Motor arbeitet, groß genug sein, um die Maschine mit dem niedrigsten erlaubten Systemdruck zu starten. Dies resultiert in einer/einem Pumpe/Motor, die/der für den Betrieb als Pumpe größer als benötigt oder gewünscht. (für den besten Wirkungsgrad) ist. Das in [Fig. 9](#) gezeigte Ausführungsbeispiel ermöglicht die Verwendung einer/eines signifikant kleineren Maschinenpumpe-/motors 12. Da der Systemdruck zwischen niedrigen und hohen Werten hin und her läuft, ermöglicht ein zwischen dem Behelfs-Akkumulator 109 und der Hochdruckleitung 14 zwischengeschaltetes Rückschlagventil 110, der Flüssigkeit, in den Behelfs-Akkumulator 109 einzutreten und auf den höchsten Druck aufgeladen zu werden, der seit dem letzten Maschinenstart erreicht wurde. Ein Ventil 111 in einer Nebenleitung 112 war in der geschlossenen Stellung seit dem letzten Maschinenbetrieb. Wenn es nötig ist, die Maschine zu starten, wird das Ventil 111 geöffnet, Hochdruckflüssigkeit fließt zu der/dem Pumpe/Motor 12 durch die Nebenleitung 112 und die/der Pumpe/Motor 12 arbeitet als Motor, um die Maschine 11 zu starten. Wenn die Maschine 11 startet, wird das Ventil 111 wieder geschlossen und die/der Pumpe/Motor 12 arbeitet als Pumpe. Das Ventil 32 und die Leitung 36, die in [Fig. 2](#) gezeigt sind, werden in diesem Ausführungsbeispiel nicht verwendet.

[0058] Eine andere mögliche Modifikation liegt in der mechanischen Isolierung der Maschine und der/des Maschinenpumpe-/motors von der verbleibenden Übertragung des bevorzugten Ausführungsbeispiels. Andere Modifikationen können durch die Umordnung der Pumpen/Motoren und anderer Komponenten erreicht werden.

[0059] Die Erfindung kann in anderen spezifischen Formen verwirklicht werden, ohne von ihrem Geist oder ihren wesentlichen Eigenschaften abzuweichen. Die vorliegenden Ausführungsbeispiele sind daher in jeder Hinsicht als anschaulich und nicht einschränkend aufzufassen, wobei der Schutzmfang

der Erfindung durch die angehängten Ansprüche eher als durch die vorhergehende Beschreibung angegeben wird, und alle Änderungen, die innerhalb der Bedeutung und dem Äquivalenzbereich der Ansprüche liegen, sind daher als hierin umfasst beabsichtigt.

Patentansprüche

1. Fahrzeugantriebsstrang, folgendes umfassend:

ein Paar Antriebsräder (20);

mindestens einen Akkumulator (13, 17) zur Aufnahme von Hydraulikflüssigkeit und zur Druckspeicherung sowie zur Ableitung des gespeicherten Drucks; eine(n) erste(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor (21) für den Antrieb der Antriebsräder in einem Motormodus, als Reaktion auf den Erhalt von Hydraulikflüssigkeit und zum Pumpen von Hydraulikflüssigkeit in den Akkumulator als Reaktion beim Abbremsen; einen Verbrennungsmotor (11) mit einer Kurbelwelle (126), die sich von dem Motor bis zu einem distalen Ende (123) erstreckt;

eine(n) zweite(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor (12), die/der die Kurbelwelle (126) als Antriebswelle/Antriebswelle verwendet und bei Betrieb im Pumpmodus Hydraulikflüssigkeit in mindestens einen der Akkumulatoren (13, 17) und in die/den erste(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor (21) pumpt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die/der zweite(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor (12) eine Schrägachsenkolbenpumpe ist, die eine Antriebsscheibe (125) einschließt, welche direkt an dem distalen Ende (123) der Kurbelwelle (126) befestigt ist, sowie Kolben (124) einschließt, um die Antriebsscheibe (125) rotierend anzutreiben; und

wobei eine gemeinsamer Satz von Lagern (127) sowohl als Rücklager für die Kurbelwelle (126) als auch als Antriebslager für die/den zweite(n) hydraulische(n) Pumpe/Motor (12) benutzt wird.

2. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, zusätzlich umfassend einen Radsatz (214, 225, 325), über den die/der erste hydraulische Pumpe/Motor (21) mit den Antriebsräder (20) verbunden ist, wobei die/der erste Pumpe/Motor Antrieb/Abtrieb auf eine damit integral ausgebildete Antriebs-/Abtriebswelle (213) überträgt und an ein Zahnrad (225) des Radsatzes (214, 225, 325) zur Drehung damit befestigt ist.

3. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 2, wobei der Radsatz ein Untersetzungsdiifferential (214) ist.

4. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 2, weiterhin umfassend eine(n) dritte(n) Pumpe/Motor (22), die/der einen Antrieb/Abtrieb an einer integral damit ausgebildeten zweiten Antriebs-/Abtriebwelle bereitstellt und an das eine Zahnrad für die Drehung

damit befestigt ist, wobei die ersten und die dritten Pumpen/Motoren (21, 22) sich auf gegenüberliegenden Seiten des Zahnrads (225) befinden, wobei die ersten und zweiten Antriebs-/Abtriebswellen axial zueinander angeordnet sind und miteinander verbunden sind, um eine einzige Welle (213) mit dem daran montierten einen Zahnräder (225) zu bilden.

5. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 4, worin die ersten, zweiten und dritten Pumpen/Motoren (21, 12, 22) Reihenkolbenpumpen sind.

6. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 5, worin die ersten, zweiten und dritten Pumpen/Motoren Schrägachsenkolbenpumpen (21, 12, 22) sind.

7. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, wobei die zweite hydraulische Pumpe (12) eine/ein Pumpe/Motor ist, die/der auch in einem Motormodus betrieben werden kann, um den Verbrennungsmotor zu starten.

8. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, worin

die/der erste Pumpe/Motor (21) zum Antrieb der Antriebsräder im Motormodus auf das Einströmen einer Hochdruckflüssigkeit aus einer Hochdruckleitung (94) reagiert und für den Betrieb im Pumpmodus, um Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (94) abzugeben, auf das Abbremsen der Antriebsräder (20) reagiert;

die/der zweite Pumpe/Motor (12) durch den Verbrennungsmotor (11) für den Betrieb im Pumpmodus angetrieben wird, um Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (94) abzugeben; und worin zwei Akkumulatoren bereitgestellt werden, die folgendes umfassen:

einen Hochdruck-Akkumulator (93) zur Aufnahme und Ableitung von Hochdruckflüssigkeit durch die Hochdruckleitung (94), und

einen Niederdruck-Akkumulator (17) zur Aufnahme und Ableitung von Niederdruckflüssigkeit über eine Niederdruckleitung (18); und worin weiterhin folgendes vorgesehen ist

ein Hydraulik-Controller (15), der für die Steuerung der Fluidströmung von und zu der/dem ersten und zweiten Pumpe/Motor (21, 12) und von und zu den Hochdruck- und Niederdruck-Akkumulatoren (13, 17) an die Hochdruck- und Niederdruckleitungen (94, 18) angeschlossen ist;

erste und zweite parallele Leitungen (23, 25), welche die jeweiligen, gegenüberliegenden Seiten der/des ersten Pumpe/Motors (21) mit dem Hydraulik-Controller (15) verbinden;

ein Absperrventil (91) in der Hochdruckleitung (94), um in einem geschlossenen Zustand den Fluss von Hydraulikflüssigkeit in den Hochdruck-Akkumulator (93) zu verhindern; und

ein Behelfs-Akkumulator (95), der eine geringere Kapazität als der Hochdruck-Akkumulator besitzt und

zwischen dem Absperrventil (91) und der zweiten hydraulischen Pumpe angeordnet ist, wobei der Behelfs-Akkumulator (95) den Druck innerhalb der Hochdruckleitung abschwächt, wenn Hochdruck-Akkumulator (93) kein Fluid aufnehmen darf.

9. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 8, weiterhin umfassend ein Rückschlagventil (92), das parallel zum Absperrventil (91) angeordnet ist, zur Verhinderung des Flusses von Hydraulikflüssigkeit in Hochdruck-Akkumulator, wobei gleichzeitig der Fluss von Hydraulikflüssigkeit aus dem Hochdruck-Akkumulator gestattet wird.

10. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, worin

die/der erste Pumpe/Motor (21) zum Antrieb der Antriebsräder (20) im Motormodus auf das Einströmen von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) reagiert und für den Betrieb im Pumpmodus, um Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (14) abzugeben, auf das Abbremsen der Antriebsräder (20) reagiert;

die/der zweite Pumpe/Motor (12) von dem Verbrennungsmotor für den Betrieb in einem Pumpmodus angetrieben wird, um in die Hochdruckleitung (14) Hochdruckflüssigkeit einzuleiten; und

worin weiterhin zwei Akkumulatoren bereitgestellt sind, die folgendes umfassen einen Hochdruck-Akkumulator (13) zum Aufnehmen und Ableiten von Hochdruckflüssigkeit durch die Hochdruckleitung (14); und

einen Niederdruck-Akkumulator (17) eine Aufnehmen und Ableiten von Niederdruckflüssigkeit durch die Niederdruckleitung (18); und worin weiterhin folgendes vorgesehen ist:

ein Hydraulik-Controller (15), der für die Steuerung der Fluidströmung von und zu der/dem ersten und zweiten Pumpe/Motor (21, 12) und von und zu den Hochdruck- und Niederdruck-Akkumulatoren (13, 17) an die Hochdruck- und Niederdruckleitungen (14, 18) angeschlossen ist;

erste und zweite parallele Leitungen (23, 25), welche die jeweilige gegenüberliegende Seiten der/des ersten Pumpe/Motors (21) mit dem Hydraulik-Controller (15) verbinden;

erste und zweite Absperrventile (105, 106), die in Parallel zwischen (1) dem Hochdruck-Akkumulator und (2) der Hochdruckleitung und der Hydraulik-Controller angeordnet sind;

erste und zweite Rückschlagventile (108, 107), die in Parallel zueinander und in Reihe mit dem ersten bzw. zweiten Absperrventil angeordnet sind, wobei das erste Rückschlagventil (108) den Flüssigkeitsstrom nur in den Hochdruck-Akkumulator erlaubt und das zweite Rückschlagventil (107) nur den Flüssigkeitsstrom aus dem Hochdruck-Akkumulator erlaubt.

11. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 4, worin

die ersten und dritten hydraulischen Pumpen/Motoren (21, 22) auf gegenüberliegenden Seiten eines Zahnrads (225) des Radsatzes angeordnet sind und sich die einzige Antriebs- und Abtriebswelle (213) teilen, wobei das eine Zahnrad (225) auf dieser angebracht ist, wobei die ersten und dritten hydraulischen Pumpen/Motoren (21, 22) axial zueinander ausgerichtet sind und auf gegenüberliegenden Enden der einzigen Antriebs- und Abtriebswelle (213) befestigt sind, wobei die ersten und die dritten hydraulischen Motoren (21, 22) im Motormodus betreiben werden, um die Antriebsräder (20) über den Radsatz antreiben, und im Pumpmodus betreiben werden, um als reaktion auf das Abbremsen der Antriebsräder Hydraulikflüssigkeit in den Akkumulator (13, 17) pumpen;

wobei die zweite hydraulische Pumpe (12) von dem Verbrennungsmotor (11) betrieben wird, zum Pumpen der Hydraulikflüssigkeit in mindestens einen der Akkumulatoren (13, 17) und in die ersten und dritten hydraulischen Pumpen/Motoren (21, 22) im Pumpmodus.

12. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 11, worin die ersten und dritten hydraulischen Pumpen/Motoren (21, 22) Reihenkolbenpumpe sind.

13. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 11, worin die ersten und dritten hydraulischen Pumpen/Motoren Schrägachsenkolbenpumpen (21, 22) sind.

14. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 11, worin die zweite Hydraulikpumpe (12) eine Welle (126) hat, welche an die Kurbelwelle (126) angebracht ist, um mit dieser Drehbewegung auszuführen.

15. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 10, folgendes umfassend:

erste und zweite parallele Leitungen (46, 47) zum Verbinden, in Parallel, einer Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) jeweils an die Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18), wobei die erste parallele Leitung (46) ein Ventil (42) hat, welches sich während des Vorwärtsbetriebs öffnet, um dadurch den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an die eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) zu erlauben, wobei die zweite parallele Leitung (47) ein zweites Ventil (43) hat, welches sich während des Rückwärtsbetriebs öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Niederdruckflüssigkeit aus der Niederdruckleitung (18) an die eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) zu erlauben; und

dritte und vierte parallele Leitungen (48, 49), welche, in Parallel, eine zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) jeweils mit den Niederdruck- bzw. Hochdruckleitungen (18, 14) verbinden, wobei die dritte parallele Leitung (49) ein drittes Ventil (45) hat,

welches sich öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Niederdruckflüssigkeit aus der Niederdruckleitung (18) an die zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) während des Vorwärtsbetriebs zu erlauben, und worin die vierte parallele Leitung (48) ein viertes Ventil (44) hat, welches sich öffnet und den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an die zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) beim Rückwärtsbetrieb zu erlauben, worin alle des ersten bis zum vierten Ventilen (42, 43, 44, 45) Rückschlagventile sind, die sich in dem Pumpmodus in einer verschlossenen, absperrenden Stellung befinden.

16. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 15, weiterhin folgendes umfassend:

fünfte und sechste parallele Leitungen (36, 37), welche, in Parallel, eine Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18) verbinden, wobei die fünfte parallele Leitung (36) ein fünftes Ventil (32) hat, welches sich öffnet, um Flüssigkeitstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) in die/den zweite/n Pumpe/Motor (12) zu erlauben, wobei die sechste parallele Leitung (37) ein sechstes Ventil (33) in Form eines Rückschlagventils hat, das den Flüssigkeitsstrom aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) zu verhindern; und siebte und achte parallele Leitungen (39, 38), welche, in Parallel, eine zweite Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) verbinden, wobei die siebte parallele Leitung (39) ein siebtes Ventil (35) hat, welches sich öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Niederdruckflüssigkeit aus der Niederdruckleitung (18) in die zweite Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) zu erlauben, wobei die achte parallele Leitung (38) ein achtes Ventil (54) in Form eines Rückschlagventils hat, welches den Flüssigkeitsstrom aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) verhindert.

17. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 16, weiterhin folgendes umfassend:

eine/einen dritte/n Pumpe/Motor (22) zum Antrieb der Antriebsräder (20) im Motormodus als Reaktion auf den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit dahin und zum Betrieb im Pumpmodus, um Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (14) als Reaktion auf das Abbremsen der Räder (20) abzugeben; neunte und zehnte parallele Leitungen (56, 57), welche, in Parallel, eine Seite der/des dritten Pumpe/Motors (22) jeweils mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18) verbinden, wobei die neunte parallele Leitung (56) ein neuntes Ventil (52) hat, welches sich öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an eine Seite der/des dritten Pumpe/Motors (22) zu erlauben, wobei die zehnte parallele Leitung (57) ein zehntes Ventil (53) in Form eines Rückschlagventils

hat, welches den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) verhindert; und elfte und zwölfte parallele Leitungen (59, 58), welche, in Parallel, eine zweite Seite der/des dritten Pumpe/Motors (22) jeweils mit den Niederdruck- bzw. Hochdruckleitungen (18, 14) verbinden, wobei die elfte parallele Leitung (59) ein Ventil (55) hat, welches sich öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Niederdruckflüssigkeit aus der Niederdruckleitung (18) an die zweite Seite der/des dritten Pumpe/Motor (22) zu erlauben, und die zwölfte parallele Leitung (58) ein zwölftes Ventil (54) in Form eines Rückschlagventils hat, um den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) zu verhindern.

18. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 17, weiter folgendes umfassend:

einen Radsatz (214, 225, 325), durch den die Antriebsräder (20) durch die ersten und dritten Pumpen/Motoren (21, 22) angetrieben werden; und worin die ersten und dritten Pumpen/Motoren koaxial auf gegenüberliegenden Seiten eines Zahnrads (225) des Radsatzes (214, 225, 325) angeordnet sind, wobei die ersten und dritten Pumpen/Motoren (21, 22) jeweils Antrieb/Abtrieb an eine integral damit ausgebildete Antriebs/Abtriebswelle (213) bereitstellen, wobei die Antriebs/Abtriebswellen in einer einzigen Antriebswelle (213) integriert sind, auf der das Zahnrad (225) montiert ist.

19. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 15, worin der Hochdruck- und Niederdruck-Akkumulator (13, 17) ein komprimierbares Gas enthält.

20. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 16, worin die Ventile in den sechsten und achten parallelen Leitungen Rückschlagventile (33, 34) sind.

21. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 17, worin die Ventile in den sechsten, achtten, zehnten und zwölften Leitungen Rückschlagventile (33, 34, 53, 54) sind.

22. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, worin:
die/der erste Pumpe/Motor (21) Über-Totpunkt betreibbar ist, für den Antrieb der Antriebsräder (20) in einem Motormodus als Reaktion auf Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14), und für den Betrieb im Pumpmodus, um als Reaktion auf das Abbremsen der Antriebsräder (20) Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (14) abzugeben;
die/der zweite Pumpe/Motor (12) Über-Totpunkt betrieben werden kann und durch den Verbrennungsmotor (11) im Pumpmodus angetrieben werden kann, um Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (14) abzugeben; und worin zwei Akkumulatoren vorgesehen sind, folgendes umfassend

einen Hochdruck-Akkumulator (13) in Verbindung stehend mit der Hochdruckleitung (14); und einen Niederdruck-Akkumulator (17) in Verbindung stehend mit einer Niederdruckleitung (18); und wobei erste und zweite parallele Leitungen (74, 75) bereitgestellt werden zur Verbindung, in Parallel, einer Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) jeweils mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18), wobei die erste parallele Leitung (74) ein erstes Ventil (72) hat, welches sich öffnet, um Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an die eine Seite der/des ersten Pumpe/Motors (21) einzulassen, wobei die zweite parallele Leitung (75) ein zweites Ventil (73) in Form eines Rückschlagventils hat, um den Flüssigkeitsstrom aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) zu verhindern; und worin eine zweite Seite der/des ersten Pumpe/Motors mit der Niederdruckleitung (18) verbunden ist.

23. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 22, weiterhin folgendes umfassend:
dritte und vierte parallele Leitungen (64, 65), welche, in Parallel, eine Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) jeweils mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18) verbinden, wobei die dritte parallele Leitung (64) ein drittes Ventil (62) hat, welches sich öffnet, um das Einströmen von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an eine Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) zu erlauben, und die vierte parallele Leitung (65) ein vierthes Ventil (63) in Form eines Rückschlagventils hat, welches den Flüssigkeitsstrom aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) verhindert; und wobei die zweite Seite der/des zweiten Pumpe/Motors (12) mit der Niederdruckleitung (18) verbunden ist.

24. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 23, weiterhin folgendes umfassend:
eine/einen dritte/n Pumpe/Motor (22), die/der Über-Totpunkt betreibbar ist, für den Antrieb der Antriebsräder (20) in einem Motormodus als Reaktion auf Hochdruckflüssigkeit darin, und für den Betrieb im Pumpmodus, um als Reaktion auf das Abbremsen der Antriebsräder (20) Hochdruckflüssigkeit in die Hochdruckleitung (14) abzugeben;
fünfte und sechste parallele Leitungen (84, 85), welche, in Parallel, eine Seite der dritten Pumpe/Motor (22) jeweils mit den Hochdruck- bzw. Niederdruckleitungen (14, 18) verbinden, wobei die fünfte parallele Leitung (84) ein fünftes Ventil (82) hat, welches sich öffnet, um den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) an eine Seite der/des dritten Pumpe/Motors (22) zu erlauben, wobei die sechste parallele Leitung (85) ein sechstes Ventil (83) in Form eines Rückschlagventils hat, welches den Ausströmen von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (14) in die Niederdruckleitung (18) verhindert; und worin eine zweite Seite der/des dritten Pumpe/Mo-

tors (22) direkt mit der Niederdruckleitung (18) verbunden ist.

25. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 22, worin das Ventil (73) in der zweiten parallelen Leitung ein Rückschlagventil ist.

26. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 23, worin die Ventile (73, 63) in den zweiten und vierten parallelen Leitungen Rückschlagventile sind.

27. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 24, worin die Ventile (73, 63) in den zweiten, vierten und sechsten parallelen Leitungen Rückschlagventile sind.

28. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 24, weiterhin folgendes umfassend:
einen Radsatz (215, 225, 325), über den die Antriebsräder durch die ersten und dritten Pumpen/Motoren (21, 22) angetrieben werden; und worin die ersten und dritten Pumpen/Motoren (21, 22) koaxial mit und auf gegenüberliegenden Seiten eines Zahnrads (225) des Radsatzes (214, 225, 325) montiert sind, wobei die ersten und dritten Pumpen/Motoren (21, 22) Wellem (213) besitzen, die in einer Antriebwelle (213) für das Zahnrad (225) integriert sind.

29. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 10, weiterhin folgendes umfassend:
einen Behelfs-Akkumulator (109) mit einer geringeren Kapazität als der Hochdruck-Akkumulator, der an die Hochdruckleitung (114) angeschlossen ist und der mittels einer Nebenleitung (112) und eines Steuerventils (111) in der Nebenleitung (112) an die/den zweite/n Pumpe/Motor (12) angeschlossen ist, um den Flüssigkeitsstrom von Hochdruckflüssigkeit aus dem Behelfs-Akkumulator (109) im geöffneten Zustand zu erlauben, um die/den zweite/n Pumpe/Motor (12) im Motormodus zu betreiben, um so den Verbrennungsmotor (11) zu starten.

30. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 29, weiterhin folgendes umfassend:
ein Rückschlagventil (110) zwischen dem Behelfs-Akkumulator (109) und der Hochdruckleitung (14), um den Flüssigkeitsstrom nur in eine Richtung aus der Hochdruckleitung (14) in den Behelfs-Akkumulator (109) zu erlauben.

31. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 17, worin:
die ersten, zweiten, dritten, vierten, fünften, siebten, neunten und elften Ventile (42, 43, 45, 44, 32, 35, 53, 55) in geschlossenem Zustand Rückschlagventilfunktionen besitzen; und
die ersten, vierten, fünften und neunten Ventile (42, 44, 32, 52) immer den Fluss von Hochdruck aus der/dem Pumpe/Motor in die Hochdruckleitung (14) erlauben; und

die zweiten, dritten, siebten und elften Ventile (**43, 45, 35, 55**) immer das Ausströmen aus der/dem Pumpe/Motor in die Niederdruckleitung (**18**) erlauben.

32. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 23, worin die ersten, dritten und fünften Ventile (**42, 45, 32**) in geschlossenem Zustand Rückschlagventilfunktionen besitzen, um immmer einen Fluss von Hochdruck aus den Pumpen/Motoren in die Hochdruckleitung (**14**) zu erlauben.

33. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 1, worin:

die/der erste fluidische Pumpe/Motor (**21**) als zum Antrieb der Antriebsräder (**20**) auf den Erhalt von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (**14**) reagiert;

die/der zweite fluidische Pumpe/Motor (**12**) durch den Verbrennungsmotor (**11**) angetrieben wird, um Hochdruckflüssigkeit an die Hochdruckleitung (**14**) abzugeben; und

worin zwei Akkumulatoren bereitgestellt werden, die folgendes umfassen

einen Hochdruck-Akkumulator (**13**) zum Aufnehmen und Abgeben von Hochdruckflüssigkeit durch die Hochdruckleitung (**14**); und

einen Niederdruck-Akkumulator (**17**) zum Aufnehmen und Abgeben von Niederdruckflüssigkeit über die Niederdruckleitung (**18**); und worin weiterhin folgendes bereitgestellt wird

ein dritter fluidischer Motor (**22**) mit einer geringeren Kapazität als der erste fluidische Motor (**21**) zum Antrieb der Antriebsräder (**20**) als Reaktion auf den Erhalt von Hochdruckflüssigkeit aus der Hochdruckleitung (**14**);

ein Sensor (**7**) zur Bestimmung der Position eines Beschleunigungselementes (**8**) innerhalb eines Bewegungsbereichs, der in Zonen unterteilt ist; und

eine elektronische Steuereinheit (**10**) zur selektiven Erzeugung von Steuersignalen zum Betrieb der/des ersten fluidischen Pumpe/Motors (**21**) und/oder des dritten fluidischen Motors (**22**) in Übereinstimmung mit der Zone, in der das Beschleunigungselement (**8, 90**) positioniert ist, wobei die elektronische Steuereinheit (**10**) ein erstes Steuersignal zum alleinigen Betrieb des dritten fluidischen Motors (**22**) in der ersten Zone (Zone 1) erzeugt, und das erste Steuersignal sich als Reaktion auf die Positionierung des Beschleunigungselementes (**90**) innerhalb einer Unter-Zone (Unter-Zonen 1–4) der ersten Zone verändert und das erste Steuersignal mit der Bewegung des Beschleunigungselementes innerhalb einer anderen Unter-Zone der ersten Zone unverändert belässt, und ein zweites Steuersignal zum alleinigen Betrieb des ersten fluidischen Motors (**21**) als Reaktion auf die Detektion des Beschleunigungselementes (**8, 90**) innerhalb einer zweiten Zone (Zone 2) erzeugt, und weiterhin Steuersignale erzeugt, zum Betrieb sowohl des ersten als auch des zweiten fluidischen Motors (**21, 22**) als Reaktion auf die Detektion des Beschleu-

nigungselement innerhalb einer dritten Zone (Zone 3).

34. Fahrzeugantriebsstrang gemäß Anspruch 33:

worin das Beschleunigungselement (**8, 90**) ein Beschleunigungspedal ist; und

worin nach Drücken des Beschleunigungspedals dieses durch die erste, zweite und dritte Zone (Zonen 1–3) bewegt wird.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

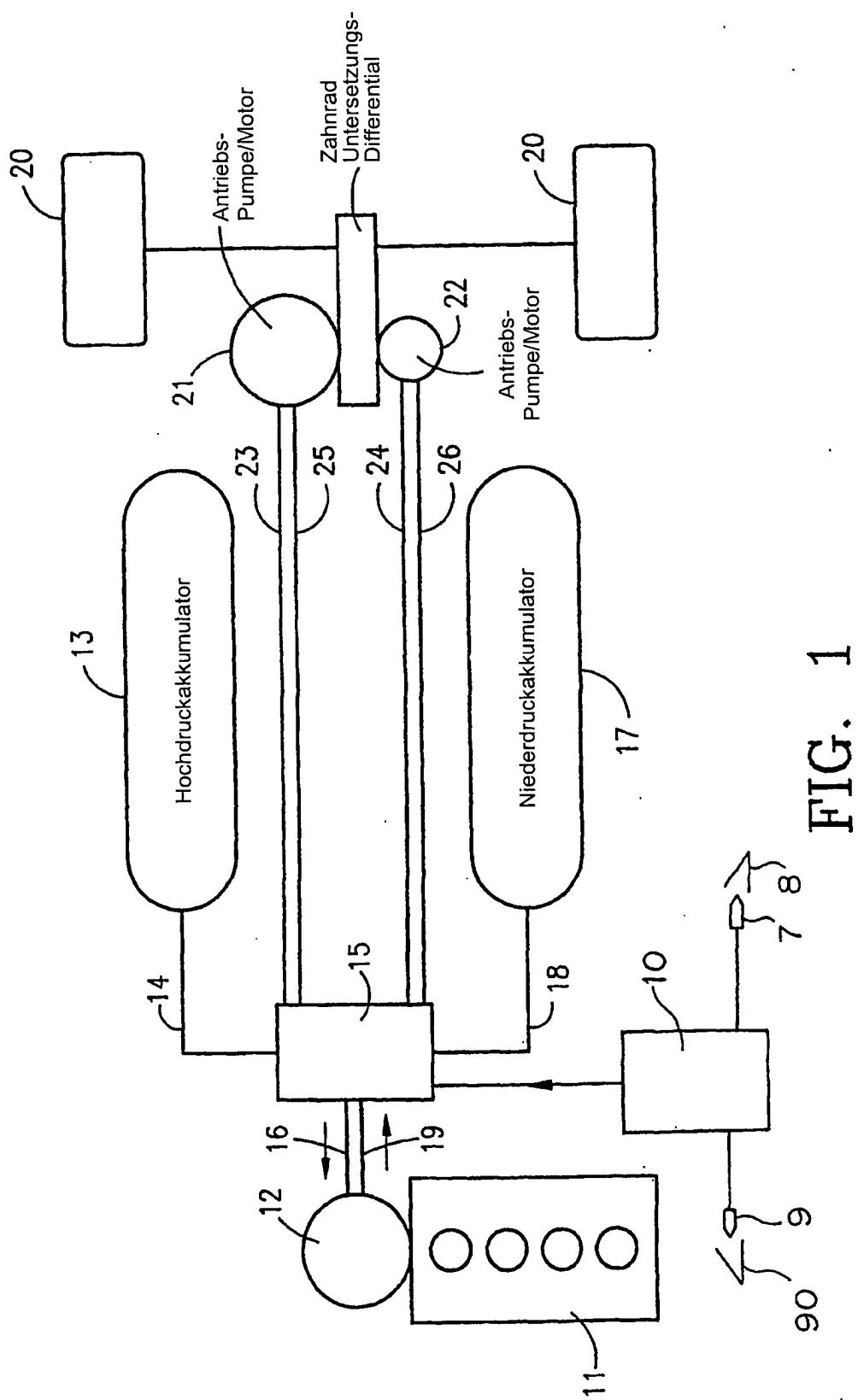


FIG. 1

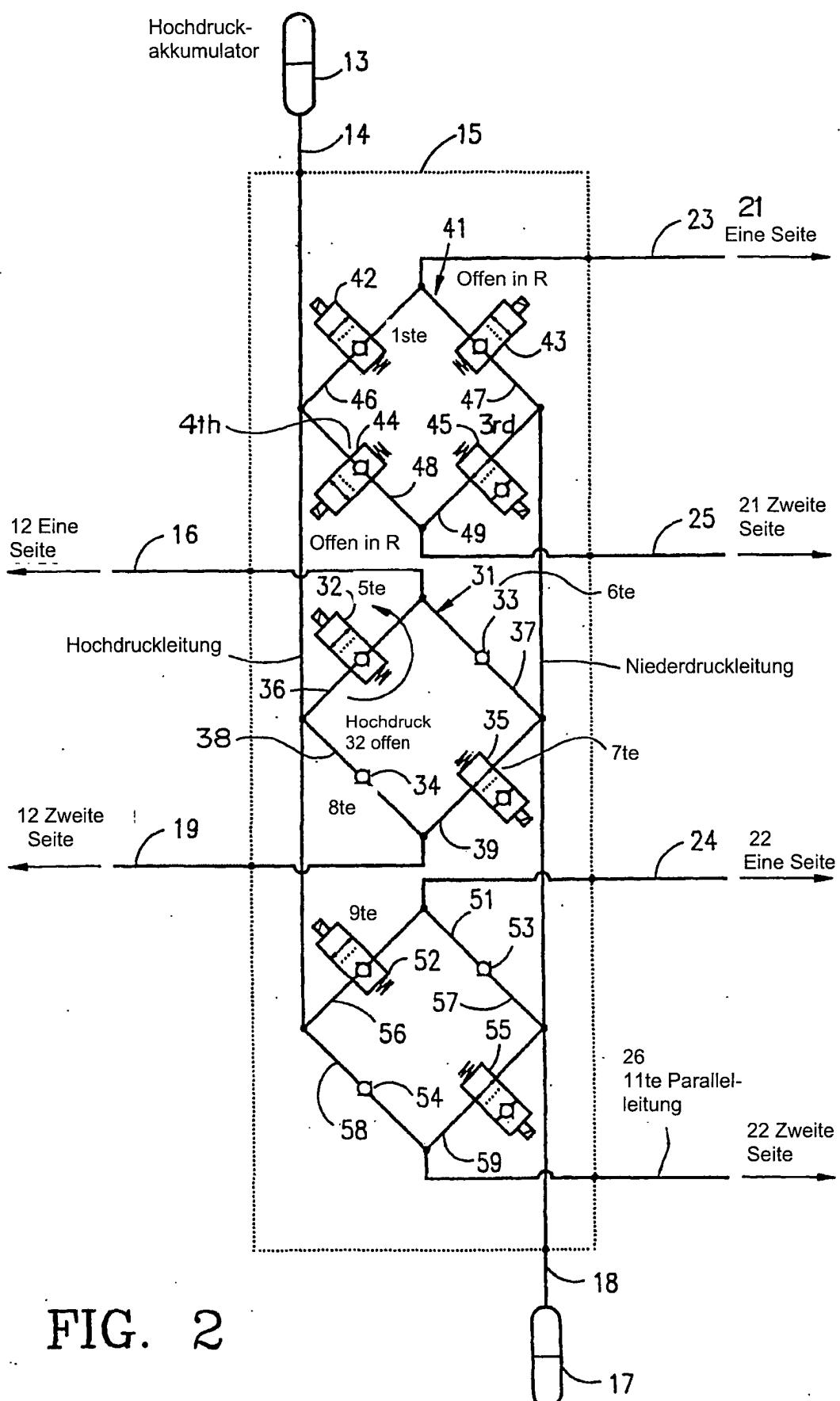
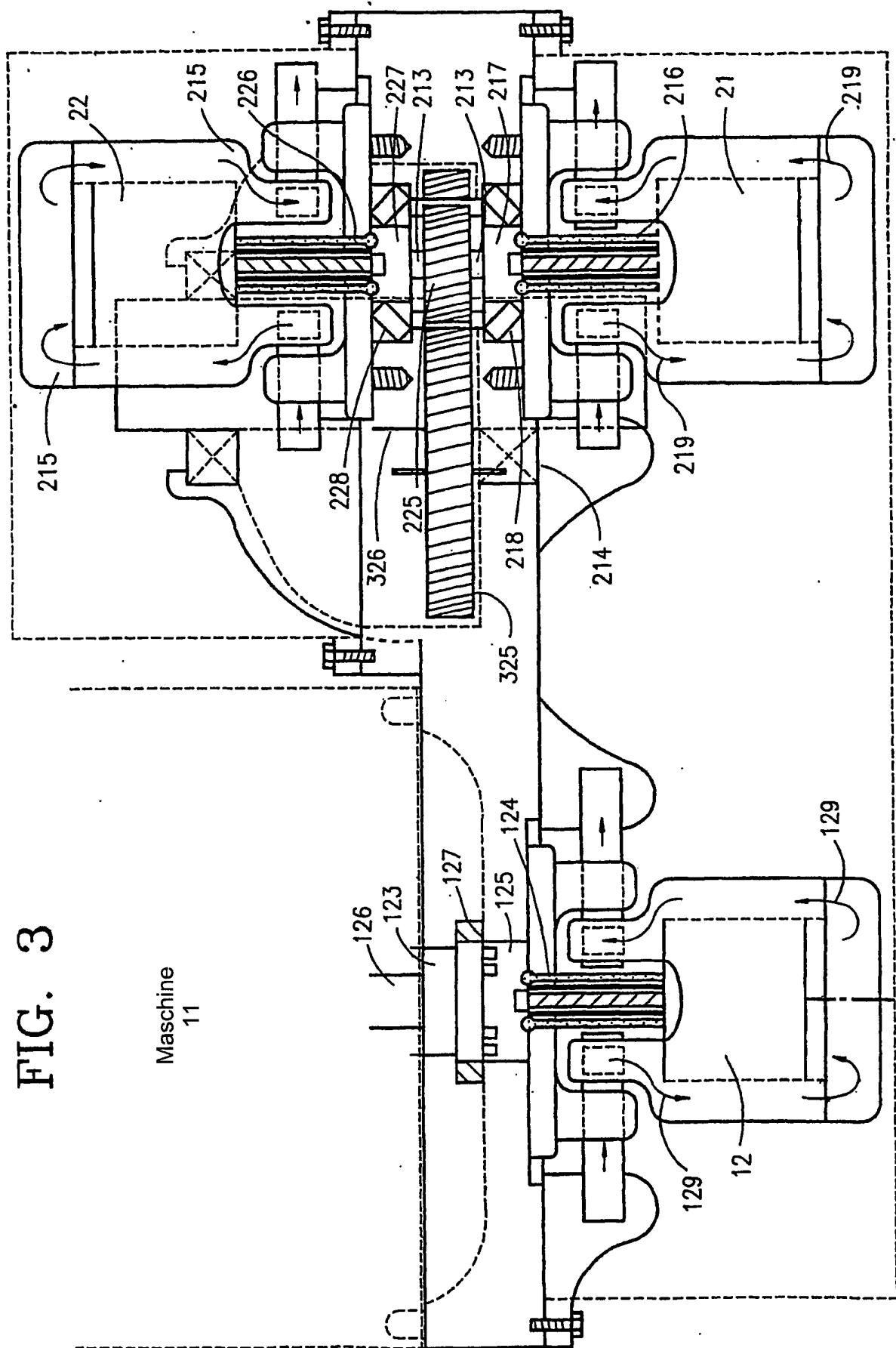


FIG. 2

FIG. 3

Maschine
11



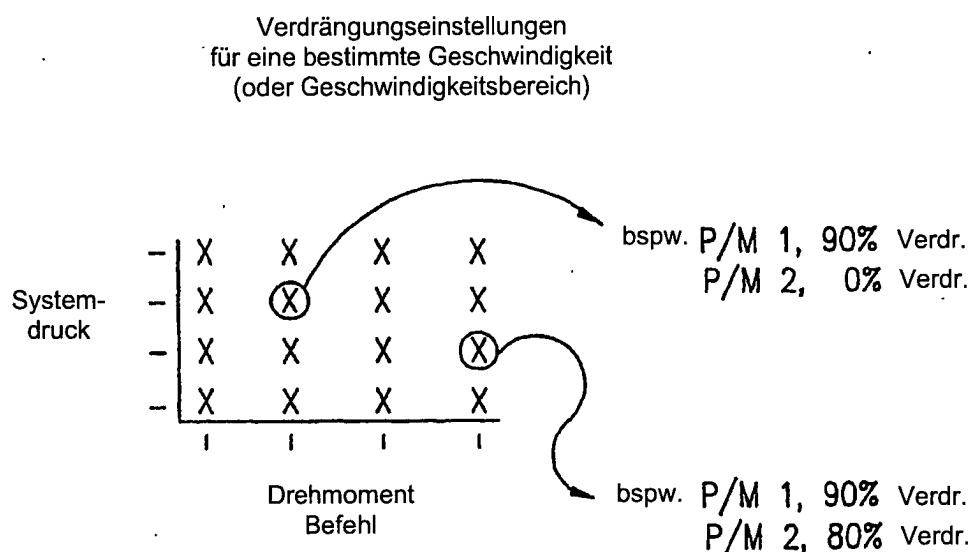


FIG. 4

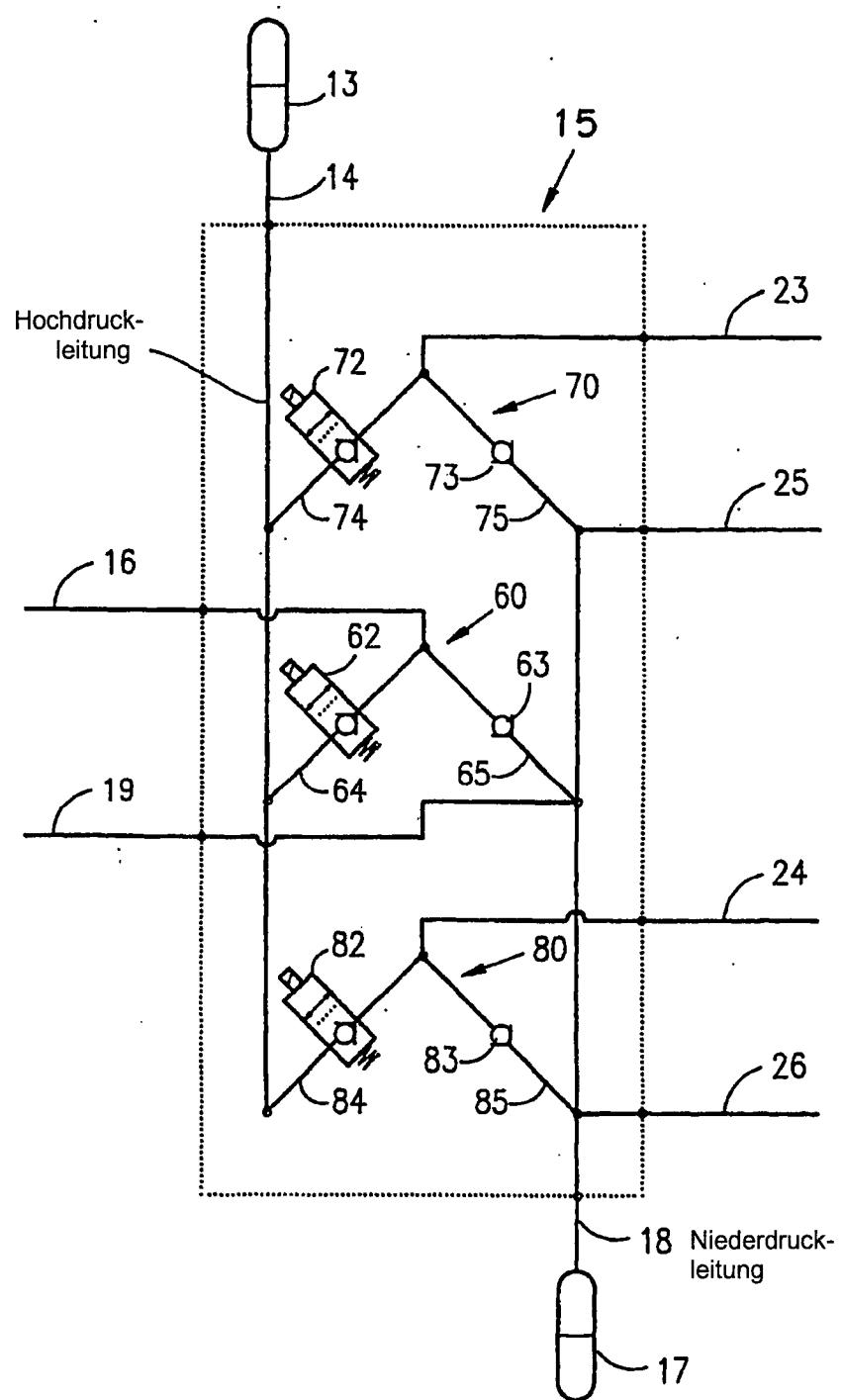


FIG. 5

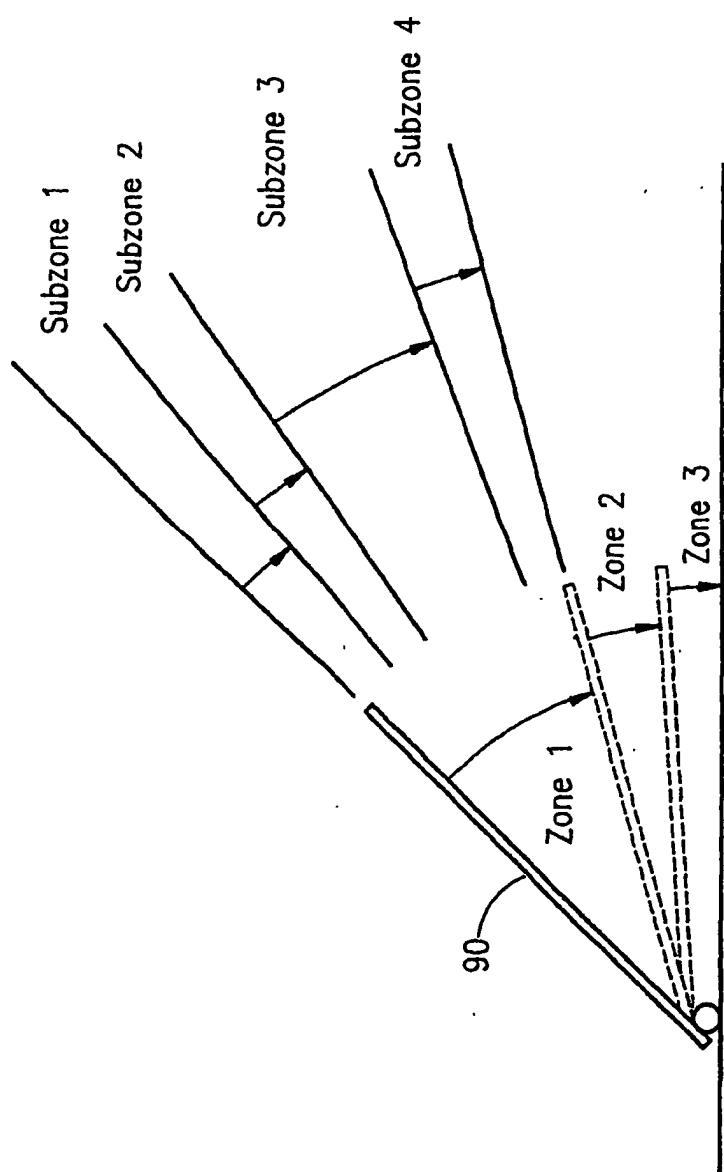
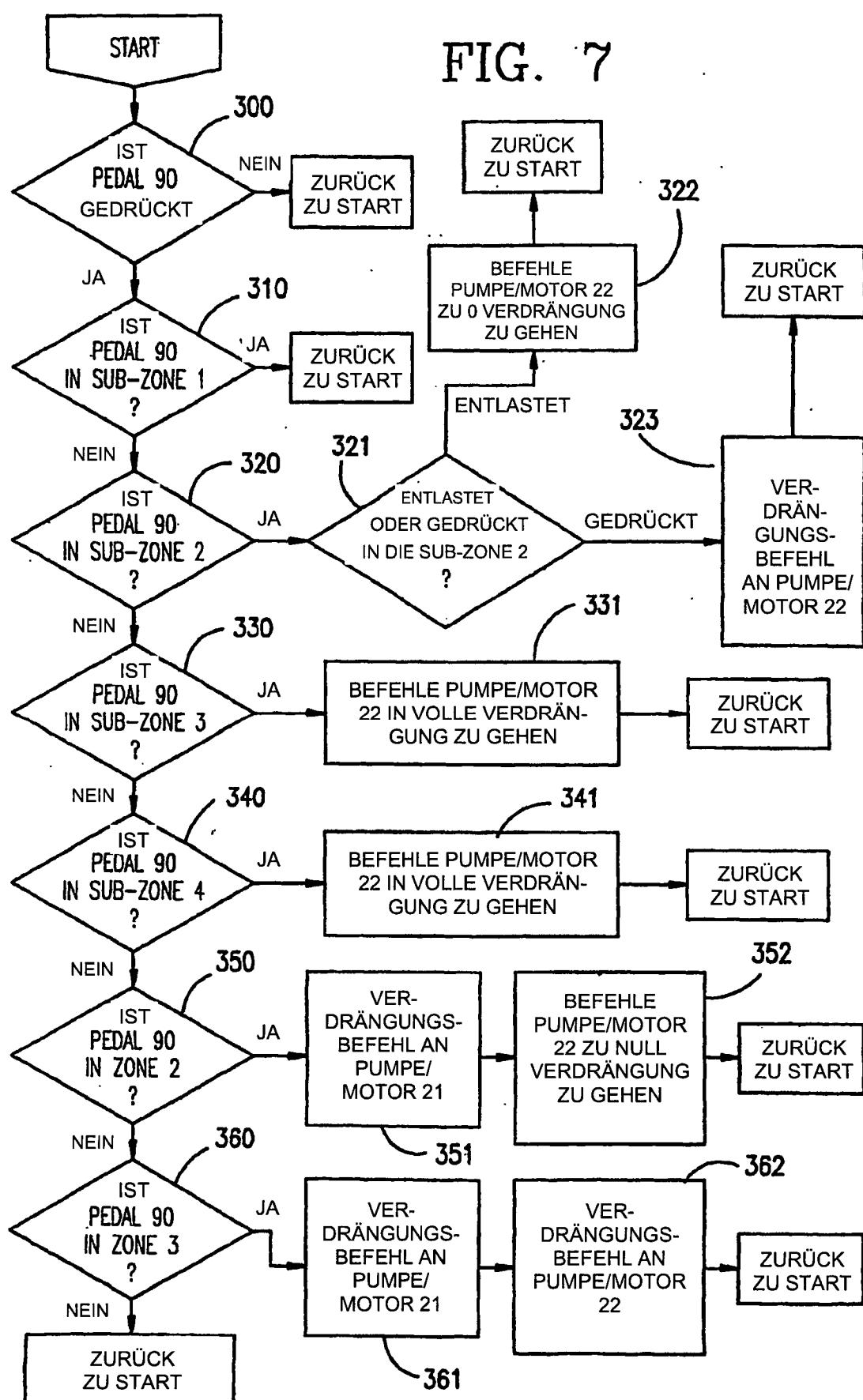


FIG. 6

FIG. 7



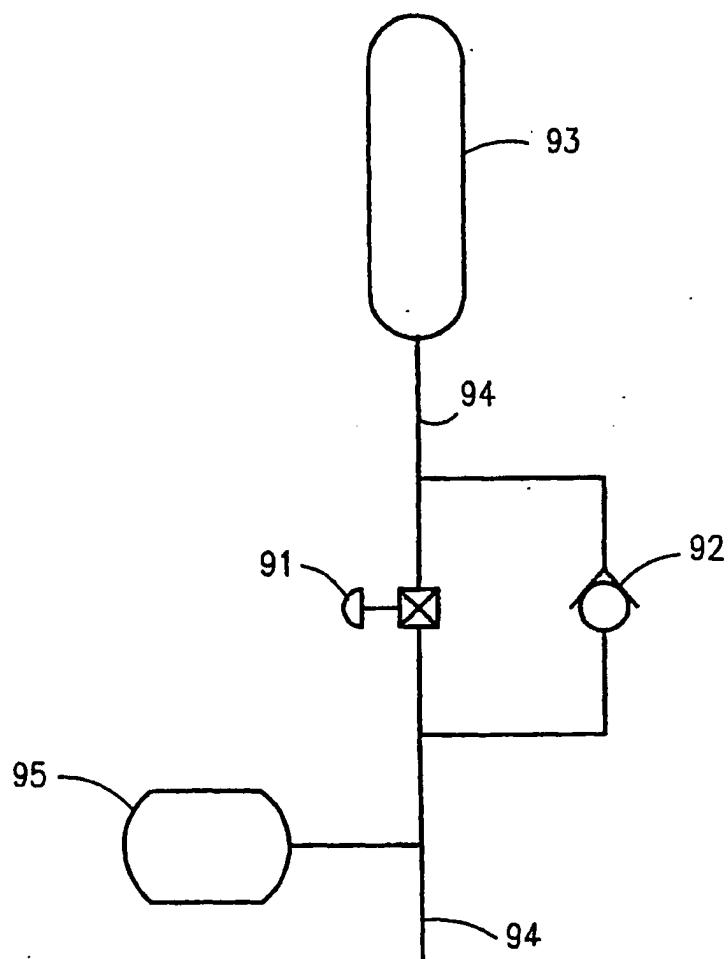


FIG. 8

FIG. 9

