

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum

17. September 2015 (17.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/135672 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/051237
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Januar 2015 (22.01.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102014204357.3 10. März 2014 (10.03.2014) DE
- (71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: WEGSCHEIDER, Martin; Sonnenstrasse 13,
89077 Ulm (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A HYDRAULIC HYBRID DRIVE TRAIN

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HYDRAULIKHYBRIDANTRIEBSSTRANGS

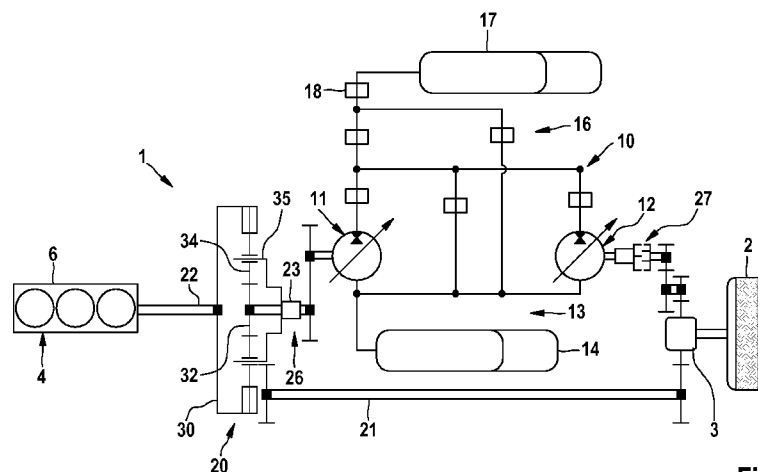


Fig.

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a hydraulic hybrid drive train (1) having a primary drive (4), and a secondary drive (10) comprising at least one hydraulic machine (12), to which a coupling and synchronizing device (27) is assigned that allows for the secondary drive (10) to be drivingly shut off in order to drive a motor vehicle equipped with the hydraulic hybrid drive train (1) solely by way of the primary drive (4). In order to improve the driving comfort during the operation of a hydraulic hybrid drive train, the hydraulic machine (12) is pre-synchronized in a relevant speed range, in which the hydraulic hybrid drive train (1) is driven solely by way of the primary drive (4), and in which it is to be expected that the secondary drive (10) will be drivingly actuated. The invention relates to a method for operating a hydraulic hybrid drive train (1) having a primary drive (4), and a secondary drive (10) comprising at least one hydraulic machine (12), to which a coupling and synchronizing device (27) is assigned that allows for the secondary drive (10) to be drivingly shut off in order to drive a motor vehicle equipped with the hydraulic hybrid drive train (1) solely by way of the primary drive (4). In order to improve the driving comfort during the operation of a hydraulic hybrid drive train, the hydraulic machine (12) is pre-synchronized in a relevant speed range, in which the hydraulic hybrid drive train (1) is driven solely by way of the primary drive (4), and in which it is to be expected that the secondary drive (10) will be drivingly actuated.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/135672 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs (1) mit einem primären Antrieb (4) und einem sekundären Antrieb (10), der mindestens eine Hydraulikmaschine (12) umfasst, der eine Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung (27) zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges Abschalten des sekundären Antriebs (10) ermöglicht, um ein mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang (1) ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem primären Antrieb (4) anzutreiben. Um den Fahrkomfort beim Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs zu verbessern, wird die Hydraulikmaschine (12) in einem relevanten Geschwindigkeitsbereich, in welchem der Hydraulikhybridantriebsstrang (1) nur mit dem primären Antrieb (4) angetrieben und in welchem ein antriebsmäßiges Zuschalten des sekundären Antriebs (10) zu erwarten ist, vorsynchronisiert. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs (1) mit einem primären Antrieb (4) und einem sekundären Antrieb (10), der mindestens eine Hydraulikmaschine (12) umfasst, der eine Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung (27) zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges Abschalten des sekundären Antriebs (10) ermöglicht, um ein mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang (1) ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem primären Antrieb (4) anzutreiben. Um den Fahrkomfort beim Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs zu verbessern, wird die Hydraulikmaschine (12) in einem relevanten Geschwindigkeitsbereich, in welchem der Hydraulikhybridantriebsstrang (1) nur mit dem primären Antrieb (4) angetrieben und in welchem ein antriebsmäßiges Zuschalten des sekundären Antriebs (10) zu erwarten ist, vorsynchronisiert.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines
Hydraulikhybridantriebsstrangs mit einem primären Antrieb und einem
sekundären Antrieb, der mindestens eine Hydraulikmaschine umfasst, der eine
Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges
Abschalten des sekundären Antriebs ermöglicht, um ein mit dem
15 Hydraulikhybridantriebsstrang ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem
primären Antrieb anzutreiben. Die Erfindung betrifft des Weiteren einen
Hydraulikhybridantriebsstrang, der gemäß einem derartigen Verfahren betrieben
wird.

20 Stand der Technik

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2011 002 967 A1 ist ein
Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei dem ein hydraulisch betriebener
Energiewandler und ein mit brennbarem Gas betriebener Energiewandler
25 zusammenwirken.

Offenbarung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, den Fahrkomfort beim Betreiben eines
30 Hydraulikhybridantriebsstrangs mit einem primären Antrieb und einem
sekundären Antrieb, der mindestens eine Hydraulikmaschine umfasst, der eine
Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges
Abschalten des sekundären Antriebs ermöglicht, um ein mit dem
Hydraulikhybridantriebsstrang ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem
35 primären Antrieb anzutreiben, zu verbessern.

Die Aufgabe ist bei einem Verfahren zum Betreiben eines
Hydraulikhybridantriebsstrangs mit einem primären Antrieb und einem
sekundären Antrieb, der mindestens eine Hydraulikmaschine umfasst, der eine
Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges
5 Abschalten des sekundären Antriebs ermöglicht, um ein mit dem
Hydraulikhybridantriebsstrang ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem
primären Antrieb anzutreiben, dadurch gelöst, dass die Hydraulikmaschine in
einem relevanten Geschwindigkeitsbereich, in welchem der
Hydraulikhybridantriebsstrang nur mit dem primären Antrieb angetrieben wird
10 und in welchem ein antriebsmäßiges Zuschalten des sekundären Antriebs zu
erwarten ist, vorsynchronisiert wird. Dadurch kann die Synchronisationsdauer der
Hydraulikmaschine beim antriebsmäßigen Zuschalten des sekundären Antriebs
erheblich reduziert werden. Bei dem primären Antrieb handelt es sich
vorzugsweise um eine Brennkraftmaschine, die auch als Verbrennungsmotor
15 bezeichnet wird.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch
gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine beim Vorsynchronisieren auf eine
einstellbare Drehzahl gebracht und auf dieser Drehzahl gehalten wird. Dadurch
20 kann ein zu überwindendes Drehzahl-Delta beziehungsweise eine zu
überwindende Drehzahldifferenz beim eigentlichen Synchronisierungsvorgang
oder Synchronisationsvorgang verringert werden. Dadurch kann der eigentliche
Synchronisationsvorgang deutlich verkürzt werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch
gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine beim Vorsynchronisieren auf eine
Drehzahl gebracht wird, die in der Nähe einer zum Synchronisieren benötigten
Zieldrehzahl liegt. Bei der Zieldrehzahl handelt es sich um eine Drehzahl, bei
welcher ein Synchronisationsvorgang durchgeführt werden kann. Bei dem
25 Synchronisationsvorgang oder Synchronisierungsvorgang werden zum Beispiel
unterschiedliche Drehzahlen einer Schaltstufe und eines Gangrads angeglichen,
um ein Umschalten zwischen zwei Übersetzungsstufen zu ermöglichen. Die
Zieldrehzahl kann auch als Solldrehzahl für einen Synchronisierungsvorgang
bezeichnet werden. Die Zieldrehzahl oder Solldrehzahl kann zum Beispiel durch
30

Fahrversuche ermittelt und in einer geeigneten Speichereinrichtung, gegebenenfalls in einem fahrzeuginternen Steuergerät, abgelegt werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine beim Vorsynchronisieren auf eine mittlere Drehzahl gebracht wird. Die mittlere Drehzahl entspricht zum Beispiel etwa der halben Zieldrehzahl. Dadurch kann die zum Vorsynchronisieren benötigte Zeitdauer reduziert werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Drehzahl der halben Zieldrehzahl entspricht. Damit wurden bei im Rahmen der vorliegenden Erfindung durchgeführten Untersuchungen gute Ergebnisse erzielt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine in einem Geschwindigkeitsbereich zwischen einer relativ hohen und einer relativ niedrigen Geschwindigkeit vorsynchronisiert wird. Das Kraftfahrzeug mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang wird bei relativ hohen Geschwindigkeiten vorteilhaft nur durch den primären Antrieb angetrieben. Bei relativ niedrigen Geschwindigkeiten wird das mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang ausgestattete Kraftfahrzeug mit beiden Antrieben angetrieben, gegebenenfalls nur mit dem sekundären Antrieb.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine in einem Geschwindigkeitsbereich unter einhundert Kilometer pro Stunde vorsynchronisiert wird. Das Vorsynchronisieren erfolgt zum Beispiel bei einer Geschwindigkeit von siebenzig Kilometer pro Stunde. Es können auch mehrere Geschwindigkeitsbereiche vorgegeben werden, in welchen auf unterschiedlich hohe Zieldrehzahlen vorsynchronisiert wird.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikmaschine drehzahlmäßig wieder in ihren Ausgangszustand gebracht wird, wenn ein erwartetes Zuschalten des sekundären Antriebs nicht angefordert wird. Die Hydraulikmaschine wird beim

Vorsynchronisieren vorzugsweise aus dem Stillstand, das heißt von einer Drehzahl von null, auf eine gewünschte Zieldrehzahl gebracht. Demzufolge wird die Hydraulikmaschine, wenn das erwartete Zuschalten des sekundären Antriebs nicht angefordert wird, wieder in den Stillstand versetzt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass beim Vorsynchronisieren mindestens einer der folgenden Parameter variiert wird: Ein Systemdruck des sekundären Antriebs; ein Speicherdruck des sekundären Antriebs; ein Schwenkwinkel der Hydraulikmaschine; ein Drehmoment der Hydraulikmaschine. Bei dem Systemdruck handelt es sich zum Beispiel um einen aktuellen Hydraulikdruck des sekundären Antriebs. Bei dem Speicherdruck handelt es sich zum Beispiel um einen Hydraulikdruck, der in einem Hochdruckspeicher des sekundären Antriebs herrscht. Die Hydraulikmaschine ist vorzugsweise als Axialkolbenmaschine mit einer Schwenkwiege ausgeführt, deren Schwenkwinkel verstellbar ist, um das Hubvolumen oder Schluckvolumen der Hydraulikmaschine zu verändern. Beim Variieren der Parameter wird vorteilhaft eine Trägheit des sekundären Antriebs berücksichtigt.

Die Erfindung betrifft des Weiteren einen Hydraulikhybridantriebsstrang mit einem primären Antrieb und einem sekundären Antrieb, der mindestens eine Hydraulikmaschine umfasst, der eine Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges Abschalten des sekundären Antriebs ermöglicht, um ein mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem primären Antrieb anzutreiben, wobei der Hydraulikhybridantriebsstrang gemäß einem vorab beschriebenen Verfahren betrieben wird. Der Hydraulikhybridantriebsstrang umfasst vorzugsweise ein Getriebe, das zwischen dem primären Antrieb und dem sekundären Antrieb angeordnet ist. Das Getriebe ist zum Beispiel über eine erste Welle antriebsmäßig mit mindestens einem angetriebenen Rad verbunden, wobei das Getriebe über eine zweite Welle antriebsmäßig mit dem primären Antrieb verbunden ist. Über eine dritte Welle ist das Getriebe antriebsmäßig mit dem sekundären Antrieb verbunden. Das Getriebe ist vorteilhaft als Planetengetriebe beziehungsweise Planetenrädergetriebe oder Umlaufrädergetriebe ausgeführt. Das Planetengetriebe umfasst zum Beispiel ein Hohlräder, ein Sonnenrad und

Planetenräder, die auch als Umlaufräder bezeichnet werden. Die Planetenräder oder Umlaufräder sind zum Beispiel an einem Planetenträger drehbar gelagert. Der Planetenträger ist, zum Beispiel unter Zwischenschaltung einer Zahnradstufe, antriebsmäßig mit der ersten Welle verbunden, die,
5 gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer weiteren Zahnradstufe und/oder einem Differenzial, antriebsmäßig mit dem angetriebenen Rad verbunden ist.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Hydraulikhybridantriebsstrangs ist dadurch gekennzeichnet, dass der sekundäre Antrieb zwei Hydraulikmaschinen umfasst, wobei die vorsynchronisierte Hydraulikmaschine auf einer Abtriebsseite angeordnet ist. Die vorsynchronisierte Hydraulikmaschine wird vorzugsweise als Hydraulikmotor betrieben.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Softwaremittel zum Durchführen des vorab beschriebenen Verfahrens aufweist, wenn das Computerprogramm auf einem Computer ausgeführt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in einem Steuergerät eines Kraftfahrzeugs ausgeführt. Daher betrifft die Erfindung gegebenenfalls auch ein Steuergerät eines Kraftfahrzeugs mit einem
20 derartigen Computerprogrammprodukt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der einzigen beiliegenden Figur ist ein Hydraulikhybridantriebsstrang eines Kraftfahrzeugs vereinfacht dargestellt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der beiliegenden Figur ist ein Hydraulikhybridantriebsstrang 1 eines Kraftfahrzeugs mit einem angetriebenen Rad 2 vereinfacht dargestellt. Das angetriebene Rad 2 ist zum Beispiel über ein Differenzial 3 antriebsmäßig an den

Hydraulikhybridantriebsstrang 1 angebunden. Der Hydraulikhybridantriebsstrang 1 umfasst einen primären Antrieb 4, der zum Beispiel eine Brennkraftmaschine 6 aufweist, die auch als Verbrennungsmotor bezeichnet wird. Das Rad 2 kann alleine durch den primären Antrieb 4 angetrieben werden.

Der Hydraulikhybridantriebsstrang 1 umfasst des Weiteren einen sekundären Antrieb 10. Der sekundäre Antrieb 10 umfasst eine erste Hydraulikmaschine 11 und eine zweite Hydraulikmaschine 12. Die beiden Hydraulikmaschinen 11 und 12 sind eingangsseitig hydraulisch mit einer Niederdruckseite 13 verbunden. Die Niederdruckseite 13 umfasst einen Niederdruckspeicher 14 mit Hydraulikmedium, das mit Niederdruck beaufschlagt ist.

Ausgangsseitig sind die Hydraulikmaschinen 11 und 12 hydraulisch mit einer Hochdruckseite 16 verbunden. Die Hochdruckseite 16 umfasst einen Hochdruckspeicher 17 mit Hydraulikmedium, das mit Hochdruck beaufschlagt ist. Durch insgesamt sechs Rechtecke 18 sind Ventileinrichtungen bezeichnet, die in bekannter Art und Weise den Betrieb des sekundären Antriebs 10 mit den beiden Hydraulikmaschinen 11 und 12 ermöglichen.

Ein Getriebe 20 ist zwischen den primären Antrieb 4 und den sekundären Antrieb 10 geschaltet. Das Getriebe 20 ist als Planetengetriebe mit einem Hohlrad 30, einem Sonnenrad 32 und Planetenrädern 34 ausgeführt. Die Planetenräder 34 sind an einem Planetenträger 35 drehbar angebracht.

Eine erste Welle 21 ist über eine Zahnradstufe drehfest mit dem Planetenträger 35 verbunden. Die erste Welle 21 ist an ihrem in der Figur rechten Ende über eine weitere Zahnradstufe drehfest mit dem Differenzial 3 verbunden.

Eine zweite Welle 22 ist drehfest mit dem Hohlrad 30 des Planetengetriebes 20 verbunden. Die zweite Welle 22 ist antriebsmäßig mit dem primären Antrieb 4 verbindbar. Eine dritte Welle 23 ist drehfest mit dem Sonnenrad 32 des Planetengetriebes 20 verbunden.

Eine Kupplungs- und/oder Synchronisiereinrichtung 27 ist auf der Abtriebsseite antriebsmäßig zwischen die zweite Hydraulikmaschine 12 des sekundären

Antriebs 10 und das Differenzial 3 mit dem angetriebenen Rad 2 geschaltet. Dabei können zur Darstellung von Zusatzfunktionen, wie zum Beispiel einem Rückwärtsgang, weitere Getriebestufen zwischen die Kupplungs- und/oder Synchronisiereinrichtung 27 und das Differenzial 3 geschaltet sein.

5

Bei dem Hydraulikhybridantriebsstrang 1 handelt es sich um einen mechanisch-hydraulisch leistungsverzweigten Antriebsstrang. Je nach Betriebspunkt kann die Leistung des Hydraulikhybridantriebsstrangs 1 über den auch als mechanischen Antrieb bezeichneten primären Antrieb 4 oder über den auch als hydraulischen Antrieb bezeichneten sekundären Antrieb 10 geführt werden. Darüber hinaus kann die Leistung auch gleichzeitig über die beiden Antriebe 4, 10 beziehungsweise Systemzweige geführt werden. Es können Betriebszustände eintreten, in denen einzelne Systemteile inaktiv sind oder deaktiviert werden müssen.

10

15

Betrifft dies das hydraulische Teilsystem mit dem sekundären Antrieb 10, dann wird zum Beispiel die zweite Hydraulikmaschine 12 mit Hilfe der Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung 27 abgekoppelt. Die abgekoppelte Hydraulikmaschine 12 muss vor einer Wiederankopplung aktiv auf eine entsprechende Zieldrehzahl gebracht werden. Das Beschleunigungsvermögen der Hydraulikmaschine 12 bestimmt sich aus deren Nenngröße, dem vorhandenen Hydraulikdruck, einem gewissen Schwenkwinkelverlauf, sowie der Trägheit der Hydraulikmaschine 12.

20

Gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung wird die Synchronisationsdauer der Hydraulikmaschine 12 während eines Schaltvorgangs reduziert. Zu diesem Zweck wird die abgekoppelte Hydraulikmaschine 12, die auch als Hydraulikeinheit bezeichnet wird, in einem relevanten Geschwindigkeitsbereich, in welchem ein Schaltvorgang wahrscheinlich ist, auf eine einstellbare Drehzahl gebracht und gehalten. Dieser Vorgang wird als Vorsynchronisieren bezeichnet.

25

30

Durch das Vorsynchronisieren kann das bei dem nachfolgenden eigentlichen Synchronisationsvorgang zu überwindende Drehzahl-Delta verringert werden. Der eigentliche Synchronisationsvorgang wird kürzer, da die angeforderte

Zieldrehzahl schneller erreicht werden kann. Dadurch kann der Schaltvorgang insgesamt beschleunigt werden.

Der Synchronisationsvorgang ist Teil eines Schaltvorgangs. Durch die Reduzierung der Schaltdauer wird der gesamte Schaltvorgang entsprechend kürzer. Dadurch kann der Fahrkomfort spürbar verbessert werden. Darüber hinaus wird durch das Vorsynchronisieren der Stellenergieeinsatz beim eigentlichen Synchronisationsvorgang verringert.

Die Betriebspunkte, in denen die Hydraulikeinheit 12 am System angekoppelt ist, sind in der Regel bekannt. Damit lassen sich Bereiche eingrenzen, in denen ein Übergang, insbesondere ein Ankoppeln der Hydraulikeinheit 12, wahrscheinlich wird. Aus diesen lassen sich Kriterien ableiten, wann das Vorsynchronisieren vorgenommen wird.

Sobald die Kriterien erfüllt sind, wird die zu synchronisierende Einheit auf eine so genannte Vorsynchronisations-Drehzahl gebracht. Bei der Vorsynchronisations-Drehzahl handelt es sich zum Beispiel um die halbe Zieldrehzahl. Die zu synchronisierende Einheit 12 wird auf der Vorsynchronisations-Drehzahl gehalten.

Wird der erwartete Schaltvorgang von der Software dann tatsächlich getriggert beziehungsweise angefordert, dann kann die restliche Drehzahldifferenz zur Zieldrehzahl beim eigentlichen Synchronisationsvorgang schnell überwunden werden.

Wird der relevante Geschwindigkeitsbereich, zum Beispiel aufgrund eines so genannten Change-of-minds, ohne Anforderung eines Schaltvorgangs verlassen, dann wird die Hydraulikeinheit 12 vorteilhaft wieder in ihren Ursprungszustand gebracht. Im Ursprungszustand befindet sich die Hydraulikeinheit 12 vorzugsweise im Stillstand.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Hydraulikhybridantriebsstrangs (1) mit einem primären Antrieb (4) und einem sekundären Antrieb (10), der mindestens eine Hydraulikmaschine (12) umfasst, der eine Kupplungs- und
10 Synchronisiereinrichtung (27) zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges Abschalten des sekundären Antriebs (10) ermöglicht, um ein mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang (1) ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem primären Antrieb (4) anzutreiben, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) in einem relevanten Geschwindigkeitsbereich, in
15 welchem der Hydraulikhybridantriebsstrang (1) nur mit dem primären Antrieb (4) angetrieben wird und in welchem ein antriebsmäßiges Zuschalten des sekundären Antriebs (10) zu erwarten ist, vorsynchronisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) beim Vorsynchronisieren auf eine einstellbare
20 Drehzahl gebracht und auf dieser Drehzahl gehalten wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) beim Vorsynchronisieren auf eine Drehzahl gebracht wird, die in der Nähe einer zum Synchronisieren benötigten Zieldrehzahl liegt.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) beim Vorsynchronisieren auf eine mittlere Drehzahl gebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mittlere Drehzahl der halben Zieldrehzahl entspricht.
- 30 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) in einem Geschwindigkeitsbereich zwischen einer relativ hohen und einer relativ niedrigen Geschwindigkeit vorsynchronisiert wird.
- 35 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hydraulikmaschine (12) drehzahlmäßig wieder in

ihren Ausgangszustand gebracht wird, wenn eine erwartetes Zuschalten des sekundären Antriebs (10) nicht angefordert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Vorsynchronisieren mindestens einer der folgenden Parameter variiert wird:

- ein Systemdruck des sekundären Antriebs (10);
- ein Speicherdruck des sekundären Antriebs (10);
- ein Schwenkwinkel der Hydraulikmaschine (12);
- ein Drehmoment der Hydraulikmaschine (12).

9. Hydraulikhybridantriebsstrang mit einem primären Antrieb (4) und einem sekundären Antrieb (10), der mindestens eine Hydraulikmaschine (12) umfasst, der eine Kupplungs- und Synchronisiereinrichtung (27) zugeordnet ist, die ein antriebsmäßiges Abschalten des sekundären Antriebs (10) ermöglicht, um ein mit dem Hydraulikhybridantriebsstrang (1) ausgestattetes Kraftfahrzeug nur mit dem primären Antrieb (4) anzutreiben, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hydraulikhybridantriebsstrang (1) gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche betrieben wird, und insbesondere dadurch, dass der sekundäre Antrieb (10) zwei Hydraulikmaschinen (11,12) umfasst, wobei die vorsynchronisierte Hydraulikmaschine (12) auf einer Abtriebsseite (2) angeordnet ist.
10. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, das Softwaremittel zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 aufweist, wenn das Computerprogramm auf einem Computer ausgeführt wird.

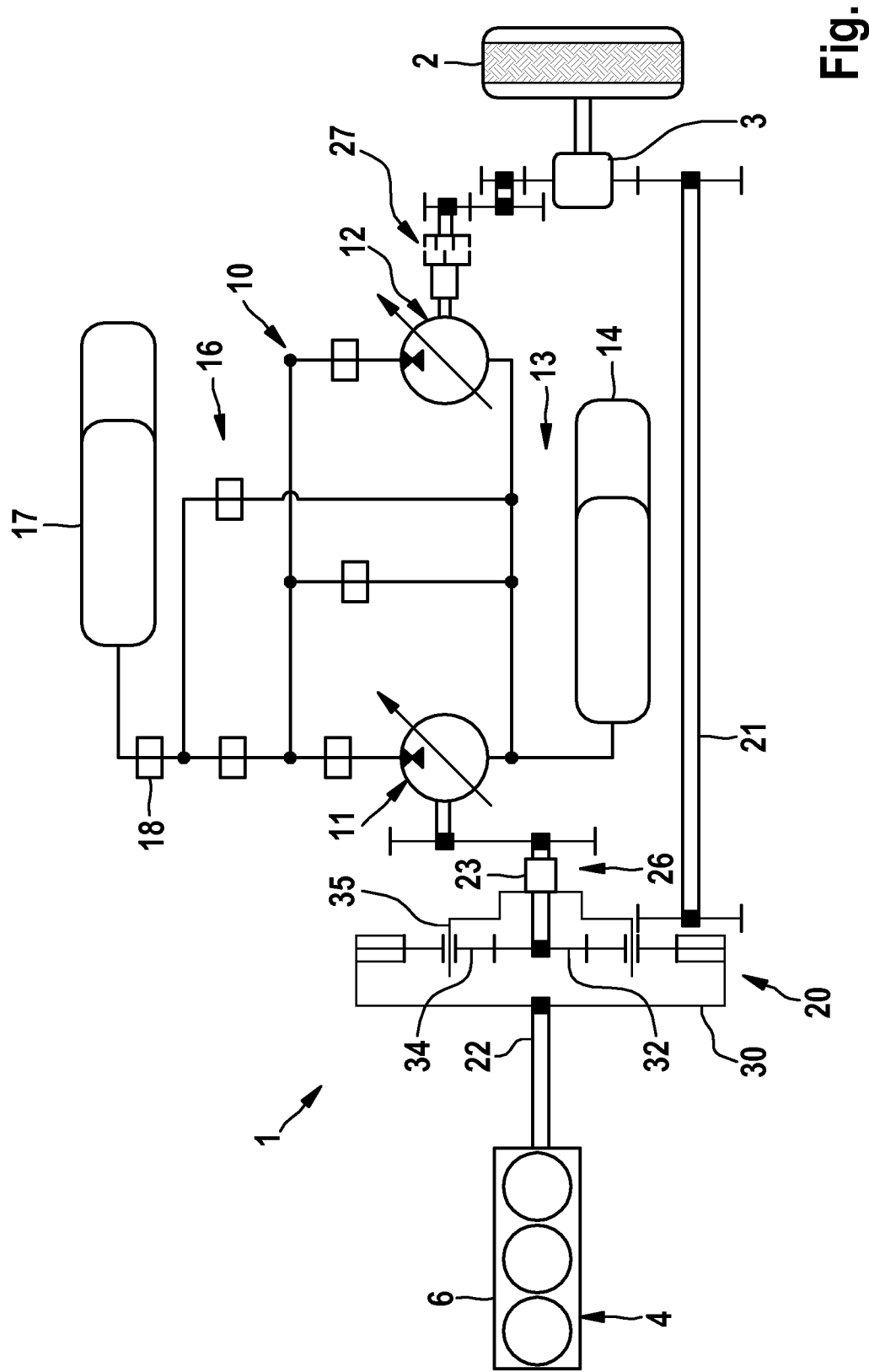


Fig.