



(10) **DE 10 2014 203 295 A1** 2014.09.11

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 203 295.4**
(22) Anmeldetag: **24.02.2014**
(43) Offenlegungstag: **11.09.2014**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2006.01)**
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/18 (2006.01)
B60T 8/52 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
13/776,307 **25.02.2013** **US**

(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

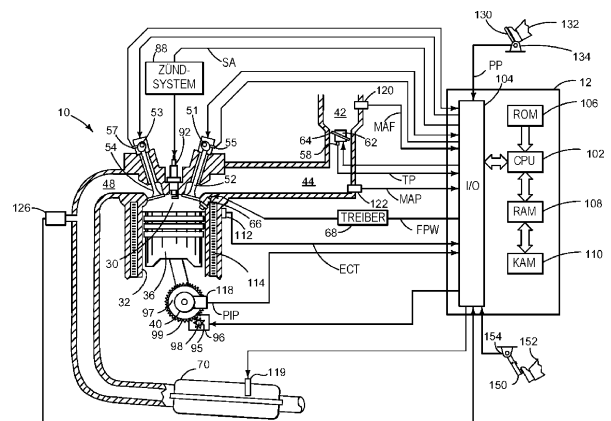
(74) Vertreter:
**Drömer, Hans-Carsten, Dipl.-Phys. Dr.-Ing., 50735
Köln, DE**

(72) Erfinder:
**Reed, Dennis Craig, Dexter, Mich., US; O'Connor
Gibson, Alex, Ann Arbor, Mich., US; Doering,
Jeffrey Allen, Canton, Mich., US; Banker, Adam
Nathan, Canton, Mich., US; Pietron, Gregory
Michael, Canton, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEME ZUM BEREITSTELLEN VON GLEICHFÖRMIGEM
TRIEBSTRANGBREMSEN**

(57) Zusammenfassung: Es werden Systeme und Verfahren zum Verbessern des Betriebs eines Hybridfahrzeugs dargestellt. In einem Beispiel wird ein negatives Drehmoment einer elektrischen Maschine eingestellt, um ein negatives Drehmoment einer Kraftmaschine während eines Kraftmaschinenbremsens nachzuahmen, so dass das Fahrzeug von einem regenerativen Bremsen nahtlos zu einem Kraftmaschinenbremsen übergehen kann.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich auf ein System und auf Verfahren zum Verbessern des Fahrverhaltens und der Kraftstoffsparsamkeit eines Fahrzeugs. Die Verfahren können besonders nützlich für Kraftmaschinen sein, die selektiv mit einer elektrischen Maschine und einem Getriebe gekoppelt werden.

[0002] Ein Hybridfahrzeug kann regeneratives Triebstrangbremsen zur Verlangsamung eines Fahrzeugs bereitstellen. Während des regenerativen Bremsens kann die kinetische Energie eines Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt werden. Die elektrische Energie wird in einer Energiespeichereinrichtung gespeichert, wo sie gehalten werden kann, bis sie zur Versorgung des Fahrzeugs mit Leistung oder Durchführung einer anderen Funktion benötigt wird. Die Energiespeichereinrichtung kann Kapazitätseinschränkungen aufweisen, so dass sie einen begrenzten Betrag an elektrischer Energie speichern kann. Somit ist es möglicherweise nicht wünschenswert, die Umsetzung der kinetischen Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie fortzuführen, selbst wenn die Bedingungen günstig sind, um elektrische Energie zu erzeugen. Der Triebstrang kann von einem Regenerationsmodus in einen Kraftmaschinenbremsmodus übergehen, um das Triebstrangbremsen aufrechtzuerhalten, wenn es nicht wünschenswert ist, die Regeneration fortzuführen. Der Übergang vom regenerativen Bremsen zum Kraftmaschinenbremsen kann jedoch Triebstrangdrehmomentstörungen erzeugen.

[0003] Die Erfinder haben hier die vorstehend erwähnten Nachteile erkannt und haben ein Verfahren zum Steuern von Triebstrangbremsen entwickelt, das umfasst: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und Einstellen eines Drehmoments der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Bedingung der Kraftmaschine.

[0004] Durch Einstellung des Drehmoments einer elektrischen Maschine als Reaktion auf eine Bedingung einer Kraftmaschine kann ein Betrag an Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine bereitgestellt werden, welcher einem Betrag an Kraftmaschinenbremsen, das von der Kraftmaschine bereitgestellt wird, äquivalent ist. Falls die Energiespeichereinrichtung voll aufgeladen wird und der Triebstrang von einem regenerativen Bremsen zu einem Kraftmaschinenbremsen übergeht, kann somit ein konstantes Niveau an Triebstrangbremsen bereitgestellt werden.

[0005] Die vorliegende Beschreibung kann mehrere Vorteile schaffen. Insbesondere kann die Methode Triebstrangdrehmomentstörungen eines Hybridtriebstrangs verringern. Ferner kann die Methode das Fahrzeugfahrverhalten verbessern.

[0006] Die obigen Vorteile und andere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Beschreibung sind aus der folgenden ausführlichen Beschreibung allein oder in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen leicht ersichtlich.

[0007] Selbstverständlich ist die obige Zusammenfassung vorgesehen, um eine Auswahl von Konzepten, die in der ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben werden, in vereinfachter Form einzuführen. Sie soll keine Schlüssel- oder wesentlichen Merkmale des beanspruchten Gegenstandes identifizieren, dessen Schutzbereich nur durch die Ansprüche definiert ist, die der ausführlichen Beschreibung folgen. Ferner ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Implementierungen begrenzt, die irgendwelche vorstehend oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung angegebenen Nachteile lösen.

[0008] Die hier beschriebenen Vorteile werden durch Lesen eines Beispiels einer Ausführungsform, die hier als ausführliche Beschreibung bezeichnet wird, allein oder mit Bezug auf die Zeichnungen vollständig verstanden, in denen:

[0009] Fig. 1 ein schematisches Diagramm einer Kraftmaschine ist;

[0010] Fig. 2 eine erste Beispiel-Fahrzeugtriebstrang-Konfiguration zeigt;

[0011] Fig. 3 eine zweite Beispiel-Fahrzeugtriebstrang-Konfiguration zeigt;

[0012] Fig. 4 ein Ablaufplan ist, der ein Beispiel zum Betreiben eines Fahrzeugtriebstrangs mit den in den nachfolgenden Figuren beschriebenen Verfahren zeigt;

[0013] Fig. 5–Fig. 8 Ablaufpläne und Bedingungen zum Betreiben eines Hybridfahrzeug-Antriebsstrangs in Reaktion auf Fahrroutenbedingungen zeigen;

[0014] Fig. 9 und Fig. 10 ein Verfahren und eine prophetische Sequenz zum Einstellen des Antriebsstrangbetriebs in Reaktion auf die Fahrzeugmasse zeigen;

[0015] Fig. 11 und Fig. 12 ein Verfahren und eine prophetische Sequenz zum Starten eines Hybridfahrzeugs zeigen;

[0016] Fig. 13 und Fig. 14 ein Verfahren und eine prophetische Sequenz zum Einstellen des Kraftstoffs für einen Hybridantriebsstrang während des Kraftmaschinenstarts zeigen;

[0017] Fig. 15–Fig. 18 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Starten einer Kraftmaschine eines Hybridfahrzeugs während des Getriebebeschaltens zeigen;

[0018] Fig. 19–Fig. 22 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Schaffen einer Schwungrad- und Triebstrangtrennkupplungs-Kompensation zeigen;

[0019] Fig. 23–Fig. 26 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Stoppen einer Kraftmaschine eines Hybridfahrzeugs zeigen;

[0020] Fig. 27 und Fig. 28 ein Verfahren und eine prophetische Sequenz zum Halten eines Hybridfahrzeugs mit einer gestoppten Kraftmaschine an einem Berg zeigen;

[0021] Fig. 29A–Fig. 36 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Betreiben eines Hybridantriebsstrangs mit Triebstrangbremsen zeigen;

[0022] Fig. 37–Fig. 40 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Betreiben eines Hybridantriebsstrangs in einem Segelmodus zeigen;

[0023] Fig. 41–Fig. 44 Verfahren und prophetische Sequenzen zum Anpassen des Triebstrangtrennkupplungsbetriebs zeigen; und

[0024] Fig. 45–Fig. 48 prophetische Funktionen zum Beschreiben oder Modellieren eines Getriebedrehmomentwandlers zeigen.

[0025] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich auf das Steuern eines Triebstrangs eines Hybridfahrzeugs. Das Hybridfahrzeug kann eine Kraftmaschine und eine elektrische Maschine umfassen, wie in Fig. 1–Fig. 3 gezeigt. Die Kraftmaschine kann mit oder ohne in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (z. B. eine elektrische Maschine oder ein Elektromotor, der mit DISG abgekürzt werden kann) während des Fahrzeugbetriebs betrieben werden. Der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator ist in den Triebstrang auf derselben Achse wie die Kraftmaschinenkurbelwelle integriert und dreht sich, sobald sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad dreht. Ferner kann der DISG nicht selektiv mit dem Triebstrang eingerückt oder ausgerückt werden. Vielmehr ist der DISG ein integraler Teil des Triebstrangs. Noch ferner kann der DISG mit oder ohne Betreiben der Kraftmaschine betrieben werden. Die Masse und Trägheit des DISG bleiben bei dem Triebstrang, wenn der DISG nicht arbeitet, um ein Drehmoment zum Triebstrang zu liefern oder von diesem zu absorbieren.

[0026] Der Triebstrang kann gemäß dem Verfahren von Fig. 4 betrieben werden. In einigen Beispielen kann der Triebstrang auf der Basis einer Fahrroute und der Fahrzeugmasse betrieben werden, wie in Fig. 5–Fig. 10 beschrieben. Die Kraftmaschine kann gemäß den in Fig. 11 bis Fig. 18 gezeigten Verfahren gestartet werden. Eine Triebstrangkomponenten-Kompensation kann vorgesehen werden, wie in Fig. 19–Fig. 22 beschrieben. Kraftstoff kann durch selektives Stoppen der Kraftmaschine gespart werden, wie in Fig. 23–Fig. 28 beschrieben. Der Triebstrang kann auch in einen Regenerationsmodus eintreten, wie in Fig. 29A–Fig. 36 beschrieben, in dem die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt wird. Die elektrische Energie kann anschließend verwendet werden, um das Fahrzeug anzutreiben. Während einiger Bedingungen kann der Fahrzeugtriebstrang in einen Segelmodus eintreten, in dem die Kraftmaschine betrieben wird, aber nicht mechanisch mit dem DISG oder dem Getriebe oder den Fahrzeugrädern gekoppelt ist, wie in Fig. 37–Fig. 40 beschrieben. Der Betrieb der Triebstrangtrennkupplung kann angepasst werden, wie in Fig. 41 bis Fig. 44 gezeigt. Die hier beschriebenen Verfahren können zusammen gleichzeitig verwendet werden, um in einem System zu arbeiten, das mehrere Verfahren durchführt. Schließlich zeigen Fig. 45–Fig. 47 prophetische Funktionen zum Beschreiben eines Getriebe-Drehmomentwandlers.

[0027] Mit Bezug auf **Fig. 1** wird eine Brennkraftmaschine **10** mit mehreren Zylindern, von denen ein Zylinder in **Fig. 1** gezeigt ist, durch eine elektronische Kraftmaschinensteuereinheit **12** gesteuert. Die Kraftmaschine **10** umfasst eine Brennkammer **30** und Zylinderwände **32**, wobei ein Kolben **36** darin angeordnet ist und mit einer Kurbelwelle **40** verbunden ist. Ein Schwungrad **97** und ein Hohlrad **99** sind mit der Kurbelwelle **40** gekoppelt. Ein Starter **96** umfasst eine Ritzelwelle **98** und ein Ritzel **95**. Die Ritzelwelle **98** kann selektiv das Ritzel **95** vorschieben, um es mit dem Hohlrad **99** in Eingriff zu bringen. Der Starter **96** kann direkt an der Vorderseite der Kraftmaschine oder an der Rückseite der Kraftmaschine angebracht sein. In einigen Beispielen kann der Starter **96** selektiv ein Drehmoment zur Kurbelwelle **40** über einen Riemen oder eine Kette liefern. Der Starter **96** kann als Startvorrichtung mit geringerer Leistung beschrieben werden. In einem Beispiel befindet sich der Starter **96** in einem Basiszustand, wenn er nicht mit der Kraftmaschinenkurbelwelle in Eingriff steht. Die Brennkammer **30** ist mit einem Einlasskrümmer **44** und einem Auslasskrümmer **48** über ein jeweiliges Einlassventil **52** und Auslassventil **54** in Verbindung gezeigt. Jedes Einlass- und Auslassventil kann durch einen Einlassnocken **51** und einen Auslassnocken **53** betätigt werden. Die Position des Einlassnockens **51** kann durch einen Einlassnockensensor **55** bestimmt werden. Die Position des Auslassnockens **53** kann durch einen Auslassnockensensor **57** bestimmt werden.

[0028] Eine Kraftstoffeinspritzdüse **66** ist zum Einspritzen von Kraftstoff direkt in den Zylinder **30** positioniert gezeigt, was dem Fachmann auf dem Gebiet als Direkteinspritzung bekannt ist. Alternativ kann Kraftstoff in einen Einlasskanal eingespritzt werden, was dem Fachmann auf dem Gebiet als Kanaleinspritzung bekannt ist. Die Kraftstoffeinspritzdüse **66** liefert flüssigen Kraftstoff im Verhältnis zur Impulsbreite eines Signals FPW von der Steuereinheit **12**. Der Kraftstoff wird durch ein Kraftstoffsystem (nicht dargestellt) mit einem Kraftstofftank, einer Kraftstoffpumpe und einer Kraftstoffverteilerleitung (nicht dargestellt) zur Kraftstoffeinspritzdüse **66** zugeführt. Die Kraftstoffeinspritzdüse **66** wird mit Betriebsstrom vom Treiber **68** versorgt, der auf die Steuereinheit **12** reagiert. Außerdem ist der Einlasskrümmer **44** mit einer optionalen elektronischen Drosselklappe **62** in Verbindung gezeigt, die eine Position einer Drosselplatte **64** einstellt, um die Luftströmung vom Lufteinlass **42** zum Einlasskrümmer **44** zu steuern. In einem Beispiel kann ein Niederdruck-Direkteinspritzsystem verwendet werden, wobei der Kraftstoffdruck auf ungefähr 20–30 bar erhöht werden kann. Alternativ kann ein Hochdruck-Doppelstufen-Kraftstoffsystem verwendet werden, um höhere Kraftstoffdrücke zu erzeugen. In einigen Beispielen können die Drosselklappe **62** und Drosselplatte **64** zwischen dem Einlassventil **52** und dem Einlasskrümmer **44** angeordnet sein, so dass die Drosselklappe **62** eine Kanaldrosselklappe ist.

[0029] Ein verteilerloses Zündsystem **88** liefert einen Zündfunken zur Brennkammer **30** über eine Zündkerze **92** in Reaktion auf die Steuereinheit **12**. Ein universeller Abgassauerstoffsensoren (UEGO-Sensor) **126** ist mit dem Auslasskrümmer **48** stromaufwärts eines Katalysators **70** gekoppelt gezeigt. Alternativ kann der UEGO-Sensor **126** gegen einen Abgassauerstoffsensoren mit zwei Zuständen ausgetauscht sein.

[0030] Der Katalysator **70** kann in einem Beispiel mehrere Katalysatorbausteine umfassen. In einem anderen Beispiel können mehrere Abgasreinigungsvorrichtungen jeweils mit mehreren Bausteinen verwendet werden. Der Katalysator **70** kann ein Dreiwege-Katalysator, ein Partikelfilter, eine Mager-NO_x-Falle, ein Katalysator mit selektiver Reduktion oder eine andere Abgasreinigungsvorrichtung sein. Eine Abgasreinigungsvorrichtungs-Heizvorrichtung **119** kann auch im Auslasssystem angeordnet sein, um den Katalysator **70** und/oder Abgase zu erhitzen.

[0031] Die Steuereinheit **12** ist in **Fig. 1** als herkömmlicher Mikrocomputer gezeigt, der umfasst: eine Mikroprozessoreinheit **102**, Eingabe/Ausgabe-Anschlüsse **104**, einen Festwertspeicher **106**, einen Direktzugriffsspeicher **108**, einen Haltespeicher **110** und einen herkömmlichen Datenbus. Die Steuereinheit **12** ist verschiedene Signale von Sensoren, die mit der Kraftmaschine **10** gekoppelt sind, zusätzlich zu den vorher erörterten Signalen empfangend gezeigt, einschließlich: der Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur (ECT) vom Temperatursensor **112**, der mit einer Kühnhülse **114** gekoppelt ist; eines Positionssensors **134**, der mit einem Fahrpedal **130** gekoppelt ist, zum Erfassen der durch einen Fuß **132** aufgebrachten Kraft und/oder Position; eines Positionssensors **154**, der mit dem Bremspedal **150** gekoppelt ist, zum Erfassen der durch einen Fuß **152** aufgebrachten Kraft und/oder Position; einer Messung des Kraftmaschinenkrümmerdrucks (MAP) vom Drucksensor **122**, der mit dem Einlasskrümmer **44** gekoppelt ist; eines Kraftmaschinenpositionssensors von einem Hall-Effekt-Sensor **118**, der die Position der Kurbelwelle **40** erfasst; einer Messung der in die Kraftmaschine eintretenden Luftmasse vom Sensor **120**; und einer Messung der Drosselklappenposition vom Sensor **58**. Der Luftdruck kann für die Verarbeitung durch die Steuereinheit **12** auch erfasst werden (Sensor nicht gezeigt). In einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Beschreibung erzeugt der Kraftmaschinenpositionssensor **118** eine vorbestimmte Anzahl von gleich beabstandeten Impulsen bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle, aus denen die Kraftmaschinendrehzahl (RPM) bestimmt werden kann.

[0032] In einigen Beispielen kann die Kraftmaschine mit einem Elektromotor/Batterie-System in einem Hybridfahrzeug gekoppelt sein, wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt. Ferner können in einigen Beispielen andere Kraftmaschinenkonfigurationen verwendet werden, beispielsweise eine Dieselmotorkraftmaschine.

[0033] Während des Betriebs wird jeder Zylinder innerhalb der Kraftmaschine **10** typischerweise einem Vier-Takt-Zyklus unterzogen: der Zyklus umfasst den Einlasshub, den Kompressionshub, den Expansionshub und den Auslasshub. Während des Einlasshubs schließt sich im Allgemeinen das Auslassventil **54** und das Einlassventil **52** öffnet sich. Luft wird über den Einlasskrümmer **44** in die Brennkammer **30** eingeführt und der Kolben **36** bewegt sich zur Unterseite des Zylinders, um das Volumen innerhalb der Brennkammer **30** zu vergrößern. Die Position, in der sich der Kolben **36** nahe der Unterseite des Zylinders und am Ende seines Hubs befindet (z. B. wenn sich die Brennkammer **30** auf ihrem größten Volumen befindet), wird vom Fachmann auf dem Gebiet typischerweise als unterer Totpunkt (BDC) bezeichnet. Während des Kompressionshubs werden das Einlassventil **52** und das Auslassventil **54** geschlossen. Der Kolben **36** bewegt sich in Richtung des Zylinderkopfs, um die Luft innerhalb der Brennkammer **30** zu komprimieren. Der Punkt, an dem sich der Kolben **36** am Ende seines Hubs und am nächsten zum Zylinderkopf befindet (z. B. wenn die Brennkammer **30** auf ihrem kleinsten Volumen liegt), wird typischerweise vom Fachmann auf dem Gebiet als oberer Totpunkt (TDC) bezeichnet. In einem Prozess, der nachstehend als Einspritzung bezeichnet wird, wird Kraftstoff in die Brennkammer eingeführt. In einem Prozess, der nachstehend als Zündung bezeichnet wird, wird der eingespritzte Kraftstoff durch ein bekanntes Zündmittel wie z. B. eine Zündkerze **92** gezündet, was zur Verbrennung führt. Während des Expansionshubs schieben die expandierenden Gase den Kolben **36** zum BDC zurück. Die Pleuellwelle **40** wandelt die Pleuelbewegung in ein Drehmoment der Pleuellwelle um. Während des Auslasshubs öffnet sich schließlich das Auslassventil **54**, um das verbrannte Luft/Kraftstoff-Gemisch an den Auslasskrümmer **48** abzugeben, und der Kolben kehrt zum TDC zurück. Es ist zu beachten, dass das Obige lediglich als Beispiel gezeigt ist und dass die Einlass- und Auslassventil-Öffnungs- und/oder -Schließzeitpunkte variieren können, wie z. B. um eine positive oder negative Ventilüberlappung, ein spätes Einlassventilschließen oder verschiedene andere Beispiele vorzusehen.

[0034] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm eines Fahrzeugtriebstrangs **200** in einem Fahrzeug **290**. Der Triebstrang **200** kann durch die Kraftmaschine **10** angetrieben werden. Die Kraftmaschine **10** kann mit einem in **Fig. 1** gezeigten Kraftmaschinenstartsystem oder über den DISG **240** gestartet werden. Ferner kann die Kraftmaschine **10** ein Drehmoment über einen Drehmomentaktuator **204** wie z. B. eine Kraftstoffeinspritzdüse, eine Drosselklappe usw. erzeugen oder einstellen.

[0035] Ein Kraftmaschinenausgangsdrehmoment kann zu einer Eingangsseite eines Zweimassenschwungrades **232** übertragen werden. Die Kraftmaschinendrehzahl sowie die Zweimassenschwungrad-Eingangsseitenposition und -drehzahl können über den Kraftmaschinenpositionssensor **118** bestimmt werden. Das Zweimassenschwungrad **232** kann Federn und separate Massen (nicht dargestellt) zum Dämpfen von Triebstrangdrehmomentstörungen umfassen. Die Ausgangsseite des Zweimassenschwungrades **232** ist mit der Eingangsseite einer Triebstrangtrennkupplung **236** mechanisch gekoppelt gezeigt. Die Triebstrangtrennkupplung **236** kann elektrisch oder hydraulisch betätigt werden. Ein Positionssensor **234** ist auf der Triebstrangtrennkupplungsseite des Zweimassenschwungrades **232** angeordnet, um die Ausgangsposition und Drehzahl des Zweimassenschwungrades **232** zu erfassen. In einigen Beispielen kann der Positionssensor **234** einen Drehmomentsensor umfassen. Die Stromabwärtsseite der Triebstrangtrennkupplung **236** ist mit der DISG-Eingangswelle **237** mechanisch gekoppelt gezeigt.

[0036] Der DISG **240** kann betrieben werden, um ein Drehmoment zum Triebstrang **200** zu liefern oder ein Triebstrangdrehmoment in elektrische Energie umzuwandeln, die in einer elektrischen Energiespeichervorrichtung **275** gespeichert werden soll. Der DISG **240** weist eine Ausgangsleistung auf, die größer ist als jene des in **Fig. 1** gezeigten Starters **96**. Ferner treibt der DISG **240** direkt den Triebstrang **200** an oder wird direkt vom Triebstrang **200** angetrieben. Es sind keine Riemen, Zahnräder oder Ketten vorhanden, um den DISG **240** mit dem Triebstrang **200** zu koppeln. Vielmehr dreht sich der DISG **240** mit derselben Rate wie der Triebstrang **200**. Die elektrische Energiespeichervorrichtung **275** kann eine Batterie, ein Kondensator oder ein Induktor sein. Die Stromabwärtsseite des DISG **240** ist mit dem Pumpenrad **285** des Drehmomentwandlers **206** über eine Welle **241** mechanisch gekoppelt. Die Stromaufwärtsseite des DISG **240** ist mit der Triebstrangtrennkupplung **236** mechanisch gekoppelt.

[0037] Der Drehmomentwandler **206** umfasst ein Turbinenrad **286**, um ein Drehmoment an die Eingangswelle **270** auszugeben. Die Eingangswelle **270** koppelt den Drehmomentwandler **206** mechanisch mit einem Automatikgetriebe **208**. Der Drehmomentwandler **206** umfasst auch eine Drehmomentwandler-Überbrückungskupplung **212** (TCC). Ein Drehmoment wird direkt vom Pumpenrad **285** zum Turbinenrad **286** übertragen, wenn

die TCC verriegelt ist. Die TCC wird durch die Steuereinheit **12** elektrisch betätigt. Alternativ kann die TCC hydraulisch verriegelt werden. In einem Beispiel kann der Drehmomentwandler als Komponente des Getriebes bezeichnet werden. Die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl und -position können über den Sensor **238** bestimmt werden. Die Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl und -position können über den Positionssensor **239** bestimmt werden. In einigen Beispielen können **238** und/oder **239** Drehmomentsensoren sein oder können eine Kombination von Positions- und Drehmomentsensoren sein.

[0038] Wenn die Drehmomentwandlerkupplung **212** vollständig ausgerückt ist, überträgt der Drehmomentwandler **206** ein Kraftmaschinendrehmoment zum Automatikgetriebe **208** über eine Fluidübertragung zwischen dem Drehmomentwandler-Turbinenrad **286** und dem Drehmomentwandler-Pumpenrad **285**, wodurch eine Drehmomentvervielfachung ermöglicht wird. Wenn dagegen die Drehmomentwandlerkupplung **212** vollständig eingerückt ist, wird das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment direkt über die Drehmomentwandlerkupplung zu einer Eingangswelle **270** des Getriebes **208** übertragen. Alternativ kann die Drehmomentwandlerkupplung **212** teilweise eingerückt werden, wodurch ermöglicht wird, dass die Menge an Drehmoment, das direkt zum Getriebe weitergeleitet wird, eingestellt wird. Die Steuereinheit **12** kann dazu konfiguriert sein, die Menge an Drehmoment, das vom Drehmomentwandler **206** übertragen wird, durch Einstellen der Drehmomentwandlerkupplung **212** in Reaktion auf verschiedene Kraftmaschinenbetriebsbedingungen oder auf der Basis einer Kraftmaschinenbetriebsanforderung auf der Basis eines Fahrers einzustellen.

[0039] Das Automatikgetriebe **208** umfasst Gangkupplungen (z. B. Gänge 1–6) **211** und eine Vorwärtskupplung **210**. Die Gangkupplungen **211** und die Vorwärtskupplung **210** können selektiv eingerückt werden, um ein Fahrzeug anzutreiben. Das aus dem Automatikgetriebe **208** ausgegebene Drehmoment kann wiederum zu den Rädern **216** weitergeleitet werden, um das Fahrzeug über die Ausgangswelle **260** anzutreiben. Die Ausgangswelle **260** liefert ein Drehmoment vom Getriebe **308** zu den Rädern **216** über das Differential **255**, das ein erstes Zahnrad **257** und ein zweites Zahnrad **258** umfasst. Das Automatikgetriebe **208** kann ein Eingangsantriebsdrehmoment an der Eingangswelle **270** in Reaktion auf eine Fahrzeugfahrbedingung vor dem Übertragen eines Ausgangsantriebsdrehmoments zu den Rädern **216** übertragen.

[0040] Ferner kann eine Reibungskraft auf die Räder **216** durch Einrücken von Radreibungsbremsen **218** aufgebracht werden. In einem Beispiel können die Radreibungsbremsen **218** in Reaktion darauf, dass der Fahrer mit seinem Fuß auf ein Bremspedal (nicht dargestellt) tritt, eingerückt werden. In anderen Beispielen kann die Steuereinheit **12** oder eine mit der Steuereinheit **12** verknüpfte Steuereinheit das Einrücken der Radreibungsbremsen anwenden. In derselben Weise kann durch Ausrücken der Radreibungsbremsen **218** in Reaktion darauf, dass der Fahrer seinen Fuß von einem Bremspedal löst, eine Reibungskraft für die Räder **216** verringert werden. Ferner können die Fahrzeugbremsen eine Reibungskraft auf die Räder **216** über die Steuereinheit **12** als Teil einer automatisierten Kraftmaschinenstopprozedur aufbringen.

[0041] Eine mechanische Ölpumpe **214** kann mit dem Automatikgetriebe **208** in Fluidverbindung stehen, um einen Hydraulikdruck zum Einrücken von verschiedenen Kupplungen wie z. B. der Vorwärtskupplung **210**, der Gangkupplungen **211** und/oder der Drehmomentwandlerkupplung **212** zu liefern. Die mechanische Ölpumpe **214** kann gemäß dem Drehmomentwandler **206** betrieben werden und kann beispielsweise durch die Drehung der Kraftmaschine oder des DISG über die Eingangswelle **241** angetrieben werden. Folglich kann der in der mechanischen Ölpumpe **214** erzeugte Hydraulikdruck zunehmen, wenn eine Kraftmaschinendrehzahl und/oder DISG-Drehzahl zunimmt, und kann abnehmen, wenn eine Kraftmaschinendrehzahl und/oder DISG-Drehzahl abnimmt.

[0042] Die Steuereinheit **12** kann dazu konfiguriert sein, Eingaben von der Kraftmaschine **10** zu empfangen, wie in **Fig. 1** genauer gezeigt, und folglich ein Ausgangsdrehmoment der Kraftmaschine und/oder den Betrieb des Drehmomentwandlers, des Getriebes, des DISG, der Kupplungen und/oder Bremsen zu steuern. Als ein Beispiel kann ein Kraftmaschinenausgangsdrehmoment durch Einstellen einer Kombination des Zündfunkenzeitpunkts, der Kraftstoffimpulsbreite, des Kraftstoffimpulszeitpunkts und/oder der Luftladung, durch Steuern der Drosselklappenöffnung und/oder der Ventilzeitsteuerung, des Ventilhubs und der Aufladung für Kraftmaschinen mit Turbolader oder Lader gesteuert werden. Im Fall einer Dieselmotorkraftmaschine kann die Steuereinheit **12** das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment durch Steuern einer Kombination der Kraftstoffimpulsbreite, des Kraftstoffimpulszeitpunkts und der Luftladung steuern. In allen Fällen kann die Kraftmaschinensteuerung auf einer zylinderweisen Basis durchgeführt werden, um das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment zu steuern. Die Steuereinheit **12** kann auch das Ausgangsdrehmoment und die Erzeugung von elektrischer Energie vom DISG durch Einstellen des zu und von den DISG-Wicklungen fließenden Stroms steuern, wie auf dem Fachgebiet bekannt ist.

[0043] Wenn Leerlaufstoppbedingungen erfüllt sind, kann die Steuereinheit **12** das Kraftmaschinenabschalten durch Abschalten des Kraftstoffs und des Zündfunken für die Kraftmaschine einleiten. Die Kraftmaschine kann sich jedoch in einigen Beispielen weiterdrehen. Um eine Menge an Torsion im Getriebe aufrechtzuerhalten, kann die Steuereinheit **12** ferner Drehelemente des Getriebes **208** an einem Gehäuse **259** des Getriebes und dadurch am Rahmen des Fahrzeugs an Masse fixieren. Insbesondere kann die Steuereinheit **12** eine oder mehrere Getriebekupplungen wie z. B. die Vorwärtskupplung **210** einrücken und die eingerückte(n) Getriebekupplung(en) am Getriebegehäuse **259** und Fahrzeugrahmen verriegeln, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 12/833 788, "METHOD FOR CONTROLLING AN ENGINE THAT MAY BE AUTOMATICALLY STOPPED" beschrieben, die hiermit durch den Hinweis in jeder Hinsicht vollständig aufgenommen wird. Ein Getriebekupplungsdruck kann verändert (z. B. erhöht) werden, um den Einrückzustand einer Getriebekupplung einzustellen und eine gewünschte Menge an Getriebetorsion zu schaffen.

[0044] Ein Radbremsdruck kann auch während des Kraftmaschinenabschaltens auf der Basis des Getriebekupplungsdrucks eingestellt werden, um das Festmachen des Getriebes zu unterstützen, während ein durch die Räder übertragenes Drehmoment verringert wird. Durch Anwenden der Radbremsen **218**, während eine oder mehrere eingerückte Getriebekupplungen verriegelt werden, können insbesondere entgegengesetzte Kräfte auf das Getriebe und folglich auf den Triebstrang aufgebracht werden, wodurch die Getriebezahnräder in aktivem Eingriff gehalten werden und potentielle Torsionsenergie im Getriebezahnradsatz aufrechterhalten wird, ohne die Räder zu bewegen. In einem Beispiel kann der Radbremsdruck eingestellt werden, um die Anwendung der Radbremsen mit der Verriegelung der eingerückten Getriebekupplung während des Kraftmaschinenabschaltens zu koordinieren. An sich kann durch Einstellen des Radbremsdrucks und des Kupplungsdrucks die Menge an Torsion, die im Getriebe beibehalten wird, wenn die Kraftmaschine abgeschaltet wird, eingestellt werden.

[0045] Wenn Neustartbedingungen erfüllt sind und/oder ein Fahrzeugfahrer das Fahrzeug anfahren will, kann die Steuereinheit **12** die Kraftmaschine durch Wiederaufnahmen der Verbrennung in den Zylindern reaktivieren. Wie weiter mit Bezug auf **Fig. 11–Fig. 18** weiter ausgearbeitet, kann die Kraftmaschine in einer Vielfalt von Weisen gestartet werden.

[0046] Das Fahrzeug **290** kann auch eine Frontscheiben-Heizvorrichtung **294** und eine Heckscheiben-Heizvorrichtung **292** umfassen. Die Scheibenheizvorrichtungen **294** und **292** können elektrisch betrieben werden und in die Front- und Heckscheibe **295** und **293** des Fahrzeugs eingebettet oder damit gekoppelt sein. Das Fahrzeug **290** kann auch Lichter **296** umfassen, die für den Fahrer sichtbar sein können oder nicht, während der Fahrer das Fahrzeug **290** betreibt. Das Fahrzeug **290** kann auch eine elektrisch betriebene Kraftstoffpumpe **299** umfassen, die Kraftstoff zur Kraftmaschine **10** während ausgewählter Bedingungen zuführt. Schließlich kann das Fahrzeug **290** eine elektrische Heizvorrichtung **298** umfassen, die selektiv Wärme zu Luft in einer Fahrzeuggabine oder Umgebungsluft außerhalb des Fahrzeugs **290** zuführt.

[0047] Mit Bezug auf **Fig. 3** ist eine zweite Beispiel-Fahrzeugtriebstrang-Konfiguration gezeigt. Viele der Elemente im Triebstrang **300** sind ähnlich zu den Elementen des Triebstrangs **200** und verwenden ähnliche Bezugszeichen. Daher wird der Kürze halber auf die Beschreibung von Elementen, die zwischen **Fig. 2** und **Fig. 3** gemeinsam sind, verzichtet. Die Beschreibung von **Fig. 3** ist auf Elemente begrenzt, die von den Elementen von **Fig. 2** verschieden sind.

[0048] Der Triebstrang **300** umfasst ein Doppelkupplungs-Doppelvorgelegewellen-Getriebe **308**. Das Getriebe **308** ist im Wesentlichen ein automatisch betätigtes Handschaltgetriebe. Die Steuereinheit **12** betätigt die erste Kupplung **310**, die zweite Kupplung **314** und einen Schaltmechanismus **315**, um zwischen den Gängen (z. B. 1.–5. Gang) **317** auszuwählen. Die erste Kupplung **310** und die zweite Kupplung **314** können selektiv geöffnet und geschlossen werden, um zwischen den Gängen **317** zu schalten.

[0049] Die Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** können Drehmomentsensoren umfassen, die die Basis zum Einstellen des Triebstrangbetriebs sein können. Alternativ kann der Drehmomentwandler selbst als Drehmomentsensor verwendet werden, wenn die Drehmomentwandlerkupplung **212** vollständig ausgerückt ist. Insbesondere ist das Ausgangsdrehmoment eines offenen Drehmomentwandlers eine Funktion der Eingangs- und der Ausgangsdrehzahl, der Pumpenrad- und der Turbinenraddrehzahl, wobei das Pumpenrad der Drehmomentwandleringang ist und das Turbinenrad der Drehmomentwandlerausgang ist. In der Anwendung von **Fig. 2/ Fig. 3** ist die Pumpenraddrehzahl gleich der gemessenen DISG-Drehzahl, da die DISG-Rotorausgangswelle die Pumpenradeingangswelle ist, und die Turbinenraddrehzahl wird gemessen und bei der Steuerung der Getriebekupplungssteuerung verwendet.

[0050] In Anbetracht einer Eingangs- und Ausgangsdrehzahlcharakterisierung des offenen Drehmomentwandlers kann außerdem das Ausgangsdrehmoment des offenen Drehmomentwandlers durch Steuern der Drehmomentwandler-Pumpendrehzahl als Funktion der Drehmomentwandler-Turbinendrehzahl gesteuert werden. Der DISG kann in einem Drehzahlrückkopplungsmodus betrieben werden, um das Drehmomentwandlerdrehmoment zu steuern. Die befohlene DISG-Drehzahl (z. B. dieselbe wie die Drehmomentwandler-Pumpendrehzahl) ist beispielsweise eine Funktion der Drehmomentwandler-Turbinendrehzahl. Die befohlene DISG-Drehzahl kann als Funktion sowohl der DISG-Drehzahl als auch der Turbinendrehzahl bestimmt werden, um das gewünschte Drehmoment am Drehmomentwandlerausgang zu liefern.

[0051] Triebstrangstörungen in den Systemen von **Fig. 1–Fig. 3** können auch über die Triebstrangtrennkupplung verringert werden. Eine Beispielmethode öffnet die Drehmomentwandlerkupplung vor dem Betätigen der Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung kann beispielsweise geöffnet werden, wenn der Kraftmaschine befohlen wird abzuschalten, entweder während einer Bedingung von regenerativem Bremsen des Fahrzeugs und/oder wenn das Fahrzeug zu einem Stopp kommt und die Kraftmaschine abgeschaltet wird.

[0052] In einem anderen Beispiel kann während des regenerativen Bremsens die Triebstrangtrennkupplung offen sein, die Kraftmaschine kann gestoppt werden und der Drehmomentwandler kann verriegelt werden, um das Bremsdrehmoment zu erhöhen, das im DISG **240** absorbiert werden kann. Nachdem die Kraftmaschine abgeschaltet ist, bleibt die Triebstrangtrennkupplung bis zum Beginn des Kraftmaschinenneustartprozesses offen. Während des Kraftmaschinenneustarts kann die Triebstrangtrennkupplung bis zum ersten Verbrennungsereignis in einem Zylinder teilweise geschlossen werden, um die Kraftmaschine anzulassen. Alternativ kann die Triebstrangtrennkupplung teilweise geschlossen werden, bis die Kraftmaschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht, nachdem die Verbrennung in einem Zylinder eingeleitet wird. Sobald die Kraftmaschinenverbrennung ausreichend neu gestartet ist und die Kraftmaschinen- und die Triebstrangtrennkupplungs-Drehzahl ausreichend nahe liegen (z. B. innerhalb eines Schwellendrehzahlwerts), wird die Kapazität der Triebstrangtrennkupplung zum Schließen und Halten ohne Schlupf erhöht. Während der Erhöhung der Triebstrangtrennkupplung können Drehmomentstörungen am Triebstrangtrennkupplungsausgang vorhanden sein. Folglich kann eine Drehmomentrückkopplung vom offenen Drehmomentwandler oder einem Drehmomentsensor die Basis zum Einstellen einer DISG-Drehzahlfestlegung sein. Das Betreiben des DISG in einem Drehzahlsteuermodus kann ermöglichen, dass gewünschte Drehmomentwerte mit mehr Konsistenz aufrechterhalten werden, bis die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen ist. Nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist, kann die Drehmomentwandlerkupplung (TCC) auf der Basis eines Verriegelungsschemas verriegelt werden (z. B. kann die TCC auf der Basis einer Fahrpedalposition und Fahrzeuggeschwindigkeit betätigt werden).

[0053] In dieser Weise kann die Drehmomentwandlerkupplung vor dem Beginn des Kraftmaschinenneustartprozesses vollständig geöffnet werden. Die Drehmomentwandlerkupplung kann geschlossen werden, nachdem die Kraftmaschine neu gestartet hat und die Triebstrangtrennkupplung sich vollständig geschlossen hat. Während die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird, ist außerdem der Druck an der Triebstrangtrennkupplung bekannt (da er durch die Steuereinheit befohlen wird), und dadurch steht eine Abschätzung des mittleren Triebstrangtrennkupplungs-Drehmoments zur Verfügung. Um den Betrieb weiter zu verbessern, kann diese Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungs-Drehmoments oder der Triebstrangtrennkupplungs-Kapazität von der Steuereinheit als Mittkopplungseingang in die DISG-Rückkopplungsdrehzahlsteuerung verwendet werden, um die Störungsunterdrückungsreaktion zu verbessern. Die Triebstrangtrennkupplungs-Kapazität, die auf einer Drehmomentabschätzung basiert, kann dann als Eingabe in eine innere Drehmomentrückkopplungsschleife in der elektrischen Maschine (DISG) hinzugefügt werden. Die innere Schleife ist eine innere Stromschleife, die die Basis zum Verbessern der Reaktion des DISG sein kann, wenn sich der DISG im Drehzahlrückkopplungsmodus befindet.

[0054] In dieser Weise umfasst eine Beispielmethode zum Betreiben eines Fahrzeugs mit einem Antriebsstrang wie z. B. des im Hinblick auf **Fig. 2–Fig. 3** beschriebenen Antriebsstrangs zuerst das Betreiben mit gestopptem Fahrzeug oder mit einer Drehzahl unter einem Schwellenwert und mit der Kraftmaschine im Ruhezustand und der offenen Triebstrangtrennkupplung. Wenn der Drehmomentwandler vollständig entriegelt ist, umfasst das Verfahren als nächstes das Empfangen einer Anforderung zum Anfahren des Fahrzeugs wie z. B. auf der Basis einer Fahrerpedaleingabe, die über ein Schwellenausmaß hinaus zunimmt. In Reaktion wird die Kraftmaschine angelassen und mit einem oder mehreren des DISG **240** und eines Startermotors gestartet, während die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist, wieder wobei der Drehmomentwandler noch entriegelt ist. Während dieses Vorgangs wird eine Drehmomentrückkopplung von der Drehmomentwandler-Eingangs/Ausgangs-Drehzahl verwendet, um das Drehmoment an der Welle **241** abzuschätzen, das mit einem gewünschten Drehmomentwert verglichen wird, und es schafft eine Einstellung an einer Drehzahlfestlegung des DISG **240**, der sich im Drehzahlsteuermodus befindet. Die Drehzahlfestlegung kann beispielsweise ein

Einstellungsparameter sein, der einen Drehmomentfehler zwischen dem abgeschätzten und dem gewünschten Drehmoment an der Welle **241** in Richtung von null bringt.

[0055] Zusätzlich zum obigen Vorgang können auch zusätzliche Steuerhandlungen unternommen werden, insbesondere im Hinblick auf die Spieldurchquerung. Wenn beispielsweise der Fahrer das Fahrpedal herabtritt, während sich das Fahrzeug in einem Regenerationsmodus mit ausgeschalteter Kraftmaschine befindet (z. B. im Ruhezustand), geht der Triebstrang von einem negativen Drehmoment zu einem positiven Drehmoment über, die Kraftmaschine wird gestartet und die Triebstrangtrennkupplung schließt sich, wobei alle diese Handlungen so koordiniert werden, dass minimale Drehmomentstörungen an den Rädern eingeführt werden. Unter ausgewählten Bedingungen werden diese Handlungen ausgeführt, während das Getriebe **208** in einem festen Gang (z. B. ohne Ändern des Getriebegangs) gehalten wird. Das Starten der Kraftmaschine und die Durchquerung des Spiels können jedoch solche Störungen erzeugen. An sich kann während des Übergangs das Triebstrangdrehmoment von einem kleinen negativen auf ein kleines positives Drehmoment während der Spielüberquerung und dann auf das angeforderte Drehmoment gesteuert werden. Eine solche Begrenzung des Kraftmaschinendrehmoments kann jedoch eine Verzögerung beim Liefern des vom Fahrer angeforderten Drehmoments einführen, die, wenn sie zur Verzögerung des Neustarts der Kraftmaschine addiert wird, eine beträchtliche Fahrerunzufriedenheit verursachen kann.

[0056] Bei einer Methode kann eine Koordination der Kapazität der Drehmomentwandler-Überbrückungskupplung **212** und des Ausgangs des DISG **240** verwendet werden. Die Zeitsteuerung der Umsetzung des DISG von der Drehmomentsteuerung auf die Drehzahlsteuerung kann beispielsweise auf Kraftmaschinen-neustartbedingungen und den Übergang durch den Spielbereich abgeglichen werden, um Störungen am Triebstrang, die durch den Kraftmaschinenstart und die Durchquerung des Spielbereichs verursacht werden, zu verringern.

[0057] In einem Beispiel wird ein Betrieb für Bedingungen vorgesehen, unter denen der Fahrer die Bremse anwendet und das Fahrzeug sich in einem Regenerationsmodus befindet, die Kraftmaschine ausgeschaltet ist, die Triebstrangtrennkupplung vollständig offen ist und der DISG ein Drehmoment absorbiert. Der DISG erzeugt das gewünschte Niveau an Bremsdrehmoment (und speichert die erzeugte Elektrizität beispielsweise in der Batterie). Während dieser Bedingungen wird der Triebstrang einem negativen Drehmoment unterzogen und die Drehmomentwandler-Überbrückungskupplung **212** wird verriegelt. Die Menge an negativem Drehmoment am DISG kann erhöht werden und durch den Triebstrang angewendet werden, um die Regeneration zu verstärken. Die Menge an negativem Drehmoment kann auf einem gewünschten Radbremsdrehmoment für die vorliegenden Betriebsbedingungen basieren. Das negative Bremsen kann auf einem Grad basieren, in dem der Fahrer eine Bremse betätigt. Das negative Bremsen kann jedoch auch stattfinden, während der Fahrer sowohl das Bremspedal als auch das Fahrpedal losgelassen hat.

[0058] Wenn der Fahrer die Bremse loslässt (wenn sie angewendet wurde) und auf das Fahrpedal tritt, geht das Fahrzeug in einen Betrieb mit eingeschalteter Kraftmaschine über, wobei ein positives Triebstrangdrehmoment ein angefordertes Drehmomentniveau liefert. Wie vorstehend angegeben, durchquert während dieses Übergangs ohne Getriebegangwechsel das Drehmoment das Nulldrehmoment (Spielzone) und die Kraftmaschine wird angelassen und gestartet. Die Erfinder haben hier erkannt, dass die Kraftmaschinenanlassdrehmomentstörung stromaufwärts der Kupplung **212** liegt, aber die Spielstörung stromabwärts der Kupplung **212** liegt. Die Kapazität der Kupplung **212** kann mit der Drehzahl des DISG koordiniert werden, um diese Triebstrangstörungen zu verringern.

[0059] Die Kapazität der TCC **212** kann beispielsweise genügend verringert werden, um einen gesteuerten Schlupf zu ermöglichen, wenn das Regenerationsdrehmoment verringert wird. Ein solcher Betrieb kann helfen, den Triebstrang von der Kraftmaschinenanlassdrehmomentstörung zu isolieren. Wenn das DISG-Regenerationsdrehmoment vom aktuellen Wert bis auf das Nulldrehmoment übergeht, kann der Triebstrang von einem großen negativen Drehmoment auf ein Drehmoment von fast null übergehen. Nahe dem Nulldrehmoment kann der Triebstrang in den Spielbereich eintreten. Die Steuerung des DISG wird dann vom Drehmomentsteuermodus auf den Drehzahlsteuermodus umgeschaltet und die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl (Ni) wird auf eine feste Drehzahl über der Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl (Nt) eingestellt.

[0060] Das Einstellen der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl in dieser Weise schafft ein kleines positives Drehmoment während der Durchquerung des Spielbereichs und verringert die Störung am Triebstrang, die mit dem Durchqueren des Spielbereichs verbunden ist. Die gewünschte DISG-Drehzahl kann erhöht werden, um ein Drehmoment zu den Rädern zu liefern und eine gewisse Fahrzeugbeschleunigung vorzusehen. Eine Abschätzung der Menge an Drehmoment, die erforderlich ist, um die Kraftmaschine anzulassen, kann

durch die Steuereinheit bestimmt werden, um einen Mitkopplungs-DISG-Drehmomentbefehl zu liefern. Der Mitkopplungs-DISG-Drehmomentbefehl kann Drehzahlstörungen am Drehmomentwandler-Pumpenrad verringern, wenn die Triebstrangtrennkupplung eingerückt wird und die Kraftmaschine angelassen wird. Die Kapazität der Triebstrangtrennkupplung wird eingestellt, um Triebstrangstörungen zu verringern. Sobald die Kraftmaschine gestartet hat und die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist, kann die Kraftmaschine in die Drehmomentsteuerung überführt werden und das gewünschte Drehmoment liefern.

[0061] Wie vorstehend hier im Hinblick auf das System von **Fig. 1–Fig. 3** beschrieben, können beispielsweise Drehmomentstörungen auftreten, wenn die Triebstrangtrennkupplung betätigt wird. Drehmomentstörungen können zu einem verschlechterten Fahrverhalten und NVH führen. Drehmomentstörungen (z. B. aufgrund eines Kupplungsbetätigungsfehlers oder Kupplungsgleithaftung, oder eines Fehlers zwischen dem befohlenen und dem tatsächlichen Kraftmaschinendrehmoment) am Triebstrangtrennkupplungsausgang können beispielsweise zum Getriebeeingang und zu den Rädern als Funktion des Getriebekupplungszustandes (z. B. Grad des Eingriffs der Triebstrangtrennkupplung wie z. B. auf der Basis des Druck- oder Schlupfverhältnisses) und des Getriebeübersetzungsverhältnisses übertragen werden.

[0062] Das durch den DISG **240** erzeugte Drehmoment kann in einigen Beispielen eine Funktion eines Dreiphasenstroms sein. Das Drehmoment an der DISG-Ausgangswelle **241** ist eine Summe des DISG-Ausgangsdrehmoments und des Drehmoments am Eingang des DISG oder der elektrischen Maschine. Dem DISG kann durch ein Antriebsstrang-Steuermodul (z. B. die Steuereinheit **12**) befohlen werden, entweder in einem Drehzahlrückkopplungsmodus oder einem Drehmomentmodus zu arbeiten. Die Steuereinheit liefert die befohlene Drehzahl oder das befohlene Drehmoment. Die Steuereinheit oder ein Inverter verwendet die Rückkopplung entweder des DISG-Drehzahlsensors oder des DISG-Stroms, um die gewünschte Drehzahl oder das gewünschte Drehmoment zu erzeugen.

[0063] Das DISG-Drehmoment kann beispielsweise aus einer Funktion oder Tabelle ausgegeben werden, die empirisch bestimmte Werte des DISG-Drehmoments auf der Basis der DISG-Drehzahl und des DISG-Stroms umfasst. In einigen Konstruktionen ist der DISG-Ausgang mit einer Anfahrkupplung verbunden, die während Schaltereignissen moduliert wird, um das Ausgangsdrehmoment des DISG zu formen oder zu glätten, bevor es zu den Rädern übertragen wird. In anderen Anwendungen ist der DISG-Ausgang mit einem Drehmomentwandler **206** mit einer Überbrückungskupplung verbunden. In Konstruktionen, die eine Anfahrkupplung anstelle eines Drehmomentwandlers verwenden, kann die Fähigkeit der Anfahrkupplung, das Kupplungsdrehmoment bei niedrigen Drehmomentniveaus genau und schnell zu steuern, anspruchsvoll sein. Die Anfahrkupplung kann beispielsweise in Gegenwart des maximalen Ausgangsdrehmoments der Kraftmaschine plus DISG schleifen. Daher kann die Anfahrkupplung mit einer hohen Drehmomentkapazität entworfen sein. Es kann jedoch schwierig sein, die Anfahrkupplung bei niedrigen Drehmomentniveaus, die während eines Kraftmaschinenstarts und während des Fahrzeuganfahrens von Null- und/oder niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten verwendet werden können, genau zu steuern.

[0064] Eine Methode zum Einstellen oder Steuern einer Anfahrkupplung besteht darin, einen Drehmomentensensor zu verwenden, der an der Anfahrkupplungseingangswelle angebracht ist. Die Drehmomentensensorinstallation lagert eine geformte Magnetschicht auf der Anfahrkupplungseingangswelle ab, die eine Ausgangsspannung erzeugt, die zum Wellendrehmoment proportional ist. Die Spannung wird von (einem) kontaktlosen Sensor(en) und Erfassungssystem gelesen. Das Drehmomentensignal vom Drehmomentensensor kann dann verwendet werden, um den DISG in einem Drehmomentrückkopplungsmodus in geschlossener Schleife zu betreiben, um Drehmomentstörungen aufzuheben, die am Triebstrangtrennkupplungsausgang (DISG-Eingang) erscheinen. Wenn das Automatikgetriebe eine Drehmomentwandlerkupplung am Getriebeeingang verwendet, kann ein Drehmomentensensor an der Drehmomentwandler-Eingangswelle angebracht sein. Der Drehmomentwandler-Eingangswellen-Drehmomentensensor kann verwendet werden, um eine Rückkopplung in der DISG-Steuereinheit vorzusehen, um Drehmomentstörungen, die durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen werden, zu unterdrücken.

[0065] Wie hier beschrieben, kann die Kraftmaschine auf eine Nulldrehzahl abgeschaltet werden (und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden), um den Kraftstoffverbrauch zu verringern, wenn der Fahrer das Fahrpedal loslässt. Die Kraftmaschine wird daher abgeschaltet, wenn das Fahrzeug zu einem Stopp kommt, oder zu einem anderen Zeitpunkt, wenn das Drehmoment vom DISG ausreicht, um das Fahrzeug zu beschleunigen oder die Straßenlast zu überwinden. Wenn der Fahrer das Fahrpedal anwendet und das gewünschte Drehmoment jenes überschreitet, das der DISG bereitstellen kann, wird die Kraftmaschine neu gestartet, um das DISG-Ausgangsdrehmoment zu ergänzen. Außerdem kann die Kraftmaschine während einer Schubbedingungsbedingung neu gestartet werden, wenn der Batterie-Ladungszustand unter einen minimalen Schwellen-

wert fällt. Die Kraftmaschine kann neu gestartet werden, um ein positives Triebstrangdrehmoment zu liefern und ein Drehmoment zu liefern, um zu ermöglichen, dass der DISG als Generator arbeitet, um die Batterie wiederaufzuladen. Während des Kraftmaschinenneustartprozesses kann in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen entweder die Triebstrangtrennkupplung oder ein separater Startermotor verwendet werden, um die Kraftmaschine anzulassen, wie hier beschrieben. Sobald die Verbrennung in der Kraftmaschine beginnt, wird entweder die Kraftmaschine beschleunigt, um sie an die Eingangsdrehzahl des DISG anzupassen, oder der Triebstrangtrennkupplungs-Eingriff/Schlupf wird durch Steuern des Kupplungsdrucks gesteuert, um die Kraftmaschine bis auf die DISG-Eingangsdrehzahl hochzuziehen. Wenn sich die Triebstrangtrennkupplung schließt, kann eine große Drehmomentstörung am Triebstrangtrennkupplungsausgang erzeugt werden, die dann zum DISG-Ausgang übertragen werden kann. Eine Drehmomentstörung kann potentiell um Getriebeausgang und zu den Rädern übertragen werden, wodurch das Fahrzeugfahrverhalten und NVH verschlechtert werden.

[0066] Verschiedene Methoden können verwendet werden, um die Auswirkung dieser Kraftmaschinenneustart-Drehmomentstörung zu verringern, wie z. B. jene, die bereits hier beschrieben wurden. Alternativ oder zusätzlich besteht ein Verfahren zum Verringern der Amplitude der Kraftmaschinenneustart-Drehmomentstörung am Triebstrangtrennkupplungsausgang darin, die Kraftmaschinenkurbelwellendrehzahl an die Triebstrangtrennkupplungsausgangs- oder DISG-Drehzahl (da die beiden durch eine Welle verbunden sind) anzupassen, bevor die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird. Eine solche Methode macht von der Differenzbeziehung des Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoments zur Triebstrangtrennkupplungs-Drehzahl Gebrauch. Insbesondere wird das Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoment effektiv mit dem Vorzeichen des Triebstrangtrennkupplungs-Eingangs- und -Ausgangsdrehzahldifferenz multipliziert. Beispielsweise ist es ungefähr gleich zu Vorzeichen (Kurbelwellendrehzahl – DISG-Drehzahl). Je näher diese Drehzahlen angepasst sind, desto niedriger ist das Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoment.

[0067] Obwohl eine solche Methode verwendet werden kann, um die Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmomentstörung zu verringern, arbeitet sie zum Beschleunigen der Kraftmaschinendrehzahl auf die Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehzahl. Die Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehzahl kann von 750 bis 3000 min⁻¹ variieren. Die Beschleunigung der Kraftmaschine auf eine Drehzahl in diesem Bereich kann das durch die Kraftmaschine betriebene Anfahren und die Reaktion auf ein Fahrpedal treten durch den Fahrer verzögern. Bis die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird, liefert beispielsweise die Kraftmaschine entweder kein Drehmoment am Getriebeeingang oder wirkt als Widerstand (z. B. wenn Kurbelwellendrehzahl < DISG-Drehzahl, dann ist das Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoment negativ). Wenn der Fahrer das Fahrpedal tritt (z. B. das Fahrpedal herabtritt) und der DISG keine ausreichende Drehmomentkapazität bei der vorliegenden DISG-Drehzahl aufweist, dann kann das gewünschte Drehmoment nicht geliefert werden, bis die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird und die Kraftmaschine ein positives Drehmoment liefern kann.

[0068] Unter einigen Bedingungen kann es folglich erwünscht sein, die Triebstrangtrennkupplung zu verwenden, um die Kraftmaschinendrehzahl auf die DISG-Drehzahl hochzusetzen, um die Triebstrangtrennkupplung schneller zu schließen und ein positives Kraftmaschinendrehmoment am DISG-Ausgang zu liefern. Die Schwierigkeit beim Schließen der Triebstrangtrennkupplung, während die Kraftmaschine auf die DISG-Drehzahl beschleunigt, besteht darin, dass das Drehmoment am Triebstrangtrennkupplungsausgang eine Funktion von Vorzeichen (Kurbelwellendrehzahl – DISG-Drehzahl) ist. Wenn der DISG verwendet wird, um die Kurbelwellen- und Zweimassenschwungrad-Trägheit zu beschleunigen, dann erscheint die Differenz zwischen dem Kraftmaschinenverbrennungsdrehmoment und dem DISG-Drehmoment, das angewendet wird, um ein gegebenes Beschleunigungsniveau zu erreichen, am DISG-Ausgang als negatives Drehmoment, das dann plötzlich das Vorzeichen auf ein positives Drehmoment ändert, wenn die Drehzahl der Kurbelwelle (oder des Zweimassenschwungradausgangs) die DISG-Drehzahl überschreitet.

[0069] Eine Änderung des Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoments kann eine Drehmomentspitze am DISG-Eingang erzeugen, die zum Getriebeeingang und/oder zu den Rädern übertragen werden kann. Daher kann der DISG als Drehmomentstörungs-Unterdrückungsvorrichtung betrieben werden, um die Kraftmaschinenneustart-Drehmomenterhöhung zu verringern. Das Drehmoment am DISG-Ausgang ist die Summe des DISG-Ausgangsdrehmoments und des Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoments. Die Steuerung des DISG kann auf der Detektion der Drehmomentstörung an einem oder mehreren des Triebstrangtrennkupplungsausgangs, des DISG-Ausgangs, des Drehmomentwandlersausgangs und/oder des Getriebeausgangs basieren. Der Drehmomentsensor kann ermöglichen, dass der DISG die Drehmomentstörung direkt unterdrückt. Eine solche Drehmomentfassung kann durch einen kontaktlosen Getriebewellen-Drehmomentsensor bereitgestellt werden.

[0070] Wenn ein solcher Sensor auf die Welle zwischen der Triebstrangtrennkupplung und dem DISG-Rotor angewendet wird, kann das erfasste Drehmoment in die DISG-Steuerung eingegeben werden, um ein entgegengesetztes Drehmoment zu erzeugen, um die Kraftmaschinenneustart-Triebstrangtrennkupplung-Ausgangsdrehmomentspitze aufzuheben. Alternativ kann der Drehmomentsensor an der Welle zwischen dem DISG-Rotor und dem Drehmomentwandler (oder Pumpenrad) angeordnet sein. In einem solchen Beispiel sind die Trägheit und die Beschleunigung des DISG-Rotors enthalten und werden bei der Störungsunterdrückungs-Drehmomentberechnung berücksichtigt. Ein Getriebeeingangs- oder Getriebeausgangswellen-Drehmomentsensor kann ferner angewendet werden. Wenn ein Getriebeausgangswellen-Drehmomentsensor angewendet wird, kann der Störungsunterdrückungs-Drehmomentterm eine Kompensation der Getriebeträgheiten und wahlweise der Kupplungszustände umfassen.

[0071] Mit Bezug auf **Fig. 4** ist ein Ablaufplan eines Beispielverfahrens zum Betreiben eines Fahrzeugtriebstrangs mit den Verfahren von **Fig. 5–Fig. 47** gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 4** und die nachfolgenden Verfahren können als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher der in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten Steuereinheit **12** gespeichert sein. Vertikale Markierungen wie z. B. T0–T8, die in **Fig. 10** gezeigt sind, geben ferner interessierende Zeitpunkte während der folgenden dargestellten Sequenzen an.

[0072] Bei **402** bestimmt das Verfahren **400** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Drehmomentanforderung, die Kraftmaschinendrehzahl, das Kraftmaschinendrehmoment, die DISG-Drehzahl und das DISG-Drehmoment, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Umgebungstemperatur und den Umgebungsdruck und den Batterie-Ladungszustand umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Die Drehmomentanforderung kann vom Fahrpedal **130** und von der Steuereinheit **12** von **Fig. 1** abgeleitet werden. Das Verfahren **400** geht zu **404** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0073] Bei **404** stellt das Verfahren **400** den Triebstrangbetrieb und die Betriebsparameter gemäß den Verfahren von **Fig. 5–Fig. 8** ein. Insbesondere stellt das Verfahren **400** den Triebstrangbetrieb in Reaktion auf Fahrrouutenbedingungen und/oder das Fahrerverhalten ein. Das Verfahren **400** geht zu **406** weiter, nachdem der Triebstrangbetrieb und die Betriebsbedingungen eingestellt sind.

[0074] Bei **406** stellt das Verfahren **400** den Triebstrang- oder Antriebsstrangbetrieb für die Fahrzeugmasse ein, wie in **Fig. 9** und **Fig. 10** beschrieben. In einem Beispiel können der Zeitpunkt und die Bedingungen für das Kraftmaschinenstoppen in Reaktion auf die Fahrzeugmasse eingestellt werden, so dass der Triebstrangverschleiß und die Anzahl von Triebstrangtrennkupplungs-Zustandsänderungen verringert werden können. Das Verfahren **400** geht zu **408** weiter, nachdem der Triebstrangbetrieb für die Fahrzeugmasse eingestellt ist.

[0075] Bei **408** beurteilt das Verfahren **400**, ob ein Kraftmaschinenstart erwünscht ist oder nicht. Ein Kraftmaschinenstart kann über eine Fahrertasteneingabe oder Fahrerdruckknopfingabe angefordert werden, die eine einzige Funktion zum Anfordern eines Kraftmaschinenstarts und/oder -stopps aufweist. Alternativ kann ein Kraftmaschinenneustart automatisch durch die Steuereinheit **12** auf der Basis von Betriebsbedingungen angefordert werden, die nicht die Fahrerbetätigung einer Vorrichtung umfassen, die eine einzige Funktion zum Anfordern eines Kraftmaschinenstopps oder -starts aufweist. Die Steuereinheit **12** kann beispielsweise einen Kraftmaschinenstart in Reaktion darauf, dass ein Fahrer das Fahrzeugbremspedal loslässt, oder in Reaktion auf einen Batterie-Ladungszustand anfordern. Folglich kann eine Anforderung zum Neustarten der Kraftmaschine über Eingaben eingeleitet werden, die andere Funktionen als nur das Anfordern eines Kraftmaschinenstarts aufweisen. Wenn das Verfahren **400** beurteilt, dass ein Kraftmaschinenneustart angefordert wird, geht das Verfahren **400** zu **410** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **400** zu **418** weiter.

[0076] Bei **410** wählt das Verfahren **400** eine Vorrichtung zum Starten einer Kraftmaschine aus, wie in **Fig. 11** und **Fig. 12** beschrieben. In einem Beispiel kann die Kraftmaschine über einen Starter gestartet werden, der eine niedrigere Leistungsausgabe aufweist als der DISG. In einem anderen Beispiel kann die Kraftmaschine über den DISG gestartet werden, während der Starter mit niedrigerer Leistungsausgabe deaktiviert bleibt. Das Verfahren **400** geht zu **412** weiter, nachdem das Kraftmaschinenstartmittel ausgewählt ist.

[0077] Bei **412** stellt das Verfahren **400** den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt von einer oder mehreren Direktkraftstoffeinspritzdüsen ein, die Kraftstoff zu einer Kraftmaschine zuführen, wie in **Fig. 13** und **Fig. 14** beschrieben. Der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt wird eingestellt, um eine einzelne oder mehrere Kraftstoffeinspritzungen während eines Zyklus eines einzelnen Zylinders bereitzustellen. Durch Einstellen des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts das Kraftmaschinendrehzahlprofil während des Kraftmaschinenanlaufs (z. B. Kraftmaschinenbeschleunigung von der Anlassdrehzahl (z. B. 250 min⁻¹)) auf die gewünschte Kraftmaschinenleerlaufdrehzahl. Das Verfahren **400** geht zu **414** weiter, nachdem der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eingestellt ist.

[0078] Bei **414** beurteilt das Verfahren **400**, ob der Kraftmaschinenstart auf Getriebeschalten bezogen ist oder nicht. Das Verfahren **400** beurteilt beispielsweise, ob es erwünscht ist, die Kraftmaschine auf der Basis von Schalten von einem Getriebegang in einen anderen Getriebegang zu starten. Wenn das Verfahren **400** beurteilt, dass es erwünscht ist, die Kraftmaschine auf der Basis von Getriebeschalten oder vorhergesagtem Getriebeschalten zu starten, geht das Verfahren **400** zu **416** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **400** zu **418** weiter.

[0079] Bei **416** startet das Verfahren **400** die Kraftmaschine während des Getriebeschaltens, wie in **Fig. 15–Fig. 18** beschrieben. In einem Beispiel kann die Kraftmaschine gestartet werden, bevor die Gangkupplungen während eines Schaltvorgangs geöffnet oder geschlossen werden. Das Verfahren **400** geht nach dem Starten der Kraftmaschine zu **418** weiter.

[0080] Bei **418** schafft das Verfahren **400** eine Kompensation des Zweimassenschwungrades (DMF). Ferner kann das Verfahren **400** eine Triebstrangtrennkupplungs-Kompensation vorsehen. Die DMF-Kompensation kann die Drehmomentübertragung über das DMF durch Steuern des DISG-Drehmoments und/oder der DISG-Drehzahl sowie des Triebstrangtrennkupplungs-Drehmoments dämpfen. Die DMF-Kompensation wird vorgesehen, wie in **Fig. 19–Fig. 22** beschrieben. Das Verfahren **400** geht zu **420** weiter, sobald die DMF-Kompensation eingeleitet ist.

[0081] Bei **420** beurteilt das Verfahren **400**, ob es erwünscht ist, die Drehung der Kraftmaschine zu stoppen, oder nicht. Das Verfahren **400** kann beurteilen, dass es erwünscht ist, die Drehung der Kraftmaschine während niedriger Drehmomentanforderungsbedingungen und/oder anderer Bedingungen zu stoppen. Das Verfahren **400** geht zu **422** weiter, wenn es als erwünscht beurteilt wird, die Drehung der Kraftmaschine zu stoppen. Das Verfahren **400** geht zu **420** weiter, wenn beurteilt wird, die Drehung der Kraftmaschine nicht zu stoppen.

[0082] Bei **422** stellt das Verfahren **400** das Kraftmaschinenstoppprofil ein. In einem Beispiel wird die Kraftmaschinendrehzahl während der Kraftmaschinenverlangsamung auf eine Drehzahl von null so eingestellt, dass die Kraftmaschinenposition bei der Kraftmaschinendrehzahl von null zum Neustarten der Kraftmaschine erwünscht ist. Das Kraftmaschinenstoppprofil kann eingestellt werden, wie in **Fig. 23–Fig. 26** beschrieben. Das Verfahren **400** geht zu **424** weiter, nachdem das Kraftmaschinenstoppprofil ausgewählt und/oder eingestellt wurde.

[0083] Bei **424** stellt das Verfahren **400** den Antriebsstrangbetrieb für Rückrollsicherungsbedingungen ein. In einem Beispiel wird der Antriebsstrang selektiv in Reaktion auf die Fahrzeugstraßenneigung eingestellt. Das Verfahren **400** geht zum Ende weiter, nachdem der Antriebsstrang in Reaktion auf die Fahrzeugstraßenneigung eingestellt ist.

[0084] Bei **430** beurteilt das Verfahren **400**, ob Fahrzeugbremsen über den Triebstrang erwünscht ist oder nicht. Das Verfahren **400** kann beurteilen, dass es erwünscht ist, Fahrzeugbremsen über den Triebstrang vorzusehen, wenn das Fahrzeug einen Berg hinabfährt, oder während anderer Bedingungen. Wenn das Verfahren **400** beurteilt, dass es erwünscht ist, das Fahrzeug über den Triebstrang zu bremsen, geht das Verfahren **400** zu **432** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **400** zu **434** weiter.

[0085] Bei **432** stellt das Verfahren **400** den DISG- und Kraftmaschinenbetrieb ein, um ein gewünschtes Niveau von Fahrzeugbremsen über den Triebstrang zu schaffen, wie in **Fig. 29A–Fig. 36** beschrieben. In einem Beispiel wird das Fahrzeugbremsen über den DISG bereitgestellt, wenn der Batterie-Ladungszustand (SOC) geringer ist als ein Schwellenpegel. Das Verfahren **400** geht zu **434** weiter, nachdem das Fahrzeugbremsen über den Triebstrang vorgesehen wird.

[0086] Bei **434** beurteilt das Verfahren **400**, ob in einen Segelmodus eingetreten oder dieser verlassen werden soll oder nicht. In einem Beispiel kann der Segelmodus als das beschrieben werden, wenn die Kraftmaschine mit einer Segelleerlaufdrehzahl (z. B. Verbrennung von Luft und Kraftstoff) arbeitet, während die Triebstrangtrennkupplung offen ist. Die Segelleerlaufdrehzahl ist niedriger als die Kraftmaschinenleerlaufdrehzahl, wenn die Kraftmaschine ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt und die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist. Außerdem kann die Kraftmaschine in einem Atkinson-Zyklus-Modus betrieben werden, während sie sich im Segelmodus befindet. In einigen Beispielen kann ferner der Zündfunkenzeitpunkt auf nahe einem oder auf einen minimalen Zündfunkenzeitpunkt für ein bestes Kraftmaschinendrehmoment (MBT) vorverstellt werden. In einem Beispiel kann in den Segelmodus eingetreten werden, wenn das DISG-Drehmoment innerhalb eines vorbestimmten Bereichs eines Schwellen-DISG-Drehmoments liegt. Das Verfahren **400** geht zu **436** weiter,

wenn es als erwünscht beurteilt wird, in den Segelmodus einzutreten oder diesen zu verlassen. Ansonsten geht das Verfahren **400** zu **438** weiter.

[0087] Bei **436** kann das Verfahren **400** die Kraftmaschine und den Triebstrang in einem Segelmodus betreiben, in dem die Kraftmaschine unter einer effizienten Betriebsbedingung arbeitet und in dem die Triebstrangtrennkupplung offen ist, während der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang liefert, wie in **Fig. 38** beschrieben. Alternativ kann das Verfahren **400** den Segelmodus verlassen, wie in **Fig. 39** beschrieben. Das Verfahren **400** geht zu **438** weiter, nachdem in den Segelmodus eingetreten wurde oder dieser verlassen wurde.

[0088] Bei **438** beurteilt das Verfahren **400**, ob die Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung eingestellt werden soll oder nicht. In einem Beispiel beurteilt das Verfahren **400** ob die Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung während ausgewählter Bedingungen wie z. B. während Kraftmaschinenleerlauf- oder Kraftmaschinenstoppbedingungen angepasst werden soll oder nicht. Wenn das Verfahren **400** beurteilt, dass es erwünscht ist, die Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung einzustellen, geht das Verfahren **400** zu **444** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **400** zu **440** weiter.

[0089] Bei **444** stellt das Verfahren **400** die Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung ein oder passt sie an, wie in **Fig. 42–Fig. 45** beschrieben. In einem Beispiel beschreibt die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion die Drehmomentübertragung der Triebstrangtrennkupplung auf der Basis des Eingangsdrehmoments in die Triebstrangtrennkupplung und des zur Kupplung gelieferten Drucks (z. B. des zur Triebstrangtrennkupplung gelieferten Hydrauliköldrucks oder des Tastverhältnisses eines zur Triebstrangtrennkupplung gelieferten elektrischen Signals). Das Verfahren **400** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion eingestellt oder angepasst ist.

[0090] Bei **440** betreibt das Verfahren **400** die Kraftmaschine und den DISG, um ein gewünschtes Drehmoment zum Eingang des Getriebes zu liefern. In einem Beispiel werden die Kraftmaschine und der DISG in Abhängigkeit von der Triebstrangdrehmomentanforderung, die von einem Fahrer und/oder der Steuereinheit geliefert wird, betrieben. Wenn beispielsweise 35 Nm Triebstrangdrehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad angefordert werden, kann der DISG 10 Nm zum Triebstrang liefern, während die Kraftmaschine die restlichen 25 Nm zum Triebstrang liefert. Alternativ kann der DISG oder die Kraftmaschine die ganzen 35 Nm zum Triebstrang liefern. Die Betriebsbedingungen der Kraftmaschine und/oder des DISG können auch betrachtet werden, um die Mengen an Drehmoment zu bestimmen, die von der Kraftmaschine und dem DISG ausgegeben werden. Das Verfahren **400** geht zu **442** weiter, nachdem die Kraftmaschinen- und DISG-Betriebsmodi, -drehzahlen und -drehmomente ausgegeben sind.

[0091] Bei **442** stellt das Verfahren **400** das Kraftmaschinen- und DISG-Drehmoment ein, um ein gewünschtes Drehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad zu liefern. In einem Beispiel wird das Drehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad über einen Drehmomentsensor abgeschätzt. In anderen Beispielen ist der Drehmomentwandler-Betriebszustand eine Basis zum Abschätzen des Drehmoments am Drehmomentwandler-Pumpenrad. Die Drehmomentwandler-Pumpenrad-Drehmomentabschätzung ist wie in **Fig. 21** beschrieben. Das abgeschätzte Getriebepumpenrad-Drehmoment wird von einem gewünschten Getriebepumpenrad-Drehmoment subtrahiert, um einen Drehmomentwandler-Pumpenrad-Drehmomentfehler zu liefern. Das Kraftmaschinendrehmoment und/oder das DISG-Drehmoment werden in Reaktion auf den Drehmomentwandler-Pumpenrad-Drehmomentfehler eingestellt, um den Drehmomentwandler-Pumpenrad-Drehmomentfehler in Richtung von null zu verringern. Das Verfahren **400** geht zum Ende weiter, nachdem das Triebstrangdrehmoment eingestellt ist.

[0092] Mit Bezug auf **Fig. 5** ist ein schematisches Diagramm von Beispielinformationen, die während des Fahrens von einem Ort zu einem anderen Ort angetroffen werden können, gezeigt. Die in **Fig. 5** gezeigten Informationsquellen stehen für die in **Fig. 6–Fig. 8** gezeigten Verfahren zur Verfügung. Ferner stehen die in **Fig. 6** gezeigten Informationsquellen und Vorrichtungen für die in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten Systeme zur Verfügung.

[0093] In diesem Beispiel kann das Fahrzeug **290** die Route Nummer eins **501** oder Route Nummer zwei **502** zu einem ersten bzw. einem zweiten Ziel fahren. Das Fahrzeug **290** kann ein Solaraufladesystem **504** zum Aufladen der Energiespeichervorrichtung **275**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, umfassen. Das Solaraufladesystem kann Solarpaneele und andere zugehörige Vorrichtungen umfassen. Außerdem kann das Fahrzeug **290** ein induktives Aufladesystem **514** zum Aufladen der Energiespeichervorrichtung **275**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, umfassen. Das induktive Aufladesystem **514** kann Ladung von einer Leistungsquelle außerhalb des Fahrzeugs

empfangen, während das Fahrzeug fährt. Das Fahrzeug **290** umfasst auch einen Empfänger **503** zum Empfangen von Signalen, die von außerhalb oder innerhalb des Fahrzeugs **290** stammen.

[0094] Die Fahrzeugroute Nummer eins umfasst mehrere Informationsquellen, Objekte und Elemente, die die Basis zum selektiven Betreiben von bestimmten Triebstrangkomponenten sein können. Das Fahrzeug **290** kann beispielsweise Informationen eines globalen Positionsbestimmungssystems (GPS) von einem Satelliten **505** während eines Verlaufs einer Fahrt empfangen. Das GPS-System kann Informationen liefern, die dem Prozessor **12**, wie in **Fig. 1** gezeigt, ermöglichen, Straßenneigungen und Abstände entlang der Route Nummer eins zu bestimmen. Der Prozessor **12** kann auch Informationen hinsichtlich Fahrzeugstopps, die auf Zeichen oder Signalen **506** basieren, während eines Verlaufs einer Fahrt speichern, so dass, wenn das Fahrzeug **290** die Route Nummer eins fährt, die Informationen wieder zur Verfügung stehen, um zu bestimmen, wann das Fahrzeug stoppt, startet, beschleunigt, verlangsamt oder mit einer im Wesentlichen konstanten Geschwindigkeit (z. B. ± 5 MPH) fährt.

[0095] Das Fahrzeug **290** kann auch eine Menge an Ladung abschätzen, die durch das Solarsystem **504** über die Sonne **507** während des Fahrens der Route Nummer eins zur Energiespeichervorrichtung **275** geliefert wird. Wenn beispielsweise das Fahrzeug die Route Nummer eins unter Erzeugung von 1 Watt/Minute um 1:00 nachmittags zu fahren beginnt und erwartet wird, dass es eine Stunde dauert, die Route Nummer eins zu fahren, kann abgeschätzt werden, dass 60 Watt während des Verlaufs der Fahrt der Route Nummer eins erzeugt werden. Ferner kann die abgeschätzte Leistung, die während des Verlaufs der Fahrt erzeugt wird, auf der Basis der Tageszeit und des vorhergesagten Wetters eingestellt werden. Eine Menge an elektrischer Leistung, die zu einer spezifischen Tageszeit erzeugt wird, kann beispielsweise auf eine Menge an Leistung, die später an diesem Tag erzeugt wird, auf der Basis von empirisch bestimmten Solartabellen und der Tageszeit extrapoliert werden.

[0096] Das Fahrzeug **290** kann auch Straßenbedingungen **508** im Speicher aufzeichnen und speichern oder von externen Quellen wie z. B. GPS empfangen. Straßenbedingungen **508** können Straßenneigungsinformationen, Straßenoberflächeninformationen und Geschwindigkeitsbegrenzungen umfassen. Das Fahrzeug **290** kann auch die Umgebungstemperatur vom Temperatursensor **509** empfangen oder messen. Der Temperatursensor **509** kann in das Fahrzeug **290** integriert sein oder er kann sich außerhalb des Fahrzeugs **290** befinden.

[0097] Schließlich kann das Fahrzeug **290** auf der Route Nummer eins elektrische Leistung an der Leistungsquelle **510** empfangen. Die Leistungsquelle **510** kann eine Wohnungs- oder kommerzielle Leistungsquelle sein, die Leistung zum Fahrzeug **290** von einem elektrischen Netz am Ziel eins liefert. Das Fahrzeug **290** kann gespeicherte Informationen aufweisen, einschließlich einer gespeicherten Datenbank und/oder Informationen, die von vorherigen Fahrten zum Ziel eins gespeichert sind, die angeben, dass das Fahrzeug **290** am Ziel eins wiederaufgeladen werden kann. Solche Informationen sind zum Bestimmen, wie elektrische Ladung, die im Fahrzeug **290** gespeichert ist, während des Verlaufs einer Fahrt genutzt wird, nützlich.

[0098] In einem anderen Beispiel kann das Fahrzeug **290** über die Route Nummer zwei zum Ziel zwei fahren. Das Fahrzeug **290** kann dazu programmiert sein, zu erkennen, dass es zum Ziel zwei fährt. Entlang der Route Nummer zwei kann das Fahrzeug **290** Wetter-, Straßenbedingungs-, Umgebungstemperatur- und GPS-Daten von der Infrastruktur **515** empfangen. Die Infrastruktur kann Rundfunkmasten und Autobahn/Straßen-Rundfunkvorrichtungen umfassen. Das Fahrzeug **290** kann auch Straßenbedingungen von Handgeräten **513** wie z. B. Telefonen, Computern, Tabletvorrichtungen und/oder persönlichen Organizationalgeräten empfangen. In einigen Situationen kann das Fahrzeug **290** Straßenbedingungen und Zielinformationen (z. B. Verfügbarkeit von elektrischen Aufladestationen) von anderen Fahrzeugen **511**, die Informationen über einen Sender **512** liefern, empfangen.

[0099] Folglich kann ein Fahrzeug Informationen am Beginn einer Fahrt und während der ganzen Fahrt empfangen, die eine Basis zum Steuern des Triebstrangbetriebs sein können. Die in **Fig. 5** beschriebenen Informationsquellen können beispielsweise die Basis zum Betreiben der Triebstrangtrennkupplung **236**, des DISG **240** und der Kraftmaschine **10**, die in **Fig. 2** gezeigt sind, sein.

[0100] Mit Bezug auf **Fig. 6** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Betreiben eines Hybrid-Antriebsstrangs in Reaktion auf Informationen, die während des Fahrens von einem Ort zu einem anderen Ort angetroffen werden, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 6** kann in einem nichtflüchtigen Speicher als ausführbare Befehle im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0101] Bei **602** bestimmt das Verfahren **600** Fahrzeugbetriebsbedingungen. Die Fahrzeugbetriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Umgebungstemperatur, ein Fahreranforderungsdrehmoment (z. B. das von einem Fahrer über eine Eingabe angeforderte Drehmoment und kann in einigen Beispielen auch als gewünschtes Triebstrangdrehmoment bezeichnet werden) und den Energiespeichervorrichtung-SOC umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Ferner können die Betriebsbedingungen das Auswählen einer Route zu einem Ziel auf der Basis einer Fahrereingabe oder durch Anpassen einer gegenwärtigen Fahrroute an Fahrtrouten, die während vorheriger Fahrten genommen wurden, umfassen. Das Verfahren **600** geht zu **604** weiter, nachdem die Fahrzeugbetriebsbedingungen bestimmt sind.

[0102] Bei **604** erfasst das Verfahren **600** Fahrrouteninformationen. Das Verfahren **600** kann Fahrrouteninformationen wie z. B. Straßenneigung, Verkehrsampelorte, Geschwindigkeiten eines anderen Fahrzeugs, Verkehrsunterstützungsorte, Orte von elektrischen Aufladestationen, die Umgebungstemperatur und zugehörige Verkehrsinformationen von einer Vielfalt von Quellen empfangen. Die Informationsquellen können einen internen Speicher einer Steuereinheit im Fahrzeug, persönliche Handgeräte (z. B. persönliche Organizer, Tablets, Computer, Telephone), Satelliten, eine Infrastruktur, andere Fahrzeuge und Verkehrskommunikationsvorrichtungen umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Die Fahrroute eines Fahrzeugs kann in einem Beispiel mit im Steuereinheitsspeicher gespeicherten Fahrrouten verglichen werden. Wenn die gegenwärtige Fahrroute des Fahrzeugs einer Fahrroute entspricht, die im Steuereinheitsspeicher gespeichert ist, wählt die Steuereinheit das Ziel und die Fahrbedingungen (z. B. Verkehrsampeln, Straßenneigung, Aufladeeinrichtungen usw.) aus der im Speicher gespeicherten Fahrroute ohne Fahrereingabe aus. Das Verfahren **600** geht zu **606** weiter, nachdem Fahrrouteninformationen erfasst sind.

[0103] Bei **606** priorisiert das Verfahren **600** die Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie auf der Basis von Gelegenheiten zum Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung entlang einer ausgewählten Fahrroute. **Fig. 7** zeigt eine Weise zum Priorisieren der Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie. Das Priorisieren der Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie kann nur die Verwendung von elektrischer Energie während ausgewählter Fahrzeugbeschleunigungen umfassen, so dass die Kohlenwasserstoff-Kraftstoffverwendung im Vergleich zum einfachen Basieren der Verwendung von elektrischer Energie auf der Basis einer gewünschten Drehmomentanforderung verringert werden kann. Ferner kann das Priorisieren der Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie die Verwendung von im Wesentlichen der gesamten verfügbaren gespeicherten Ladung (z. B. Verringern der Energiespeichervorrichtungsladung bis auf eine Schwellenmenge an Ladung) in der elektrischen Energiespeichervorrichtung umfassen, wenn sich das Fahrzeug innerhalb eines vorbestimmten Abstandes einer Strecke zum externen Aufladen der Energiespeichervorrichtung befindet, oder während Bedingungen, unter denen die Energiespeichervorrichtung über kinetische Energie aufgeladen werden kann (z. B. eine Bergabfahrt). Das Verfahren **600** geht zu **608** weiter, nachdem die Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie priorisiert ist. In dieser Weise plant das Verfahren **600** die Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie, bevor das Fahrzeug Fahrroutenbedingungen erreicht, die die Verwendung der gespeicherten elektrischen Energie erleichtern.

[0104] Bei **608** priorisiert das Verfahren **600** das Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung über eine Kraftmaschine auf der Basis einer Fahrroute. Das Verfahren **600** kann beispielsweise eine Kraftmaschine betreiben, um ein Fahrzeug anzutreiben, wenn ein Energiespeichervorrichtung-SOC niedrig ist. Das Verfahren **600** kann ferner die Kraftmaschine ohne Aufladen der Energiespeichervorrichtung betreiben, wenn das Verfahren **600** bestimmt, dass die Energiespeichervorrichtung eine kurze Zeit später unter Verwendung der kinetischen Energie des Fahrzeugs während einer Fahrzeugverlangsamung aufgeladen werden kann. **Fig. 8** zeigt eine Weise zum Priorisieren des Aufladens der elektrischen Energiespeichervorrichtung. Das Verfahren **600** geht zu **610** weiter, nachdem das Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung priorisiert wurde. In dieser Weise plant das Verfahren **600** das Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung, bevor das Fahrzeug Fahrroutenbedingungen erreicht, die das Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung erleichtern.

[0105] Bei **610** priorisiert das Verfahren **600** den Eintritt in den Triebstrangsegelmodus auf der Basis der Fahrroute des Fahrzeugs. In einem Beispiel ruft das Verfahren **600** Informationen von **702** des Verfahrens **700** ab, um festzustellen, wann erwartet wird, dass das Fahrzeug für weniger als eine Schwellenmenge an Zeit stoppt. Ferner kann das Verfahren **600** Informationen empfangen, die betreffen, wann erwartet wird, dass das Fahrzeug über einer Schwellenrate beschleunigt, nachdem das Fahrzeug für weniger als die Schwellenmenge an Zeit stoppt. Das Verfahren **600** plant den Eintritt in den Segelmodus (z. B. Kraftmaschine im Leerlauf, Triebstrangtrennkupplung offen und DISG, der ein angefordertes Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang liefert) auf der Basis von Orten in der Fahrroute, an denen erwartet wird, dass das Fahrzeug für weniger als eine Schwellenmenge an Zeit stoppt, und an denen erwartet wird, dass das Fahrzeug vom Fahrzeugstopp mit einer

Rate beschleunigt, die größer ist als eine Schwellenrate. Das Verfahren **600** geht zu **612** weiter, nachdem der Eintritt in den Segelmodus geplant ist. In dieser Weise plant das Verfahren **600** den Eintritt in den Segelmodus, bevor das Fahrzeug Fahrrouutenbedingungen erreicht, die den Segelmodus erleichtern.

[0106] Bei **612** betreibt das Verfahren **600** die Triebstrangtrennkupplung, den DISG und die Kraftmaschine auf der Basis der geplanten und priorisierten Verwendung von elektrischer Energie, die in der Energiespeichervorrichtung gespeichert ist, der priorisierten Aufladung der elektrischen Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine und des Eintritts in den Segelmodus. Mit anderen Worten, das Verfahren **600** kann auf der Basis von erwarteten Fahrzeugs- und Straßenbedingungen entlang einer Fahrroute die Triebstrangtrennkupplung öffnen und schließen, den DISG betreiben und die Kraftmaschine betreiben. Wenn das Verfahren **600** den Eintritt in den Segelmodus beispielsweise bei einem speziellen Stopp während einer Fahrroute plant, öffnet das Verfahren **600** die Triebstrangtrennkupplung und tritt in den Segelmodus ein, wenn das Fahrzeug am speziellen Ort stoppt. Ferner öffnet das Verfahren **600** die Triebstrangtrennkupplung, wenn geplant wird, dass der DISG ein Drehmoment liefert, um das Fahrzeug ohne Unterstützung von der Kraftmaschine in Reaktion auf die Priorisierung der Verwendung von elektrischer Energie zu beschleunigen, die in der elektrischen Energiespeichervorrichtung gespeichert ist. Noch ferner öffnet das Verfahren **600** die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass das Fahrzeug sich innerhalb eines Schwellenabstandes vor der Ankunft an einer elektrischen Aufladestation befindet, so dass vielmehr Energie von der elektrischen Speichervorrichtung verwendet werden kann, um das Fahrzeug anzutreiben, als die Kraftmaschine und Kohlenwasserstoffe. Außerdem kann das Verfahren **600** die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass es sich innerhalb eines Schwellenabstandes vor der Ankunft an einem Bergabgefälle befindet, öffnen. Das Verfahren **600** geht zu **614** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungsbetrieb auf der Basis von Fahrzeug- und Fahrrouutenbedingungen geplant und ausgeführt wird.

[0107] Bei **614** beurteilt das Verfahren **600**, ob eine beträchtliche Änderung der Fahrrouten- und/oder Fahrzeugbedingungen bestand oder nicht. Eine beträchtliche Änderung der Fahrrouten- oder Fahrzeugbedingungen kann ein Vorliegen einer unerwarteten Bedingung (z. B. eines verlängerten Fahrzeugstopps oder eines unerwarteten Verlusts an Batterieladung) oder das Fehlen einer erwarteten Bedingung (z. B. kein Fahrzeugstopp, wenn ein Fahrzeugstopp erwartet wird) sein. Wenn das Verfahren **600** beurteilt, dass eine Änderung der Fahrrouten- oder Fahrzeugbedingungen bestand, ist die Antwort Ja und das Verfahren **600** kehrt zu **602** zurück, so dass die Priorisierung von gespeicherter elektrischer Energie, die Energievorrichtungsaufladung und der Eintritt in den Segelmodus erneut bestimmt werden können. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **600** geht zu **616** weiter.

[0108] Bei **616** beurteilt das Verfahren **600**, ob sich das Fahrzeug an seinem Endziel für die Fahrt befindet oder nicht. In einem Beispiel vergleicht das Verfahren **600** den gegenwärtigen Ort des Fahrzeugs mit einem programmierten Ziel. In einem anderen Beispiel vergleicht das Verfahren **600** den gegenwärtigen Ort des Fahrzeugs mit einem erwarteten Ziel. Wenn das Verfahren **600** beurteilt, dass sich das Fahrzeug an seinem Ziel befindet, geht das Verfahren **600** zum Ende weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **600** zu **614** zurück.

[0109] In dieser Weise kann der Betrieb eines Hybrid-Antriebsstrangs gemäß einer Fahrroute und Bedingungen entlang der Fahrroute eingestellt werden. Einstellungen am Hybrid-Antriebsstrang können das Öffnen und Schließen einer Triebstrangtrennkupplung, das Aufladen einer Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine, den Eintritt in den Segelmodus und den Eintritt und Austritt in oder aus anderen Triebstrangbetriebsmodi umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt.

[0110] Mit Bezug auf **Fig. 7** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Priorisieren der Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie in einem Hybridfahrzeug gezeigt. Das Verfahren basiert die Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie auf Gelegenheiten zum Aufladen einer elektrischen Energiespeichervorrichtung über eine Fahrroute. Das Verfahren von **Fig. 7** kann in einen nichtflüchtigen Speicher als ausführbare Befehle im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0111] Bei **702** bestimmt das Verfahren **700** eine Anzahl von Fahrzeugstopps und ihre Orte auf einer Fahrroute und schätzt die regenerative Energie ab, die zur elektrischen Energiespeichervorrichtung während Fahrzeugstopps und während anderer Gelegenheiten (z. B. Fahrzeugverlangsamungen und während einer Bergabfahrt) geliefert wird. Das Verfahren **700** kann auch eine erwartete Menge an Batterieaufladung über ein Solaraufladungssystem abschätzen. Ferner bestimmt das Verfahren **700** eine Anzahl von Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Stopp und eine Abschätzung der elektrischen Energie zum Beschleunigen aus jedem Fahrzeugstopp. Außerdem kann das Verfahren **700** Informationen über Fahrzeugstopps speichern, die geringer als eine Schwellenzeitdauer sind.

[0112] In einem Beispiel werden die Anzahl von Fahrzeugstopps und ihre Orte auf der Basis einer Anzahl von Verkehrsampeln und/oder -zeichen entlang der Fahrtroute abgeschätzt, wie von den in **Fig. 5** beschriebenen Informationsquellen bestimmt. Insbesondere wird in einem Beispiel die Anzahl von Fahrzeugstopps aus der Anzahl von Verkehrsampeln und/oder -zeichen entlang einer Fahrtroute, multipliziert mit einem Wert, der einen vernünftigen Prozentsatz (z. B. 60 %) der Verkehrsampeln darstellt, an denen das Fahrzeug tatsächlich stoppt, bestimmt. Die Anzahl von Beschleunigungen aus dem Stopp ist gleich der abgeschätzten Anzahl von Fahrzeugstopps. Die Menge an Energie, die während jedes Fahrzeugstopps regeneriert wird, kann auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit vor dem Stopp, der Straßenneigung und der Fahrzeugmasse berechnet werden (z. B. unter Verwendung von $E = 1/2 mv^2$, wobei E die Energie ist, m die Fahrzeugmasse ist und v die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, oder alternativ $F = m \cdot a + m \cdot g \cdot \sin(\Theta)$ über das Zeitintervall, wobei m die Fahrzeugmasse ist, a die Fahrzeugbeschleunigung ist, g die Schwerkraftbeschleunigung ist, und Θ der Straßenwinkel ist, der in eine Neigung umgewandelt werden kann). Ebenso kann die Menge an Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs auf der Basis der Geschwindigkeitsbegrenzung, der Straßenneigung und der Fahrzeugmasse berechnet werden (z. B. unter Verwendung von $F = m \cdot a + m \cdot g \cdot \sin(\Theta)$ über das Zeitintervall oder $E = 1/2mv^2$) und dann in elektrische Ladung umgewandelt werden. Ferner kann Energie, die von Solar- oder induktiven Vorrichtungen entlang der Route erhalten wird, zur Gesamtmenge an Ladung, die während des Fahrens der Route zur Verfügung steht, addiert werden. Die Anzahl von Verkehrsampeln, ihre Orte und die Straßenneigungsinformationen können über die in **Fig. 5** gezeigten Informationsquellen bestimmt werden. Das Verfahren **700** geht zu **704** weiter, nachdem die Anzahl von Fahrzeugstopps, der Fahrzeugbeschleunigungen, die regenerierte Energie und die zum Beschleunigen des Fahrzeugs an jedem Fahrzeugstopport verwendete Energie bestimmt sind.

[0113] Bei **704** beurteilt das Verfahren **700**, ob die Energiespeichervorrichtung Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs auf die Geschwindigkeitsbegrenzung nach jedem bei **702** bestimmten Fahrzeugstopp liefern kann oder nicht. In einem Beispiel wird die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energie plus die abgeschätzte Menge an regenerativer Energie, die entlang der Fahrtroute zur Verfügung steht, zusammenaddiert. Triebstrangverluste werden von der Summe der gespeicherten Energie und der regenerativen Energie subtrahiert und das Ergebnis wird mit der abgeschätzten Menge an Energie, um das Fahrzeug von allen Fahrzeugstopps zu beschleunigen, verglichen. Wenn die Menge an Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs von allen Fahrzeugstopps größer ist als die Summe der gespeicherten Energie und der regenerativen Energie, kann bestimmt werden, dass eine Kraftmaschinenunterstützung entlang der Fahrtroute erforderlich sein kann und dass die Energiespeichervorrichtung nicht genügend Leistung gespeichert haben kann, um die Fahrt über die Route zu vollenden. Wenn die Energiespeichervorrichtung nicht genügend Leistung aufweisen kann, um das Fahrzeug aus allen Stopps entlang der ausgewählten Route zu beschleunigen, ist die Antwort Nein und das Verfahren **700** geht zu **706** weiter. Ansonsten ist die Antwort Ja und das Verfahren **700** geht zu **708** weiter.

[0114] Bei **706** wählt das Verfahren **700** aus, welche Beschleunigungen aus dem Stopp unter Verwendung von Energie von der Energiespeichervorrichtung durchgeführt werden. Mit anderen Worten, das Verfahren **700** entscheidet, während welcher Fahrzeugbeschleunigungen der DISG ein Drehmoment zum Triebstrang liefert. In einem Beispiel basiert die Wahl von Fahrzeugbeschleunigungen, bei denen der DISG betrieben wird, darauf, welche Beschleunigungen aus dem Stopp, wenn sie kombiniert sind, eine Menge an Energie erfordern, die am genauesten der Menge an Energie entspricht, die von der Energiespeichervorrichtung zur Verfügung steht. Wenn beispielsweise am Beginn einer Fahrt eine Energiespeichervorrichtung X Coulomb Ladung speichert und erwartet wird, dass die ersten dreiundzwanzig Fahrzeugbeschleunigungen X Coulomb Energie verwenden, werden die ersten dreiundzwanzig Fahrzeugbeschleunigungen über den DISG und die Energiespeichervorrichtung vorgesehen. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die ausgewählten Fahrzeugbeschleunigungen in der Reihenfolge nicht aufeinander folgend sein müssen. Vielmehr können individuelle Fahrzeugbeschleunigungen, die über den DISG und die Energiespeichervorrichtung betrieben werden, aus irgendeiner Beschleunigung während der geplanten Fahrzeugroute ausgewählt werden.

[0115] In einem anderen Beispiel basieren die Beschleunigungen aus dem Fahrzeugstopp, bei denen der DISG mit Ladung von der Energiespeichervorrichtung betrieben wird, darauf, wann Energie von der Regeneration verfügbar ist, um die Energiespeichervorrichtung aufzuladen, und auf einer erwarteten Menge an Energie, die zum Zeitpunkt des Fahrzeugstopps gespeichert ist. Wenn beispielsweise nur eine kleine Menge an regenerativer Energie während einer Fahrzeugverlangsamung erwartet wird und erwartet wird, dass die Energiespeichervorrichtungsladung geringer ist als ein Schwellenpegel bei einem Fahrzeugstopp, wird der DISG nicht zum Beschleunigen des Fahrzeugs aus diesem speziellen Fahrzeugstopp geplant. Das Verfahren **700** geht zu **716** weiter, nachdem Fahrzeugbeschleunigungen vom Fahrzeugstopp, bei denen der DISG mit Ladung von der Energiespeichervorrichtung betrieben wird, bestimmt sind.

[0116] Bei **708** bestimmt das Verfahren **700** eine Anzahl und Orte von Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs nicht aus dem Fahrzeugstopp. Das Verfahren **700** schätzt auch eine Menge an Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs während jeder Beschleunigung des fahrenden Fahrzeugs ab. Die Orte und die Anzahl von Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs können daraus bestimmt werden, wo Änderungen der Geschwindigkeitsbegrenzung über den Verlauf der Fahrroute vorkommen. Folglich kann eine Anzahl von Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs aus jeder Erhöhung der auf der Fahrroute aufgestellten Geschwindigkeitsbegrenzung bestimmt werden. Die Änderung der Fahrzeugroutengeschwindigkeit kann in einer Kartendatenbank gespeichert sein und vom Speicher abgerufen werden. Ferner kann die Fahrzeugroute auf der Basis des kürzesten Abstandes oder der kürzesten Zeit zwischen dem gegenwärtigen Ort des Fahrzeugs und einem angeforderten Ziel bestimmt werden.

[0117] Das Verfahren **700** bestimmt auch die Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs an jedem der Fahrzeugbeschleunigungsorte. Die Menge an Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs kann auf der Basis der Geschwindigkeitsbegrenzung, der Straßenneigung und der Fahrzeugmasse berechnet werden (z. B. unter Verwendung von $F = m \cdot a + m \cdot g \cdot \sin(\Theta)$ über das Zeitintervall oder $E = 1/2mv^2$). Das Verfahren **700** geht zu **710** weiter, nachdem die Anzahl von Beschleunigungen beim Fahren, die Orte der Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs und die zum Beschleunigen des Fahrzeugs an jedem Beschleunigungsort des fahrenden Fahrzeugs abgeschätzte Energie bestimmt sind.

[0118] Bei **710** beurteilt das Verfahren **700**, ob die Energiespeichervorrichtung die Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs auf die Geschwindigkeitsbegrenzung liefern kann oder nicht, nachdem jede Beschleunigung des fahrenden Fahrzeugs bei **708** bestimmt ist. In einem Beispiel wird irgendein Rest der Menge an in der Energiespeichervorrichtung gespeicherter Energie plus die Menge der als entlang der Fahrroute verfügbar abgeschätzten regenerativen Energie minus die aus **702** bestimmte Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs an jedem Stopp mit einer Menge an Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs an allen Beschleunigungsorten des fahrenden Fahrzeugs verglichen. Wenn die Menge an Energie zum Beschleunigen des fahrenden Fahrzeugs an jedem Ort größer ist als der Rest von **702**, kann festgestellt werden, dass eine Kraftmaschinenunterstützung entlang der Fahrroute erforderlich sein kann und dass die Energiespeichervorrichtung nicht ausreichend Leistung gespeichert haben kann, um elektrische Leistung über die Route zu liefern. Wenn die Energiespeichervorrichtung nicht genügend Leistung zum Beschleunigen des Fahrzeugs von allen Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs entlang der ausgewählten Route aufweist, ist die Antwort Nein und das Verfahren **700** geht zu **714** weiter. Ansonsten ist die Antwort Ja und das Verfahren **700** geht zu **712** weiter.

[0119] Bei **712** wählt das Verfahren **700** aus, wo während der Fahrroute die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte und während der Regeneration (z. B. während der Fahrzeugverlangsamung) erzeugte restliche Energie verbraucht werden kann. Wenn beispielsweise die Energiespeichervorrichtung X Coulomb restliche Ladung über einer Schwellenmenge an Ladung hat und eine Aufladungsquelle am Fahrzeugziel zur Verfügung steht, bestimmt das Verfahren **700**, an welchem Ort entlang der Fahrroute die restliche Ladung verbraucht wird. In einem Beispiel wird der Verbrauch der restlichen Ladung, die in der Energiespeichervorrichtung gespeichert ist und nicht verwendet wird, um das Fahrzeug zu beschleunigen, beginnend an einem Ort, der auf dem Ziel basiert, verbraucht. Wenn beispielsweise erwartet wird, dass das Fahrzeug Z Coulomb überschüssige Ladung aufweist und das Fahrzeug $1/Z$ Coulomb pro Meile verwendet, wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet und der DISG beginnt die Entladung der Z Coulomb Z Meilen vom Ziel entfernt, und die Kraftmaschine wird gestoppt. In dieser Weise verringert das Verfahren **700** die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energie in einer Weise, die den Kohlenwasserstoff-Kraftstoffverbrauch verringern kann, da die verbrauchte gespeicherte elektrische Energie durch Verbrauchen der Energiespeicherladung bis auf einen Schwellenladungspegel (z. B. einen minimalen Batterieladungspegel) erhöht wird. Da das Fahrzeug über das Netz am Ziel wiederaufgeladen werden kann, kann die Energiespeichervorrichtung ferner mit Leistung von einer effizienteren Quelle als der Kraftmaschine aufgeladen werden.

[0120] Wenn andererseits das Verfahren **700** bestimmt, dass keine Aufladungsquelle am Ziel vorhanden ist, wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen und die Energie kann in der elektrischen Energiespeichervorrichtung gespeichert bleiben. Das Verfahren **700** geht zu **716** weiter, nachdem festgestellt ist, wo überschüssige Ladung, die während der Fahrzeugbeschleunigung nicht verbraucht wird, verbraucht wird.

[0121] Bei **714** wählt das Verfahren **700** aus, welche Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs mit Energie von der Energiespeichervorrichtung durchgeführt werden. Mit anderen Worten, das Verfahren **700** entscheidet, während welcher Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs (z. B. Fahrzeugbeschleunigungen nicht aus dem Stopp) der DISG ein Drehmoment zum Triebstrang liefert. In einem Beispiel basiert die Wahl der Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs, bei denen der DISG betrieben wird, darauf, welche Beschleuni-

gungen des fahrenden Fahrzeugs in Kombination eine Menge an Energie erfordern, die am genauesten der Menge an Energie entspricht, die verbleibt, nachdem für Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Fahrzeugstopp Energie zum Beschleunigen des Fahrzeugs bereitgestellt wurde. Wenn beispielsweise am Beginn einer Fahrt eine Energiespeichervorrichtung X Coulomb Ladung speichert und dreiundzwanzig Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Stopp vorliegen, von denen erwartet wird, dass sie Y Coulomb Energie verwenden (z. B. wenn Y kleiner ist als X), werden die ersten dreiundzwanzig Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Fahrzeugstopp über den DISG und die Energiespeichervorrichtung bereitgestellt. Wenn erwartet wird, dass Z Coulomb nach dem Beschleunigen des Fahrzeugs bei jedem Stopp übrig sind und die Energieverbrauchssumme der Energie der Beschleunigung des fahrenden Fahrzeugs größer ist als Z Coulomb, werden für die ersten Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs, die bis zu Z Coulomb Ladung beanspruchen, die Z Coulomb Ladung bereitgestellt. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die ausgewählten Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs, bei denen die überschüssige Ladung geliefert wird, in der Reihenfolge nicht aufeinander folgend sein müssen. Das Verfahren **700** geht zu **716** weiter, nachdem die Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs, die DISG-Unterstützung und Ladung von der Energiespeichervorrichtung empfangen, ausgewählt sind.

[0122] Bei **716** plant das Verfahren **700** die DISG-Unterstützung für den Triebstrang, um das Fahrzeug zu beschleunigen oder in Bewegung zu halten, auf der Basis der bestimmten Orte von Beschleunigungen und der stationären Energienutzung. Die DISG-Unterstützung kann bereitgestellt werden, wenn sich die Triebstrang-trennkupplung in einem offenen Zustand befindet, oder während eines geschlossenen Zustandes. Ferner kann der DISG alles oder nur einen Teil des Drehmoments zum Antreiben des Fahrzeugs liefern.

[0123] In dieser Weise ist es möglich, die Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie zu planen und zu priorisieren. In diesem Beispiel weisen Fahrzeugbeschleunigungen von einer Geschwindigkeit von null eine höhere Priorität als Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs oder der Verwendung von gespeicherter elektrischer Energie während Fahrbedingungen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit auf. Ein solcher Betrieb kann ermöglichen, dass die Kraftmaschine mit effizienteren Betriebsbedingungen wie z. B. stationären Drehzahl- und Lastbedingungen arbeitet.

[0124] Mit Bezug auf **Fig. 8** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Planen und Priorisieren der Aufladung einer elektrischen Energiespeichervorrichtung über eine Kraftmaschine auf der Basis einer Fahrroute gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 8** kann in einen nichtflüchtigen Speicher als ausführbare Befehle im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0125] Bei **802** ruft das Verfahren **800** Informationen von **702** und **708** von **Fig. 7** ab, um zu bestimmen, wann erwartet wird, dass die elektrische Energiespeichervorrichtung eine Aufladung benötigt. Insbesondere wenn bei **702** von **Fig. 7** festgestellt wird, dass das Fahrzeug nicht von allen Bedingungen mit einer Geschwindigkeit von null beschleunigen kann, kann das Verfahren **800** feststellen, dass die elektrische Energiespeichervorrichtung an einem Ort einer Fahrzeugbeschleunigung entlang der Fahrroute wiederaufgeladen werden muss, an dem der SOC auf weniger als einen Schwellenpegel verringert ist. Ebenso kann das Verfahren **800** abschätzen, wo entlang der Fahrroute der SOC auf weniger als einen Schwellenpegel während einer Beschleunigung beim Fahren oder während Fahrbedingungen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit verringert wird. Das Verfahren **800** geht nach dem Bestimmen, wann erwartet wird, dass die elektrische Energiespeichervorrichtung eine Wiederaufladung benötigt, zu **804** weiter.

[0126] Bei **804** beurteilt das Verfahren **800**, ob die elektrische Energiespeichervorrichtung ausreichend Ladung hat, um das Fahrzeug über die ganze Fahrt anzutreiben, oder nicht. In einem Beispiel wird der SOC mit einer Abschätzung der Energie zum Betreiben des Fahrzeugs über die ganze Fahrt auf der Basis von $F = m \cdot a + m \cdot g \cdot \sin(\Theta)$ über das Zeitintervall oder $E = 1/2mv^2$ verglichen. Wenn das Verfahren **800** beurteilt, dass die elektrische Energiespeichervorrichtung ausreichend gespeicherte Ladung aufweist, um den DISG über die ganze Fahrroute zu betreiben, ist die Antwort Ja und das Verfahren **800** geht zum Ende weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **800** geht zu **806** weiter.

[0127] Bei **806** bestimmt das Verfahren **800** Abschnitte und Orte der Fahrroute, wo die Aufladung der Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine am effizientesten ist und wo erwartet wird, dass der SOC niedrig ist. Es kann an den bei **702**, **708** und **714** von **Fig. 7** bestimmten Orten erwartet werden, dass der SOC niedrig ist. Die Orte und Abschnitte der Fahrroute, wo die Aufladung der Energiespeichervorrichtung am effizientesten sein kann, können auf empirisch bestimmten Kraftmaschinendrehzahlen und -lasten basieren, wo die Kraftmaschine am wenigsten Kraftstoff für jede gefahrene Meile verbraucht. Wenn beispielsweise festgestellt wird, dass die Kraftmaschine mit dem Verbrauch von am wenigsten Kraftstoff für jede gefahrene Meile bei 2200 min⁻¹ zwischen einer Kraftmaschinenlast von 0,2 und 0,3 arbeitet, kann bestimmt werden, dass die En-

ergiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit wiederaufgeladen werden sollte, bei der die Kraftmaschine auf 2200 min^{-1} und zwischen 0,2 und 0,3 Last liegt, wenn der DISG die Energiespeichervorrichtung auflädt. In einem Beispiel wählt das Verfahren **800** folglich Orte und Abschnitte der Fahrroute zum Aufladen der Energiespeichervorrichtung auf der Basis von Orten von Straßen mit konstanten Fahrzeuggeschwindigkeiten (z. B. einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 55 MPH) für verlängerte Dauern (z. B. 10 Meilen) aus, die effizienten Kraftmaschinenbetriebsbedingungen entsprechen. In einigen Beispielen werden Fahrzeuggeschwindigkeiten ausgewählt, bei denen erwartet wird, dass die Kraftmaschineneffizienz größer ist als eine Schwelleneffizienz. Die Kraftmaschineneffizienz bei einer speziellen Fahrzeuggeschwindigkeit kann empirisch bestimmt und im Speicher gespeichert werden. Das Verfahren **800** geht zu **808** weiter, nachdem Abschnitte der Fahrroute, wo die Aufladung der Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine am effizientesten ist, bestimmt sind.

[0128] Bei **808** bestimmt das Verfahren **800** Orte und Abschnitte der Fahrroute, wo die durch die Kraftmaschine zur Energiespeichervorrichtung zugeführte Ladung vollständig genutzt werden kann. Das Verfahren **800** schätzt beispielsweise die Menge an Energie ab, die zum Antreiben des Fahrzeugs von seinem gegenwärtigen Ort, wo die Aufladung der Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine betrachtet wird, zum Endziel verwendet werden kann. Die Energiespeichervorrichtung kann an irgendeinem Ort entlang der Fahrroute wiederaufgeladen werden, an dem die Kraftmaschineneffizienz größer ist als eine Schwelleneffizienz und an dem die Menge an Energie zum Antreiben des Fahrzeugs von seinem gegenwärtigen Ort zu seinem Ziel größer ist als eine Schwellenmenge an Ladung (z. B. die Ladungskapazität der Energiespeichervorrichtung). Das Verfahren **800** geht zu **810** weiter, nachdem Abschnitte der Fahrroute, an denen die von der Kraftmaschine zur Energiespeichervorrichtung zugeführte Ladung vollständig genutzt werden kann.

[0129] Bei **810** wählt das Verfahren **800** Orte und Abschnitte der Fahrroute aus, wo die Kraftmaschine Ladung zur Energiespeichervorrichtung am effizientesten zuführen kann und wo die durch die Kraftmaschine zur Energiespeichervorrichtung zugeführte Ladung während der Fahrroute vollständig genutzt werden kann. Wenn beispielsweise festgestellt wird, dass die Energiespeichervorrichtung genügend Energie speichert, um das Fahrzeug für 10 Meilen anzutreiben, und das Fahrzeug 20 Meilen vom Ziel entfernt ist und mit einer Effizienz arbeitet, die größer ist als eine Schwelleneffizienz, kann der Ort 20 Meilen vom Ziel als Ort zum Aufladen der Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine ausgewählt werden. Die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, wenn die Kraftmaschine die elektrische Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine auflädt. Das Verfahren **800** geht zum Ende weiter, nachdem Orte für die Aufladung der elektrischen Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine ausgewählt sind.

[0130] In dieser Weise kann die Aufladung der Energiespeichervorrichtung über die Kraftmaschine auf der Basis dessen priorisiert werden, wo die Kraftmaschine während des Aufladens effizient arbeiten kann, und auf der Basis des Fahrzeugorts, der einen Abstand vom Ziel entfernt ist, der die Nutzung irgendeiner Ladung ermöglicht, die über die Kraftmaschine zur Energiespeichervorrichtung zugeführt werden kann. Ferner kann die Priorisierung die Basis zum Bestimmen von Orten von Triebstrangmodusänderungen sein.

[0131] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 8** das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Betätigen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein Fahrzeugziel. In dieser Weise kann der Triebstrangbetrieb verbessert werden. Das Verfahren umfasst, dass das Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf Informationen, dass eine Aufladevorrichtung am Fahrzeugziel zur Verfügung steht, umfasst. Das Verfahren umfasst ferner das Stoppen einer Kraftmaschine und das Verringern einer Menge an Ladung, die in einer Energiespeichervorrichtung gespeichert ist, in Reaktion auf eine Abschätzung der Energie, die der Hybridfahrzeug-Triebstrang verwendet, um das Fahrzeugziel zu erreichen. Das Verfahren umfasst, dass die Menge an Ladung über das Betreiben eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators verringert wird. Das Verfahren umfasst, dass das Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf Informationen, die angeben, dass eine Aufladevorrichtung am Ziel nicht zur Verfügung steht, umfasst. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen der Triebstrangtrennkupplung und das Aufladen einer Energiespeichervorrichtung in Reaktion auf einen Ort des Fahrzeugziels.

[0132] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 8** schaffen auch das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Empfangen von Fahrrouuteninformationen an einer Steuereinheit; und selektives Betätigen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf die Fahrrouuteninformationen. Das Verfahren umfasst, dass die Fahrrouuteninformationen umfassen, ob eine Aufladestation an einem Ziel zur Verfügung steht oder nicht, und dass das selektive Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion

auf eine Menge an Energie, von der erwartet wird, dass sie das Hybridfahrzeug verbraucht, um das Ziel zu erreichen, umfasst.

[0133] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die Fahrrouteninformationen eine Angabe eines Bergabgefälles umfassen und dass die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf die Angabe des Bergabgefälles offen gehalten wird. Das Verfahren umfasst, dass die Fahrrouteninformationen in der Steuereinheit von einer vorherigen Fahrt über die Fahrroute gespeichert werden. Das Verfahren umfasst ferner das Zugreifen auf die Fahrrouteninformationen auf der Basis einer gegenwärtigen Route eines Fahrzeugs und das Öffnen oder Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf die Verfügbarkeit von Aufladeeinrichtungen an einem Ziel. Das Verfahren umfasst auch, dass das selektive Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Öffnen und Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anzahl von erwarteten Fahrzeugstopps während Fahrrouten umfasst.

[0134] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass das selektive Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Öffnen und Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anzahl von Beschleunigungen des fahrenden Fahrzeugs, die keine Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Fahrzeugstopp umfassen, umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das selektive Betätigen der Triebstrangtrennkupplung das Öffnen und Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anzahl von Fahrzeugbeschleunigungen aus dem Fahrzeugstopp umfasst. Ferner umfasst das Verfahren, dass die Fahrrouteninformationen Straßenneigungsinformationen umfassen, und umfasst ferner das Speichern von Ladung in einer elektrischen Energiespeichervorrichtung in Reaktion auf die Fahrrouteninformationen.

[0135] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 8** schaffen zusätzlich das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Bewerten des Ladungszustandes (SOC) einer elektrischen Energiespeichervorrichtung; Empfangen von Fahrrouteninformationen an einer Steuereinheit; und Planen der Aufladung der elektrischen Energiespeichervorrichtung an einem ersten Ort in Reaktion auf den SOC und die Fahrrouteninformationen vor dem Erreichen des ersten Orts. Das Verfahren umfasst auch, dass das Hybridfahrzeug Fahrrouteninformationen von einem anderen Fahrzeug als dem Hybridfahrzeug empfängt. Das Verfahren umfasst ferner das Betätigen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf die Fahrrouteninformationen. Das Verfahren umfasst ferner das Aktualisieren der Planung der Aufladung der elektrischen Energiespeichervorrichtung in Reaktion auf eine Änderung der Fahrbedingungen. Das Verfahren umfasst ferner auch das Planen der Entladung der elektrischen Energiespeichervorrichtung an einem zweiten Ort vor dem Erreichen des zweiten Orts.

[0136] Mit Bezug auf **Fig. 9** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens für eine Beispielsequenz zum Betreiben eines Hybridfahrzeug-Antriebsstrangs in Reaktion auf eine veränderliche Fahrzeugmasse gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 8** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein. Ferner kann das Verfahren von **Fig. 9** die in **Fig. 10** dargestellte Sequenz bereitstellen.

[0137] Bei **902** bestimmt das Verfahren **900** Fahrzeugbetriebsbedingungen. Die Fahrzeugbetriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, den Energiespeichervorrichtung-SOC, die Kraftmaschinenlast, die Kraftmaschinen-Drehmomentanforderung und die Fahrzeugbeschleunigung umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Die Betriebsbedingungen können von den in **Fig. 1–Fig. 3** beschriebenen Sensoren bestimmt oder abgeleitet werden. Das Verfahren **900** geht zu **904** weiter, nachdem die Fahrzeugbetriebsbedingungen bestimmt sind.

[0138] Bei **904** bestimmt das Verfahren **900** die Fahrzeugmasse. In einem Beispiel basiert die Fahrzeugmasse auf den folgenden Gleichungen:

Wenn die Fahrzeugbeschleunigung null ist,

Kraftmaschinen/Triebstrang-Drehmoment \approx Straßenlast + Drehmoment auf Neigungsbasis

Unter Verwendung von: $T_{wh1} = R_{rr} \cdot M_v \cdot g \cdot \sin(\Theta_1) + T_{rl1}$

wobei:

T_{wh1} = Raddrehmoment beim Neigungswinkel = Θ_1
 T_{wh2} = Raddrehmoment beim Neigungswinkel = Θ_2
 R_{rr} = Rollradius des angetriebenen Rades
 M_v = Fahrzeugmassenabschätzung

g	= Gravitationskonstante
Θ_1	= Neigungswinkel
T_{r1}	= Straßenlastdrehmoment am angetriebenen Rad auf der Neigung 1
T_{r2}	= Straßenlastdrehmoment am angetriebenen Rad auf der Neigung 2

[0139] Dann ist die Fahrzeugmassenabschätzung:

$$M_v = [(T_{wh1} - T_{wh2}) + (T_{r2} - T_{r1})] / [R_{rr} \cdot g \cdot (\Theta_1 - \Theta_2)]$$

[0140] In einigen Beispielen umfasst die Fahrzeugmasse die Masse eines Fahrzeugs und eines Anhängers, der vom Fahrzeug gezogen wird. In anderen Beispielen ist die Fahrzeugmasse die Masse nur des Fahrzeugs ohne Anhänger. In einigen Beispielen kann die Fahrzeugmasse ferner die Masse von Insassen im Fahrzeug und der Fahrzeugfracht umfassen. Das Kraftmaschinen/Triebstrang-Drehmoment kann aus empirisch bestimmten Drehmomentabbildungen oder -funktionen bestimmt werden, die unter Verwendung der Kraftmaschinendrehzahl und -last indiziert sind. Das Kraftmaschinendrehmoment kann beispielsweise durch Indizieren einer Abbildung des Kraftmaschinenausgangsdrehmoments, das durch die Kraftmaschinendrehzahl und -last indiziert ist, abgeschätzt werden. Das Verfahren **900** geht zu **906** weiter, nachdem die Fahrzeugmasse abgeschätzt ist.

[0141] Bei **906** stellt das Verfahren **900** den Energiespeichervorrichtung-SOC-Schwellenwert ein, bei dem automatisches Kraftmaschinenstoppen zugelassen ist. In einem Beispiel wird der Energiespeichervorrichtung-SOC-Schwellenwert erhöht, wenn die Masse des Fahrzeugs erhöht ist, so dass die Kraftmaschine des Fahrzeugs während Fahrzeugverlangsamungsbedingungen stoppt, wenn die Energiespeichervorrichtung mehr als auf einem ersten Schwellenpegel liegt. Wenn die Masse des Fahrzeugs verringert ist, wird der Energiespeichervorrichtung-SOC-Schwellenwert verringert, so dass die Kraftmaschine des Fahrzeugs während Fahrzeugverlangsamungsbedingungen stoppt, wenn die Energiespeichervorrichtung auf mehr als einem zweiten Schwellenpegel liegt, wobei der zweite Schwellenpegel geringer ist als der erste Schwellenpegel. Der Energiespeichervorrichtung-SOC-Schwellenwert kann proportional zu einer Änderung der Fahrzeugmasse oder als Funktion der Fahrzeugmasse eingestellt werden. **Fig. 10** zeigt zwei SOC-Schwellenpegel, die auf verschiedenen Fahrzeugmassen basieren. Das Verfahren **900** geht zu **908** weiter, nachdem der Energiespeichervorrichtung-SOC-Schwellenwert für das Kraftmaschinenstoppen eingestellt ist.

[0142] Bei **908** beurteilt das Verfahren **900**, ob Bedingungen zum automatischen Stoppen der Kraftmaschine vorliegen oder nicht. In einigen Beispielen umfassen Bedingungen zum automatischen Stoppen der Kraftmaschine Bedingungen, die eine Fahrzeugverlangsamung, ein Bremspedalherabtreten, die Abwesenheit eines Fahrpedalherabtretens und einen Energiespeichervorrichtung-SOC, der größer ist als ein Schwellenpegel, angeben. Wenn das Verfahren **900** beurteilt, dass Bedingungen zum automatischen Stoppen der Kraftmaschine erfüllt sind, ist die Antwort Ja und das Verfahren **900** geht zu **910** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **900** geht zu **912** weiter.

[0143] Bei **910** stoppt das Verfahren **900** die Kraftmaschine automatisch. Die Kraftmaschine kann über das Stoppen des Kraftstoffs und/oder des Zündfunken für die Kraftmaschine automatisch gestoppt werden, ohne dass der Fahrer den Kraftmaschinenstopp über eine Vorrichtung anfordert, die eine einzige Funktion zum Stoppen und/oder Starten der Kraftmaschine aufweist. Das Verfahren **900** geht zu **912** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestoppt ist.

[0144] Bei **912** beurteilt das Verfahren **900**, ob die Kraftmaschine automatisch gestoppt wurde oder nicht. In einem Beispiel wird im Steuereinheitsspeicher ein Bit gesetzt, wenn die Kraftmaschine automatisch gestoppt wird. Wenn das Verfahren **900** beurteilt, dass die Kraftmaschine automatisch gestoppt wurde, ist die Antwort Ja und das Verfahren **900** geht zu **914** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **900** endet.

[0145] Bei **914** beurteilt das Verfahren **900**, ob die Fahrzeugmasse geringer ist als eine Schwellenmasse oder nicht. In einem Beispiel ist die Schwellenmasse die Fahrzeugmasse eines unbeladenen Fahrzeugs plus Massenadjustierungen für eine oder mehrere Personen und eine festgelegte Menge an Fracht. Wenn das Verfahren **900** beurteilt, dass die Fahrzeugmasse geringer ist als eine Schwellenmasse, ist die Antwort Ja und das Verfahren **900** geht zu **916** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **900** geht zu **922** weiter.

[0146] Bei **916** beurteilt das Verfahren **900**, ob eine Reibungsbremsen-Anwendungskraft geringer ist als ein Schwellenwert oder nicht. Alternativ beurteilt das Verfahren **900** bei **916**, ob ein Bremspedal angewendet wird oder nicht. Wenn die Reibungsbremsen-Anwendungskraft geringer ist als ein Schwellenwert oder wenn das

Bremspedal nicht angewendet wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **900** geht zu **918** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **900** geht zum Ende weiter.

[0147] Bei **918** belässt das Verfahren **900** die Kraftmaschine in einem gestoppten Zustand und liefert eine Schwellenmenge an Kriechdrehmoment (z. B. ein Drehmoment, das das Fahrzeug mit einer vorbestimmten langsamen Geschwindigkeitsrate (2 mi/h) auf einer flachen Neigung bewegt) zu den Fahrzeuigrädern über den DISG. Das Verfahren **900** geht zu **920** weiter, nachdem das Kriechdrehmoment über den DISG ausgegeben wird.

[0148] Bei **920** liefert das Verfahren **900** eine Basismenge an Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment. Die Basismenge des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments berücksichtigt keine Änderung der Fahrzeugmasse. In einem Beispiel basiert ferner die Basismenge des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments auf einer Fahrereingabe in ein Fahrpedal (z. B. Fahreranforderungsdrehmoment) und ein Ausmaß der Fahrpedalauslenkung wird in ein Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment umgewandelt. In anderen Beispielen können das Raddrehmoment, das Kraftmaschinenbremsdrehmoment und/oder auf den Triebstrang bezogene Drehmomente die Stelle des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments einnehmen. Das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment wird in einen gewünschten DISG-Strom umgewandelt und der Strom wird zum DISG geliefert, um das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment zu liefern.

[0149] Bei **922** beurteilt das Verfahren **900**, ob die Reibungsbremsen-Anwendungskraft geringer ist als ein Schwellenwert oder nicht. Alternativ beurteilt das Verfahren **900** bei **922**, ob ein Bremspedal angewendet wird oder nicht. Wenn die Reibungsbremsen-Anwendungskraft geringer ist als ein Schwellenwert oder wenn das Bremspedal nicht angewendet wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **900** geht zu **924** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **900** geht zum Ende weiter.

[0150] Bei **924** wird die Kraftmaschine neu gestartet, die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen und zumindest ein Teil des Fahrzeugkriechdrehmoments wird von der Kraftmaschine bereitgestellt. In einigen Beispielen kann das Fahrzeugkriechdrehmoment über die Kraftmaschine und den DISG bereitgestellt werden. In anderen Beispielen wird das Fahrzeugkriechdrehmoment nur über die Kraftmaschine bereitgestellt. Das Verfahren **900** geht zu **926** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist und zumindest ein Teil des Fahrzeugkriechdrehmoments von der Kraftmaschine bereitgestellt wird.

[0151] Bei **926** liefert das Verfahren **900** eine auf die Fahrzeugmasse eingestellte Menge an Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment. Das Verfahren **900** liefert beispielsweise eine Basismenge an Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment plus eine zusätzliche Menge an Drehmoment, die auf der Erhöhung der Fahrzeugmasse basiert. In einem Beispiel wird die zusätzliche Menge an Drehmoment empirisch bestimmt und in einer Tabelle oder Funktion im Steuereinheitsspeicher gespeichert, die durch die Fahrzeugmasse indiziert ist, die die Basisfahrzeugmasse übersteigt. Das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment kann nur über die Kraftmaschine oder über die Kraftmaschine und den DISG geliefert werden. In einem Beispiel wird das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment durch Öffnen der Kraftmaschinen-Drosselklappe und Zuführen von Kraftstoff zur Kraftmaschine in Reaktion auf das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment bereitgestellt. In anderen Beispielen wird das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment über die Versorgung des DISG mit einer Menge an Strom und der Kraftmaschine mit Kraftstoff und einem Drosselklappen-Öffnungsausmaß bereitgestellt. Das Verfahren **900** geht zum Ende weiter, nachdem das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment bereitgestellt ist.

[0152] In dieser Weise können der Kraftmaschinen- und Triebstrangtrennbetrieb in Reaktion auf eine Änderung der Fahrzeugmasse eingestellt werden. Ferner können die Bedingungen zum Stoppen der Kraftmaschine auf der Basis des SOC auch auf der Basis der Fahrzeugmasse eingestellt werden.

[0153] Mit Bezug auf **Fig. 10** ist eine Beispielsequenz zum Betreiben eines Hybridfahrzeug-Antriebsstrangs in Reaktion auf eine veränderliche Fahrzeugmasse gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 10** kann über das in **Fig. 10** gezeigte Verfahren durchgeführt werden, das in dem in **Fig. 1–Fig. 3** beschriebenen System ausgeführt wird.

[0154] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm der Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0155] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm des Kraftmaschinenbetriebszustandes als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenbetriebszustand dar. Die Kraftmaschine ist eingeschaltet und betreibt die Verbrennung eines Luft/Kraftstoff-Gemisches, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftmaschine ist ausgeschaltet und verbrennt nicht, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0156] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm des Fahrzeugbremsen-Anwendungszustandes als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt den Fahrzeugbremsenzustand dar. Das Fahrzeugbremspedal wird angewendet, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Das Fahrzeugbremspedal wird nicht angewendet, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0157] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment dar und das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0158] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm des Energiespeichervorrichtungs-Ladungszustandes (SOC) als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt den Energiespeichervorrichtungs-SOC dar und der Energiespeichervorrichtungs-SOC nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu. Die horizontale Markierung **1002** stellt einen minimalen Energiespeichervorrichtungs-SOC-Pegel dar, bei dem die Kraftmaschine gestoppt werden kann und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden kann, wenn die Fahrzeugmasse beispielsweise über eine Zunahme der Fahrzeugnutzlast zunimmt. Die horizontale Markierung **1004** stellt einen minimalen Energiespeichervorrichtungs-SOC-Pegel dar, bei dem die Kraftmaschine gestoppt werden kann und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden kann, wenn die Fahrzeugmasse jene des unbeladenen Basisfahrzeugs ist. Folglich kann bei niedrigeren SOC-Pegeln die Kraftmaschine gestoppt werden und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden, wenn das Fahrzeug auf seiner Basismasse liegt. Wenn andererseits die Fahrzeugmasse zunimmt, kann die Kraftmaschine bei einem höheren SOC-Pegel gestoppt werden und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden, so dass die Kraftmaschine weiterarbeitet, wenn nicht die Energiespeichervorrichtung auf einem SOC mit höherem Pegel liegt.

[0159] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm der Fahrzeugmasse als Funktion der Zeit. Die Y-Achse stellt die Fahrzeugmasse dar und die Fahrzeugmasse nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0160] Das siebte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 10** ist ein Diagramm des Triebstrangtrennkupplungszustandes als Funktion der Zeit. Die Triebstrangtrennkupplung befindet sich in einem offenen Zustand, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die Triebstrangtrennkupplung befindet sich in einem geschlossenen Zustand, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt in der Richtung des X-Achsen-Pfeils zu.

[0161] Zum Zeitpunkt T0 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit null, die Kraftmaschine ist gestoppt, das Bremspedal wird angewendet, der Energiespeichervorrichtungs-SOC ist relativ hoch, die Triebstrangtrennkupplung ist offen und die Fahrzeugmasse liegt auf einem niedrigeren Niveau. In diesem Beispiel wurde die Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit null ist und das Bremspedal angewendet wird, automatisch gestoppt.

[0162] Zum Zeitpunkt T1 lässt der Fahrer das Bremspedal los und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt allmählich zu, wenn der DISG (nicht dargestellt) ein Drehmoment auf den Fahrzeugtriebstrang in Reaktion darauf, dass der Fahrer das Bremspedal loslässt, aufbringt. Die Kraftmaschine bleibt in einem ausgeschalteten Zustand und die Triebstrangtrennkupplung bleibt offen. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment nimmt in Reaktion darauf, dass der Fahrer das Bremspedal loslässt und anschließend ein Fahreranforderungsdrehmoment erhöht, zu. Das Fahreranforderungsdrehmoment kann ein Kraftmaschinenbremsdrehmoment, ein Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment, ein Raddrehmoment oder ein anderes Triebstrangdrehmoment sein. Die Fahrzeugmasse bleibt auf einem niedrigeren Niveau und der Energiespeichervorrichtungs-SOC beginnt verringert zu werden, da der DISG allein das Fahrzeug antreibt.

[0163] Zum Zeitpunkt T2 hat das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment in Reaktion auf eine Fahrer Drehmomentanforderung (nicht dargestellt) auf ein Niveau zugenommen, auf dem die Kraftmaschine automatisch gestartet wird und die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird. Die Kraftmaschine kann ohne direkte Fahrereingabe in eine Vorrichtung, die einen einzigen Zweck zum Starten und/oder Stoppen der Kraftmaschine aufweist (z. B. ein Zündschalter), automatisch gestartet werden, wenn das Fahreranforderungsdrehmoment ein Schwellendrehmomentniveau überschreitet. Die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in Reaktion auf das zunehmende Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment weiterhin zu. Die Fahrzeugmasse bleibt auf einem niedrigeren Niveau und der Energiespeichervorrichtung-SOC wird weiterhin verringert, wenn das Fahrzeug beschleunigt. Das Fahrzeugbremspedal bleibt in einer inaktiven Position.

[0164] Zum Zeitpunkt T3 beginnt das Fahrzeug in Reaktion auf eine verringerte Fahrer Drehmomentanforderung zu verlangsamen. Die Fahrzeugmasse liegt auf einem niedrigeren Niveau und der Energiespeichervorrichtung-SOC ist größer als der Schwellenpegel **1004**, so dass in Reaktion darauf, dass das Fahrzeug in einen Verlangsamungsmodus eintritt, wenn das Fahreranforderungsdrehmoment verringert wird, die Triebstrangtrennkupplung geöffnet wird und die Kraftmaschine gestoppt wird. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment wird in Reaktion auf das verringerte Fahreranforderungsdrehmoment verringert. Der Fahrzeugbremspedalzustand bleibt ausgeschaltet und die Energiespeichervorrichtung beginnt sich über den DISG, der Fahrzeugträgheit in elektrische Energie umwandelt, aufzuladen.

[0165] Zwischen dem Zeitpunkt T3 und dem Zeitpunkt T4 stoppt das Fahrzeug und die Fahrzeugbremse wird vom Fahrer angewendet. Der Energiespeichervorrichtung-SOC hat zugenommen und die Triebstrangtrennkupplung bleibt in einem offenen Zustand. Die Kraftmaschine bleibt auch in einem ausgeschalteten Zustand.

[0166] Zum Zeitpunkt T4 wird die Fahrzeugmasse erhöht. Die Fahrzeugmasse kann zunehmen, wenn der Fahrer oder irgendjemand beispielsweise Fracht oder Insassen zum Fahrzeug hinzufügt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit bleibt auf null und die Kraftmaschine bleibt ausgeschaltet. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment bleibt auf einem niedrigeren Niveau und der Energiespeichervorrichtung-SOC bleibt unverändert. Die Triebstrangtrennkupplung bleibt auch in einem offenen Zustand.

[0167] Zum Zeitpunkt T5 lässt der Fahrer das Bremspedal los und das DISG-Ausgangsdrehmoment nimmt zu, wenn das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment zunimmt. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment nimmt in Reaktion darauf, dass der Fahrer die Bremse löst und das Fahreranforderungsdrehmoment erhöht, zu. Der Energiespeichervorrichtung-SOC beginnt abzunehmen, da der DISG ein Drehmoment auf den Fahrzeugtriebstrang aufbringt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit beginnt allmählich zuzunehmen. Da jedoch die Fahrzeugmasse zugenommen hat, beschleunigt das Fahrzeug mit einer niedrigeren Rate. Die Steuereinheit beginnt, die Änderung der Fahrzeugmasse auf der Basis des Drehmoments, das auf den Triebstrang aufgebracht wird, und der Rate der Fahrzeugbeschleunigung abzuschätzen.

[0168] Zwischen dem Zeitpunkt T5 und dem Zeitpunkt T6 wird die Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment auf mehr als ein Schwellenniveau zunimmt, automatisch neu gestartet. Die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion darauf, dass das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment größer ist als ein Schwellenniveau, auch geschlossen. Der Energiespeichervorrichtung-SOC nimmt ab und der DISG liefert ein Drehmoment zum Triebstrang.

[0169] Zum Zeitpunkt T6 verringert der Fahrer das Fahreranforderungsdrehmoment und wendet die Fahrzeugbremse an. Die Kraftmaschine bleibt in Betrieb und die Triebstrangtrennkupplung bleibt eingerückt, so dass die Kraftmaschine Bremsen während der Fahrzeugverlangsamung schaffen kann. Die Kraftmaschine bleibt in Betrieb, da die Fahrzeugmasse zugenommen hat und da der Energiespeichervorrichtung-SOC geringer ist als der Schwellenpegel **1002**. Folglich kann der Triebstrangtrennkupplungs-Öffnungszeitpunkt verzögert oder hinausgezögert werden, wenn die Fahrzeugmasse zunimmt. Ebenso kann der Triebstrangtrennkupplungs-Öffnungszeitpunkt vorverstellt werden, wenn die Fahrzeugmasse abnimmt. Die Fahrzeugmasse bleibt auf dem höheren Niveau und das Fahrzeug verlangsamt in Richtung einer Geschwindigkeit von null. Der Energiespeichervorrichtung-SOC nimmt zu, wenn das Fahrzeug verlangsamt.

[0170] Zum Zeitpunkt T7 wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet und die Kraftmaschine wird gestoppt, wenn sich die Fahrzeuggeschwindigkeit null nähert. Die Fahrzeugbremse bleibt in einem angewendeten Zustand und das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment bleibt auf einem niedrigeren Niveau. Die Fahrzeugmasse bleibt unverändert, wenn das Fahrzeug gestoppt wird.

[0171] Zum Zeitpunkt T8 wird das Bremspedal vom Fahrer losgelassen und die Kraftmaschine wird automatisch gestartet. Im vorliegenden Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet, wenn die Kraftmaschine gestoppt wird; in einigen Beispielen bleibt jedoch die Triebstrangtrennkupplung geschlossen, so dass die Kraftmaschine und der DISG gleichzeitig auf die Betriebsdrehzahl beschleunigen. Die Kraftmaschine wird beim Lösen des Bremspedals in Reaktion auf die erhöhte Fahrzeugmasse neu gestartet. In dieser Weise kann es möglich sein, die Möglichkeit einer Beschleunigung des Fahrzeugs mit weniger als einer gewünschten Rate zu verringern, da die Kraftmaschine und der DISG verfügbar sind, wenn das Bremspedal gelöst wird. Ferner können die Kraftmaschine und der DISG ein Kriechdrehmoment aufbringen, das das Fahrzeug mit derselben Rate antreibt, wie wenn das Fahrzeug unbeladen ist und wenn es nur über den DISG angetrieben wird, wenn der Fahrer das Fahrzeugfahrpedal nicht herabtritt.

[0172] Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment wird auch in Reaktion auf die Zunahme der abgeschätzten Fahrzeugmasse erhöht. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment wird erhöht, so dass das Fahrzeug in einer ähnlichen Weise beschleunigt, wie wenn das Fahrzeug zu einem Zeitpunkt beschleunigt wird, zu dem die Fahrzeugmasse geringer ist (z. B. zum Zeitpunkt T1). Für eine ähnliche Fahrpedaleingabe beschleunigt folglich das Fahrzeug ähnlich, wie wenn die Fahrzeugmasse verringert ist und die Fahrpedaleingabe dieselbe ist. In dieser Weise kann der Fahrer eine ähnliche Fahrzeugbeschleunigung für eine äquivalente Fahrpedaleingabe erfahren, selbst wenn sich die Fahrzeugmasse ändert.

[0173] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 9–Fig. 10** das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Einstellen der Betätigung einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Änderung der Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen des Kraftmaschinenstoppzeitpunkts in Reaktion auf die Änderung der Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen der Betätigung der Triebstrangtrennkupplung das Verzögern des Triebstrangtrennkupplungs-Öffnungszeitpunkts in Reaktion auf eine Zunahme der Fahrzeugmasse umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen der Betätigung der Triebstrangtrennkupplung das Vorverstellen des Triebstrangtrennkupplungs-Öffnungszeitpunkts in Reaktion auf eine Abnahme der Fahrzeugmasse umfasst. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen eines Energiespeichervorrichtungsladungszustands-Schwellenwerts in Reaktion auf die Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen des Energiespeichervorrichtungsladungszustands-Schwellenwerts das Erhöhen des Energiespeichervorrichtungsladungszustands-Schwellenwerts in Reaktion auf die Fahrzeugmasse umfasst.

[0174] In einem anderen Beispiel schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 8** das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Einstellen der Betätigung einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Änderung der Fahrzeugmasse; und automatisches Stoppen einer Kraftmaschine zu einem Zeitpunkt, der auf die Änderung der Fahrzeugmasse reagiert. Das Verfahren umfasst ferner das Nicht-Neustarten der Kraftmaschine in Reaktion auf die Fahrzeugmasse, wenn die Fahrzeugmasse eine erste Fahrzeugmasse ist. Das Verfahren umfasst ferner das Neustarten der Kraftmaschine in Reaktion auf die Fahrzeugmasse, wenn die Fahrzeugmasse eine zweite Fahrzeugmasse ist. Das Verfahren umfasst, dass die zweite Fahrzeugmasse größer ist als die erste Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst ferner das Liefern zumindest eines Teils eines Kriechdrehmoments über die Kraftmaschine nach dem Neustarten der Kraftmaschine.

[0175] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass ein Kriechdrehmoment nur über einen DISG bereitgestellt wird, wenn die Kraftmaschine nicht neu gestartet wird und wenn das Hybridfahrzeug bewegt wird. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen eines gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments in Reaktion auf die Änderung der Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments das Erhöhen des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments umfasst, wenn die Änderung der Fahrzeugmasse die Fahrzeugmasse erhöht. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments das Verringern des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments umfasst, wenn die Änderung der Fahrzeugmasse die Fahrzeugmasse verringert.

[0176] In einem weiteren Beispiel schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 8** das Betreiben eines Hybridfahrzeugs, umfassend: Einstellen der Betätigung einer Triebstrangtrennkupplung, die mit einer Kraftmaschine in Verbindung steht, in Reaktion auf eine Änderung der Fahrzeugmasse; automatisches Stoppen der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass ein erster Energiespeichervorrichtungsladungszustand größer ist als ein erster Schwellenladungszustand, wobei der erste Schwellenladungszustand auf einer ersten Fahrzeugmasse vor der Änderung der Fahrzeugmasse basiert; und automatisches Stoppen der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass ein zweiter Energiespeichervorrichtungsladungszustand größer ist als ein zweiter Schwellenladungszustand, wobei der zweite Schwellenladungszustand auf einer zweiten Fahrzeugmasse nach der

Änderung der Fahrzeugmasse basiert. Folglich kann die Triebstrangtrennkupplung auf der Basis der Fahrzeugmasse betätigt werden, um die Fahrzeugleistung zu verbessern.

[0177] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass der zweite Schwellenladungszustand größer ist als der erste Schwellenladungszustand. Das Verfahren umfasst, dass die zweite Fahrzeugmasse größer ist als die erste Fahrzeugmasse. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung offen ist, wenn die Kraftmaschine gestoppt ist. Das Verfahren umfasst auch, dass die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist, wenn die Kraftmaschine gestoppt ist.

[0178] Mit Bezug auf **Fig. 11** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Starten einer Kraftmaschine über eine erste elektrische Maschine oder eine zweite elektrische Maschine gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 11** kann in einem nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** von **Fig. 1–Fig. 3** als ausführbare Befehle gespeichert sein.

[0179] Bei **1102** bestimmt das Verfahren **1100** Fahrzeugbetriebsbedingungen. Die Fahrzeugbetriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die DISG-Drehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Triebstrangdrehmomentanforderung, die Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur und den Triebstrangtrennkupplungs-Betätigungszustand (z. B. offen, teilweise offen oder geschlossen) umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **1100** geht zu **1104** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0180] Bei **1104** beurteilt das Verfahren **1100**, ob Bedingungen zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung vorliegen oder nicht. In einem Beispiel kann die Kraftmaschinendrehung stoppen, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment (z. B. ein kombiniertes Drehmoment, das über die Kraftmaschine und/oder den DISG geliefert wird) geringer ist als eine Schwellendrehmomentmenge. Wenn das Verfahren **1100** beurteilt, dass Bedingungen nicht vorliegen, um die Kraftmaschinendrehung zu stoppen, geht das Verfahren **1100** zu **1106** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1100** zu **1110** weiter.

[0181] Bei **1106** betreibt das Verfahren **1100** die Kraftmaschine. Die Kraftmaschine wird über das Zuführen eines Zündfunken und/oder von Kraftstoff zur Kraftmaschine auf der Basis von Kraftmaschinenbetriebsbedingungen betrieben. In einigen Beispielen, in denen die Kraftmaschine eine Dieselmotor-Kraftmaschine oder eine Kraftmaschine mit homogener Ladungskompressionszündung (HCCI) ist, kann die Kraftmaschine ohne Zündfunken betrieben werden. Das Verfahren **1100** geht zu **1108** weiter, nachdem die Kraftmaschine betrieben wird.

[0182] Bei **1108** liefert das Verfahren **1100** ein Drehmoment von der Kraftmaschine zu den Fahrzeugrädern. Das Kraftmaschinendrehmoment kann zu den Fahrzeugrädern durch Schließen der Triebstrangtrennkupplung und Lenken des Kraftmaschinenausgangs durch das Getriebe zu den Fahrzeugrädern geliefert werden. In einigen Beispielen kann das Kraftmaschinen- und DISG-Drehmoment gleichzeitig zu den Fahrzeugrädern geliefert werden. Das Verfahren **1100** geht zum Ende weiter, nachdem das Kraftmaschinendrehmoment zu den Fahrzeugrädern geliefert wird.

[0183] Bei **1110** stoppt das Verfahren **1100** die Kraftmaschinendrehung und öffnet die Triebstrangtrennkupplung oder rückt sie aus. Die Kraftmaschinendrehung kann durch Verhindern einer Kraftstoff- und/oder Luftströmung zu den Kraftmaschinenzylindern gestoppt werden. Das Verfahren **1100** geht zu **1112** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestoppt ist. Es ist zu beachten, dass der DISG in Reaktion auf eine Fahreranforderung, während die Kraftmaschine gestoppt ist, weiterhin ein Drehmoment zu den Fahrzeugrädern liefern kann.

[0184] Bei **1112** beurteilt das Verfahren **1100**, ob Bedingungen zum Neustarten der Kraftmaschine vorliegen oder nicht. In einem Beispiel kann die Kraftmaschine neu gestartet werden, wenn der Triebstrangdrehmomentbefehl eine Schwellendrehmomentmenge übersteigt. In anderen Beispielen kann die Kraftmaschine gestartet werden, wenn eine Temperatur eines Katalysators auf weniger als eine Schwellentemperatur verringert ist. Wenn das Verfahren **1100** beurteilt, dass ausgewählte Bedingungen zum Neustarten der Kraftmaschine vorliegen, geht das Verfahren **1100** zu **1114** weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **1100** zu **1104** zurück.

[0185] Bei **1114** bestimmt das Verfahren **1100** eine verfügbare Menge an Drehmoment vom DISG. Die vom DISG verfügbare Menge an Drehmoment basiert auf dem DISG-Nennmoment, dem Batterie-Ladungszustand, der DISG-Drehzahl und der DISG-Temperatur. Eine Tabelle, die das vom DISG verfügbare Drehmoment beschreibt, ist im Speicher gespeichert und ist über den Batterie-Ladungszustand (z. B. Batteriespannung und Amperestundenauslegung), die DISG-Drehzahl und DISG-Temperatur indiziert. Die Tabelle gibt die Menge an verfügbarem Drehmoment vom DISG aus. Das Verfahren **1100** geht zu **1116** weiter, nachdem die Menge an verfügbarem DISG-Drehmoment bestimmt ist.

[0186] Bei **1116** beurteilt das Verfahren **1100**, ob der DISG die Kapazität zum Starten der Kraftmaschine aufweist und die gewünschte Menge an Drehmoment liefern würde oder nicht. In einem Beispiel wird die gewünschte Menge an Drehmoment zumindest teilweise von einem Fahrpedal bestimmt, das der Fahrer einstellen kann, um das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu verändern. Das Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine kann empirisch bestimmt und in einer Tabelle oder Funktion im Speicher gespeichert werden. Die Tabelle oder Funktion kann über die Kraftmaschinentemperatur und Zeit seit dem letzten Kraftmaschinestopp indiziert sein. Die Tabelle gibt ein Drehmoment zum Erreichen einer gewünschten Kraftmaschinennassdrehzahl (z. B. 250 min⁻¹) von der Nulldrehzahl aus. Das Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine wird zum gewünschten Triebstrangdrehmoment, das vom Fahrer geliefert wird, addiert und die Menge an verfügbarem DISG-Drehmoment wird von der Summe des Drehmoments zum Starten der Kraftmaschine und des gewünschten Triebstrangdrehmoments subtrahiert. Wenn das Ergebnis positiv ist, fehlt dem DISG die Kapazität zum Liefern des Drehmoments zum Starten der Kraftmaschine und zum Liefern des gewünschten Triebstrangdrehmoments. Folglich geht das Verfahren **1100** zu **1124** weiter. Wenn das Ergebnis negativ ist, weist der DISG die Kapazität zum Liefern des Drehmoments zum Starten der Kraftmaschine und zum Liefern des gewünschten Triebstrangdrehmoments auf. Daher geht das Verfahren **1100** zu **1118** weiter.

[0187] Bei **1118** beurteilt das Verfahren **1100**, ob ein Kraftmaschinenstart angefordert wurde oder nicht. Wenn ja, geht das Verfahren **1100** zu **1120** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1100** zu **1122** weiter. Das Verfahren **1100** kann beurteilen, dass eine Kraftmaschinenstartanforderung durchgeführt wird, wenn beispielsweise eine Kraftmaschinendrehmomentanforderung zunimmt oder wenn ein Fahrer ein Bremspedal loslässt.

[0188] Bei **1120** liefert das Verfahren **1100** das DISG-Drehmoment zu den Fahrzeugrädern und zur Kraftmaschine. Das DISG-Drehmoment wird zur Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung und Übertragen des Drehmoments vom DISG zur Kraftmaschine geliefert. Die Triebstrangtrennkupplung kann sich teilweise schließen, um die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenstarts zu steuern. Die Kraftmaschine kann sich mit einer Anlassdrehzahl (z. B. 250 min⁻¹) oder mit einer Basisleerlaufdrehzahl (z. B. 800 min⁻¹) drehen, bevor Kraftstoff und Zündfunke zur Kraftmaschine zugeführt werden. Das Verfahren **1100** kehrt zu **1104** zurück, nachdem das DISG-Drehmoment zur Kraftmaschine und zu den Fahrzeugrädern geliefert wird.

[0189] Bei **1122** liefert das Verfahren **1100** das DISG-Drehmoment nur zu den Fahrzeugrädern. Das zu den Fahrzeugrädern gelieferte DISG-Drehmoment kann auf einer Fahrpedaleingabe und/oder einer Eingabe von einer Steuereinheit basieren. Das Verfahren **1100** kehrt zu **1104** zurück, nachdem das DISG-Drehmoment zu den Fahrzeugrädern geliefert wird.

[0190] Bei **1124** beurteilt das Verfahren **1100**, ob eine Kraftmaschinenstartanforderung vorliegt oder nicht. Eine Kraftmaschinenstartanforderung kann auftreten, wie bei **1118** beschrieben ist. Wenn ein Kraftmaschinenstart angefordert wird, geht das Verfahren **1100** zu **1126** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1100** zu **1122** weiter.

[0191] Bei **1126** startet das Verfahren **1100** die Kraftmaschine über eine zweite elektrische Maschine, die eine niedrigere Leistungsausgangskapazität aufweist als der DISG. Die Kraftmaschine kann beispielsweise über einen herkömmlichen Starter gestartet werden, der eine Ritzelwelle und ein Ritzel umfasst, das selektiv mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff gebracht wird, um die Kraftmaschine zu starten. Die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, wenn die zweite elektrische Maschine allein ein Drehmoment zum Drehen der Kraftmaschine liefert. Ferner werden bei **1126** Kraftstoff und ein Zündfunke zur Kraftmaschine geliefert, um die Verbrennung in der Kraftmaschine einzuleiten, so dass sich die Kraftmaschine unter ihrer eigenen Leistung dreht. Das Verfahren **1100** geht zu **1128** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist.

[0192] Bei **1128** rückt das Verfahren **1100** die Triebstrangtrennkupplung ein, um die Übertragung eines Drehmoments von der Kraftmaschine zu den Fahrzeugrädern zu ermöglichen. In einem Beispiel wird die Kraftmaschinendrehzahl erhöht, bis die Kraftmaschinendrehzahl der Drehzahl des DISG entspricht. Die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, wenn die Kraftmaschinendrehzahl der DISG-Drehzahl entspricht, um die Möglichkeit der Einführung einer Drehmomentstörung in den Triebstrang zu verringern. Das Verfahren **1100** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist und das Drehmoment zu den Fahrzeugrädern liefert.

[0193] Es sollte beachtet werden, dass das Verfahren von **Fig. 11** nur ein Beispiel zum Starten einer Kraftmaschine allein über eine elektrische Maschine mit niedrigerer Leistungskapazität (Startermotor) oder allein über eine elektrische Maschine mit höherer Kapazität (DISG) zeigt. Andere Beispiele werden auch vorhergesehen. Wenn beispielsweise sowohl der DISG als auch der Startermotor mit niedrigerer Leistungskapazität betriebsfähig sind, können der DISG und der Startermotor mit niedrigerer Leistungskapazität die Kraftmaschine

während verschiedener Betriebsbedingungen starten. Wenn jedoch der DISG deaktiviert ist, kann der Starter mit niedrigerer Leistungskapazität die Kraftmaschine starten, nachdem die Kraftmaschine automatisch von der Drehung während Bedingungen gestoppt wurde, unter denen der DISG ansonsten die Kraftmaschine starten würde. Der Starter mit niedrigerer Leistungskapazität kann beispielsweise die Kraftmaschine starten, wenn der DISG in der Lage ist, die Kraftmaschine zu starten und ein Drehmoment zum Triebstrang zu liefern, ohne dass er deaktiviert ist. Wenn andererseits der Startermotor mit niedrigerer Leistungskapazität deaktiviert ist, kann die Kraftmaschine durch den DISG gestartet werden, wenn die Triebstrangdrehmomentanforderung auf einem niedrigeren Schwellenniveau liegt, da der Startermotor mit niedrigerer Leistungskapazität nicht zur Verfügung steht.

[0194] Mit Bezug auf **Fig. 12** ist ein Diagramm einer Beispielsequenz zum Starten einer Kraftmaschine gemäß dem Verfahren von **Fig. 11** gezeigt. Die vertikalen Markierungen T10–T17 stellen interessierende Zeitpunkte in der Sequenz dar. Die Sequenz von **Fig. 12** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0195] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 12** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die horizontale Linie **1202** stellt eine Menge an verfügbarem DISG-Drehmoment dar. Die horizontale Linie **1204** stellt eine Menge an Drehmoment dar, das der DISG zum Getriebeeingang liefern kann, während der DISG die Kraftmaschine anlässt. Die Differenz zwischen den horizontalen Linien **1202** und **1204** stellt eine Menge an Drehmoment zum Anlassen der Kraftmaschine zum Starten dar.

[0196] Das zweite Diagramm von **Fig. 12** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu.

[0197] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 12** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand (z. B. offen oder geschlossen) als Funktion der Zeit dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand dar und der Triebstrangtrennkupplungszustand ist an der Oberseite offen und nahe der X-Achse geschlossen, wie angegeben.

[0198] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 12** stellt den Zustand des Starters mit niedriger Ausgangsleistung als Funktion der Zeit dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die Y-Achse stellt den Zustand des Starters mit niedriger Ausgangsleistung dar und der Zustand des Starters mit niedriger Ausgangsleistung ist eingerückt, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt, und ausgerückt, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt.

[0199] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 12** stellt den Kraftmaschinenstart-Anforderungszustand als Funktion der Zeit dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenstart-Anforderungszustand dar und der Kraftmaschinenstart-Anforderungszustand ist aktiviert zum Starten oder Laufen, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftmaschinenstart-Anforderung ist nicht aktiviert oder gibt einen Kraftmaschinenstopp an, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt.

[0200] Zum Zeitpunkt T10 liegt das DISG-Drehmoment in Reaktion auf eine niedrige Triebstrangdrehmomentanforderung (nicht dargestellt) auf einem niedrigeren Niveau. Die Triebstrangdrehmomentanforderung kann von einem Fahrpedal oder einer anderen Vorrichtung stammen und kann auf eine Fahrereingabe reagieren. Die Kraftmaschine ist auch gestoppt und die Triebstrangtrennkupplung ist offen. Der Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung ist nicht eingerückt, und es liegt keine Kraftmaschinenstartanforderung vor.

[0201] Zum Zeitpunkt T11 wird eine Kraftmaschinenstartanforderung geliefert, während das DISG-Drehmoment geringer ist als ein Schwellenwert **1204**. Die Kraftmaschinenstartanforderung kann in Reaktion auf einen Batterie-Ladungszustand (SOC) oder eine andere Bedingung durchgeführt werden. Der Starter mit niedriger Ausgangsleistung bleibt inaktiv und die Triebstrangtrennkupplung wird kurz danach geschlossen. Das Schließen der Triebstrangtrennkupplung überträgt ein Drehmoment vom DISG zur Kraftmaschine, wodurch die Kraftmaschine angelassen wird. Die Kraftmaschine startet, kurz nachdem der DISG zumindest teilweise geschlossen ist. Die Triebstrangtrennkupplung kann schleifen, während die Kraftmaschine angelassen wird, und während des Kraftmaschinenanlaufs vom Kraftmaschinenstopp bis zur DISG-Drehzahl.

[0202] Zum Zeitpunkt T12 geht die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung in Reaktion auf Fahrzeugbetriebsbedingungen (z. B. eine aufgeladene Batterie und ein angewendetes Fahrzeugbremspedal) auf einen niedrigen Pegel über. Die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung geöffnet und die Kraftmaschine wird gestoppt. Der DISG liefert weiterhin ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang.

[0203] Zwischen dem Zeitpunkt T12 und dem Zeitpunkt T13 nimmt das DISG-Ausgangsdrehmoment in Reaktion auf ein erhöhtes Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) zu. Die Kraftmaschine bleibt ausgeschaltet und die Triebstrangtrennkupplung bleibt offen.

[0204] Zum Zeitpunkt T13 wird die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung in Reaktion darauf, dass der Batterie-SOC geringer ist als ein Schwellenladungspegel (nicht dargestellt), aktiviert. Der Starter mit niedriger Ausgangsleistung wird aktiviert, wie angegeben, da das DISG-Drehmoment bei **1204** größer ist als das Schwellendrehmoment. Die Triebstrangtrennkupplung ist offen, während die Kraftmaschine durch den Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung angelassen wird. Der Starter mit niedriger Ausgangsleistung wird deaktiviert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl die Kraftmaschinenanlassdrehzahl überschreitet.

[0205] Zum Zeitpunkt T14 wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht. Die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung bleibt aktiviert und sowohl der DISG als auch die Kraftmaschine liefern ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang.

[0206] Zum Zeitpunkt T15 geht die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung auf ein niedrigeres Niveau über, um anzugeben, dass die Kraftmaschine gestoppt werden soll. Kurz danach wird in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung auf ein niedrigeres Niveau übergeht, die Kraftmaschine gestoppt und die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet. Der DISG liefert weiterhin ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang.

[0207] Zum Zeitpunkt T16 wird die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung in Reaktion darauf, dass das Fahreranforderungsdrehmoment ein Schwellendrehmoment (nicht dargestellt) übersteigt, aktiviert. Die Kraftmaschine wird neu gestartet, so dass die Kraftmaschine ein Drehmoment an den Triebstrang ausgeben kann, um das DISG-Drehmoment zu verstärken. Der Starter mit niedriger Ausgangsleistung wird in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinen-Start/Lauf-Anforderung auf ein höheres Niveau übergeht, eingerückt.

[0208] Der Starter mit niedriger Ausgangsleistung wird in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl übersteigt, ausgerückt.

[0209] Zum Zeitpunkt T17 wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht, geschlossen. Die Kraftmaschine und der DISG liefern ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0210] In dieser Weise kann die Kraftmaschine über den DISG oder den Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung gestartet werden. Der Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung ermöglicht, dass der DISG eine größere Menge an Drehmoment an den Triebstrang ausgibt, als es möglich wäre, wenn nur der DISG die Fähigkeit zum Anlassen der Kraftmaschine hätte. Ferner ermöglicht der Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung, dass die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht, bevor die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird, so dass wenig Drehmomentstörung im Fahrzeugtriebstrang bemerkt werden kann.

[0211] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 11–Fig. 12** das Starten einer Kraftmaschine, umfassend: während einer ersten Bedingung Starten einer Kraftmaschine mit einer ersten elektrischen Maschine, während eine Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist; und während einer zweiten Bedingung Starten der Kraftmaschine mit einer zweiten elektrischen Maschine, während die Triebstrangtrennkupplung offen ist. Das Verfahren umfasst, dass die zweite elektrische Maschine eine niedriger Leistungsausgangskapazität aufweist als die erste elektrische Maschine. Das Verfahren umfasst, dass die erste elektrische Maschine ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator (DISG) ist, und dass die Triebstrangtrennkupplung eine erste Seite, die mit einem Zweimassenschwungrad mechanisch gekoppelt ist, und eine zweite Seite, die mit dem DISG mechanisch gekoppelt ist, aufweist.

[0212] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die erste Bedingung ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment ist, das geringer ist als ein Triebstrangdrehmoment während der zweiten Bedingung. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment ge-

öffnet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird, wenn eine Summe eines gewünschten Triebstrangdrehmoment und eines Kraftmaschinenstartdrehmoments größer ist als eine Schwellendrehmomentmenge. Das Verfahren umfasst, dass die erste elektrische Maschine stromabwärts einer Kraftmaschine angeordnet ist und ein Drehmoment durch einen Drehmomentwandler liefert, das die Fahrzeugräder dreht, und dass die zweite elektrische Maschine an der Kraftmaschine angeordnet ist und über einer Kraftmaschinenanlassdrehzahl, die niedriger ist als die Kraftmaschinenleerlaufdrehzahl, kein Drehmoment durch den Drehmomentwandler liefert, um die Fahrzeugräder zu drehen.

[0213] In anderen Beispielen schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 11–Fig. 12** das Starten einer Kraftmaschine, umfassend: Starten einer Kraftmaschine über eine erste elektrische Maschine, wenn eine gewünschte Drehmomentanforderung geringer ist als eine erste Schwellenmenge; Starten der Kraftmaschine über die zweite elektrische Maschine, wenn die gewünschte Drehmomentanforderung größer ist als die erste Schwellenmenge; und Liefern eines Drehmoments, das ausreicht, um die Fahrzeugräder zu drehen, nur über die erste elektrische Maschine während ausgewählter Betriebsbedingungen. Folglich können verschiedene elektrische Maschinen die Kraftmaschine während verschiedener Bedingungen starten.

[0214] Das Verfahren umfasst, dass die erste elektrische Maschine ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator (DISG) ist und dass der DISG im Hybridfahrzeug-Triebstrang an einer Stelle zwischen der Triebstrangtrennkupplung und einem Getriebe angeordnet ist. Das Verfahren umfasst, dass der DISG ein Drehmoment zum Starten der Drehung der gestoppten Kraftmaschine über zumindest teilweise Schließen der Triebstrangtrennkupplung liefert. Das Verfahren umfasst ferner das Abkoppeln der zweiten elektrischen Maschine von der Kraftmaschine, wenn die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl erreicht. Das Verfahren umfasst, dass die zweite elektrische Maschine eine Ritzelwelle und ein Ritzel umfasst. Das Verfahren umfasst, dass die erste Schwellenmenge mit dem Batterie-Ladungszustand variiert. Das Verfahren umfasst auch, dass die erste Schwellenmenge mit der Drehzahl der ersten elektrischen Maschine variiert.

[0215] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 11–Fig. 12** schaffen auch ein Hybridfahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; einen Starter, der selektiv mit der Kraftmaschine in Eingriff gebracht wird und ein Ritzel umfasst; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine über den Starter während eines ersten Starts und über den DISG während eines zweiten Starts zu starten.

[0216] In einigen Beispielen umfasst das Hybridfahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Starten der Kraftmaschine über den Starter während Bedingungen eines gewünschten Drehmoments, das größer ist als ein Schwellenwert. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschine durch Drehen der Kraftmaschine über den DISG gestartet wird, und umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Abkoppeln des DISG von der Kraftmaschine nach einer vorbestimmten Anzahl von Verbrennungseignissen. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Koppeln der Kraftmaschine mit dem DISG, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass die aus dem Starter ausgegebene verfügbare Leistung niedriger ist als die aus dem DISG ausgegebene verfügbare Leistung. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum automatischen Stoppen der Kraftmaschine, und dass die Kraftmaschine über den DISG auf der Basis einer verfügbaren Menge an DISG-Ausgangsdrehmoment gestartet wird.

[0217] Mit Bezug auf **Fig. 13** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Einstellen der Kraftstoffeinspritzung, um eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahlkurve während eines Kraftmaschinenstarts bereitzustellen, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 13** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher der in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten Steuereinheit **12** gespeichert sein.

[0218] Bei **1302** beurteilt das Verfahren **1300**, ob ein Kraftmaschinenstart angefordert wird und die Triebstrangtrennkupplung ausgerückt ist oder nicht. Das Verfahren **1300** kann beurteilen, dass ein Kraftmaschinenstart erwünscht ist, wenn eine Kraftmaschinenstartvariable im Speicher aktiviert ist. Das Verfahren **1300** kann beurteilen, dass die Triebstrangtrennkupplung ausgerückt ist, wenn eine Triebstrangtrennkupplungs-Zustandsvariable im Speicher nicht aktiviert ist. Wenn das Verfahren **1300** beurteilt, dass ein Kraftmaschinenstart erwünscht ist und eine Triebstrangtrennkupplung nicht eingerückt ist, geht das Verfahren **1300** zu **1304** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1300** zu **1316** weiter.

[0219] Bei **1304** bestimmt das Verfahren **1300** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die DISG-Drehzahl, die Kraftmaschinentemperatur, die Zeit seit dem Kraftmaschinendrehstopp und den Triebstrangtrennkupplungszustand umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **1300** geht zu **1306** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0220] Bei **1306** bestimmt das Verfahren **1300** die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl. Ferner kann eine gewünschte Zylinderluftladung bei **1306** bestimmt werden, so dass die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl erreicht werden kann. In einem Beispiel wird die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl nach dem Kraftmaschinenanlauf (z. B. von der Anlassdrehzahl auf eine gewünschte Leerlaufdrehzahl) auf die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl eingestellt. Nach dem Kraftmaschinenanlauf während eines Kraftmaschinenstarts wird folglich die Kraftmaschinendrehzahl auf die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl gesteuert, so dass die Triebstrangtrennkupplung geschlossen werden kann, um das Kraftmaschinendrehmoment ohne Erzeugen einer Drehmomentstörung zu den Fahrzeugrädern zu übertragen. Die Kraftmaschine kann über das Drehen der Kraftmaschine mit einem anderen Starter als einem DISG (z. B. einem Starter mit niedrigerer Ausgangsleistung) angelassen werden, falls erwünscht. Das Verfahren **1300** geht zu **1308** weiter, nachdem die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl ausgewählt ist. Es sollte beachtet werden, dass die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl äquivalent zur DISG-Drehzahl ist, da der DISG mit dem Drehmomentwandler-Pumpenrad gekoppelt ist.

[0221] Bei **1308** wird die Kraftstoffeinspritzung für das erste Verbrennungsereignis eingestellt. In einem Beispiel, in dem die Kraftmaschine eine nahezu zentral angeordnete Kraftstoffeinspritzdüse an der Oberseite der Brennkammer umfasst, wird Kraftstoff in mindestens einen Zylinder über einen einzigen Kraftstoffimpuls während eines Kompressionshubs des Zylinders und während eines einzigen Zyklus des Zylinders eingespritzt. Der eingespritzte Kraftstoff nimmt dann an einem ersten Verbrennungsereignis seit dem Kraftmaschinenstopp für den Zylinder, der den Kraftstoff empfängt, teil. Nachdem der einzelne Kraftstoffimpuls in den Zylinder eingespritzt ist, können Kraftstoffeinspritzungen während des Anlaufens in einer Reihe von Impulsen während des Einlass- und des Kompressionshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, eingespritzt werden, wie bei **1310** beschrieben. In einem Beispiel wird ein einzelner Kraftstoffimpuls in jeden von einer vorbestimmten Anzahl von Kraftmaschinenzylindern während der Kompressionshübe der Zylinder eingespritzt. Folglich wird der Kraftstoff in jeden der vorbestimmten Anzahl von Zylindern in einem oder mehreren Impulsen während eines Zyklus des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, eingespritzt. Für eine Vier-Zylinder-Kraftmaschine empfangen beispielsweise zwei Kraftmaschinenzylinder eine einzelne Einspritzung von Kraftstoff während der jeweiligen Kompressionshübe der Zylinder, die die einzelne Einspritzung von Kraftstoff empfangen. Die anderen zwei Kraftmaschinenzylinder empfangen mehrere Einspritzungen von Kraftstoff während der Einlass- und/oder Kompressionshübe des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt.

[0222] In einem zweiten Beispiel, in dem die Kraftmaschine eine Kraftstoffeinspritzung umfasst, die an der Seite der Brennkammer angeordnet ist, werden mehrere Kraftstoffeinspritzungen für jeden Zylinder zu einer vorbestimmten Anzahl von Kraftmaschinenzylindern während des Kompressionshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, für das erste Verbrennungsereignis im Zylinder seit dem Kraftmaschinenstopp zugeführt. Nachdem eine vorbestimmte Anzahl von Zylindern mehrere Kraftstoffeinspritzungen während des Kompressionshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, empfangen, können mehrere Einspritzungen von Kraftstoff zu jedem Zylinder während des Einlass- und/oder Kompressionshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, zugeführt werden. Außerdem kann die Position der Kraftmaschinen-Drosselklappe bei **1308** auf der Basis der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl eingestellt werden. In einem Beispiel wird das Kraftmaschinen-Drosselklappenöffnungsausmaß erhöht, wenn die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenanlassens zunimmt. Das Verfahren **1300** geht zu **1310** weiter, nachdem der Kraftstoff für die ersten Verbrennungsereignisse jedes Kraftmaschinenzylinders eingespritzt ist.

[0223] Bei **1310** stellt das Verfahren **1300** einen geteilten Kraftstoffeinspritzzeitpunkt und geteilte Kraftstoffmengen auf der Basis der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und einer Drehzahldifferenz zwischen der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl ein. Insbesondere werden bei niedrigeren Kraftmaschinendrehzahlen (z. B. zwischen einer Anlassdrehzahl von 250 min⁻¹ und 400 min⁻¹) zwei oder mehr Einspritzungen zu jedem Kraftmaschinenzylinder während des Kompressionshubs jedes Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, zugeführt. Bei Zwischenkraftmaschinendrehzahlen (z. B. zwischen 400 min⁻¹ und 700 min⁻¹) werden mehrere Kraftstoffeinspritzungen während sowohl des Einlass- als auch des Kompressionshubs jedes Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, geliefert. Bei höheren Kraftmaschinendrehzahlen (z. B. 700 min⁻¹ bis 1000 min⁻¹) werden mehrere Kraftstoffeinspritzungen nur während des Einlasshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, geliefert. Die niedrigeren, Zwischen- und höheren Kraftmaschinendrehzahlen können sich natürlich zwischen den Anwendungen unterscheiden. Die niedrigere Kraft-

maschinendrehzahl kann für andere Anwendungen beispielsweise zwischen 200 min^{-1} und 300 min^{-1} liegen, die Zwischenkraftmaschinendrehzahl kann zwischen 300 min^{-1} und 800 min^{-1} liegen und die höhere Kraftmaschinendrehzahl kann zwischen 800 min^{-1} und 1100 min^{-1} liegen. Wenn die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl eine höhere Kraftmaschinendrehzahl ist, wird folglich der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eingestellt, um mehrere Kraftstoffeinspritzungen nur während des Einlasshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, zu liefern, wenn die Kraftmaschine die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl erreicht. Wenn die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl eine Zwischenkraftmaschinendrehzahl ist, wird der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eingestellt, um mehrere Kraftstoffeinspritzungen während des Einlass- und des Kompressionshubs des Zylinders, der den Kraftstoff empfängt, zu liefern. Der geteilte Kraftstoffeinspritzzeitpunkt bei höheren Kraftmaschinendrehzahlen schafft eine verbesserte Kraftstoffmischung und verringerte Kraftmaschinenemissionen. Die geteilte Kraftstoffeinspritzung während des Kompressions- und des Einlasshubs schafft eine verbesserte Verbrennungsstabilität und verringerte Möglichkeit einer Kraftmaschinefehlzündung.

[0224] Wenn die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenanlaufs von der Anlassdrehzahl (z. B. 250 min^{-1}) auf die gewünschte Leerlaufdrehzahl zunimmt, wird die Menge an Zeit zwischen dem Ende der Einspritzung (EOI) (z. B. der Zeitpunkt, zu dem der letzte in einen Zylinder während eines Zyklus des Zylinders eingespritzte Kraftstoffimpuls stattfindet) und der Zündfunkeneinleitung im Wesentlichen konstant gehalten (z. B. ± 3 Grad). Da die Zeit zwischen verschiedenen Kurbelwellenpositionen abnimmt, wenn die Kraftmaschinendrehzahl zunimmt, wird der EOI-Zeitpunkt in Bezug auf die Kurbelwellenzeitsteuerung vorverstellt, um eine im Wesentlichen konstante Menge an Zeit (z. B. $\pm 0,05$ Sekunden) zwischen dem EOI und der Zündfunkeneinleitung aufrechtzuerhalten. Wenn mehrere Kraftstoffeinspritzungen durchgeführt werden, kann ferner der Zeitpunkt von jeder der Kraftstoffeinspritzungen während eines Zylinderzyklus vorverstellt werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl zunimmt. Folglich kann der Start der Kraftstoffeinspritzung (SOI) während eines Zylinderzyklus vorverstellt werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenanlaufs zunimmt.

[0225] Wenn die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl größer ist als die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl, werden die Kraftstoffeinspritzmengen über das Verlängern der Kraftstoffeinspritzdauer erhöht. Zusätzliche Luft kann auch über das Öffnen der Drosselklappe zur Kraftmaschine zugeführt werden. Wenn die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl, werden die Kraftstoffeinspritzmengen über das Verkürzen der Kraftstoffeinspritzdauer verringert. Die Kraftmaschinenluftmenge kann über das Schließen der Drosselklappe verringert werden. Ferner können der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt und die Kraftstoffmengen in Reaktion auf Triebstrangtrennkupplungs-Betriebsbedingungen eingestellt werden, um den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt präventiv einzustellen. Wenn sich die Triebstrangtrennkupplung beispielsweise schließt und die Kraftmaschinenseite der Triebstrangtrennkupplung sich langsamer dreht als die DISG-Seite der Triebstrangtrennkupplung, kann die Kraftstoffeinspritzmenge erhöht werden, um die Kraftmaschine näher an die DISG-Drehzahl zu beschleunigen und dadurch Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern. Wenn sich andererseits die Triebstrangtrennkupplung schließt und die Kraftmaschinenseite der Triebstrangtrennkupplung sich schneller dreht als die DISG-Seite der Triebstrangtrennkupplung, kann die Kraftstoffeinspritzmenge verringert werden, um die Kraftmaschine näher an die DISG-Drehzahl zu verlangsamen. Wenn die Triebstrangtrennkupplung geöffnet wird, kann die Kraftstoffeinspritzmenge ferner als Funktion der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft verringert werden, um die Kraftmaschine auf die Leerlaufdrehzahl zu verlangsamen und dadurch Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern. Wenn die Triebstrangtrennkupplung geöffnet wird, kann ebenso die Kraftstoffeinspritzmenge als Funktion der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft erhöht werden, um die Kraftmaschine auf die Leerlaufdrehzahl zu beschleunigen und dadurch Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern.

[0226] In einigen Beispielen wird der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eines Kraftmaschinenzylinders auf einen Hub eines Zylinders eingestellt, der sich verändert, wenn sich die Kraftmaschinendrehzahl verändert. Wenn beispielsweise eine Drehzahldifferenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl zunimmt, stellt das Verfahren **1300** den Kraftstoff von einem Kompressionshub auf einen Einlasshub ein. Durch Verändern des Einspritzhubs auf der Basis einer Drehzahldifferenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl kann es möglich sein, die Luft/Kraftstoff-Mischung zu verbessern und eine vollständigere Verbrennung zu fördern, so dass die Drehzahldifferenz verringert werden kann.

[0227] Außerdem kann die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition in Reaktion auf den Zeitpunkt, zu dem Kraftstoff in einen Zylinder eingespritzt wird, eingestellt werden. Eine Kanaldrosselklappe kann beispielsweise teilweise geschlossen werden, um die Ladungsbewegung zu verstärken, wenn Kraftstoff nur während eines Einlasshubs eingespritzt wird. Die Kanaldrosselklappe kann teilweise geöffnet werden, wenn die Kraftstoffeinspritzung vom Einspritzen von Kraftstoff während eines Kompressionshubs zum Einspritzen von Kraftstoff während eines Einlasshubs übergeht. Ferner wird die Menge an in den Zylinder während des Zylinderzyklus

eingespritztem Kraftstoff auf der Basis einer Menge an Luft eingestellt, die durch eine Drosselklappe strömt. Das Verfahren **1300** geht zu **1312** weiter, nachdem der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eingestellt ist.

[0228] Bei **1312** stellt das Verfahren **1300** den Zündfunkenzeitpunkt in Reaktion auf den Zustand der Triebstrangtrennkupplung und die Drehzahldifferenz zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl ein. Insbesondere wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen auf der DISG-Drehzahl liegt (z. B. $\pm 100 \text{ min}^{-1}$), wird der Zündfunke auf ein Niveau verzögert, um ein Nulldrehmoment an der Triebstrangtrennkupplung zu erzeugen. Ferner kann die Zündfunkenverzögerung auch auf der Basis der Drehzahldifferenz zwischen dem DISG und der Kraftmaschine vorgesehen werden. Wenn die Drehzahldifferenz zwischen der Kraftmaschine und dem DISG verringert wird, wird die Menge an Zündfunkenverzögerung erhöht.

[0229] Bei **1314** beurteilt das Verfahren **1300**, ob die Triebstrangtrennkupplung auf ein Schwellenausmaß geschlossen wurde (z. B. 80 % des Kupplungshaltedrehmoments bereitgestellt werden) oder nicht. Die Triebstrangtrennkupplung kann geschlossen werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl innerhalb einer vorbestimmten Drehzahl der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl liegt, so dass Drehmomentstörungen durch den Triebstrang verringert werden können. Wenn das Verfahren **1300** beurteilt, dass die Triebstrangtrennkupplung auf ein Schwellenausmaß geschlossen wurde, geht das Verfahren **1300** zu **1316** weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **1300** zu **1304** zurück.

[0230] Bei **1316** verstellt das Verfahren **1300** den Zündfunkenzeitpunkt vor und geht zum Einspritzen von Kraftstoff in einer einzelnen Kraftstoffeinspritzung während eines Zyklus eines Zylinders auf der Basis einer Anzahl von Verbrennungseignissen seit dem Kraftmaschinenstopp oder auf der Basis eines Drehmomentverhältnisses über. Nachdem sich die Triebstrangtrennkupplung schließt, kann das Verfahren **1300** beispielsweise während eines Zylinderzyklus nach 10 Verbrennungseignissen von der geteilten Kraftstoffeinspritzung auf eine einzelne Kraftstoffeinspritzung übergehen. Alternativ kann das Verfahren **1300** von der geteilten Kraftstoffeinspritzung auf die einzelne Kraftstoffeinspritzung während eines Zylinderzyklus übergehen, nachdem der Zündfunkenzeitpunkt auf einen Zeitpunkt vorverstellt wurde, zu dem ein Drehmomentverhältnis zwischen dem Zündfunkenzeitpunkt und dem Kraftstoffeinspritzzeitpunkt geringer ist als ein Schwellenbetrag. Das Verfahren **1300** geht zum Ende weiter, nachdem der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt und der Zündfunkenzeitpunkt auf Basiszeitpunkte überführt sind, die empirisch bestimmt und im Speicher gespeichert werden.

[0231] Mit Bezug auf **Fig. 14** ist ein Diagramm einer Beispielsequenz zum Zuführen von Kraftstoff zu einer Kraftmaschine gemäß dem Verfahren von **Fig. 13** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 14** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0232] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 14** stellt den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt für den Zylinder Nummer eins dar. Die X-Achse stellt den Zylinderhub für den Zylinder Nummer eins dar und individuelle Zylinderhübe sind durch repräsentative Buchstaben angegeben. Der Einlasshub ist beispielsweise durch I dargestellt, der Kompressionshub ist durch C dargestellt, der Arbeitshub ist durch P dargestellt und der Auslasshub ist durch E dargestellt. Die Y-Achse stellt die Kraftstoffeinspritzung dar.

[0233] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 14** stellt die gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl als Funktion des Hubs des Zylinders Nummer eins dar. Der X-Achsen-Zeitablauf stimmt mit dem Zeitablauf des ersten Diagramms von der Oberseite der Figur überein. Die Y-Achse stellt die gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl dar und die gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu.

[0234] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 14** stellt die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl als Funktion des Hubs des Zylinders Nummer eins dar. Der X-Achsen-Zeitablauf stimmt mit dem Zeitablauf des ersten Diagramms von der Oberseite der Figur überein. Die Y-Achse stellt die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl dar und die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu.

[0235] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 14** stellt die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl als Funktion des Hubs des Zylinders Nummer eins dar. Der X-Achsen-Zeitablauf stimmt mit dem Zeitablauf des ersten Diagramms von der Oberseite der Figur überein. Die Y-Achse stellt die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl dar und die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu.

[0236] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 14** stellt eine Differenz zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl (Delta-Kraftmaschinendrehzahl) als

Funktion des Hubs des Zylinders Nummer eins dar. Der X-Achsen-Zeitablauf stimmt mit dem Zeitablauf des ersten Diagramms von der Oberseite der Figur überein. Die Y-Achse stellt die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl dar und die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu.

[0237] Zum Zeitpunkt T18 ist die Kraftmaschine gestoppt und die gewünschte Drehmomentwandler-Pumpendrehzahl ist null. Die Kraftmaschine dreht sich nach T18 im Zyklus durch den unterschiedlichen Hub des Zylinders Nummer eins. Eine erste einzelne Kraftstoffeinspritzmenge wird direkt zum Zylinder Nummer eins während des Kompressionshubs des Zylinders Nummer eins geliefert. Die Kraftmaschine beginnt von einem ersten Verbrennungsereignis während des ersten Kompressionshubs seit dem Kraftmaschinenstopp zu beschleunigen.

[0238] Zum Zeitpunkt T19 werden zwei Kraftstoffeinspritzungen während des zweiten Kompressionshubs des Zylinders Nummer eins geliefert. Die Kraftstoffeinspritzung geht in Reaktion auf eine Drehzahldifferenz zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl zu zwei Einspritzungen über. Ferner wird die Kraftstoffeinspritzung während eines Zylinderhubs geliefert, der von der Drehzahldifferenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl abhängt. In einem Beispiel wird der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt für den Zylinderhub auf der Basis der Differenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl in einer Tabelle gespeichert und gibt einen Zylinderhub auf der Basis der Drehzahldifferenz aus. Durch Einstellen des Zylinderhubs, bei dem die Kraftstoffeinspritzung stattfindet, auf der Basis einer Differenz zwischen der tatsächlichen und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl kann es möglich sein, das Kraftstoffmischen und die Kraftmaschinendrehzahlsteuerung während des Kraftmaschinenstarts zu verbessern.

[0239] Zwischen dem Zeitpunkt T19 und dem Zeitpunkt T20 wird der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt weiter in Reaktion auf die Differenz der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl eingestellt. Es kann beobachtet werden, dass sich die Kraftstoffeinspritzung vom Einspritzen von Kraftstoff zweimal während eines Kompressionshubs des Zylinders zum Einspritzen von Kraftstoff einmal während eines Einlasshubs und einmal während eines Kompressionshubs ändert. Ferner geht die Kraftstoffeinspritzung zum Einspritzen von Kraftstoff zweimal während eines Einlasshubs über.

[0240] Zum Zeitpunkt T20 geht der Kraftmaschinendrehzahlfehler zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl auf null und Kraftstoff wird einmal pro Zylinderzyklus eingespritzt. In dieser Weise kann der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt eingestellt werden, um Kraftstoff während verschiedener Kraftmaschinenhübe in Reaktion auf den Kraftmaschinendrehzahlfehler zuzuführen. Ferner können der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt und der Zündfunkenzeitpunkt in Reaktion auf den Triebstrangtrennkupplungszustand oder die aufgebrachte Kraft eingestellt werden, wie mit Bezug auf **Fig. 13** erörtert.

[0241] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 13–Fig. 14** schaffen auch das Einstellen der Zylinderluftladung einer Kraftmaschine, umfassend: Positionieren einer Drosselklappe für einen Kraftmaschinenstart; und Einstellen eines Kraftstoffeinspritzzeitpunkts eines Zylinders auf einen Hub des Zylinders, der sich verändert, wenn sich eine Differenz zwischen einer gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und einer tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl verändert, und Einstellen einer Menge an Kraftstoff, der zum Zylinder zugeführt wird, in Reaktion auf eine Menge an Luft, die durch die Drosselklappe strömt. Das Verfahren umfasst, dass der Hub des Zylinders sich von einem Kompressionshub zu einem Einlasshub ändert. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe eine Kanaldrosselklappe ist.

[0242] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner, dass die Kanaldrosselklappe zumindest teilweise während der Kraftstoffeinspritzung während eines Kompressionshubs geschlossen wird. Das Verfahren umfasst ferner, dass die Kanaldrosselklappe während der Kraftstoffeinspritzung während eines Einlasshubs des Zylinders offen ist. Das Verfahren umfasst auch, dass der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt mindestens zwei Kraftstoffeinspritzungen während eines Zyklus des Zylinders vorsieht. Das Verfahren umfasst, dass der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt zu einer Kraftstoffeinspritzdüse geliefert wird, die Kraftstoff direkt in den Zylinder einspritzt.

[0243] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 13–Fig. 14** schaffen auch das Einstellen der Zylinderluftladung einer Kraftmaschine, umfassend: Positionieren einer Drosselklappe für einen Kraftmaschinenstart; Liefern eines Zündfunken zu einer Brennkammer eines Zylinders während eines Zyklus des Zylinders; und Einstellen eines Kraftstoffeinspritzzeitpunkts, um eine im Wesentlichen konstante Menge an Zeit zwischen dem Zündfunken und einem Ende des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts aufrechtzuerhalten, wenn die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenanlaufs zunimmt, während mehrere Kraftstoffimpulse während des Zyklus des Zylinders eingespritzt werden; und Einstellen einer Menge an Kraftstoff, der zum Zylinder zugeführt

wird, in Reaktion auf eine Menge an Luft, die durch die Drosselklappe strömt. In dieser Weise kann die Verbrennungskonsistenz aufrechterhalten werden.

[0244] Das Verfahren umfasst auch, dass der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt vorverstellt wird, wenn die Kraftmaschinendrehzahl zunimmt. Das Verfahren umfasst ferner, dass der Kraftstoffeinspritzzeitpunkt auf eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahl reagiert, und dass die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl auf einer Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschinendrehzahl innerhalb einer Schwellendrehzahl der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl liegt. Das Verfahren umfasst, dass ein Zylinderhub, während dessen die mehreren Kraftstoffimpulse eingespritzt werden, variiert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl variiert. Das Verfahren umfasst ferner, dass der Zündfunkenzeitpunkt während des Kraftmaschinenanlaufs verändert wird. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe eine Kanaldrosselklappe ist, die stromabwärts eines Einlasskrümmers angeordnet ist.

[0245] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 13–Fig. 14** umfassen auch ein Hybridfahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt in einen Zylinder in Reaktion auf eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahl einzustellen, die auf einer Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl basiert, während das Drehmomentwandler-Pumpenrad nicht mechanisch mit der Kraftmaschine gekoppelt ist. Durch Einstellen des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl kann es möglich sein, den Kraftstoffeinspritzzeitpunkt einzustellen, so dass der gewünschte Kraftstoffeinspritzzeitpunkt bereitgestellt wird, wenn die Kraftmaschine die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl erreicht. Ein solcher Betrieb kann Kraftmaschinenemissionen verbessern.

[0246] Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl innerhalb einer Schwellendrehzahl der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl liegt. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschine durch Drehen der Kraftmaschine über einen anderen Starter als den DISG gestartet wird. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts, um eine im Wesentlichen konstante Menge an Zeit zwischen dem Zeitpunkt eines Zündfunken, der zu einem Zylinder zugeführt wird, und dem Zeitpunkt des Endes der Kraftstoffeinspritzung, die zum Zylinder während eines Zyklus des Zylinders geliefert wird, aufrechtzuerhalten, wenn die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenanlaufs und während des Einspritzens von mehreren Kraftstoffimpulsen während des Zyklus des Zylinders zunimmt. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst auch ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen des Kraftstoffeinspritzzeitpunkts eines Zylinders auf einen Hub des Zylinders, der variiert, wenn eine Differenz zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und einer tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl variiert, und Einstellen einer Menge an Kraftstoff, der zum Zylinder geliefert wird, in Reaktion auf eine Menge an Luft, die durch die Drosselklappe strömt. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einspritzen eines einzelnen Impulses von Kraftstoff in den Zylinder während eines Kompressionshubs des Zylinders vor einem ersten Verbrennungsereignis des Zylinders seit dem Kraftmaschinenstopp.

[0247] Mit Bezug auf **Fig. 15** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Starten einer Kraftmaschine, wenn das über eine elektrische Maschine gelieferte Drehmoment keine gewünschte Menge an Drehmoment nach einem Getriebegangschalten liefern kann, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 15** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0248] Bei **1502** beurteilt das Verfahren **1500**, ob ein Getriebehochschalten erwünscht ist oder befohlen wird oder nicht. In einem Beispiel kann ein Getriebehochschaltbefehl über den Überwachungszustand einer Steuervariable bestimmt werden, die den Zustand in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit, das Anforderungsdrehmoment und den gegenwärtig ausgewählten Gang ändert. Wenn die Steuervariable angibt, dass ein Getriebeschalten erwünscht ist, geht das Verfahren **1500** zu **1506** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1500** zu **1504** weiter.

[0249] Bei **1504** bestimmt das Verfahren **1500** die Getriebeausgangswellen-Drehzahl und die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl für ein nächstes bevorstehendes Getriebeschalten auf der Basis des gewünschten Drehmoments. In einem Beispiel sind das über ein Fahrpedal gelieferte gewünschte Drehmoment, der gegenwärtige ausgewählte Getriebeingang und die Fahrzeuggeschwindigkeit die Basis zum Bestimmen der Ge-

triebeausgangsdrehzahl und Pumpenraddrehzahl für ein nächstes Getriebehochschalten. Insbesondere können die Getriebeausgangsdrehzahl und der nächste Gang aus dem gegenwärtigen ausgewählten Gang und der Fahrzeuggeschwindigkeit, bei der geplant wird, dass das Getriebe bei einem gewünschten Kraftmaschinendrehmomentniveau in den nächsten Gang hochschaltet, bestimmt werden. Ein Schaltschema kann empirisch bestimmt und im Speicher gespeichert werden, das ausgibt, welcher Gang bei einer gegenwärtigen Fahrzeuggeschwindigkeit bei einem gewünschten Drehmomentniveau ausgewählt wird. Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann auf eine zukünftige Zeit auf der Basis der gegenwärtigen Fahrzeuggeschwindigkeit und der Änderungsrate oder Steigung der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß der Gleichung $y = mx + b$ extrapoliert werden, wobei y die projizierte Fahrzeuggeschwindigkeit ist, m die Fahrzeuggeschwindigkeitssteigung ist und b der Fahrzeuggeschwindigkeitsversatz ist. Ebenso kann die gewünschte Pumpenraddrehzahl auf eine zukünftige Zeit extrapoliert werden. Wenn die Extrapolationszeit von der gegenwärtigen Zeit zunimmt (z. B. gegenwärtige Zeit plus 0,2 Sekunden und unter der Annahme einer zunehmenden Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder eines zunehmenden gewünschten Drehmoments), kann das Schaltschema ein Hochschalten in einen höheren Gang (z. B. vom 1. Gang in den 2. Gang) befehlen, wenn sich Variablen, die das Schaltschema indizieren, ändern. Die extrapolierte Menge an Zeit, zu der das Getriebebeschalten stattfindet (z. B. die projizierte Schaltzeit), sowie die neue Gangnummer, die extrapolierte Fahrzeuggeschwindigkeit und das extrapolierte gewünschte Drehmoment werden im Speicher gespeichert, wenn sich der ausgewählte Getriebeingang gemäß dem Schaltschema ändert. Die Getriebeausgangswellen-Drehzahl wird aus dem neuen Gang (z. B. dem Hochschaltgang), irgendeinem Achsverhältnis und der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt. Die Getriebeumpenraddrehzahl kann von der DISG-Drehzahl vorhergesagt werden, da der DISG mit dem Pumpenrad mechanisch gekoppelt ist. Das Verfahren **1500** geht zu **1506** weiter, nachdem die Getriebeumpenraddrehzahl und die Getriebeausgangswellen-Drehzahl bestimmt sind.

[0250] Bei **1506** bestimmt das Verfahren **1500** Getriebedrehzahlen (z. B. Pumpenraddrehzahl und Ausgangswellendrehzahl) und Übersetzungsverhältnisse für die Drehmomentanforderung im nächsten Getriebehochschaltgang. In einem Beispiel bestimmt das Verfahren **1500** die Getriebeausgangswellen-Drehzahl auf der Basis der folgenden Gleichungen:

$$\text{OSS} = \text{OSS_when_commanded} + \text{OSS_rateofchange} \cdot \text{time_to_shift};$$

$$\text{Commanded_gear} = \text{gearfn}(\text{vs}, \text{dsd_tor});$$

$$\text{TSS_after_upshift} = \text{OSS} \cdot \text{Commanded_gear};$$

[0251] Wobei OSS die Getriebeausgangswellen-Drehzahl ist, OSS_when_commanded die Getriebeausgangswellen-Drehzahl, wenn das Hochschalten befohlen wird, ist, time_to_shift die Menge an Zeit ist, die es für ein Schalten dauert, Commanded_gear der nach dem Hochschalten aktive Gang ist, gearfn eine Funktion ist, die den befohlenen Gang zurückgibt, vs die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, dsd_tor das gewünschte Getriebeingangsdrehmoment ist und TSS_after_upshift die Getriebeausgangswellen-Drehzahl nach dem Hochschalten ist. Die Funktion fn hält empirisch bestimmte Gänge, mit denen das Getriebe arbeitet. Das Verfahren **1500** geht zu **1508** weiter, nachdem die Getriebedrehzahlen und das Übersetzungsverhältnis nach dem Schalten bestimmt sind.

[0252] Bei **1508** bestimmt das Verfahren **1500** das gewünschte Getriebeausgangswellen-Drehmoment und das gewünschte Getriebebeturbinenradwellen-Drehmoment nach einem Hochschalten. In einem Beispiel bestimmt das Verfahren **1500** das Getriebeausgangsdrehmoment und das Turbinenradwellen-Drehmoment auf der Basis der folgenden Gleichungen:

$$\text{OUTq_dsd} = \text{outfn}(\text{accel_pedal}, \text{TSS_after_upshift});$$

$$\text{Turq_dsd} = \text{OUTq_dsd} \cdot \text{mult} + \text{offset};$$

[0253] Wobei OUTq_dsd das gewünschte Getriebeausgangswellen-Drehmoment ist, outfn eine Funktion ist, die das gewünschte Getriebeausgangswellen-Drehmoment zurückgibt, accel_pedal die Fahrpedalposition ist, die ein gewünschtes Drehmoment bereitstellt, TSS_after_upshift die Getriebeausgangswellen-Drehzahl nach dem Hochschalten ist, Turq_dsd das gewünschte Getriebebeturbinenradwellen-Drehmoment ist, mult und offset empirisch bestimmte Parameter sind, die in Funktionen gespeichert sind, die über den befohlenen Gang, die Getriebeöltemperatur und die Getriebeausgangswellen-Drehzahl indiziert sind. Das Verfahren **1500** geht zu **1510** weiter, nachdem das gewünschte Getriebeausgangswellen-Drehmoment und das gewünschte Getriebebeturbinenradwellen-Drehmoment nach dem Hochschalten bestimmt sind.

[0254] Bei **1510** beurteilt das Verfahren **1500**, ob die Drehmomentwandlerkupplung (TCC) nach einem Hochschalten offen ist oder nicht. In einem Beispiel beurteilt das Verfahren **1500**, ob die TCC nach einem Hochschalten offen ist oder nicht, auf der Basis eines empirisch bestimmten Schaltschemas, das im Speicher gespeichert ist. Auf der Basis des gegenwärtigen Gangs, des nächsten geplanten Gangs und des gewünschten Drehmoments kann das Schaltschema beispielsweise einen geschlossenen Drehmomentwandler planen. Wenn das Verfahren **1500** beurteilt, dass die TCC nach dem Hochschalten offen ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **1500** geht zu **1512** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **1500** geht zu **1514** weiter.

[0255] Bei **1512** bestimmt das Verfahren **1500** das angeforderte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment. In einem Beispiel wird das angeforderte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment aus einer Tabelle abgerufen, die im Speicher gespeichert ist. Die Tabelle enthält empirisch bestimmte Werte des Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoments, die über die Getriebeausgangswellen-Drehzahl nach dem Hochschalten und das gewünschte Turbinenradwellen-Drehmoment indiziert sind. Das Verfahren **1500** geht zu **1516** weiter, nachdem das angeforderte Pumpenradrehmoment bestimmt ist.

[0256] Bei **1514** stellt das Verfahren **1500** das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment auf das gewünschte Drehmomentwandler-Turbinenradrehmoment ein, da sich die TCC in einem verriegelten Zustand befindet. Das Verfahren **1500** geht zu **1516** weiter, nachdem das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment bestimmt ist.

[0257] Bei **1516** beurteilt das Verfahren **1500**, ob das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment nach dem Getriebehochschalten erfordert, dass die Kraftmaschine ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt, oder nicht. In einem Beispiel vergleicht das Verfahren **1500** eine Menge an Drehmoment, für das der DISG die Kapazität hat, es beim gegenwärtigen Batterie-Ladungszustand zum gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment zu liefern. Wenn das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment größer ist als oder innerhalb einer Schwellendrehmomentmenge der DISG-Drehmomentkapazität liegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **1500** geht zu **1520** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **1500** geht zu **1518** weiter.

[0258] Bei **1518** kann das Verfahren **1500** auf der Basis der gegenwärtigen Betriebsbedingungen ermöglichen, dass die Kraftmaschine die Drehung stoppt, oder das Verfahren **1500** kann ermöglichen, dass die Kraftmaschine weiterhin ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt. In einem Beispiel, in dem die Kraftmaschine warme Betriebsbedingungen erreicht hat, stoppt die Kraftmaschine die Drehung, da das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment keinen Kraftmaschinenbetrieb erfordert. Die Kraftmaschine kann weiterhin verbrennen, wenn die Kraftmaschine keine warmen Betriebsbedingungen erreicht hat. Das Verfahren **1500** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehung, auf der Basis der Betriebsbedingungen, die nicht mit dem Getriebebeschalten in Beziehung stehen, zugelassen oder verhindert wird.

[0259] Bei **1520** beurteilt das Verfahren **1500**, ob die Kraftmaschine vor dem Hochschalten des Getriebes gestartet werden soll oder nicht. Die Kraftmaschine kann gestartet werden, bevor die Zustände von Getriebekupplungen (z. B. nicht einschließlich der Triebstrangtrennkupplung **236**) eingestellt sind, so dass das Kraftmaschinendrehmoment zu den Fahrzeigrädern am Ende des Ganghochschaltens übertragen werden kann. Alternativ kann die Kraftmaschine während des Hochschaltens zu einem Zeitpunkt gestartet werden, zu dem eine oder mehrere Getriebekupplungen den Betriebszustand ändern. In einem Beispiel kann die Kraftmaschine gestartet werden, bevor das Kraftmaschinenhochschalten beginnt und bevor die Getriebekupplungen beginnen, den Zustand zu ändern, wenn erwartet wird, dass die Kraftmaschine eine längere Menge an Zeit braucht, um ein positives Drehmoment zu erzeugen, als die zum Schalten von Gängen erwartete Zeit. Wenn das Verfahren **1500** beurteilt, dass es erwünscht ist, die Kraftmaschine vor dem Getriebehochschalten zu starten, geht das Verfahren **1500** zu **1522** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1500** zu **1526** weiter.

[0260] Bei **1522** startet das Verfahren **1500** die Kraftmaschine und rückt die Triebstrangtrennkupplung ein. Die Kraftmaschine kann über das Drehen der Kraftmaschine über einen Startermotor, der eine niedrigere Leistungsausgangskapazität aufweist als der DISG, oder über das Anlassen der Kraftmaschine über den DISG gestartet werden. Ferner kann das Getriebebeschalten verzögert werden, bis die Kraftmaschinendrehzahl mit der DISG- oder Pumpenradrehzahl synchron ist. Das Verzögern des Getriebebeschaltens kann die Triebstrangdrehmomentstörung verringern, die auftreten kann, wenn das Kraftmaschinendrehmoment zunimmt, bevor die ausrückende Kupplung vollständig gelöst ist. Das Verfahren **1500** geht zu **1524** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist und die Triebstrangtrennkupplung gelöst ist.

[0261] Bei **1524** schaltet das Verfahren **1500** das Getriebe hoch, nachdem die Triebstrangtrennkupplung eingerückt ist. Das Getriebe kann über das Ausüben und/oder Entlasten eines Drucks auf eine oder mehrere Kupplungen, die sich auf die Drehmomentübertragung durch das Getriebe auswirken, hochgeschaltet werden. Das Verfahren **1500** endet, nachdem das Getriebe geschaltet ist.

[0262] Bei **1526** verhindert das Verfahren **1500** einen Kraftmaschinenstopp, wenn andere Bedingungen als das bevorstehende Getriebehochschalten zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung vorliegen. Mit anderen Worten, wenn der Kraftmaschine ohne Hochschalten des Getriebes befohlen werden würde zu stoppen, dann wird das Stoppen der Kraftmaschinendrehung des Getriebes verhindert. Außerdem kann die Kraftmaschine zu einem Zeitpunkt gestartet werden, nachdem das Hochschalten begonnen hat (z. B. während des Lösens der ausrückenden Kupplung (Drehmomentphase) oder während der Anwendung der hereinrückenden Kupplung (Trägheitsphase)), um ein zusätzliches Drehmoment zum Triebstrang zu liefern, um die Drehmomentanforderung zu erfüllen. Das Kraftmaschinen- und DISG-Drehmoment kann eingestellt werden, um die gewünschte Menge an Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment zu liefern. Das Verfahren **1500** geht zum Ende weiter, nachdem das Kraftmaschinenstoppen verhindert ist oder nachdem die Kraftmaschine gestartet ist, nachdem das Hochschalten des Getriebes beginnt.

[0263] In dieser Weise kann das Verfahren **1500** das Getriebebeschalten und das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment vorhersagen, um zu bestimmen, wann die Triebstrangtrennkupplung zu schließen ist und die Kraftmaschine zu starten ist. Das Verfahren **1500** kann ermöglichen, dass das Kraftmaschinendrehmoment nahtlos mit dem DISG-Drehmoment kombiniert wird, um eine reibungslose Beschleunigung während des Getriebebeschaltens zu schaffen.

[0264] Mit Bezug auf **Fig. 16** ist ein Diagramm einer Beispielsequenz zum Bestimmen, wann eine Kraftmaschine zu starten ist, gemäß dem Verfahren von **Fig. 15** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 16** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0265] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 16** stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment kann ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment, ein gewünschtes Drehmomentwandler-Turbinenraddrehmoment, ein gewünschtes Raddrehmoment oder ein anderes Triebstrangdrehmoment sein. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment kann von einer Fahrpedalposition oder einer anderen Eingabevorrichtung bestimmt werden. Die durchgezogene Kurve **1602** stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment dar. Die gestrichelte Kurve **1604** stellt das vorhergesagte gewünschte Triebstrangdrehmoment (z. B. das gewünschte Triebstrangdrehmoment nach einem Getriebebegangschalten) dar. Die Y-Achse stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment dar und das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **1606** stellt eine Grenze des Drehmoments dar, das über den DISG zum Triebstrang geliefert werden kann.

[0266] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 16** stellt den Getriebebegang als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Getriebebegang dar und spezifische Getriebegänge sind entlang der Y-Achse angegeben. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die durchgezogene Kurve **1608** stellt den gegenwärtigen oder tatsächlichen Getriebebegang dar. Die gestrichelte Kurve **1610** stellt den vorhergesagten oder zukünftigen Getriebebegang dar.

[0267] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 16** stellt den gewünschten Kraftmaschinenzustand ohne Getriebebegangschaltbedingungen als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den gewünschten Kraftmaschinenzustand dar und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ist eingeschaltet für höhere Kurvenniveaus und ausgeschaltet für niedrigere Kurvenniveaus. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0268] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 16** stellt den gewünschten Kraftmaschinenzustand auf der Basis aller Bedingungen als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den gewünschten Kraftmaschinenzustand dar und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ist eingeschaltet für höhere Kurvenniveaus und ausgeschaltet für niedrigere Kurvenniveaus. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0269] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 16** stellt den Kraftmaschinenzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenzustand dar und der Kraftmaschinenzustand ist eingeschaltet

für höhere Kurvenniveaus und ausgeschaltet für niedrigere Kurvenniveaus. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0270] Zum Zeitpunkt T21 ist das gewünschte Triebstrangdrehmoment größer als eine Menge an Drehmoment, die vom DISG zum Triebstrang geliefert werden kann. Das Getriebe befindet sich im 5. Gang und der gewünschte Kraftmaschinenzustand und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen liegen beide auf höheren Niveaus, was angibt, dass es erwünscht ist, dass die Kraftmaschine arbeitet. Der Kraftmaschinenzustand liegt auf einem höheren Niveau, was darauf hinweist, dass die Kraftmaschine arbeitet.

[0271] Zwischen dem Zeitpunkt T21 und dem Zeitpunkt T22 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf eine abnehmende Fahrereingabe (nicht dargestellt) ab. Das Getriebe schaltet vom 5. auf den 2. Gang herunter und der vorhergesagte Getriebeingang geht dem gegenwärtigen oder tatsächlichen Getriebeingang voran. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen und der gewünschte Kraftmaschinenzustand bleiben auf höheren Niveaus.

[0272] Zum Zeitpunkt T22 geht der gewünschte Getriebezustand ohne Gangbedingungen auf ein niedrigeres Niveau in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit und das gewünschte Triebstrangdrehmoment über, um anzugeben, dass die Kraftmaschine ohne Getriebeingangbedingungen in Reaktion auf Fahrzeug- und Kraftmaschinenbetriebsbedingungen (z. B. angewendete Bremse, Fahrpedal nicht angewendet, und eine Fahrzeuggeschwindigkeit, die geringer ist als eine Schwellengeschwindigkeit) gestoppt werden kann. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand geht auch auf ein niedrigeres Niveau über, um anzugeben, die Kraftmaschine in Reaktion auf Betriebsbedingungen, einschließlich des vorhergesagten Getriebeingangs, zu stoppen. Die Kraftmaschine wird in Reaktion auf den gewünschten Kraftmaschinenzustand gestoppt.

[0273] Zwischen dem Zeitpunkt T22 und dem Zeitpunkt T23 flacht sich das gewünschte Triebstrangdrehmoment ab und nimmt dann zu. Der vorhergesagte Getriebeingang steigt vom 2. Gang auf den 3. Gang an, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment zunimmt. Der gegenwärtige Getriebeingang wird im 2. Gang gehalten. Die Kraftmaschine bleibt gestoppt, da der gewünschte Kraftmaschinenzustand und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen auf einem niedrigeren Niveau bleiben.

[0274] Zum Zeitpunkt T23 geht der gewünschte Kraftmaschinenzustand in Reaktion auf das vorhergesagte gewünschte Triebstrangdrehmoment auf ein höheres Niveau über, das nach dem Schalten auf ein Niveau größer als **1606** zunimmt. Die Kraftmaschine wird in Reaktion auf den Übergang des gewünschten Kraftmaschinenzustandes gestartet. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen bleibt auf einem niedrigeren Niveau, um anzugeben, dass die Kraftmaschine ohne die Erhöhung des gewünschten Triebstrangdrehmoments, die nach dem Getriebeschalten erwartet wird, ausgeschaltet bleiben würde.

[0275] Zwischen dem Zeitpunkt T23 und dem Zeitpunkt T24 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu und nimmt dann in Reaktion auf eine verringerte Fahreranforderung (nicht dargestellt) ab. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt auf ein Niveau von weniger als **1606** ab und hält sich nahe dem Niveau **1606**. Das Getriebe schaltet vom 5. Gang auf den 3. Gang herunter. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen bleiben auf höheren Niveaus, so dass die Kraftmaschine eingeschaltet bleibt.

[0276] Zum Zeitpunkt T24 geht der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen auf ein niedrigeres Niveau über, um anzugeben, dass die Kraftmaschine in Reaktion auf das gewünschte Triebstrangdrehmoment, die Fahrzeuggeschwindigkeit (nicht dargestellt) und die angewendete Bremse (nicht dargestellt) gestoppt werden kann. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand bleibt jedoch in Reaktion auf das vorhergesagte gewünschte Triebstrangdrehmoment, das auf ein Niveau größer als **1606** zunimmt, auf einem hohen Niveau, wie für das Getriebeschalten in den 4. Gang vorhergesagt. Folglich wird ein Kraftmaschinenstopp verhindert. Solche Bedingungen können vorliegen, wenn sich ein Fahrzeug bewegt und wenn ein Fahrer einen Fahrpedalbefehl verringert (z. B. nachlässt oder reduziert).

[0277] Zwischen dem Zeitpunkt T24 und dem Zeitpunkt T25 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu und nimmt dann ab. Das Getriebe schaltet die Gänge zwischen dem 3. und dem 5. Gang in Reaktion auf das Fahreranforderungsdrehmoment, die Fahrzeuggeschwindigkeit (nicht dargestellt) und den Bremsenzustand (nicht dargestellt). Der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen und der gewünschte Kraftmaschinenzustand bleiben in Reaktion auf das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf höheren Niveaus.

[0278] Nach dem Zeitpunkt T25 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf eine niedrigere Fahreranforderung (nicht dargestellt) auf weniger als das Niveau **1606** verringert. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen und der gewünschte Kraftmaschinenzustand gehen auf ein niedrigeres Niveau über, um anzugeben, dass die Kraftmaschine in Reaktion auf das gewünschte Triebstrangdrehmoment, den Bremspedalzustand (nicht dargestellt) und die Fahrzeuggeschwindigkeit (nicht dargestellt) gestoppt werden soll. Die Kraftmaschine wird in Reaktion auf den gewünschten Kraftmaschinenzustand gestoppt.

[0279] Zwischen dem Zeitpunkt T25 und dem Zeitpunkt T26 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment allmählich zu und der vorhergesagte Getriebegang steigt vom 2. Gang auf den 3. Gang in Reaktion auf das zunehmende gewünschte Triebstrangdrehmoment an. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand und der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen bleiben auf einem niedrigeren Niveau und die Kraftmaschine bleibt gestoppt.

[0280] Zum Zeitpunkt T26 geht der gewünschte Kraftmaschinenzustand auf ein höheres Niveau über und die Kraftmaschine wird in Reaktion auf das zunehmende gewünschte Triebstrangdrehmoment und den vorhergesagten Getriebegang gestartet. Der gewünschte Kraftmaschinenzustand ohne Gangbedingungen bleibt auf einem niedrigeren Niveau, was darauf hinweist, dass die Kraftmaschine nicht gestartet werden würde, wenn das vorhergesagte gewünschte Triebstrangdrehmoment nach einem vorhergesagten Getriebegangschalten nicht größer wäre als **1606**. Durch Starten der Kraftmaschine vor dem eigentlichen Gangschalten kann es möglich sein, das gewünschte Triebstrangdrehmoment nach einem Schalten bereitzustellen.

[0281] In dieser Weise kann die Kraftmaschine vor einem Gangschalten gestartet werden, um ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment nach dem Gangschalten bereitzustellen. Ferner sagt das Verfahren das Schalten vorher, so dass die Kraftmaschine gestartet werden kann, bevor das gewünschte Triebstrangdrehmoment tatsächlich angefordert wird. Das frühe Starten der Kraftmaschine kann ermöglichen, dass die Kraftmaschine Bedingungen erreicht, unter denen sie ein Drehmoment ausgeben kann, um das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu erfüllen.

[0282] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 15–Fig. 16** schaffen ein Verfahren zum Starten einer Kraftmaschine, umfassend: Vorhersagen eines gewünschten Drehmoments nach einem Getriebehochschalten; und Starten der Drehung einer gestoppten Kraftmaschine, wenn das vorhergesagte gewünschte Drehmoment nach dem Getriebehochschalten größer ist als eine Schwellendrehmomentmenge. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment ein Drehmomentwandler-Pumpendrehmoment ist und dass das Vorhersagen des gewünschten Drehmoments und das Starten der Drehung während Bedingungen stattfinden, unter denen ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator ein Drehmoment zu den Rädern liefert und unter denen sich das Getriebe in einem Vorwärtsgang befindet und sich das Fahrzeug bewegt. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment auf der Basis eines vorbestimmten Getriebeschaltenschemas vorhergesagt wird.

[0283] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die Drehung der Kraftmaschine über eine Triebstrangtrennkupplung gestartet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung vor dem Drehen der Kraftmaschine ausgerückt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung im Hybridfahrzeug-Triebstrang zwischen einem Zweimassenschwungrad und einem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator angeordnet ist. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine in Reaktion auf das vorhergesagte gewünschte Triebstrangdrehmoment gedreht wird, bevor ein Getriebe geschaltet wird.

[0284] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 15–Fig. 16** schaffen das Starten einer Kraftmaschine, umfassend: Liefern eines Drehmoments zu einem Fahrzeugtriebstrang über eine elektrische Maschine; Planen eines Getriebehochschaltens; und Starten der Drehung einer gestoppten Kraftmaschine in Reaktion auf das geplante Getriebehochschalten, wenn ein gewünschtes Drehmoment nach dem geplanten Getriebehochschalten größer ist als eine Schwellendrehmomentmenge, und dass das gewünschte Drehmoment auf einem Drehmoment eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators nach einem Getriebehochschaltzeitpunkt zum Einrücken einer Getriebekupplung relativ zum Starten der Kraftmaschine basiert. Das Verfahren umfasst, dass die elektrische Maschine ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator (DISG) ist und dass der DISG im Hybridfahrzeug-Triebstrang an einer Stelle zwischen einer Triebstrangtrennkupplung und einem Getriebe angeordnet ist.

[0285] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass der DISG ein Drehmoment zum Starten der Drehung der gestoppten Kraftmaschine über zumindest teilweises Schließen der Triebstrangtrennkupplung liefert. Das Verfahren umfasst ferner das Hochschalten des Getriebes nach dem Starten der Drehung der Kraftmaschine.

Das Verfahren umfasst auch, dass das Getriebe ein Doppelvorgelegewellen-Doppelkupplungsgetriebe ist. Das Verfahren umfasst, dass das Getriebe ein Automatikgetriebe ist. Das Verfahren umfasst ferner das Ermöglichen, dass die Kraftmaschine die Drehung stoppt, wenn das gewünschte Drehmoment nach dem Getriebehochschaltzeitpunkt zum Einrücken der Getriebekupplung relativ zum Starten der Kraftmaschine geringer ist als die Schwellendrehmomentmenge.

[0286] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 15–Fig. 16** schaffen ein Hybridfahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmoment nach einem geplanten Getriebehochschalten zu starten, wobei die Kraftmaschine in Reaktion auf das geplante Getriebehochschalten gestartet wird, bevor das Getriebe schaltet. Ein solches System kann die Triebstrangansprechzeit verbessern.

[0287] In einem Beispiel umfasst das Hybridfahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Verhindern des Stoppens der Kraftmaschinendrehung, wenn sich die Kraftmaschine vor dem geplanten Getriebehochschalten dreht. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschine durch Drehen der Kraftmaschine über den in den Triebstrang integrierten Starter/Generator in Reaktion auf das Schließen der Triebstrangtrennkupplung gestartet wird. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Hochschalten des Getriebes, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Ermöglichen, dass die Kraftmaschine in Reaktion auf das gewünschte Drehmoment nach dem geplanten Getriebehochschalten die Drehung stoppt. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verzögern des Starts der Kraftmaschine, bis das geplante Getriebehochschalten geplant wird, für eine Zeit, die geringer ist als eine Schwellenmenge an Zeit.

[0288] Mit Bezug auf **Fig. 17** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Starten einer Kraftmaschine zum Verringern des Getriebeeingangsdrehmoments während eines Getriebeschaltens gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 17** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher in dem in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten System gespeichert sein. Das Verfahren von **Fig. 17** kann die Amplitude und/oder Anzahl von Malen, die Drehmomentänderungen an einem DISG während des Fahrzeugbetriebs durchgeführt werden, verringern, um das auf ein Getriebe während des Getriebeschaltens aufgebrauchte Drehmoment zu begrenzen.

[0289] Bei **1702** beurteilt das Verfahren **1700**, ob ein Kraftmaschineneustart und ein Getriebehochschalten erwünscht sind oder nicht. Ein Kraftmaschineneustart kann beispielsweise angefordert werden, wenn ein angefordertes Triebstrangdrehmoment erhöht wird oder wenn ein Fahrer ein Bremspedal loslässt. Ein Getriebehochschalten kann beispielsweise in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit und eine Triebstrangdrehmomentanforderung angefordert werden. In einem Beispiel wird ein Getriebeschaltenschema empirisch bestimmt und im Speicher so gespeichert, dass es durch die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Triebstrangdrehmomentanforderung indiziert ist. Wenn das Verfahren **1700** bestimmt, dass ein Getriebehochschalten und ein Kraftmaschinenstart angefordert werden, geht das Verfahren **1700** zu **1704** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1700** zum Ende weiter.

[0290] Bei **1704** beurteilt das Verfahren **1700**, ob der DISG verfügbar ist oder nicht. Das Verfahren **1700** kann auf der Basis eines DISG-Zustandsflags, das im Speicher gespeichert ist, beurteilen, ob der DISG verfügbar ist oder nicht. Alternativ kann das Verfahren **1700** auf der Basis von Betriebsbedingungen wie z. B. eines Batterie-Ladungszustandes beurteilen, ob ein DISG verfügbar ist oder nicht. Wenn beispielsweise der SOC geringer ist als ein Schwellenpegel, kann der DISG nicht verfügbar sein. In einem anderen Beispiel kann der DISG nicht verfügbar sein, wenn die DISG-Temperatur größer ist als ein Schwellenwert. Wenn das Verfahren **1700** beurteilt, dass der DISG verfügbar ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **1700** geht zu **1712** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **1700** geht zu **1706** weiter.

[0291] Bei **1706** löst das Verfahren **1700** eine ausrückende Kupplung mit einer geplanten Rate. Die ausrückende Kupplung ist ein niedrigerer Gang während eines Hochschaltens. Die ausrückende Kupplung löst beispielsweise eine Kupplung des 2. Gangs während eines Hochschaltens vom 2. in den 3. Gang. Die Kupplungslöserate kann empirisch bestimmt und im Speicher gespeichert werden, so dass, wenn das Hochschalten stattfindet, die ausrückende Kupplung mit einer Rate gelöst werden kann, die im Speicher gespeichert ist. Die ausrückende Kupplung kann über das Senken des zur ausrückenden Kupplung zugeführten Öldrucks gelöst werden. Das Verfahren **1700** geht zu **1708** weiter, nachdem die ausrückende Kupplung gelöst ist.

[0292] Bei **1708** beginnt das Verfahren **1700**, die hereinrückende Kupplung nach einer vorbestimmten Menge an Zeit, seitdem das Lösen der ausrückenden Kupplung begonnen hat, anzuwenden, um einen höheren Gang einzulegen. Die hereinrückende Kupplung kann durch Erhöhen des Drucks des Öls, das zur hereinrückenden Kupplung zugeführt wird, angewendet werden. Die vorbestimmte Menge an Zeit kann empirisch bestimmt und im Speicher für die Verwendung während eines Hochschaltens gespeichert werden. In einem Beispiel wird die hereinrückende Kupplung zu einem Zeitpunkt angewendet, der die Möglichkeit eines Verschleißes der ausrückenden Kupplung durch Beschleunigen der Ausgangsseite der ausrückenden Kupplung verringert. Das Verfahren **1700** geht zu **1710** weiter, nachdem die Anwendung der hereinrückenden Kupplung eingeleitet ist.

[0293] Bei **1710** wendet das Verfahren **1700** die Triebstrangtrennkupplung an oder beginnt diese mit einer gesteuerten Rate zu schließen, um das Getriebeeingangswellen-Drehmoment zu verringern. Insbesondere bringt die Kraftmaschine eine Last auf die Eingangsseite des Drehmomentwandlers durch Schließen der Triebstrangtrennkupplung auf, um die Drehzahl der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl zu verringern. In dieser Weise wird die Menge an Drehmoment, das durch den Drehmomentwandler zur Getriebeeingangswelle übertragen wird, verringert. In einem Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplungsrate auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl eingestellt, wenn die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird. Der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck wird beispielsweise erhöht, bis die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl auf einen Schwellenbetrag verringert ist, und dann wird der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck nicht weiter erhöht. Da die Triebstrangtrennkupplung ein Drehmoment von der Eingangsseite des Getriebes zur Kraftmaschine überträgt, wird die Menge an Drehmoment, das vom Getriebe zur Kraftmaschine übertragen wird, auf der Basis der Pumpenradrehzahl begrenzt. Das Verfahren **1700** geht zu **1722** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht ist und die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen ist.

[0294] Bei **1712** löst das Verfahren **1700** eine ausrückende Kupplung mit einer geplanten Rate. Das Lösen der ausrückenden Kupplung ermöglicht, dass ein höherer Gang angewendet wird, ohne dass ein Drehmoment über zwei verschiedene Gänge übertragen wird. Die Löserate der ausrückenden Kupplung kann empirisch bestimmt und im Speicher für das Abrufen während des Hochschaltens gespeichert werden. Das Verfahren **1700** geht zu **1714** weiter, nachdem das Lösen der ausrückenden Kupplung eingeleitet ist.

[0295] Bei **1714** erhöht das Verfahren **1700** das DISG-Ausgangsdrehmoment, um das zum Drehmomentwandler-Pumpenrad gelieferte Drehmoment zu erhöhen. In einem Beispiel wird das DISG-Drehmoment um ein Drehmomentausmaß erhöht, das verwendet wird, um die Kraftmaschine auf eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahl zu beschleunigen.

[0296] Das DISG-Drehmoment kann über das Erhöhen einer Menge an Strom, der zum DISG geliefert wird, erhöht werden. In anderen Beispielen kann das DISG-Ausgangsdrehmoment auf ein niedrigeres Getriebeeingangsdrehmoment verringert werden. Das Verfahren **1700** geht zu **1716** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment erhöht ist.

[0297] Bei **1716** beginnt das Verfahren **1700**, nach einer vorbestimmten Menge an Zeit, seitdem das Lösen der ausrückenden Kupplung begonnen hat, die hereinrückende Kupplung anzuwenden, um einen höheren Gang einzulegen. Die hereinrückende Kupplung kann durch Erhöhen des Drucks des Öls, das zur hereinrückenden Kupplung zugeführt wird, angewendet werden. Die vorbestimmte Menge an Zeit kann empirisch bestimmt und im Speicher für die Verwendung während eines Hochschaltens gespeichert werden. In einem Beispiel wird die hereinrückende Kupplung zu einem Zeitpunkt angewendet, der die Möglichkeit eines Verschleißes der ausrückenden Kupplung durch Beschleunigen der Ausgangsseite der ausrückenden Kupplung verringert. Das Verfahren **1700** geht zu **1718** weiter, nachdem die Anwendung der hereinrückenden Kupplung eingeleitet ist.

[0298] Bei **1718** wendet das Verfahren **1700** die Triebstrangtrennkupplung an oder beginnt diese mit einer gesteuerten Rate zu schließen, um das Getriebeeingangsdrehmoment zu verringern und die Kraftmaschine auf eine gewünschte Anlassdrehzahl zu beschleunigen. Insbesondere bringt die Kraftmaschine eine Last auf die Eingangsseite des Drehmomentwandlers durch Schließen der Triebstrangtrennkupplung auf, um die Drehzahl des Drehmomentwandler-Pumpenrades zu verringern. Der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck kann moduliert werden, um die Drehmomentübertragung über die Triebstrangtrennkupplung zu steuern. Ferner kann die Triebstrangtrennkupplung jederzeit während der Trägheitsphase des Schaltens angewendet werden, wenn die hereinrückende Kupplung geschlossen wird.

[0299] In einem Beispiel kann die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsrate auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl eingestellt werden, wenn die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird.

Da die Triebstrangtrennkupplung ein Drehmoment von der Eingangsseite des Getriebes auf die Kraftmaschine überträgt, wird die Menge an Drehmoment, das zur Kraftmaschine übertragen wird, auf der Basis der Pumpenradzahl begrenzt. In einem anderen Beispiel wird eine Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung, die das übertragene Drehmoment auf der Basis der Menge an Eingangsdrehmoment, das zur Triebstrangtrennkupplung geliefert wird, und den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck in Beziehung setzt, mit dem DISG-Drehmoment multipliziert, um eine Menge an Drehmoment, das zur Kraftmaschine übertragen wird, um die Kraftmaschine zu starten, zu bestimmen. Die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsrate kann derart eingestellt werden, dass ein gewünschtes Anlassdrehmoment über den DISG und die Triebstrangtrennkupplung zur Kraftmaschine geliefert wird.

[0300] In noch einem weiteren Beispiel kann die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsrate auf der Basis der Drehzahl des DISG und einer gewünschten Kraftmaschinendrehzahlanlaufrate gesteuert werden. Eine Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsrate kann beispielsweise von einer empirisch bestimmten Tabelle abgerufen werden, die die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsrate ausgibt, wenn sie über die DISG-Drehzahl und gewünschte Kraftmaschinenbeschleunigung indiziert ist. Das Verfahren **1700** geht zu **1720** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendung eingeleitet ist.

[0301] Bei **1720** stellt das Verfahren **1700** das DISG-Drehmoment ein, um ein gewünschtes Getriebeeingangsdrehmoment über das Drehmomentwandler-Pumpenrad während oder nach der Trägheitsphase des Getriebehochschaltens bereitzustellen. Wenn die Kraftmaschinenmasse relativ hoch ist, kann der DISG-Ausgang erhöht werden, so dass das Getriebeeingangsdrehmoment nicht mehr verringert wird, als es erwünscht ist. Wenn die Kraftmaschinenmasse relativ niedrig ist, kann das DISG-Drehmoment verringert werden, so dass das Getriebeeingangsdrehmoment um ein gewünschtes Ausmaß verringert wird. Das DISG-Drehmoment kann durch Erhöhen oder Verringern des zum DISG gelieferten Stroms eingestellt werden. Das Verfahren **1700** geht zu **1722** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment eingestellt ist.

[0302] Bei **1722** startet das Verfahren **1700** die Kraftmaschine, wenn die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl erreicht, durch Zuführen von Kraftstoff und eines Zündfunken zur Kraftmaschine. In einigen Beispielen kann ein anderer Starter als der DISG mit der Kraftmaschine in Eingriff gebracht werden, um ein Drehmoment zusätzlich zum Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung geliefert wird, zur Kraftmaschine zu liefern, wenn die Kraftmaschine gestartet wird, so dass eine gewünschte Kraftmaschinenanlassdrehzahl erreicht werden kann. Das Verfahren **1700** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist.

[0303] In dieser Weise kann das Getriebeausgangswellen-Drehmoment während einer Trägheitsphase des Schaltens verringert werden, so dass Triebstrangdrehmomentstörungen verringert werden können. Das Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung verringert das Getriebeeingangswellen-Drehmoment, so dass das Getriebeausgangswellen-Drehmoment während der Trägheitsphase des Schaltens verringert werden kann.

[0304] Mit Bezug auf **Fig. 18** ist eine Beispielsequenz zum Starten einer Kraftmaschine während eines Getriebebegangschaltens gemäß dem Verfahren von **Fig. 17** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 18** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden. Die gestrichelten Kurven sind zu den durchgezogenen Kurven äquivalent, wenn die gestrichelten Kurven nicht sichtbar sind.

[0305] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 18** stellt das Getriebeeingangswellen-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Das Drehmoment an der Getriebeeingangswelle ist gleich dem Getriebe-Drehmomentwandler-Turbinenradmoment. Die Y-Achse stellt das Getriebeeingangswellen-Drehmoment dar und das Getriebeeingangswellen-Drehmoment nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die durchgezogene Kurve **1802** stellt das Getriebeeingangswellen-Drehmoment ohne Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung oder Vorsehen einer Getriebeeingangswellen-Drehmomentverringern dar. Die gestrichelte Kurve **1804** stellt das Getriebeeingangswellen-Drehmoment beim Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung und Schalten in einen höheren Gang dar.

[0306] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 18** stellt das Getriebeausgangswellen-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Getriebeausgangswellen-Drehmoment dar und das Getriebeausgangswellen-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die durchgezogene Kurve **1806** stellt das Getriebeausgangswellen-Drehmoment ohne Starten der Kraftmaschine über das Schließen der

Triebstrangtrennkupplung oder Vorsehen einer Getriebeeingangswellen-Drehmomentverringern dar. Die gestrichelte Kurve **1808** stellt das Getriebeausgangswellen-Drehmoment beim Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung und Schalten in einen höheren Gang dar.

[0307] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 18** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand dar, wobei die Triebstrangtrennkupplung nahe der X-Achse offen ist und nahe der Oberseite der Y-Achse geschlossen ist. Die Menge an Drehmoment, das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, nimmt zu, wenn die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0308] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 18** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0309] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 18** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0310] Zum Zeitpunkt T27 schaltet das Getriebe nicht und die Kraftmaschine ist gestoppt. Der DISG gibt ein Drehmoment an den Triebstrang aus und die Getriebeeingangswellen- und Getriebeausgangswellen-Drehmomente sind konstant.

[0311] Zum Zeitpunkt T28 beginnt das Getriebe in Reaktion auf ein Getriebebeschaltenschema, das gewünschte Triebstrangdrehmoment (nicht dargestellt) und die Fahrzeuggeschwindigkeit (nicht dargestellt) zu schalten. Das Schalten beginnt durch Lösen einer ausrückenden Kupplung. Während eines Hochschaltens vom 2. Gang in den 3. Gang löst sich beispielsweise die Kupplung des 2. Gangs (ausrückende Kupplung), bevor der 3. Gang (hereinrückende Kupplung) angewendet wird. Das Getriebeeingangswellen-Drehmoment wird konstant gehalten, obwohl es in einigen Beispielen erhöht werden kann, um das Getriebeausgangswellen-Drehmoment besser aufrechtzuerhalten. Das Getriebeausgangswellen-Drehmoment beginnt in Reaktion auf das Lösen der ausrückenden Kupplung abzunehmen. Die Triebstrangtrennkupplung ist offen gezeigt und die Kraftmaschine ist gestoppt. Das DISG-Drehmoment ist auf einem konstanten Wert gehalten gezeigt.

[0312] Zum Zeitpunkt T29 beginnt die Trägheitsphase durch Anwenden der hereinrückenden Kupplung in Reaktion auf das Lösen der ausrückenden Kupplung. Die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich zu schließen, wenn die hereinrückende Kupplung angewendet wird und sich zu schließen beginnt. Das Getriebeeingangswellen-Drehmoment ist auch in Reaktion darauf, dass sich die Triebstrangtrennkupplung schließt, abnehmend gezeigt, da ein gewisses DISG-Drehmoment über die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, um die Kraftmaschine zu drehen. Die Kraftmaschinendrehzahl beginnt in Reaktion darauf, dass das Triebstrangdrehmoment auf die Kraftmaschine aufgebracht wird, zuzunehmen. Das DISG-Drehmoment ist auf einem konstanten Niveau gezeigt.

[0313] Zwischen dem Zeitpunkt T29 und dem Zeitpunkt T30 ist der Triebstrangtrennkupplungszustand moduliert gezeigt, um die Menge an Triebstrangdrehmoment, das auf die Kraftmaschine aufgebracht wird, zu steuern. Der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck kann in Reaktion auf die Kraftmaschinendrehzahl und/oder die Getriebeausgangswellen-Drehzahl moduliert werden, um Triebstrangdrehmomentstörungen während des Schaltens und Kraftmaschinenstarts zu verringern. Ein Zündfunke und Kraftstoff (nicht dargestellt) werden auch zur Kraftmaschine zugeführt, so dass sich die Kraftmaschinendrehzahl der DISG-Drehzahl nähert. Das Getriebeausgangswellen-Drehmoment nimmt allmählich zu, wenn die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird, um die Kraftmaschine neu zu starten, wie durch die gestrichelte Linie **1808** angegeben. Wenn die Triebstrangtrennkupplung während der Trägheitsphase nicht angewendet wird, nimmt das Getriebeausgangswellen-Drehmoment in Reaktion auf die Übersetzungsverhältnisänderung zu. Folglich kann das Anwenden der Triebstrangtrennkupplung während der Trägheitsphase Triebstrangdrehmomentstörungen verringern.

[0314] Zum Zeitpunkt T30 ist die Trägheitsphase des Getriebebeschaltens vollendet, wenn die hereinrückende Kupplung (nicht dargestellt) vollständig angewendet wird, wie dadurch angegeben, dass das Getriebeausgangswellen-Drehmoment auf einen konstanten Wert konvergiert. Das DISG-Drehmoment ist auch in Reaktion auf die Vollendung des Schaltens zunehmend gezeigt, so dass die Fahrzeugbeschleunigung fortfahren kann.

[0315] In dieser Weise kann eine Triebstrangdrehmomentstörung während des Schaltens verringert werden. Ferner kann die Energie im Triebstrang zum Starten der Kraftmaschine angewendet werden, so dass der DISG weniger Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine liefern kann.

[0316] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 17–Fig. 18** schaffen das Schalten eines Getriebes, umfassend: Koppeln einer Kraftmaschine mit einem Getriebe in Reaktion auf eine Anforderung zum Hochschalten des Getriebes. In dieser Weise kann das Getriebeeingangswellen-Drehmoment verringert werden, um das Getriebeausgangswellen-Drehmoment während eines Schaltens zu steuern. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine vor der Anforderung zum Hochschalten des Getriebes nicht mit dem Getriebe gekoppelt wird, dass sich das Getriebe in einem fahrenden Fahrzeug und in einem Vorwärtsfahrgang befindet, und dass sich das Fahrzeug weiter bewegt und dass das Getriebe in einen höheren Gang hochgeschaltet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit dem Getriebe über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird, die in einem Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und einem Drehmomentwandler angeordnet ist.

[0317] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die Kraftmaschine mit dem Getriebe während einer Trägheitsphase des Hochschaltens gekoppelt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit dem Getriebe gekoppelt wird, nachdem das Lösen einer ausrückenden Kupplung während des Hochschaltens eingeleitet wird. Das Verfahren umfasst ferner das Starten der Kraftmaschine, wenn die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl erreicht. Das Verfahren umfasst, dass das Getriebe ein Automatikgetriebe ist und dass das Eingangsdrehmoment in das Automatikgetriebe während des Hochschaltens verringert wird.

[0318] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 17–Fig. 18** schaffen auch das Schalten eines Getriebes, umfassend: Verringern des Eingangsdrehmoments in ein Getriebe in Reaktion auf eine Getriebehochschaltanforderung über selektives Koppeln einer Kraftmaschine mit einer Eingangswelle des Getriebes, wobei die Kraftmaschine vor der Getriebehochschaltanforderung nicht mit dem Getriebe gekoppelt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit dem Getriebe über eine Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird. Das Verfahren umfasst ferner einen Drehmomentwandler in einem Triebstrang, der zwischen der Kraftmaschine und dem Getriebe angeordnet ist. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen oder Verringern des Drehmoments eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators während des Hochschaltens. Das Verfahren umfasst, dass das Drehmoment vom in den Triebstrang integrierten Starter/Generator erhöht wird, um eine Pumpenraddrehzahl eines Drehmomentwandlers größer als eine Schwellendrehzahl zu halten. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschinendrehung vor der Getriebehochschaltanforderung gestoppt wird.

[0319] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 17–Fig. 18** schaffen auch ein Hybridfahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist, und einer zweiten Seite; ein Getriebe, das mit dem DISG gekoppelt ist; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um eine Getriebeschaltanforderung einzuleiten und die Kraftmaschine mit dem Getriebe in Reaktion auf die Getriebeschaltanforderung zu koppeln.

[0320] In einigen Beispielen umfasst das Hybridfahrzeugsystem ferner einen Drehmomentwandler, der in einem Triebstrang zwischen dem Getriebe und dem DISG angeordnet ist. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Starten der Kraftmaschine. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Koppeln der Kraftmaschine mit dem Getriebe über die Triebstrangtrennkupplung. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen des DISG-Drehmoments in Reaktion auf die Getriebehochschaltanforderung. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verringern des DISG-Drehmoments in Reaktion auf die Getriebehochschaltanforderung. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine gewünschte Anlassdrehzahl.

[0321] Mit Bezug auf **Fig. 19** ist ein Verfahren zum Verbessern der Fahrzeugtriebstrangreaktion, wenn der Triebstrang ein Zweimassenschwungrad umfasst, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 19** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten Steuereinheit **12** gespeichert sein.

[0322] Bei **1902** bestimmt das Verfahren **1900** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die DMF-Eingangs- und -Ausgangsdrehzahl, das angeforderte Triebstrangdrehmoment, das DISG-Drehmoment, den Triebstrangtrennkupplungszustand und das Kraftmaschinendrehmoment

umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **1900** geht zu **1904** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0323] Bei **1904** bestimmt das Verfahren **1900** die Drehzahl und/oder Position der Stromaufwärts- oder Kraftmaschinenseite des DMF. In alternativen Beispielen kann das Drehmoment auf der Stromaufwärtsseite des DMF bestimmt werden. Die Drehzahl und/oder Position können von einem Positionssensor bestimmt werden. Das Drehmoment kann über einen Drehmomentsensor bestimmt werden. Das Verfahren **1900** geht zu **1906** weiter, nachdem die Drehzahl und/oder Position der Stromaufwärtsseite des DMF bestimmt sind.

[0324] Bei **1906** bestimmt das Verfahren **1900** die Drehzahl und/oder Position stromabwärts oder auf der Triebstrangtrennkupplungsseite des DMF. Alternativ kann das Drehmoment auf der Stromabwärtsseite des DMF bestimmt werden. Die Drehzahl und/oder Position auf der Stromabwärtsseite des DMF können über einen Positionssensor bestimmt werden. Das Drehmoment auf der Stromabwärtsseite des DMF kann über einen Drehmomentsensor bestimmt werden. Das Verfahren **1900** geht zu **1908** weiter, nachdem die Drehzahl und/oder Position des DMF auf der Stromabwärtsseite bestimmt sind.

[0325] Bei **1908** bestimmt das Verfahren **1900** eine Drehzahl-, Positions- oder Drehmomentdifferenz zwischen der Stromaufwärtsseite des DMF und der Stromabwärtsseite des DMF. In einem Beispiel ist die Triebstrangtrennkupplungsseite des DMF eine Seite des DMF mit gewünschter Drehzahl und/oder Position. Die Drehzahl und/oder Position der Kraftmaschinenseite des DMF wird von der Drehzahl und/oder Position der Kraftmaschinenseite des DMF subtrahiert, um einen DMF-Drehzahl- und/oder -Positionsfehler über das DMF zu liefern. Alternativ kann das Drehmoment auf der Kraftmaschinenseite des DMF vom Drehmoment auf der Stromaufwärtsseite des DMF subtrahiert werden, um einen Drehmomentfehler bereitzustellen. In einigen Beispielen wird eine Differenz einer Drehzahl/Position zwischen einer ersten Seite des DMF und einer zweiten Seite des DMF während des Triebstrangbetriebs mit einer Position der ersten Seite des DMF und einer Position der zweiten Seite des DMF verglichen, wenn kein Drehmoment über das DMF übertragen wird.

[0326] In einem anderen Beispiel kann eine schnelle Fourier-Transformation der DMF-Stromaufwärts- und -Stromabwärts-Drehzahlsignale durchgeführt werden, um die Amplitude oder den Betrag und die Frequenz irgendwelcher Drehzahlschwingungen auf der Stromaufwärts- und Stromabwärtsseite des DMF zu bestimmen. Das Verfahren **1900** geht zu **1910** weiter, nachdem der Drehzahlfehler über dem DMF und/oder die Frequenzen und Amplituden der Drehzahl stromaufwärts und stromabwärts des DMF bestimmt sind.

[0327] Bei **1910** beurteilt das Verfahren **1900**, ob der Drehzahl- und/oder Positionsfehler oder die Amplituden und Frequenzen auf der Stromaufwärts- und der Stromabwärtsseite des DMF größer sind als Schwellenniveaus. Wenn ja, geht das Verfahren **1900** zu **1912** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1900** zum Ende weiter.

[0328] Bei **1912** beurteilt das Verfahren **1900**, ob Triebstrangbetriebsbedingungen innerhalb eines ersten Betriebsfensters liegen oder nicht. Beispielsweise ob der Stromaufwärts- und Stromabwärts-DMF-Drehzahlfehler größer ist als ein erstes Schwellenniveau. In anderen Beispielen kann die Drehmomentdifferenz oder Positionsdifferenz über dem DMF die Basis zum Bestimmen, ob die Triebstrangbetriebsbedingungen innerhalb eines ersten Betriebsfensters liegen oder nicht, sein. In noch weiteren Beispielen werden die Frequenzen oder Frequenzamplituden mit Schwellenwerten verglichen. Wenn die Triebstrangbetriebsbedingungen innerhalb eines ersten Betriebsfensters liegen, geht das Verfahren **1900** zu **1914** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1900** zu **1916** weiter.

[0329] Bei **1914** moduliert das Verfahren **1900** die Getriebe-Drehmomentwandlerkupplung (TCC), um Drehzahl- und/oder Drehmomentschwingungen über dem DMF zu dämpfen. Die TCC wird über das Verändern eines Tastverhältnisses eines TCC-Befehlssignals moduliert. In anderen Beispielen wird die Frequenz der TCC eingestellt. Das Tastverhältnis des TCC-Steuerbefehls wird verringert, um den Schlupf über der Drehmomentwandlerkupplung zu erhöhen, wodurch die Dämpfung des DMF verstärkt wird. Wenn jedoch die TCC um ein Schwellenausmaß schleift, wenn die Drehzahl/Positions-Differenz über dem DMF detektiert wird, kann die TCC durch Erhöhen des TCC-Tastverhältnisbefehls in eine verriegelte Position befohlen werden. Die Menge an TCC-Einstellung kann auf einem Fehler zwischen dem gewünschten Wert und einem tatsächlichen Wert basieren. Das TCC-Tastverhältnis kann beispielsweise auf der Basis einer Differenz zwischen der Stromaufwärts- und Stromabwärts-DMF-Drehzahl eingestellt werden. Das Verfahren **1900** geht zum Ende weiter, nachdem die TCC eingestellt ist.

[0330] Bei **1916** beurteilt das Verfahren **1900**, ob Triebstrangbetriebsbedingungen innerhalb eines zweiten Betriebsfensters liegen oder nicht. Beispielsweise ob der Stromaufwärts- und Stromabwärts-DMF-Drehzahlfehler größer ist als ein zweites Schwellenniveau. Wenn die Triebstrangbetriebsbedingungen innerhalb eines zweiten Betriebsfensters liegen, geht das Verfahren **1900** zu **1918** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1900** zu **1920** weiter.

[0331] Bei **1918** stellt das Verfahren **1900** den Schlupf der Triebstrangtrennkupplung ein, um die Dämpfung über dem DMF einzustellen. In einem Beispiel wird die Menge an Schlupf über der Triebstrangtrennkupplung erhöht, um die Dämpfung über dem DMF zu verstärken. Wenn jedoch die Triebstrangtrennkupplung um ein Schwellenausmaß schleift, wenn der Drehzahl/Positions-Fehler detektiert wird, wird die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen, um den Triebstrang zu versteifen. Die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck kann auf der Basis einer Differenz zwischen der Stromaufwärts- und Stromabwärts-DMF-Drehzahl oder Differenzen zwischen gewünschten und tatsächlichen Werten der vorher erörterten Variablen wie z. B. der Triebstrangfrequenzamplitude eingestellt werden. Das Verfahren **1900** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck eingestellt ist. Das Verfahren **1900** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung eingestellt ist.

[0332] Bei **1920** beurteilt das Verfahren **1900**, ob Triebstrangbedingungen innerhalb eines dritten Betriebsfensters liegen oder nicht. Beispielsweise ob der Stromaufwärts- und Stromabwärts-DMF-Drehzahlfehler größer ist als ein drittes Schwellenniveau. Wenn ja, geht das Verfahren **1900** zu **1922** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **1900** zu **1924** weiter.

[0333] Bei **1922** stellt das Verfahren **1900** das Drehmoment des DISG ein, um die Drehzahl-/Positions- oder Drehmomentdifferenz über dem DMF zu kompensieren. In einem Beispiel wird das Ausgangsdrehmoment des DISG erhöht, wenn die Drehzahl auf der Kraftmaschinenseite des DMF größer ist als die Drehzahl auf der Triebstrangtrennkupplungsseite des DMF. Das Ausgangsdrehmoment aus dem DISG wird verringert, wenn die Drehzahl auf der Kraftmaschinenseite des DMF geringer ist als die Drehzahl auf der Triebstrangtrennkupplungsseite des DMF. In einem Beispiel wird der Fehler der DMF-Drehzahl, der DMF-Position oder des DMF-Drehmoments in eine Funktion oder Tabelle eingegeben, die einen aktuellen Bedarf am Einstellen des DISG-Drehmoments ausgibt. Ferner wird das DISG-Drehmoment erhöht, wenn das Vorzeichen des Fehlersignals negativ ist. Das DISG-Drehmoment wird verringert, wenn das Vorzeichen des Fehlersignals positiv ist. Wenn eine unerwünschte Frequenz oder Amplitude bestimmt wird, kann das zum DISG zugeführte Drehmoment dahingehend eingestellt werden, dass es 180 Grad phasenverschoben zum Drehzahlsignalfehler ist, um die unerwünschten Drehzahlschwingungen zu dämpfen. Das Verfahren **1900** geht zum Ende weiter, nachdem das DISG-Drehmoment eingestellt ist.

[0334] Bei **1924** erhöht das Verfahren **1900** die Anwendungsrate der Triebstrangtrennkupplung, wenn die Triebstrangtrennkupplung nicht geschlossen ist. Die Triebstrangtrennkupplung kann geschlossen werden und der Anwendungsdruck durch Erhöhen eines Tastverhältnisses des Triebstrangtrennkupplungs-Steuersignals erhöht werden. Das Verfahren **1900** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0335] In anderen Beispielen können der Schlupf der Triebstrangtrennkupplung, die TCC und das DISG-Drehmoment gleichzeitig eingestellt werden, um die Dämpfung über dem DMF einzustellen. In dieser Weise kann das Verfahren **1900** einen oder mehrere Aktuatoren einstellen, um die Dämpfung zu erhöhen oder einen Triebstrang zu versteifen, wenn eine Differenz oder ein Fehler der Drehzahl/Position, Frequenz oder des Drehmoments über einem DMF größer ist als ein Schwellenniveau.

[0336] Mit Bezug auf **Fig. 20** ist eine Beispielsequenz zum Kompensieren eines DMF in einem Triebstrang gemäß dem Verfahren von **Fig. 19** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 20** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0337] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 20** stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0338] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 20** stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Triebstrangtrennkupplungskraft dar und die

Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0339] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 20** stellt die DMF-Drehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die DMF-Drehzahl dar und die DMF-Drehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0340] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 20** stellt die TCC-Anwendungskraft als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die TCC-Anwendungskraft dar und die TCC-Anwendungskraft nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0341] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 20** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0342] Zum Zeitpunkt T31 wird die Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht und die Triebstrangtrennkupplung wird vollständig angewendet, was dadurch angegeben ist, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft auf dem erhöhten Niveau liegt. Die DMF-Drehzahl liegt auch auf einem höheren Niveau und die TCC-Kupplung ist geschlossen, wie dadurch angegeben, dass die TCC-Anwendungskraft auf dem erhöhten Niveau liegt. Das DISG-Drehmoment liegt auch auf einem höheren Niveau, was darauf hinweist, dass der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang liefert.

[0343] Zum Zeitpunkt T32 erreicht die Fahrzeuggeschwindigkeit null und die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf eine niedrige Triebstrangdrehmomentanforderung (nicht dargestellt) geöffnet, um zu ermöglichen, dass die Kraftmaschine stoppt. Die DMF-Drehzahl wird auch auf null verringert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl auf null geht. Die TCC-Anwendungskraft wird verringert, so dass ein Schlupf über dem Drehmomentwandler vorliegt. Das DISG-Drehmoment wird auch verringert, aber der DISG liefert weiterhin ein Drehmoment zum Triebstrang, so dass der Öldruck im Getriebe aufrechterhalten werden kann. Mit anderen Worten, das DISG-Drehmoment wird durch den Drehmomentwandler übertragen, während das Fahrzeug und die Kraftmaschine gestoppt sind. Das DISG-Drehmoment dreht die Getriebeölpumpe, um den Getriebeöldruck aufrechtzuerhalten.

[0344] Zum Zeitpunkt T33 nimmt das DISG-Drehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Anforderungsdrehmoment, das vom Fahrer angefordert wird (nicht dargestellt), zu. Die Fahrzeuggeschwindigkeit beginnt in Reaktion auf das erhöhte DISG-Drehmoment zuzunehmen und die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich in Reaktion auf das zunehmende Anforderungsdrehmoment zu schließen. Die DMF-Drehzahl nimmt zu, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft zunimmt, um die Triebstrangtrennkupplung zu schließen. Die tatsächliche DMF-Drehzahl beginnt zu schwingen und ein Fehler zwischen der gewünschten DMF-Drehzahl und der tatsächlichen DMF-Drehzahl oder zwischen der gewünschten Triebstrangschwingungsamplitude und der tatsächlichen Triebstrangschwingung nimmt auf ein Niveau zu, das größer ist als ein erster Schwellenwert. Die TCC-Anwendungskraft wird weiter verringert, um die DMF-Schwingungen und/oder den Drehzahlfehler zu verringern.

[0345] Zwischen dem Zeitpunkt T33 und dem Zeitpunkt T34 liefern die Kraftmaschine und der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang. Ferner bleibt die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen und die DMF-Drehzahl variiert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl variiert.

[0346] Zum Zeitpunkt T34 erreicht die Fahrzeuggeschwindigkeit null und die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet, um zu ermöglichen, dass die Kraftmaschine in Reaktion auf eine niedrige Triebstrangdrehmomentanforderung (nicht dargestellt) stoppt. Die DMF-Drehzahl wird auch auf null verringert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl auf null geht. Die TCC-Anwendungskraft wird wieder verringert, so dass ein Schlupf über dem Drehmomentwandler vorliegt. Das DISG-Drehmoment wird auch verringert.

[0347] Zum Zeitpunkt T35 nimmt das DISG-Drehmoment in Reaktion auf ein vom Fahrer angefordertes zunehmendes Anforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) zu. Die Fahrzeuggeschwindigkeit beginnt in Reaktion auf das erhöhte DISG-Drehmoment zuzunehmen und die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich in Reaktion auf das zunehmende Anforderungsdrehmoment zu schließen. Die DMF-Drehzahl nimmt zu, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft zunimmt, um die Triebstrangtrennkupplung zu schließen. Die tat-

sächliche DMF-Drehzahl beginnt mit größerer Amplitude als zum Zeitpunkt T33 zu schwingen und ein Fehler zwischen der gewünschten DMF-Drehzahl und der tatsächlichen DMF-Drehzahl oder zwischen der gewünschten Triebstrangschwingungsamplitude und der tatsächlichen Triebstrangschwingung nimmt auf ein Niveau zu, das größer ist als ein zweiter Schwellenwert. Die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft wird verringert, um die DMF-Schwingungen und/oder den Drehzahlfehler zu verringern.

[0348] Zwischen dem Zeitpunkt T35 und dem Zeitpunkt T36 liefern die Kraftmaschine und der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang. Ferner bleibt die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen und die DMF-Drehzahl variiert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl variiert.

[0349] Zum Zeitpunkt T36 erreicht die Fahrzeuggeschwindigkeit null und die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf eine niedrige Triebstrangdrehmomentanforderung (nicht dargestellt) geöffnet, um zu ermöglichen, dass die Kraftmaschine stoppt. Die DMF-Drehzahl wird auch auf null verringert, wenn die Kraftmaschinendrehzahl auf null geht. Die TCC-Anwendungskraft wird wieder verringert, so dass ein Schlupf über dem Drehmomentwandler vorhanden ist. Das DISG-Drehmoment wird auch verringert.

[0350] Zum Zeitpunkt T37 nimmt das DISG-Drehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Anforderungsdrehmoment, das vom Fahrer angefordert wird (nicht dargestellt), zu. Die Fahrzeuggeschwindigkeit beginnt in Reaktion auf das erhöhte DISG-Drehmoment zuzunehmen und die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich in Reaktion auf das zunehmende Anforderungsdrehmoment zu schließen. Die DMF-Drehzahl nimmt zu, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft zunimmt, um die Triebstrangtrennkupplung zu schließen. Die tatsächliche DMF-Drehzahl beginnt mit größerer Amplitude als zum Zeitpunkt T35 zu schwingen und ein Fehler zwischen der gewünschten DMF-Drehzahl und der tatsächlichen DMF-Drehzahl oder zwischen der gewünschten Triebstrangschwingungsamplitude und der tatsächlichen Triebstrangschwingung nimmt auf ein Niveau zu, das größer ist als ein dritter Schwellenwert. Das DISG-Ausgangsdrehmoment wird eingestellt (z. B. moduliert), um die DMF-Drehzahl-, -Frequenz- oder -Drehmomentfehler zu dämpfen. Außerdem kann die Anwendungsrate der zunehmenden Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft erhöht werden, um den Triebstrang zu versteifen.

[0351] In dieser Weise können verschiedene Aktuatoren eingestellt werden, um Triebstrangdrehmomentstörungen zu steuern, die an einem DMF vorhanden sein können. Die verschiedenen Aktuatoren können gemäß der Störung (z. B. Drehzahlfehler, Drehmomentfehler, Schwingungen), die am DMF gemessen wird, eingestellt werden.

[0352] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 19–Fig. 20** schaffen das Einstellen des Betriebs eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Einstellen eines Aktuators in Reaktion auf eine Drehzahl- oder Drehmomentdifferenz über einem Zweimassenschwungrad (DMF), das im Hybridfahrzeug-Triebstrang zwischen einer Kraftmaschine und einer Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist, wobei das DMF eine Triebstrangkomponente ist, die zwischen der Kraftmaschine und der Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist. In dieser Weise kann Triebstrang-NVH verringert werden.

[0353] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass der Aktuator eine Drehmomentwandlerkupplung ist. Das Verfahren umfasst, dass der Aktuator ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator ist. Das Verfahren umfasst, dass der Aktuator eine Triebstrangtrennkupplung ist. Das Verfahren umfasst, dass die Drehzahldifferenz über dem DMF von einem Kraftmaschinenpositionssensor und einem Positionssensor, der im Hybridfahrzeug-Triebstrang zwischen dem DMF und einer Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist, bestimmt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung im Hybridfahrzeug-Triebstrang zwischen dem DMF und einem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator angeordnet ist. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung selektiv die Kraftmaschine von einem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator und einem Getriebe löst.

[0354] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 19–Fig. 20** schaffen auch das Einstellen des Betriebs eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Einrücken einer Triebstrangtrennkupplung, um eine Kraftmaschine über eine elektrische Maschine zu drehen; und Einstellen eines Aktuators in Reaktion auf eine Drehzahl- oder Drehmomentdifferenz über einem Zweimassenschwungrad (DMF), das im Hybridfahrzeug-Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und einer Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist, wobei das DMF eine Triebstrangkomponente zwischen der Kraftmaschine und der Triebstrangtrennkupplung ist. Das Verfahren umfasst, dass die elektrische Maschine ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator (DISG) ist, der im Hybridfahrzeug-Triebstrang an einer Stelle zwischen der Triebstrangtrennkupplung und einem Getriebe angeordnet ist. Das Verfahren umfasst, dass der Aktuator der DISG ist. Das Verfahren umfasst, dass das

DMF ein Kraftmaschinendrehmoment zu einem Automatikgetriebe oder einem Doppelvorgelegewellen-Doppelkupplungsgetriebe überträgt. Das Verfahren umfasst, dass der Aktuator für verschiedene Bedingungen ein unterschiedlicher Aktuator ist. Das Verfahren umfasst, dass eine Frequenzkomponente eines Kraftmaschinendrehzahlsignals eine Basis zum Einstellen des Aktuators ist. Das Verfahren umfasst, dass die Frequenzkomponente über eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) bestimmt wird.

[0355] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 19–Fig. 20** schaffen ein Hybridfahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um einen Aktuator in Reaktion auf eine Differenz über dem DMF einzustellen.

[0356] In einem Beispiel umfasst das Hybridfahrzeugsystem ferner ein Getriebe, das mit einer zweiten Seite des DISG gekoppelt ist. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass die Differenz eine Positionsdifferenz zwischen einer ersten Seite des DMF und einer zweiten Seite des DMF im Vergleich zu einer Position der ersten Seite des DMF und einer Position der zweiten Seite des DMF ist, wenn kein Drehmoment über das DMF übertragen wird. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst, dass der Aktuator der DISG ist. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Erhöhen des Schlupfs über der Triebstrangtrennkupplung, wenn eine Differenz der Drehzahl zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite des DMF eine Schwellendrehzahl überschreitet. Das Hybridfahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle, um den Schlupf über einer Drehmomentwandlerkupplung zu erhöhen, wenn eine Differenz der Drehzahl zwischen der ersten Seite und der zweiten Seite des DMF eine Schwellendrehzahl überschreitet.

[0357] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 19–Fig. 20** schaffen auch das Einstellen des Betriebs eines Fahrzeugtriebstrang, umfassend: Einstellen eines Aktuators in Reaktion auf das Einrücken einer Triebstrangtrennkupplung, um die Schwingung eines Zweimassenschwungrades (DMF), das zwischen einer Kraftmaschine und der Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist, zu dämpfen, und dass das DMF zwischen der Kraftmaschine und der Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist.

[0358] Mit Bezug auf **Fig. 21** ist ein Verfahren zum Unterdrücken von Triebstrangdrehmomentstörungen in Bezug auf die Anwendung einer Triebstrangtrennkupplung und ihre Übertragungsfunktion gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 21** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigten Steuereinheit **12** gespeichert sein.

[0359] Bei **2102** bestimmt das Verfahren **2100** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die DMF-Eingangs- und -Ausgangsdrehzahl, das angeforderte Triebstrangdrehmoment, das DISG-Drehmoment, die DISG-Drehzahl, den Triebstrangtrennkupplungszustand, die Kraftmaschinendrehzahl, die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl, die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und das Kraftmaschinendrehmoment umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **2100** geht zu **2104** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0360] Bei **2104** beurteilt das Verfahren **2100**, ob eine Triebstrangtrennkupplung offen ist oder nicht. Eine Triebstrangtrennkupplung kann auf der Basis einer im Speicher gespeicherten Variable oder auf der Basis einer Differenz zwischen der Kraftmaschinendrehzahl und der DISG-Drehzahl als offen bestimmt werden. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass die Triebstrangtrennkupplung nicht offen ist, ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** geht zum Ende weiter. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass die Triebstrangtrennkupplung offen ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2106** weiter.

[0361] Bei **2106** beurteilt das Verfahren **2100**, ob ein Kraftmaschinenstart über den DISG angefordert wird oder ob ein Kraftmaschinendrehmoment auf den Triebstrang aufgebracht werden soll oder nicht. Ein Kraftmaschinenstart kann angefordert werden, wenn das angeforderte Triebstrangdrehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment. Ebenso kann eine Anforderung zum Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang vorliegen, wenn das angeforderte Triebstrangdrehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass ein Kraftmaschinenstart über den DISG angefordert wird oder wenn ein Kraftmaschinendrehmoment auf den Triebstrang aufgebracht werden soll, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2108** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** geht zum Ende weiter.

[0362] Bei **2108** beurteilt das Verfahren **2100**, ob ein Drehmomentsensor im Fahrzeugtriebstrang an den in **Fig. 1–Fig. 3** beschriebenen Stellen vorhanden ist oder nicht. Wenn beurteilt wird, dass ein Drehmomentsensor vorhanden ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2110** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** geht zu **2130** weiter.

[0363] Bei **2110** bestimmt das Verfahren **2100** eine Differenz zwischen einem gewünschten Triebstrangeingangsdrehmoment und einem tatsächlichen Triebstrangeingangsdrehmoment an einem ausgewählten Ort entlang des Triebstrangs. In einigen Beispielen kann der ausgewählte Ort für das Triebstrangeingangsdrehmoment an einem Drehmomentwandler-Pumpenrad, einem Ort zwischen einer Triebstrangtrennkupplung und einem DISG, an einer Getriebeausgangswelle, an einem Drehmomentwandler-Turbinenrad, an einem Anfahrkupplungseingang oder an einem anderen Triebstrangort liegen. Das tatsächliche oder gemessene Triebstrangeingangsdrehmoment am ausgewählten Triebstrangort wird von einem Drehmomentsensor bestimmt. Das gewünschte Triebstrangeingangsdrehmoment kann von einer Fahrpedalposition oder einer anderen Quelle bestimmt werden. Die Differenz des Drehmoments ist das gewünschte Triebstrangeingangsdrehmoment minus das tatsächliche Triebstrangeingangsdrehmoment.

[0364] Wenn der Drehmomentsensor im Triebstrang zwischen dem DISG und der Triebstrangtrennkupplung angeordnet ist, kann alternativ das durch einen Drehmomentsensor gemessene Drehmoment zu einem DISG-Drehmomentbefehl addiert werden, so dass der DISG ein zusätzliches Drehmoment ausgibt, um die Kraftmaschine zu starten, so dass das gewünschte Getriebeeingangsdrehmoment zum Getriebe geliefert wird. Das Verfahren **2100** geht zu **2112** weiter.

[0365] Bei **2112** stellt das Verfahren **2100** den zum DISG gelieferten Strom ein, so dass das gewünschte Triebstrangeingangsdrehmoment zum Triebstrang an einem festgelegten Ort geliefert wird, selbst wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion verschlechtert ist. Wenn der Triebstrangdrehmomentsensor verwendet wird, um das Triebstrangeingangsdrehmoment zurückzuführen, wird das DISG-Drehmoment erhöht, wenn das tatsächliche Triebstrangeingangsdrehmoment geringer ist als das gewünschte Triebstrangeingangsdrehmoment. Das DISG-Drehmoment wird verringert, wenn das tatsächliche Triebstrangeingangsdrehmoment größer ist als das gewünschte Triebstrangeingangsdrehmoment. In dieser Weise wird das DISG-Drehmoment in Reaktion auf eine Differenz zwischen dem gewünschten Triebstrangeingangsdrehmoment und dem tatsächlichen oder gemessenen Triebstrangeingangsdrehmoment eingestellt.

[0366] Wenn der Triebstrangdrehmomentsensor als Mitkopplungssensor implementiert wird, wird die Drehmomentsensorausgabe mit dem gewünschten DISG-Drehmoment kombiniert, um das gewünschte DISG-Drehmoment am Getriebeeingang oder an einem anderen festgelegten Triebstrangort zu liefern. In dieser Weise kann ein Drehmomentsensor als Rückkopplungs- oder Mitkopplungsvorrichtung eingesetzt werden. Das Verfahren **2100** geht zu **2114** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment eingestellt ist.

[0367] Bei **2114** erhöht das Verfahren **2100** den Triebstrangtrennkupplungsdruck, um die Triebstrangtrennkupplung zu schließen, so dass die Kraftmaschine durch den DISG oder den Triebstrang angelassen werden kann. Der Triebstrangtrennkupplungsdruck wird durch Indizieren einer Funktion eingestellt, die einen Triebstrangtrennbefehl oder eine Triebstrangtrennanwendungskraft auf der Basis eines gewünschten Drehmoments zur Übertragung durch die Triebstrangtrennkupplung ausgibt. Ein Zündfunke und Kraftstoff können auch bei **2114** zugeführt werden, nachdem sich die Kraftmaschine auf einer vorbestimmten Drehzahl oder in einer vorbestimmten Position befindet. Das Verfahren **2100** geht zu **2118** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungsdruck zuzunehmen beginnt.

[0368] Bei **2116** beurteilt das Verfahren **2100**, ob die Kraftmaschine gestartet hat oder nicht. In einem Beispiel kann beurteilt werden, dass die Kraftmaschine gestartet hat, wenn die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl übersteigt. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass die Kraftmaschine gestartet hat, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2118** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** kehrt zu **2110** zurück.

[0369] Bei **2118** beurteilt das Verfahren **2100**, ob die Kraftmaschinendrehzahl bis zu der DISG-Drehzahl beschleunigt hat und gleich dieser ist oder nicht. Die Kraftmaschinendrehzahl kann als gleich der DISG-Drehzahl beurteilt werden, wenn ein Kraftmaschinendrehzahlsensor und ein DISG-Drehzahlsensor im Wesentlichen dieselbe Drehzahl (z. B. $\pm 20 \text{ min}^{-1}$) lesen. Wenn das Verfahren **2100** die Kraftmaschinendrehzahl als gleich der DISG-Drehzahl beurteilt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2122** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** geht zu **2120** weiter.

[0370] Bei **2120** stellt das Verfahren **2100** die Kraftmaschinendrehzahl auf die DISG-Drehzahl ein. Die Kraftmaschinendrehzahl kann auf die DISG-Drehzahl über das Einstellen des Kraftmaschinendrehmoments über eine Drosselklappe und Kraftstoffeinspritzung eingestellt werden. Ferner kann die Kraftmaschinendrehzahl über vollständiges Schließen der Triebstrangtrennkupplung eingestellt werden, um die DISG-Drehzahl zu erreichen. Das vollständige Schließen der Triebstrangtrennkupplung, bevor die Kraftmaschinendrehzahl dem DISG entspricht, kann jedoch Triebstrangdrehmomentstörungen erhöhen. Das Verfahren **2100** kehrt zu **2118** zurück, nachdem die Kraftmaschine so eingestellt ist, dass sie der DISG-Drehzahl entspricht.

[0371] Bei **2122** verriegelt das Verfahren **2100** die Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung kann durch Zuführen von mehr als einer Schwellenmenge an Druck zur Triebstrangtrennkupplung verriegelt werden. Das Verfahren **2100** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung verriegelt ist.

[0372] Bei **2130** öffnet das Verfahren **2100** die Drehmomentwandlerkupplung (TCC). Die Drehmomentwandlerkupplung wird geöffnet, so dass das Drehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad auf der Basis von Drehmomentwandler-Betriebsbedingungen abgeschätzt werden kann. Alternativ kann das Drehmomentwandler-Turbinenraddrehmoment abgeschätzt werden, falls erwünscht. Das Verfahren **2100** geht zu **2132** weiter, nachdem die TCC geöffnet ist.

[0373] Bei **2132** führt das Verfahren **2100** den DISG von einem Drehmomentsteuermodus in einen Drehzahlsteuermodus über, so dass der DISG einer gewünschten Drehzahl folgt. Der DISG folgt der gewünschten Drehzahl, indem Drehmomenteinstellungen am DISG durchgeführt werden, die auf einer Differenz zwischen der gewünschten DISG-Drehzahl und der tatsächlichen DISG-Drehzahl basieren. Folglich wird die DISG-Drehzahl über das Einstellen des DISG-Drehmoments in Reaktion auf die tatsächliche oder gemessene DISG-Drehzahl gesteuert. Außerdem schätzt das Verfahren **2100** eine Menge an Drehmoment ab, die die Triebstrangtrennkupplung zum Starten der Kraftmaschine liefert. Die gewünschte Menge an Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine kann empirisch bestimmt und als Übertragungsfunktion im Speicher gespeichert werden. Die gewünschte Menge an Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine kann über die Triebstrangtrennkupplung durch Indizieren einer Funktion, die die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion beschreibt, zur Kraftmaschine übertragen werden. Die Funktion gibt einen Triebstrangtrennkupplungs-Betätigungsbefehl aus, der das gewünschte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment liefert. Die Funktion wird über das gewünschte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment indiziert. Das Verfahren **2100** geht zu **2134** weiter, nachdem der DISG vom Drehmomentsteuermodus in den Drehzahlsteuermodus eintritt, und bestimmt eine Menge an Drehmoment zum Zuführen zur Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung, so dass die Kraftmaschine angelassen werden kann.

[0374] Bei **2134** befiehlt das Verfahren **2100** den DISG auf eine gewünschte Drehzahl, die eine Funktion der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments ist, um ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment zu erreichen. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment kann von einer Fahrpedaleingabe oder einer Steuereinheit (z. B. gewünschtes Triebstrangdrehmoment) bestimmt werden. Die gewünschte DISG-Drehzahl wird über Indizieren von einer oder mehreren Funktionen bestimmt, die den Betrieb eines Drehmomentwandlers beschreiben (z. B. siehe **Fig. 45–Fig. 47**). Insbesondere wird ein Verhältnis der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl zur Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl mit einem Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor (z. B. einer Drehmomentwandler-Übertragungsfunktion) multipliziert. Das Ergebnis wird dann mit der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl im Quadrat multipliziert, um das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment bereitzustellen.

[0375] Wenn der Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor, das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment und die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl bekannt sind, kann folglich die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl, die das Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment schafft, bestimmt werden. In dieser Weise ist die Drehmomentwandler-Übertragungsfunktion die Basis zum Liefern eines gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments, wenn kein Triebstrangdrehmomentsensor vorgesehen ist. Der DISG wird auf die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl befohlen, die das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment vorsehen kann, selbst wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft, die ein gewünschtes Kraftmaschinenanlassdrehmoment schafft, falsch ist. Außerdem kann die Menge an Drehmoment, von der bestimmt wird, dass sie durch die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird, bei **2132** zum DISG-Drehmomentbefehl addiert werden, der die gewünschte DISG-Drehzahl im Drehzahlsteuermodus schafft. In dieser Weise kann das vom DISG zur Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung übertragene Drehmoment zum DISG-Drehmomentbefehl addiert werden, so dass der DISG die gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment er-

reicht, selbst wenn die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird. Das Verfahren **2100** geht zu **2136** weiter, nachdem die DISG-Drehzahl eingestellt ist.

[0376] Bei **2136** erhöht das Verfahren **2100** den Triebstrangtrennkupplungsdruck, um die Triebstrangtrennkupplung zu schließen, so dass die Kraftmaschine durch den DISG oder den Triebstrang angelassen werden kann. Der Triebstrangtrennkupplungsdruck wird geschlossen, um die gewünschte Menge an Drehmoment zum Anlassen der Kraftmaschine zu liefern, wie bei **2132** bestimmt. Der Triebstrang-Zündfunke und -Kraftstoff können auch bei **2136** zugeführt werden, nachdem die Kraftmaschine sich auf einer vorbestimmten Drehzahl oder in einer vorbestimmten Position befindet. Das Verfahren **2100** geht zu **2138** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungsdruck zuzunehmen beginnt.

[0377] Bei **2138** beurteilt das Verfahren **2100**, ob die Kraftmaschine gestartet hat oder nicht. In einem Beispiel kann beurteilt werden, dass die Kraftmaschine gestartet hat, wenn die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl übersteigt. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass die Kraftmaschine gestartet hat, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2140** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** kehrt zu **2132** zurück.

[0378] Bei **2140** beurteilt das Verfahren **2100**, ob die Kraftmaschinendrehzahl bis zur DISG-Drehzahl beschleunigt hat und gleich dieser ist oder nicht. Die Kraftmaschinendrehzahl kann als gleich der DISG-Drehzahl beurteilt werden, wenn ein Kraftmaschinendrehzahlsensor und ein DISG-Drehzahlsensor im Wesentlichen dieselbe Drehzahl (z. B. $\pm 20 \text{ min}^{-1}$) lesen. Wenn das Verfahren **2100** beurteilt, dass die Kraftmaschinendrehzahl gleich der DISG-Drehzahl ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2100** geht zu **2144** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2100** geht zu **2142** weiter.

[0379] Bei **2142** stellt das Verfahren **2100** die Kraftmaschinendrehzahl auf die DISG-Drehzahl ein. Die Kraftmaschinendrehzahl kann auf die DISG-Drehzahl über das Einstellen des Kraftmaschinendrehmoments über eine Drosselklappe und Kraftstoffeinspritzung eingestellt werden. Ferner kann die Kraftmaschinendrehzahl zum Erreichen der DISG-Drehzahl über vollständiges Schließen der Triebstrangtrennkupplung eingestellt werden. Das vollständige Schließen der Triebstrangtrennkupplung, bevor die Kraftmaschinendrehzahl dem DISG entspricht, kann jedoch Triebstrangdrehmomentstörungen erhöhen. Das Verfahren **2100** kehrt zu **2140** zurück, nachdem die Kraftmaschine zur Anpassung an die DISG-Drehzahl eingestellt ist.

[0380] Bei **2144** verriegelt das Verfahren **2100** die Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung kann durch Zuführen von mehr als einer Schwellenmenge an Druck zur Triebstrangtrennkupplung verriegelt werden. Das Verfahren **2100** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung verriegelt ist.

[0381] In dieser Weise kann die Drehmomentwandler-Übertragungsfunktion eine Basis zum Abschätzen und Liefern des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoments sein, wenn kein Triebstrangdrehmomentsensor vorhanden ist und wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion verschlechtert ist. Wenn andererseits ein Triebstrangdrehmomentsensor zur Verfügung steht, kann die Drehmomentsensorausgabe eine Basis zum Einstellen des DISG-Drehmoments sein, so dass ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment geliefert werden kann, selbst wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion verschlechtert ist.

[0382] Mit Bezug auf **Fig. 22** ist eine Beispielsequenz zum Kompensieren einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion gemäß dem Verfahren von **Fig. 21** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 22** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0383] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 22** stellt die Basis-DISG-Drehmomentanforderung als Funktion der Zeit dar. Die Basis-DISG-Anforderung ist in einem Beispiel ein DISG-Drehmoment, das zum Triebstrang ohne Rückkopplung von einem Triebstrangdrehmomentsensor oder Rückkopplung von Drehmomentwandler-Betriebsbedingungen geliefert wird. Die Y-Achse stellt das Basis-DISG-Drehmoment dar und das Basis-DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0384] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 22** stellt das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment dar und das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die durchgezogene Kurve **2202** stellt das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment dar. Die ge-

strichelte Kurve **2204** stellt das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment dar. Das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment ist gleich dem gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment, wenn nur das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment sichtbar ist.

[0385] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 22** stellt die Triebstrangtrennkupplungskraft als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Triebstrangtrennkupplungskraft dar und die Triebstrangtrennkupplungskraft nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die Triebstrangtrennkupplung ist bei höherer Kraft geschlossen und bei niedrigerer Kraft offen. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0386] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 22** stellt eine DISG-Drehmomenteinstellung als Funktion der Zeit dar. Eine Erhöhung der Drehmomenteinstellung erhöht das DISG-Drehmoment. Die Y-Achse stellt das DISG-Einstellungsdrehmoment dar und das DISG-Einstellungsdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0387] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 22** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0388] Zum Zeitpunkt T₃₈ liegt das DISG-Drehmoment auf einem höheren Niveau ebenso wie das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment. Die Triebstrangtrennkupplung ist geschlossen und es besteht keine DISG-Drehmomenteinstellung, da das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment dem gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment entspricht. Die Kraftmaschinendrehzahl liegt auf einem erhöhten Niveau, um anzugeben, dass die Kraftmaschine arbeitet.

[0389] Zum Zeitpunkt T₃₉ wird das Basis-DISG-Drehmoment auf null verringert; in einigen Beispielen kann jedoch das Basis-DISG-Drehmoment größer sein als null, um einen Getriebeöldruck zu liefern. Die Kraftmaschine wird gestoppt und das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment wird auch auf null verringert. Die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet, so dass die Kraftmaschine vom DISG abgekoppelt wird. Zwischen dem Zeitpunkt T₃₉ und dem Zeitpunkt T₄₀ bleiben die Kraftmaschine und der DISG ausgeschaltet.

[0390] Zum Zeitpunkt T₄₀ nimmt das Basis-DISG-Drehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) und in Reaktion auf die Triebstrangtrennkupplungskraft zu, die in eine Menge an Drehmoment umgewandelt werden kann, das durch die Triebstrangtrennkupplung zur Kraftmaschine übertragen wird. Die Kraftmaschine wird in Reaktion auf das Fahreranforderungsdrehmoment auch gedreht, so dass sie gestartet wird. Die Kraftmaschine wird durch Erhöhen der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft in Reaktion auf das Fahreranforderungsdrehmoment gedreht, so dass das Drehmoment vom DISG zum Drehen der Kraftmaschine übertragen werden kann. Das DISG-Drehmoment, das zur Kraftmaschine übertragen wird, wird auf der Basis der Triebstrangtrennkupplungskraft abgeschätzt. Insbesondere gibt eine empirisch bestimmte Übertragungsfunktion, die durch die Triebstrangtrennkupplungskraft indiziert ist, ein Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment aus. Das befohlene DISG-Drehmoment ist die Summe des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments und des Fahreranforderungsdrehmoments. In einem Beispiel ist das Fahreranforderungsdrehmoment ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment. Wenn das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment überschätzt oder unterschätzt wird, weicht das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment vom gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment ab.

[0391] In diesem Beispiel ist das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment geringer als das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment, da die Triebstrangtrennkupplungskraft erhöht ist. Folglich wurde das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment unterschätzt und weniger Drehmoment wird vom DISG zum Drehmomentwandler-Pumpenradrad zugeführt. Folglich wird das DISG-Drehmoment erhöht, um die Differenz zwischen dem gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment und dem tatsächlichen Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment zu korrigieren. Die DISG-Drehmomenterhöhung ist im DISG-Drehmomenteinstellungsdiagramm gezeigt, das zur Basis-DISG-Drehmomentanforderung hinzugefügt ist, die im ersten Diagramm gezeigt ist, und an den DISG ausgegeben wird. In einigen Beispielen wird ferner die abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion in Reaktion auf die DISG-Drehmomenteinstellung eingestellt. Wenn beispielsweise das DISG-Drehmoment um 2 Nm erhöht wird, wird die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion so eingestellt, dass sie widerspiegelt, dass die Triebstrangtrennkupplung zusätzliche 2 Nm bei der gegenwärtigen Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft überträgt.

[0392] Das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment kann über einen Drehmomentsensor oder alternativ aus der Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl, der Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl und dem Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor bestimmt werden, wie im Hinblick auf **Fig. 21** und **Fig. 45–Fig. 47** beschrieben. Das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment kann von einer Fahrpedalposition oder einer Steuereinheitsanforderung bestimmt werden.

[0393] Zum Zeitpunkt T_{41} wird die Kraftmaschine gestartet und die Kraftmaschine hat auf dieselbe Drehzahl wie der DISG beschleunigt. Ferner wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl der DISG-Drehzahl entspricht, geschlossen. Die DISG-Drehmomenteinstellung wird in Reaktion darauf, dass das tatsächliche Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment im Wesentlichen gleich (z. B. ± 10 Nm) dem gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment ist, verringert, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0394] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** das Betreiben eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Öffnen einer Drehmomentwandlerkupplung in Reaktion auf eine Kraftmaschinenstartanforderung; und Einstellen einer Drehzahl eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) in Reaktion auf eine gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl. In dieser Weise kann eine Kompensation für eine Triebstrangtrennkupplung bereitgestellt werden. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen der DISG-Drehzahl das Einstellen der DISG-Drehzahl als Funktion der Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl und des gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoments umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment auf einem Fahreranforderungsdrehmoment basiert. Das Verfahren umfasst, dass die DISG-Drehzahl über das Einstellen eines DISG-Drehmoments eingestellt wird.

[0395] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Einstellen des DISG-Drehmoments in Reaktion auf ein abgeschätztes Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment. Das Verfahren umfasst, dass das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment auf einer Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Betreiben des DISG in einem Drehzahlsteuermodus, wenn die DISG-Drehzahl eingestellt wird.

[0396] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** schaffen das Betreiben eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Öffnen einer Drehmomentwandlerkupplung in Reaktion auf eine Kraftmaschinenstartanforderung; Betreiben eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) in einem Drehzahlsteuermodus; Einstellen der DISG-Drehzahl in Reaktion auf eine gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl; und Starten einer Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft teilweise geschlossen wird, und dass das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment auf der Basis einer Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft abgeschätzt wird.

[0397] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass das DISG-Drehmoment in Reaktion auf das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment eingestellt wird. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen der DISG-Drehzahl in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment. Das Verfahren umfasst, dass die DISG-Drehzahl gleichzeitig mit dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung eingestellt wird. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion in Reaktion auf ein DISG-Einstellungsdrehmoment, das während des Schließens der Triebstrangtrennkupplung ausgegeben wird. Das Verfahren umfasst, dass das Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung das teilweise Schließen der Triebstrangtrennkupplung und dann das vollständige Schließen der Triebstrangtrennkupplung umfasst, so dass die Triebstrangtrennkupplungs-Eingangsdrehzahl der Triebstrangtrennausgangsdrehzahl entspricht, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist.

[0398] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** schaffen ein Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem, das umfasst: einen Drehmomentwandler; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG); eine Kraftmaschine; eine Triebstrangtrennkupplung, die in einem Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und dem DISG angeordnet ist; und eine Steuereinheit mit ausführbaren nichtflüchtigen Befehlen zum Betreiben des DISG in einem Drehzahlsteuermodus und Liefern eines gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoments über das Einstellen der DISG-Drehzahl in Reaktion auf eine Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl und das gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment.

[0399] In einigen Beispielen umfasst das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung zu einem ersten Zeitpunkt, zu dem die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist, nach einem Kraftmaschinenstopp. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anforderung zum Starten der Kraftmaschine. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Abschätzen des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments auf der Basis einer Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst ferner einen DISG-Drehzahlsensor und einen Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahlsensor zum Bestimmen der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst, dass der Drehzahlsteuermodus das Einstellen des DISG-Drehmoments umfasst, um die DISG-Drehzahl einzustellen.

[0400] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** schaffen das Betreiben eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Einstellen eines Ausgangsdrehmoments eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) in Reaktion auf eine Differenz zwischen einem gewünschten Triebstrangdrehmoment und einem tatsächlichen Triebstrangdrehmoment während des zumindest teilweisen Schließens einer Triebstrangtrennkupplung. In dieser Weise kann ein gewünschtes Drehmoment geliefert werden, selbst wenn die Abschätzung des Triebstrangtrenndrehmoment einen Fehler umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment ein gewünschtes Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment ist und dass das tatsächliche Triebstrangdrehmoment ein tatsächliches Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment ist.

[0401] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf einem Fahreranforderungsdrehmoment basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen eines Ausgangsdrehmoments des DISG auf der Basis einer Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments in offener Schleife. Das Verfahren umfasst, dass die Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments in offener Schleife auf einem Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsbefehl basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Anlassen einer Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst ferner das Starten der Kraftmaschine über das Zuführen von Kraftstoff und eines Zündfunkens zur Kraftmaschine, bevor die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen wird.

[0402] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** schaffen das Betreiben eines Hybridfahrzeug-Triebstrang, umfassend: Einstellen eines Ausgangsdrehmoments eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) in Reaktion auf eine Differenz zwischen einem gewünschten Triebstrangdrehmoment und einem tatsächlichen Triebstrangdrehmoment während des zumindest teilweisen Schließens einer Triebstrangtrennkupplung; und Einstellen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf der Basis der Differenz zwischen dem gewünschten Triebstrangdrehmoment und dem tatsächlichen Triebstrangdrehmoment. Das Verfahren umfasst, dass die Übertragungsfunktion ein Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment als Funktion der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft beschreibt.

[0403] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Anlassen einer Kraftmaschine über das zumindest teilweise Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst ferner das Starten der Kraftmaschine über das Zuführen eines Zündfunkens und von Kraftstoff zur Kraftmaschine vor dem vollständigen Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst ferner das vollständige Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist, zu einem ersten Zeitpunkt seit dem Kraftmaschinenstopp. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf einer Fahrpedaleingabe basiert. Das Verfahren umfasst, dass das tatsächliche Triebstrangdrehmoment auf einer Ausgabe eines Drehmomentsensors basiert.

[0404] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 21–Fig. 22** schaffen ein Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem, das umfasst: einen Triebstrangdrehmomentsensor; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG); eine Kraftmaschine; eine Triebstrangtrennkupplung, die in einem Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und dem DISG angeordnet ist; und eine Steuereinheit mit ausführbaren nichtflüchtigen Befehlen zum Einstellen des DISG-Ausgangsdrehmoments in Reaktion auf eine Differenz zwischen einem gewünschten Triebstrangdrehmoment und einer Ausgabe des Triebstrangdrehmomentsensors während der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung zu einem ersten Zeitpunkt, zu dem die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist, nach einem Kraftmaschinenstart.

[0405] In einigen Beispielen umfasst das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anforderung zum Starten der Kraftmaschine. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare nichtflüchtige Befehle zum Einstellen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion in Reaktion auf die Differenz zwischen dem gewünschten Triebstrangdrehmoment und der Ausgabe des Triebstrangdrehmomentsensors. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst, dass der Triebstrangdrehmomentsensor zwischen einem Drehmomentwandler-Pumpenrad und dem DISG angeordnet ist. Das Hybridfahrzeug-Triebstrangsystem umfasst, dass der Triebstrangdrehmomentsensor zwischen einem Drehmomentwandler-Turbinenrad und einem Getriebezahnrad angeordnet ist.

[0406] Mit Bezug auf **Fig. 23** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Verbessern des Kraftmaschinenstarts nach dem Stoppen der Verbrennung in einer Kraftmaschine gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 23** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0407] Bei **2302** bestimmt das Verfahren **2300** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Kraftmaschinendrehzahl, die Kraftmaschinenposition, den Triebstrangtrennkupplungszustand, die DISG-Drehzahl und die Umgebungstemperatur umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **2300** geht zu **2304** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0408] Bei **2304** beurteilt das Verfahren **2300**, ob Bedingungen zum automatischen Stoppen der Drehung der Kraftmaschine vorliegen oder nicht. In einem Beispiel kann die Kraftmaschinendrehung stoppen, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment geringer ist als ein Schwellenwert. In einem anderen Beispiel kann die Kraftmaschinendrehung gestoppt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit geringer ist als eine Schwellengeschwindigkeit und wenn das Kraftmaschinendrehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment. Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass Bedingungen zum automatischen Stoppen der Kraftmaschinendrehung vorliegen, geht das Verfahren **2300** zu **2306** weiter. Ansonsten geht das Verfahren **2300** zum Ende weiter.

[0409] Bei **2306** beendet das Verfahren **2300** sequentiell die Kraftstoffeinspritzung in die Kraftmaschinenzylinder, so dass die Verbrennung von Kraftstoff in den Kraftmaschinenzylindern nicht auf halbem Wege während der Einspritzung von Kraftstoff in einen speziellen Zylinder gestoppt wird. Das Verfahren **2300** geht zu **2308** weiter, nachdem die Kraftstoffeinspritzung beendet ist.

[0410] Bei **2308** beurteilt das Verfahren **2300**, ob die Kraftmaschinendrehzahl unter einer oberen Schwellendrehzahl für Geräusch, Vibration und Rauheit (NVH) und über einer unteren NVH-Schwellendrehzahl liegt. Wenn ja, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2310** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** kehrt zu **2330** zurück.

[0411] Bei **2310** beurteilt das Verfahren **2300**, ob der Kraftmaschinen-Kurbelwellenwinkel an einem vorbestimmten Ort liegt, wenn sich die Kraftmaschine dreht, oder nicht. In einem Beispiel ist die vorbestimmte Position ein Kurbelwellenwinkel innerhalb einer vorbestimmten Anzahl von Kurbelwellengrad, nachdem sich ein spezieller Zylinder durch den Kompressionshub am oberen Totpunkt dreht (z. B. innerhalb 90 Kurbelwellengrad nach dem Kompressionshub am oberen Totpunkt eines Zylinders für eine Vier-Zylinder-Kraftmaschine). Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass der Kraftmaschinen-Kurbelwellenwinkel nicht an einem vorbestimmten Ort liegt, ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** kehrt zu **2308** zurück. Ansonsten ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2312** weiter.

[0412] Bei **2312** befiehlt das Verfahren **2300** dem Starter, die Starterritzelwelle und das Starterritzel mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff zu bringen. Die Starterritzelwelle kann über ein Solenoid bewegt werden und das Starterritzel kann beginnen sich zu drehen, wenn die Ritzelwelle vollständig ausgefahren ist. In anderen Beispielen können die Starterritzelwelle und das Starterritzelhohlrads separat gesteuert werden, um eine unabhängige Aktivierung zu ermöglichen. Das Verfahren **2300** geht zu **2314** weiter, nachdem der Starterritzelwelle und dem Starterritzel befohlen wird, dass sie mit der Kraftmaschine in Eingriff gebracht werden.

[0413] Bei **2314** beurteilt das Verfahren **2300**, ob die Ritzelwelle und das Ritzel vollständig mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff stehen. In einem Beispiel kann über Sensorausgaben (z. B. einen Grenzscharter) oder über den Starterstrom bestimmt werden, dass die Ritzelwelle und das Ritzel mit der Kraftmaschine in Eingriff gekommen sind. Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass die Ritzelwelle und das Ritzel mit der Kraftmaschine in Eingriff gekommen sind, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2316** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** geht zu **2322** weiter.

[0414] Bei **2316** stellt das Verfahren **2300** die Kraftmaschinen-Drosselklappe auf der Basis der Ritzelwelle und des Ritzels, die mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff stehen, auf eine zweite Position zur Vorbereitung auf einen möglichen Fahrersinneswandel in Bezug auf das Stoppen der Kraftmaschine ein. In einem Beispiel ist die zweite Drosselklappenposition offener als eine erste Drosselklappenposition bei **2322**. Die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition wird in eine offenere Position eingestellt, um ein höheres Kraftmaschinendrehmoment zu liefern, wenn ein Fahrersinneswandel nach dem Startereingriff auftritt. Das Kraftmaschinendrehmoment kann beeinflusst werden, wenn das Ritzel mit dem Schwungrad in Eingriff steht. Das Einstellen der Kraftmaschinenluftmenge kann die Auswirkung kompensieren, die ein eingerücktes Ritzel auf den Kraftmaschinenneustart und die Kraftmaschinenverlangsamung haben kann. Das Verfahren **2300** geht zu **2318** weiter, nachdem die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition eingestellt ist.

[0415] Bei **2318** beurteilt das Verfahren **2300**, ob ein Fahrersinneswandel aufgetreten ist oder nicht, seitdem der Eingriff der Starterritzelwelle und des Starterritzels befohlen wurde. Ein Fahrersinneswandel weist darauf hin, dass der Fahrer das Aufbringen eines Drehmoments auf die Fahrzeugräder fortsetzen will, um die Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechtzuerhalten oder zu erhöhen. In einem Beispiel kann ein Fahrersinneswandel durch Lösen eines Bremspedals oder Erhöhen eines Kraftmaschinendrehmomentbefehls über ein Fahrpedal angegeben werden. Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass ein Fahrersinneswandel angefordert wird, bevor die Kraftmaschinendrehung stoppt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2320** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** kehrt zu **2308** zurück.

[0416] Bei **2320** lässt das Verfahren **2300** die Kraftmaschine über den Starter an und startet die Kraftmaschine neu, da die Starterritzelwelle und das Ritzel mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff gekommen sind. Kraftstoff und ein Zündfunke werden auch wiederum zu den Kraftmaschinenzylindern geliefert, um die Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern zu erleichtern. Das Verfahren **2300** endet, nachdem die Kraftmaschine angelassen und neu gestartet ist.

[0417] Bei **2322** stellt das Verfahren **2300** die Kraftmaschinen-Drosselklappe auf eine erste Position auf der Basis dessen ein, dass die Ritzelwelle und das Ritzel nicht mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff stehen. In einem Beispiel ist die erste Drosselklappenposition mehr geschlossen als eine zweite Drosselklappenposition bei **2316**. Die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition wird auf eine mehr geschlossene Position eingestellt, um die Kraftmaschinenluftströmung zu verringern und die Oxidation innerhalb eines Auslasssystemkatalysators zu verringern. Das Verfahren **2300** kehrt zu **2308** zurück, nachdem die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition auf die erste Position eingestellt ist.

[0418] Bei **2330** beurteilt das Verfahren **2300**, ob die Kraftmaschinendrehzahl niedriger als der niedrigere NVH-Drehzahlschwellenwert und ob die Kraftmaschinendrehzahl über einem Eingriffsdrehzahl-Schwellenwert liegt oder nicht. Die Eingriffsdrehzahl ist eine Kraftmaschinendrehzahl, unter der die Kraftmaschine sich in einer Rückwärtsrichtung drehen kann, während die Kraftmaschine gestoppt wird. Wenn die Kraftmaschinendrehzahl über der Eingriffsdrehzahl und unter dem unteren NVH-Drehzahlschwellenwert liegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2332** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** geht zu **2350** weiter. Das Verfahren **2300** beendet auch den Versuch, den Starter bei Kraftmaschinendrehzahlen unter der Eingriffsdrehzahl und über der Kraftmaschinendrehzahl von null in Eingriff zu bringen.

[0419] Bei **2332** befiehlt das Verfahren **2300**, dass die Starterritzelwelle und das Starterritzel mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff kommen. Der Starterritzelwelle und dem Starterritzel kann befohlen werden, mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff zu kommen, wie bei **2312** beschrieben. Das Verfahren **2300** geht zu **2334** weiter, nachdem der Starterritzelwelle und dem Starterritzel befohlen wird, mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff zu kommen.

[0420] Bei **2334** beurteilt das Verfahren **2300**, ob die Ritzelwelle und das Ritzel mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff stehen oder nicht. Das Verfahren **2300** beurteilt, ob die Ritzelwelle und das Ritzel mit dem Schwungradhohlrads in Eingriff stehen, wie bei **2314** beschrieben. Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass das Schwungrad mit dem Ritzel und der Ritzelwelle in Eingriff steht, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2336** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** geht zu **2342** weiter.

[0421] Bei **2336** stellt das Verfahren **2300** die Drosselklappenposition auf eine vierte Position ein. Da der Eingriff der Starterritzelwelle und des Starterritzels mit dem Kraftmaschinenschwungrad bei einer niedrigeren Kraftmaschinendrehzahl stattfindet, kann es erwünscht sein, das Kraftmaschinenbremsen über das Steuern der Kraftmaschinenluftmenge über die Drosselklappe auf ein anderes Ausmaß im Vergleich dazu einzustellen,

wenn der Eingriff der Starterritzelwelle und des Starterritzels mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads bei einer höheren Kraftmaschinendrehzahl versucht wird. Ferner kann das Einstellen der Kraftmaschinenluftmenge den Eingriff des Ritzels kompensieren. In einem Beispiel ist die vierte Position eine Position, in der die Drosselklappe mehr geschlossen ist als in der ersten und der zweiten Position bei **2322** und **2316**. Ferner ist die vierte Drosselklappenposition offener als die dritte Drosselklappenposition bei **2342**, um sich auf eine Fahrersinneswandelbedingung vorzubereiten. Das Einstellen der Drosselklappe auf der Basis der Kraftmaschinendrehzahl kann auch eine feinere Steuerung der Kraftmaschinenposition beim Kraftmaschinenstopp vorsehen. Das Verfahren **2300** geht zu **2338** weiter, nachdem die Drosselklappe auf die vierte Position eingestellt ist.

[0422] Bei **2338** beurteilt das Verfahren **2300**, ob ein Fahrersinneswandel vorliegt oder nicht. Ein Fahrersinneswandel kann bestimmt werden, wie bei **2318** beschrieben. Wenn das Verfahren **2300** beurteilt, dass ein Fahrersinneswandel vorliegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2300** geht zu **2340** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2300** kehrt zu **2310** zurück.

[0423] Bei **2340** lässt das Verfahren **2300** die Kraftmaschine zum Starten an und liefert einen Zündfunken und Kraftstoff zur Kraftmaschine. Das Verfahren **2300** kann die Kraftmaschine über den Starter oder den DISG anlassen, wie bei **2320** beschrieben. Das Verfahren **2300** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine in Reaktion auf den Fahrersinneswandel angelassen und neu gestartet ist.

[0424] Bei **2342** stellt das Verfahren **2300** die Drosselklappe auf eine dritte Position ein. Die dritte Position kann eine Drosselklappenposition sein, die geschlossen offen ist als die bei **2336** beschriebene vierte Position. Die dritte Position kann auch eine Drosselklappenposition sein, die mehr geschlossen ist als die bei **2322** und **2316** beschriebene erste und zweite Position. Das Verfahren **2300** kehrt zu **2310** zurück, nachdem die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition eingestellt ist.

[0425] Bei **2350** befiehlt das Verfahren **2300**, dass die Starterritzelwelle und das Starterritzel mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff kommen, nachdem die Kraftmaschine die Drehung gestoppt hat, wenn sie nicht in Eingriff steht. Der Eingriff der Starterritzelwelle und des Starterritzels nach dem Kraftmaschinenstopp kann den Starter- und/oder Hohlradsverschleiß verringern. Durch Eingriff der Starterritzelwelle und des Starterritzels, bevor die Kraftmaschine neu gestartet wird, kann es ferner möglich sein, die Kraftmaschinenstartzeit zu verkürzen. Das Verfahren **2300** geht zu **2352** weiter, nachdem der Starterritzelwelle und dem Starterritzel befohlen wurde, mit dem Kraftmaschinen-Schwungradhohlrads in Eingriff zu kommen.

[0426] Bei **2352** wird die Kraftmaschine in Reaktion auf Betriebsbedingungen automatisch neu gestartet, nachdem die Kraftmaschine die Drehung beendet. Die Kraftmaschine kann in Reaktion auf eine Kraftmaschinendrehmomentanforderung durch einen Fahrer oder in Reaktion auf einen Fahrer, der eine Bremse loslässt, neu gestartet werden. Ein automatischer Kraftmaschinenstart findet statt, wenn die Kraftmaschine neu gestartet wird, ohne dass ein Fahrer eine Vorrichtung betätigt oder bedient, die eine einzige Funktion zum Starten einer Kraftmaschine hat (z. B. ein Startschlüsselschalter). Ein automatischer Kraftmaschinenstart kann durch einen Fahrer eingeleitet werden, der eine Vorrichtung betätigt oder bedient, die mehr als eine Funktion aufweist, wie z. B. ein Bremspedal, das Fahrzeugbremsen anwenden kann, oder sekundär als Angabe, wann die Kraftmaschine zu starten ist. Das Verfahren **2300** startet die Kraftmaschine über einen Startermotor oder über den DISG neu und geht zum Ende weiter.

[0427] In dieser Weise kann das Verfahren von **Fig. 23** eine Position einer Drosselklappe in Reaktion auf den Startereingriff einstellen, um den Kraftmaschinenneustart im Fall eines Fahrersinneswandels weiter zu verbessern. Ferner stellt das Verfahren von **Fig. 23** die Drosselklappenposition während des Kraftmaschinenstopps gemäß der Kraftmaschinendrehzahl ein, um die Kraftmaschinenstoppposition durch Begrenzen der Kraftmaschinenrückwärtsdrehung zu verbessern.

[0428] Mit Bezug auf **Fig. 24** ist eine Beispielsequenz zum Verbessern des Kraftmaschinenneustarts und der Kraftmaschine nach dem Stoppen der Verbrennung gemäß dem Verfahren von **Fig. 23** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 24** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0429] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 24** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **2402** stellt einen oberen NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert dar. Die horizontale Linie **2404** stellt einen unteren NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert dar. Die horizontale Linie **2406** stellt einen Ritzeleingriffs-Drehzahlschwellenwert dar, wobei das Ritzel

nicht in Eingriff gebracht wird, wenn die Kraftmaschinendrehzahl unter der horizontalen Linie **2406** liegt, wenn nicht die Kraftmaschine das Drehen gestoppt hat. Der Eingriffsschwellenwert kann die Starterverschlechterung verringern.

[0430] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 24** stellt den Kraftstoffeinspritzzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftstoffeinspritzzustand dar. Die Kraftstoffeinspritzung ist aktiv, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftstoffeinspritzung ist gestoppt, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0431] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 24** stellt die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition dar und die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0432] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 24** stellt den Starterritzelzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Starterritzelzustand dar und Eingriffsniveaus sind neben der Y-Achse beschrieben. Das Ritzel ist zurückgeführt, wenn die Kurve auf dem Niveau von RET liegt. Das Ritzel ist vorgeschoben, aber nicht in Eingriff gebracht, wenn die Kurve auf dem Niveau ADV liegt. Das Ritzel steht mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff, wenn die Kurve auf dem Niveau ENG liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0433] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 24** stellt den Fahrzeugbremsenzustand (z. B. Reibungsbremsenzustand) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Fahrzeugbremsenzustand dar und die Bremse wird angewendet, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Bremse ist gelöst, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0434] Zum Zeitpunkt T42 ist die Kraftmaschinendrehzahl erhöht, die Kraftstoffeinspritzung ist aktiv, die Drosselklappe ist teilweise offen, der Starter ist nicht in Eingriff gebracht, und die Bremse ist nicht angewendet. Diese Bedingungen deuten auf ein Fahrzeug hin, das mit einer mäßigen Geschwindigkeit (z. B. 40 MPH) fährt. Zwischen dem Zeitpunkt T42 und dem Zeitpunkt T43 werden die Fahrzeugbremsen angewendet, um das Fahrzeug zu verlangsamen. Unter den dargestellten Bedingungen kann das Fahrzeug zwischen dem Zeitpunkt T42 und dem Zeitpunkt T43 fahren oder kann gestoppt haben.

[0435] Zum Zeitpunkt T43 wird die Kraftmaschinenverbrennung in Reaktion auf das Anwenden der Fahrzeugbremse und eine Verringerung der Drosselklappenposition, die auf dem Fahreranforderungsdrehmoment basiert, gestoppt. Folglich wird die Kraftmaschinendrehzahl verringert, so dass sie auf dem oberen NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert **2402** liegt oder geringer als dieser ist. Dem Starterritzel wird befohlen, mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff zu kommen, aber das Ritzel bewegt sich nur vorwärts und kommt nicht vollständig mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff. Die Drosselklappenposition wird in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als der obere NVH-Schwellenwert und größer ist als der untere NVH-Schwellenwert, verringert. Ferner wird die Drosselklappenposition in Reaktion darauf, dass die Starterritzelposition vorgeschoben, aber es nicht in Eingriff gebracht ist, eingestellt. Die Drosselklappe wird in eine erste Position **2410** geöffnet. Die Kraftmaschinendrehzahl nimmt weiterhin ab und das Ritzel kommt mit dem Schwungrad direkt vor dem Zeitpunkt T44 in Eingriff. Die Kraftmaschinen-Drosselklappenposition wird in Reaktion darauf, dass das Ritzel mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff kommt, auf eine zweite Position **2412** eingestellt. Die zweite Drosselklappenposition ist offener als die erste Position. Durch weiteres Öffnen der Drosselklappe, nachdem das Ritzel in Eingriff gebracht ist, kann es möglich sein, auf einen Fahrersinneswandel vorzubereiten, so dass der Kraftmaschineneustart verbessert werden kann.

[0436] Zum Zeitpunkt T44 wird das Bremspedal vom Fahrer losgelassen, was als Fahrersinneswandel in Bezug auf das Stoppen der Kraftmaschine interpretiert wird. Die Kraftstoffeinspritzung wird reaktiviert und der Starter liefert das Kraftmaschinenstartdrehmoment über das in Eingriff gebrachte Ritzel. Die Kraftmaschine startet neu und das Ritzel wird kurz danach zurückgeführt. Zwischen dem Zeitpunkt T44 und dem Zeitpunkt T45 wird die Kraftmaschine über veränderliche Fahrbedingungen beschleunigt und verlangsamt. Die Bremse wird wieder direkt vor dem Zeitpunkt T45 angewendet.

[0437] Zum Zeitpunkt T45 wird die Verbrennung in der Kraftmaschine gestoppt und die Kraftmaschine beginnt zu verlangsamen. Kurz danach wird die Kraftmaschinendrehzahl auf weniger als den oberen NVH-Kraftma-

schinendrehzahl-Schwellenwert **2402** verringert. Das Ritzel wird in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als der obere NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert und größer ist als der untere NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert, vorgeschoben, aber das Ritzel kommt nicht vollständig mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff. Die Kraftmaschinen-Drosselklappe wird in Reaktion auf die Kraftmaschinendrehzahl und den Ritzelzustand auf eine erste Position **2410** eingestellt. Die Kraftmaschinendrehzahl nimmt weiterhin ab und die Drosselklappe wird auf eine dritte Position **2414** eingestellt, wenn die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als der untere NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert **2404** und größer als der Eingriffsschwellenwert **2406**. Die dritte Position **2414** ist weniger offen als die erste Position **2410** und die zweite Position **2412**. Das Ritzel kommt mit dem Kraftmaschinenschwungrad in Eingriff, während die Kraftmaschinendrehzahl geringer als der untere NVH-Kraftmaschinendrehzahl-Schwellenwert **2404** und größer als der Eingriffsschwellenwert **2406** ist. Folglich wird die Drosselklappe in Reaktion auf die Ritzelposition und die Kraftmaschinendrehzahl auf eine vierte Position eingestellt. Die vierte Position **2416** ist offener als die dritte Position **2414**. Die vierte Position kann zusätzliche Luft zur Kraftmaschine liefern, so dass die Kraftmaschine im Fall eines Fahrersinneswandels leichter neu gestartet werden kann. Die Kraftmaschinendrehzahl erreicht ohne einen Fahrersinneswandel null und das Ritzel bleibt in Eingriff.

[0438] Zum Zeitpunkt T46 löst der Fahrer die Bremse und die Kraftmaschine wird über das in Eingriff stehende Ritzel in Reaktion darauf, dass die Bremse gelöst wird, neu gestartet. Die Kraftstoffeinspritzung wird auch in Reaktion auf das Lösen der Bremse und eine anschließende Anforderung zum Starten der Kraftmaschine reaktiviert.

[0439] In dieser Weise kann eine Position einer Kraftmaschinen-Drosselklappe eingestellt werden, um den Kraftmaschinenneustart zu verbessern, während eine Kraftmaschine gestoppt ist. Das Einstellen der Kraftmaschinen-Drosselklappenposition in Reaktion auf die Kraftmaschinendrehzahl und den Ritzelzustand während des Kraftmaschinenstopps kann helfen, die Kraftmaschine mit einer Menge an Luft zu versehen, die den Kraftmaschinenstart verbessern kann. Wenn das Ritzel vor dem Kraftmaschinenstopp nicht in Eingriff kommt, kann außerdem die eingestellte Drosselklappenposition den Kraftmaschinenstopp durch Steuern der Kraftmaschinenluftmenge vorhersagbar während des Kraftmaschinenstopps verbessern.

[0440] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 24** schaffen das Stoppen der Drehung einer Kraftmaschine, umfassend: Beenden der Kraftstoffzufuhr zu Kraftmaschinenzylindern, die Luft und Kraftstoff verbrennen; Befehlen des Eingriffs eines Starters aus einem nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff stehenden Zustand in einen Eingriff mit der Kraftmaschine; und Einstellen einer Position einer Drosselklappe auf der Basis dessen, ob der Starter mit der Kraftmaschine in Eingriff steht oder nicht. In dieser Weise kann die Kraftmaschine besser auf den Start vorbereitet werden, wenn ein Fahrer einen Sinneswandel hat. Das Verfahren umfasst, dass der Starter mit der Kraftmaschine über ein Ritzel in Eingriff kommt. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe in eine erste Position eingestellt wird, wenn der Starter nicht mit der Kraftmaschine innerhalb eines ersten Kraftmaschinendrehzahlbereichs in Eingriff kommt. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe auf eine zweite Position eingestellt wird, wenn der Starter innerhalb des ersten Kraftmaschinendrehzahlbereichs mit der Kraftmaschine in Eingriff kommt, wobei die zweite Position offener ist als die erste Position.

[0441] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner, dass dem Starter befohlen wird, mit der Kraftmaschine innerhalb eines vorbestimmten Kurbelwellenwinkelfensters in Eingriff zu kommen. Das Verfahren umfasst, dass das Kurbelwellenwinkelfenster innerhalb ± 40 Kurbelwellengrad eines oberen Totpunkts eines Zylinderhubs liegt. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschinendrehzahl während des Befehls des Eingriffs des Starters abnimmt.

[0442] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 24** schaffen das Stoppen der Drehung einer Kraftmaschine, umfassend: Beenden der Kraftstoffzufuhr zu Kraftmaschinenzylindern, die Luft und Kraftstoff verbrennen; Befehlen des Eingriffs eines Starters, der nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht, mit der Kraftmaschine in Eingriff zu kommen; und Einstellen einer Position einer Drosselklappe auf der Basis dessen, ob der Starter mit der Kraftmaschine in Eingriff kommt oder nicht, und der Kraftmaschinendrehzahl. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappenposition auf eine mehr geschlossene Position bei Kraftmaschinendrehzahlen, die geringer sind als eine Schwellendrehzahl, und eine offenere Position bei Kraftmaschinendrehzahlen, die größer sind als die Schwellendrehzahl, eingestellt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe auf eine erste Position eingestellt wird, wenn der Starter nicht mit der Kraftmaschine innerhalb eines ersten Kraftmaschinendrehzahlbereichs in Eingriff kommt. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe auf eine zweite Position eingestellt wird, wenn der Starter mit der Kraftmaschine innerhalb des ersten Kraftmaschinendrehzahlbereichs in Eingriff kommt, wobei die zweite Position offener ist als die erste Position. Das

Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe auf eine dritte Position eingestellt wird, wenn der Starter mit der Kraftmaschine innerhalb eines zweiten Kraftmaschinendrehzahlbereichs nicht in Eingriff kommt. Das Verfahren umfasst, dass die Drosselklappe auf eine vierte Position eingestellt wird, wenn der Starter mit der Kraftmaschine innerhalb des zweiten Kraftmaschinendrehzahlbereichs in Eingriff kommt, wobei die vierte Position offener ist als die dritte Position.

[0443] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 24** schaffen ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine mit einer Drosselklappe; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen Starter mit einem Basiszustand, in dem der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um eine Position der Drosselklappe während eines Kraftmaschinenstopps auf der Basis dessen, ob der Starter mit der Kraftmaschine in Eingriff steht, in Reaktion auf eine Kraftmaschinenstoppanforderung und vor einem Kraftmaschinenstopp einzustellen.

[0444] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem, dass die Drosselklappe auf eine erste Position in Reaktion darauf, dass der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht, eingestellt wird. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Drosselklappe auf eine zweite Position in Reaktion darauf, dass der Starter mit der Kraftmaschine in Eingriff steht, eingestellt wird, wobei die zweite Position offener ist als die erste Position. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen der Drosselklappenposition in Reaktion auf eine Kraftmaschinendrehzahl. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle, um den Starter an einem vorbestimmten Kurbelwellenort in Eingriff zu bringen. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass der vorbestimmte Kurbelwellenort ± 40 Kurbelwellengrad vom oberen Totpunkt eines Zylinderkompressionshubs liegt. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Stoppen des Versuchs, den Starter bei Kraftmaschinendrehzahlen unter einer Eingriffsdrehzahl und über einer Kraftmaschinendrehzahl von null in Eingriff zu bringen.

[0445] Mit Bezug auf **Fig. 25** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Einstellen eines Kraftmaschinenabschaltdrehzahlprofils und einer Kraftmaschinendrehstopposition gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 25** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0446] Bei **2502** beurteilt das Verfahren **2500**, ob eine Kraftmaschinendrehstoppanforderung aufgetreten ist oder nicht. Eine Kraftmaschinendrehstoppanforderung kann durch eine Steuereinheit oder einen Fahrer geliefert werden. Die Steuereinheit kann die Kraftmaschine automatisch stoppen, ohne dass der Fahrer eine Eingabe von einem zweckgebundenen Aktuator liefert, der eine einzige Funktion zum Stoppen und/oder Starten der Kraftmaschine aufweist. Ein automatischer Kraftmaschinenstopp tritt beispielsweise nicht auf, wenn ein Fahrer einen Zündschalter in einen Aus-Zustand setzt. Alternativ kann ein automatischer Kraftmaschinenstopp auftreten, wenn ein Fahrer ein Fahrpedal loslässt. Wenn das Verfahren **2500** beurteilt, dass ein Kraftmaschinenstopp angefordert wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2500** geht zu **2504** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2500** geht zum Ende weiter.

[0447] Bei **2504** beurteilt das Verfahren **2500**, ob die Kraftmaschinendrehung gestoppt werden soll oder nicht, wobei die Triebstrangtrennkupplung schleift. Das Verfahren **2500** beurteilt auf der Basis der Betriebsbedingungen, ob die Kraftmaschine gestoppt werden sollte oder nicht, während die Triebstrangtrennkupplung schleift. In einem Beispiel kann die Kraftmaschine ohne schleifende Triebstrangtrennkupplung gestoppt werden, wenn es erwünscht ist, die Kraftmaschine in einer kurzen Zeitdauer zu stoppen. Beispielsweise kann es erwünscht sein, die Kraftmaschine schnell zu stoppen, wenn die Kraftmaschinendrehzahl zum Zeitpunkt der Kraftmaschinenstoppanforderung relativ niedrig ist. Andererseits kann die Kraftmaschine gestoppt werden, während die Triebstrangtrennkupplung schleift, wenn die Kraftmaschinendrehzahl zum Zeitpunkt der Kraftmaschinenstoppanforderung relativ hoch ist. Es sollte auch erwähnt werden, dass die Kraftmaschinendrehung mit einer offenen Triebstrangtrennkupplung während einiger Bedingungen gestoppt werden kann. Wenn das Verfahren **2500** beurteilt, dass die Kraftmaschinendrehung gestoppt werden soll, wobei die Triebstrangtrennkupplung schleift, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2500** geht zu **2530** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2500** geht zu **2506** weiter.

[0448] Bei **2530** bestimmt das Verfahren **2500** den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck. In einem Beispiel kann der gewünschte Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck auf einer Menge an Kupplungsdruck basieren, der ein Fahrzeug auf einer Straße gestoppt hält, während die Kraftmaschine die Drehung gestoppt hat. Folglich kann der gewünschte Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck zunehmen, wenn das Fahrzeug an ei-

nem Berg gestoppt ist. In einem Beispiel wird der gewünschte Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck empirisch bestimmt und in einer Tabelle oder Funktion gespeichert, die durch die Straßenneigung und die Fahrzeugmasse indiziert ist. Die Tabelle gibt den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck in Reaktion auf die Straßenneigung und Fahrzeugmasse aus. Das Verfahren **2500** geht zu **2532** weiter, nachdem der gewünschte Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck bestimmt ist.

[0449] Bei **2532** dreht das Verfahren **2500** den DISG mit einer Drehzahl, die den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck bereitstellt, durch Drehen der Getriebeölpumpe. Der DISG ist mit einem Drehmomentwandler-Pumpenrad gekoppelt und das Drehmomentwandler-Pumpenrad ist mit dem Drehmomentwandler-Turbinenrad fluidtechnisch gekoppelt. Die Getriebeölpumpe wird durch das Drehmomentwandler-Pumpenrad angetrieben und die Getriebeölpumpe liefert den Öldruck zu den Getriebekupplungen, wenn sie gedreht wird. In einem Beispiel indiziert der gewünschte Getriebeölleitungsdruck eine Tabelle, die empirisch bestimmte Werte der DISG-Drehzahl umfasst, die den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck bereitstellen. Die DISG-Drehzahl wird aus der Tabelle ausgegeben und die DISG-Drehzahl wird auf den aus der Tabelle ausgegebenen Wert gesteuert. Das Verfahren **2500** geht zu **2534** weiter, nachdem der DISG die Drehung mit der gewünschten Drehzahl beginnt.

[0450] Bei **2534** stoppt das Verfahren **2500** die Kraftstoffströmung und den Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern. Die Kraftstoffströmung zu den Zylindern kann durch Schließen der Kraftstoffeinspritzdüsen gestoppt werden. Ferner kann die Kraftstoffströmung in einer sequentiellen Reihenfolge auf der Basis der Kraftmaschinenverbrennungsreihenfolge gestoppt werden, so dass die Zylinder nicht teilweise mit Kraftstoff versorgt werden, wenn befohlen wird, dass die Kraftmaschinendrehung stoppt. Das Verfahren **2500** geht zu **2536** weiter, nachdem die Kraftstoffströmung und der Zündfunke zu den Kraftmaschinenzylindern stoppen.

[0451] Bei **2536** lässt das Verfahren **2500** die Triebstrangtrennkupplung schleifen, um eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahlkurve zu erreichen. In einem Beispiel sind empirisch bestimmte Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungs- oder Schlupfkurven in einem Speicher gespeichert und werden auf die Triebstrangtrennkupplung angewendet, wenn der Stopp der Kraftmaschine angefordert wird. Die Schlupfkurventabelle bringt einen Druck auf die Triebstrangtrennkupplung mit verschiedenen Raten in Abhängigkeit von der Kraftmaschinendrehzahl auf, wenn die Kraftmaschinenstoppanforderung durchgeführt wird. Alternativ eine empirisch bestimmte Übertragungsfunktion, die eine Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder einen Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck auf der Basis eines gewünschten Triebstrangtrennkupplungsdrucks ausgibt, der die Basis zum Betätigen der Triebstrangtrennkupplung ist. Außerdem kann die Schlupfkurve den Zeitpunkt dessen umfassen, wann der Druck zur Triebstrangtrennkupplung zugeführt werden soll. Der Druck kann beispielsweise auf die Triebstrangtrennkupplung eine festgelegte Anzahl von Kurbelwellengrad, nachdem eine letzte Menge an Kraftstoff zu einem Kraftmaschinenzylinder zugeführt wird, vor dem Kraftmaschinenstopp ausgeübt werden. Folglich werden die anfängliche Zeit der Triebstrangtrennkupplungs-Druckanwendung und die Rate, mit der der Druck auf die Triebstrangtrennkupplung ausgeübt wird, im Speicher gespeichert und angewendet, wenn eine Kraftmaschinenstoppanforderung ausgegeben wird. Das Verfahren **2500** geht zu **2538** weiter, nachdem die Anwendung des Triebstrangtrennkupplungs-Druckprofils eingeleitet ist.

[0452] Bei **2538** befiehlt das Verfahren **2500**, dass die Getriebekupplungen die Getriebeausgangswelle mit dem Getriebegehäuse verbinden. Die Getriebeausgangswelle kann mit dem Getriebe durch gleichzeitiges Anwenden auf die anderen Getriebekupplungen als die Triebstrangtrennkupplung zur gleichen Zeit verbunden werden, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 12/833 788 beschrieben. Das Verfahren **2500** geht zu **2540** weiter, nachdem das Getriebe in einen verbundenen Zustand befohlen ist.

[0453] Bei **2540** öffnet das Verfahren **2500** die Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung kann geöffnet werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl auf im Wesentlichen null (z. B. 100 min⁻¹ oder weniger) liegt und die Kraftmaschine in einer gewünschten Position gestoppt hat. Alternativ kann die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl auf einen vorbestimmten Wert fällt. Durch Verändern der Betätigung der Triebstrangtrennkupplung kann das Verfahren **2500** folglich die Kraftmaschinendrehzahlkurve teilweise oder vollständig bis auf eine Kraftmaschinendrehzahl von null steuern. Das Verfahren **2500** geht zum Ende weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist.

[0454] Bei **2506** schließt das Verfahren **2500** die Triebstrangtrennkupplung, wenn die Triebstrangtrennkupplung noch nicht geschlossen ist. Die Triebstrangtrennkupplung kann durch Erhöhen eines Tastverhältnissignals geschlossen werden, das den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht. Das Verfahren **2500** geht zu **2508** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0455] Bei **2508** stoppt das Verfahren **2500** die Kraftstoffströmung und den Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern. Die Kraftstoffströmung und der Zündfunke können gestoppt werden, wie bei **2534** beschrieben ist. Das Verfahren **2500** geht zu **2510** weiter, nachdem die Kraftstoff- und Zündfunkenzufuhr zu den Kraftmaschinenzylindern gestoppt ist.

[0456] Bei **2510** stellt das Verfahren **2500** die DISG-Drehzahl und das DISG-Drehmoment ein, um ein gewünschtes Kraftmaschinendrehzahlprofil während des Stopps der Kraftmaschinendrehung zu schaffen. In einem Beispiel ist eine empirisch bestimmte Gruppe von Kraftmaschinendrehzahlkurven in einem Speicher gespeichert und wird als Basis zum Stoppen der Kraftmaschine verwendet. Wenn beispielsweise die Kraftmaschinendrehzahl größer ist als jene der Kraftmaschinendrehzahlkurve, die vom Speicher abgerufen wird, wird die DISG-Drehmomentabsorption erhöht, um die Kraftmaschinendrehzahl auf das gewünschte Kraftmaschinendrehzahlprofil zu lenken. Wenn die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als jene der Kraftmaschinendrehzahlkurve, die vom Speicher abgerufen wird, wird das DISG-Drehmoment erhöht, um die Kraftmaschinendrehzahl auf das gewünschte Kraftmaschinendrehzahlprofil zu lenken. Die Kraftmaschinendrehzahlkurventabelle verlangsamt die Kraftmaschinendrehzahl mit verschiedenen Raten in Abhängigkeit von der Kraftmaschinendrehzahl, wenn die Kraftmaschinestoppforderung durchgeführt wird. Außerdem kann die Kraftmaschinendrehzahlkurve den Zeitpunkt umfassen, zu dem die Kraftmaschinendrehzahlkurve über den DISG gesteuert werden soll. Die Kraftmaschinendrehzahlkurve kann beispielsweise durch den DISG für eine festgelegte Anzahl von Kurbelwellengrad gesteuert werden, nachdem eine letzte Menge an Kraftstoff zu einem Kraftmaschinenzylinder vor dem Kraftmaschinestopp zugeführt ist. Folglich werden die anfängliche Anwendungszeit des Kraftmaschinendrehzahlprofils und die Rate der Kraftmaschinendrehzahlverringerung im Speicher gespeichert und durch den DISG gesteuert, wenn eine Kraftmaschinestoppforderung ausgegeben wird. Das Verfahren **2500** geht zu **2512** weiter, nachdem die Anwendung des Triebstrangtrennkupplungs-Druckprofils eingeleitet ist.

[0457] Bei **2512** befiehlt das Verfahren **2500**, dass die Getriebekupplungen die Getriebeausgangswelle mit dem Getriebegehäuse verbinden. Die Getriebeausgangswelle kann mit dem Getriebe durch gleichzeitiges Anwenden auf andere Getriebekupplungen als die Triebstrangtrennkupplung zur gleichen Zeit verbunden werden, wie in der US-Patentanmeldung Nr. 12/833 788 beschrieben, die durch den Hinweis hiermit vollständig aufgenommen wird. Das Verfahren **2500** geht zu **2514** weiter, nachdem das Getriebe in einen verbundenen Zustand befohlen ist.

[0458] Bei **2514** öffnet das Verfahren **2500** die Triebstrangtrennkupplung bei einer vorbestimmten Kraftmaschinendrehzahl. Die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet, so dass die Kraftmaschine auf eine Drehzahl von null auslaufen kann, während der DISG sich weiterhin dreht und einen Druck zu Getriebekupplungen liefert, während die Kraftmaschine gestoppt wird. In einem Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplung bei einer vorbestimmten Kraftmaschinendrehzahl geöffnet, die auf der Kraftmaschinendrehzahl, bei der der Kraftmaschinestopp eingeleitet wurde (z. B. der Kraftmaschinendrehzahl, bei der die Kraftstoffströmung zu den Kraftmaschinenzylindern gestoppt wird), und der Rate des Kraftmaschinendrehzahlabfalls basiert. Ferner kann die Triebstrangtrennkupplung bei einem speziellen Kurbelwellenwinkel geöffnet werden, um die Kraftmaschinestoppopposition weiter zu steuern. Eine Tabelle oder Funktion, die durch die Rate des Kraftmaschinendrehzahlabfalls und die Kraftmaschinendrehzahl, bei der der Kraftmaschinestopp angefordert wurde, indiziert ist, gibt die Kraftmaschinenposition aus, bei der die Triebstrangtrennkupplung geöffnet wird. In einem Beispiel entspricht die Position einer Kraftmaschinenposition, die die Möglichkeit des Stoppens bei der gewünschten Kraftmaschinenposition verbessert (z. B. während eines vorbestimmten Kurbelwellenintervalls eines Zylinders in einem Kompressionshub). Das Verfahren **2500** geht zu **2516** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist.

[0459] Bei **2516** bestimmt das Verfahren **2500** einen gewünschten Getriebekupplungsleitungsdruck. Der gewünschte Getriebekupplungsleitungsdruck wird bestimmt, wie bei **2530** beschrieben ist. Das Verfahren **2500** geht zu **2518** weiter, nachdem der gewünschte Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck bestimmt ist.

[0460] Bei **2518** dreht das Verfahren **2500** den DISG, um den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck aufrechtzuerhalten. Der DISG kann gedreht werden, wie bei **2532** beschrieben ist. Das Verfahren **2500** geht zum Ende weiter, nachdem dem DISG befohlen ist, den gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck zu liefern. Es sollte beachtet werden, dass der DISG periodisch gestoppt und neu gestartet werden kann, um den Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck aufrechtzuerhalten. Wenn der Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck eine langsame Leckrate aufweist, kann dem DISG befohlen werden auszuschalten. Der DISG kann reaktiviert werden, wenn der Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck auf einen Schwellenpegel abfällt.

[0461] In dieser Weise kann die Kraftmaschinenstoppposition für ein Hybridfahrzeug gesteuert werden. Die Triebstrangtrennkupplung kann ein Kraftmaschinenstoppprofil von der Leerlaufdrehzahl auf die Nulldrehzahl über periodisches Liefern eines Drehmoments vom DISG zur Kraftmaschine einstellen, so dass die Kraftmaschine in einer gewünschten Position stoppt.

[0462] Mit Bezug auf **Fig. 26** ist eine Beispielsequenz zum Stoppen einer Kraftmaschine gemäß dem Verfahren von **Fig. 25** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 26** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0463] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 26** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0464] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 26** stellt die DISG-Drehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die DISG-Drehzahl dar und die DISG-Drehzahl nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0465] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 26** stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft (z. B. die zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung angewendete Kraft) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft dar und die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0466] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 26** stellt den Kraftstoffzuführungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftstoffzuführungszustand dar und der Kraftstoff wird zur Kraftmaschine zugeführt, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Der Kraftstoff wird nicht zur Kraftmaschine zugeführt, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0467] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 26** stellt den Getriebeverbindungsstatus als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Getriebeverbindungsstatus dar und das Getriebe ist verbunden, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau liegt. Das Getriebe ist nicht verbunden, wenn die Kurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0468] Zum Zeitpunkt T47 sind die Kraftmaschinendrehzahl und die DISG-Drehzahl gleich und liegen auf einem erhöhten Niveau. Die Kraftmaschine ist mit dem DISG über die Triebstrangtrennkupplung mechanisch gekoppelt. Die Triebstrangtrennkupplung ist vollständig geschlossen, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Eingangsdrehzahl gleich der Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehzahl ist. Ferner ist die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen, wenn die Triebstrangtrennkraft auf einem höheren Niveau liegt. Kraftstoff wird zur Kraftmaschine zugeführt, wie dadurch angegeben, dass der Kraftstoffzuführungszustand auf einem höheren Niveau liegt. Das Getriebe ist nicht verbunden, da der Getriebeverbindungsstatus auf einem niedrigeren Niveau liegt.

[0469] Zum Zeitpunkt T48 wird die Kraftmaschine in Reaktion auf Betriebsbedingungen (z. B. eine niedrige Kraftmaschinendrehmomentanforderung und eine angewendete Fahrzeugbremse) in einen Aus-Zustand befohlen. Die Kraftstoffzufuhr zur Kraftmaschine wird gestoppt, wie dadurch angegeben, dass der Kraftstoffzuführungszustand auf ein niedrigeres Niveau übergeht. Außerdem wird die DISG-Drehzahl/das DISG-Drehmoment eingestellt, um die Kraftmaschinendrehzahl- und Kraftmaschinenpositionskurve in Reaktion auf die Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschine zu steuern. In einem Beispiel wird die Kraftmaschinendrehzahl/Positions-Kurve im Speicher gespeichert und das DISG-Drehmoment wird in Reaktion auf eine Differenz zwischen der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl und der gewünschten Kraftmaschinendrehzahlkurve, die im Speicher gespeichert ist, eingestellt. Wenn beispielsweise zu einem speziellen Zeitpunkt nach der Kraftmaschinenstoppanforderung die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl, wird das DISG-Drehmoment erhöht, um die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl zur gewünschten Kraftmaschinendrehzahl zu bewegen. In einem anderen Beispiel kann, wenn eine spezielle Kraftmaschinenposition (z. B. Kompressionshub am oberen Totpunkt des Zylinders Nummer eins) vor dem liegt, wo es zu einem speziellen Zeitpunkt nach dem Anfordern des Kraftmaschinenstopps erwünscht ist, das negative DISG-Drehmoment erhöht werden, um die Kraftmaschine mit einer größeren Rate zu verlangsamen.

[0470] Zum Zeitpunkt T49 wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht, geöffnet. Ferner beginnen Kupplungen des Getriebes angewendet zu werden, so dass die Getriebeausgangswelle mit dem Getriebegehäuse und dem Fahrzeugfahrwerk verbunden wird. Durch Öffnen der Triebstrangtrennkupplung bei einer vorbestimmten Drehzahl kann es möglich sein, die Kraftmaschinendrehzahl während des Kraftmaschinenstopps besser zu steuern, während ermöglicht wird, dass der DISG arbeitet. In diesem Beispiel wird der DISG gestoppt, aber in anderen Beispielen kann er sich weiter drehen, um eine Bewegungskraft zum Betreiben der Getriebeölpumpe zu liefern. Die Kraftmaschine und der DISG werden kurz, nachdem die Trennkupplung geöffnet wird, gestoppt.

[0471] In dieser Weise kann eine Kraftmaschine derart gestoppt werden, dass die Kraftmaschinenposition während des Stopps gesteuert werden kann. Durch Steuern der Kraftmaschinenstopposition kann es möglich sein, die Kraftmaschinenneustart-Leistungskonsistenz zu verbessern.

[0472] Zum Zeitpunkt T50 wird der DISG beschleunigt und liefert ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang in Reaktion darauf, dass ein Fahrer ein Bremspedal loslässt (nicht dargestellt). Ferner hilft der DISG beim Starten der Kraftmaschine. Insbesondere wird die Triebstrangtrennkupplung teilweise geschlossen, um ein Drehmoment vom DISG zur Kraftmaschine zu übertragen. Kraftstoff und ein Zündfunke werden zur Kraftmaschine geliefert, um die Verbrennung in der Kraftmaschine zu unterstützen, wie dadurch angegeben, dass der Kraftstoffzuführungszustand auf ein höheres Niveau übergeht. Schließlich werden die Getriebekupplungen in Reaktion auf das Loslassen der Bremse auch geöffnet, um das Getriebe abzukoppeln. Die Triebstrangtrennkupplung wird vollständig geschlossen, wenn die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht.

[0473] In dieser Weise kann die Kraftmaschine neu gestartet werden, während ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang zugeführt wird, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Ferner wird die Triebstrangtrennkupplung in einer Weise betätigt, die Triebstrangdrehmomentstörungen verringern kann.

[0474] Zwischen dem Zeitpunkt T50 und dem Zeitpunkt T51 liefern die Kraftmaschine und der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang auf der Basis einer Fahreranforderung. In diesem Beispiel bleibt die Triebstrangtrennkupplung geschlossen; sie kann sich jedoch gelegentlich auch öffnen, ohne die Kraftmaschine zu stoppen.

[0475] Zum Zeitpunkt T51 wird die Kraftmaschine in Reaktion auf Betriebsbedingungen (z. B. eine niedrige Kraftmaschinendrehmomentanforderung und eine angewendete Fahrzeugbremse) in einen Aus-Zustand befohlen. Die Kraftstoffzufuhr zur Kraftmaschine wird gestoppt, wie dadurch angegeben, dass der Kraftstoffzuführungszustand auf ein niedrigeres Niveau übergeht. Der Triebstrangtrennkupplung wird über das Verringern der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft auch befohlen zu schleifen. In einem Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplungs-Schlupfrate im Speicher als Funktion der Zeit seit der Kraftmaschinenstoppanforderung gespeichert. Die Schlupfrate kann erhöht oder verringert werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl von einer gewünschten Kraftmaschinendrehzahl abweicht. Wenn beispielsweise zu einem speziellen Zeitpunkt nach der Kraftmaschinenstoppanforderung die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahl, kann der Triebstrangtrennkupplungsschlupf durch Erhöhen der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft verringert werden. In dieser Weise kann ein zusätzliches Drehmoment durch den DISG zur Kraftmaschine geliefert werden, so dass die Kraftmaschinendrehzahl an die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl angepasst wird. Die DISG-Drehzahl wird auf eine Drehzahl befohlen, die ermöglicht, dass die Getriebeölpumpe einen gewünschten Öldruck bereitstellt.

[0476] Zum Zeitpunkt T52 erreicht die Kraftmaschinendrehzahl eine vorbestimmte Drehzahl und die Getriebekupplungen werden angewendet, um die Getriebeausgangswelle mit dem Fahrzeugfahrwerk zu verbinden. Der DISG dreht sich weiter, so dass ein Öldruck zu den Getriebekupplungen geliefert wird.

[0477] In dieser Weise kann eine Triebstrangtrennkupplung während einer Kraftmaschinenstopprozedur schleifen, um eine gewünschte Kraftmaschinenstopposition vorzusehen. In einigen Beispielen ist die gewünschte Kraftmaschinenstopposition dort, wo ein spezieller Zylinderkolben innerhalb einer vorbestimmten Anzahl von Grad vor dem Kompressionshub am oberen Totpunkt des Zylinders stoppt.

[0478] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 25–Fig. 26** schaffen ein Kraftmaschinenstopverfahren, umfassend: Einstellen einer Drehzahl eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) auf eine gewünschte Drehzahl, die einen gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck schafft, in Reaktion auf eine Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung; und Schleifen einer Triebstrangtrennkupplung in einem Triebstrang zwischen dem DISG und der Kraftmaschine, um die Kraftmaschine in einer

gewünschten Position zu stoppen. Das Verfahren umfasst, dass die gewünschte Position eine vorbestimmte Anzahl von Kurbelwellengrad vor dem Kompressionshub am oberen Totpunkt eines ausgewählten Zylinders liegt. Das Verfahren umfasst ferner das Beenden der Kraftstoffströmung und des Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern in Reaktion auf die Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung. Das Verfahren umfasst ferner das Verbinden einer Getriebeausgangswelle mit einem Getriebegehäuse in Reaktion auf die Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung.

[0479] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung bei einer Kraftmaschinendrehzahl von im Wesentlichen null. Das Verfahren umfasst auch ferner das Fortsetzen der Drehung des DISG, während die Kraftmaschine auf einer Drehzahl von null liegt. Das Verfahren umfasst ferner das Aktivieren und Deaktivieren des DISG, während die Kraftmaschinendrehzahl null ist.

[0480] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 25–Fig. 26** schaffen auch ein Kraftmaschinenstoppverfahren, umfassend: Schließen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung; Einstellen einer Drehzahl eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) auf ein gewünschtes Kraftmaschinendrehzahlprofil, das in Richtung einer Kraftmaschinendrehzahl von null verlangsamt; und Öffnen der Triebstrangtrennkupplung bei einer vorbestimmten Kraftmaschinendrehzahl. Das Verfahren umfasst ferner das Verbinden einer Getriebeausgangswelle mit einem Getriebegehäuse in Reaktion auf eine Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschine. Das Verfahren umfasst ferner das Beenden der Kraftstoffströmung und des Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern in Reaktion auf die Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschine. Das Verfahren umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung in einem Triebstrang zwischen einer Kraftmaschine und dem DISG angeordnet ist.

[0481] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung in einer vorbestimmten Position. Das Verfahren umfasst, dass die Drehzahl des DISG erhöht wird, wenn die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als das gewünschte Kraftmaschinendrehzahlprofil. Das Verfahren umfasst, dass die Drehzahl des DISG verringert wird, wenn die Kraftmaschinendrehzahl größer ist als das gewünschte Kraftmaschinendrehzahlprofil.

[0482] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 25–Fig. 26** schaffen ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um die Betätigung der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschinendrehung einzustellen.

[0483] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem, dass die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen wird. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Öffnen der Triebstrangtrennkupplung bei einer vorbestimmten Kraftmaschinendrehzahl. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner das Betreiben des DISG mit einer Drehzahl, die einen gewünschten Getriebekupplungs-Ölleitungsdruck schafft. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum selektiven Deaktivieren des DISG bei einer Kraftmaschinendrehzahl von null.

[0484] Mit Bezug auf **Fig. 27** ist ein Verfahren zum Stoppen einer Kraftmaschine, wenn ein Fahrzeug, in dem die Kraftmaschine arbeitet, auf veränderlichen Neigungen geparkt wird, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 27** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0485] Bei **2702** beurteilt das Verfahren **2700**, ob ein Fahrzeug, in dem eine Kraftmaschine betrieben wird, gestoppt ist oder nicht. In einem Beispiel kann bestimmt werden, dass das Fahrzeug gestoppt ist, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit null ist. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass das Fahrzeug gestoppt ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2704** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2700** geht zum Ende weiter.

[0486] Bei **2704** beurteilt das Verfahren **2700**, ob Kraftmaschinenstoppbedingungen erfüllt sind oder nicht. In einem Beispiel können die Kraftmaschinenstoppbedingungen umfassen, dass ein Fahreranforderungsdrehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment, dass die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als eine

Schwellendrehzahl, und dass die Fahrzeugbremse angewendet wird, sind jedoch nicht darauf begrenzt. In anderen Beispielen können andere Kraftmaschinenstoppbedingungen angewendet werden. Wenn Kraftmaschinenstoppbedingungen vorliegen, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2706** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2700** geht zum Ende weiter.

[0487] Bei **2706** schätzt das Verfahren **2700** die Straßenneigung und die Fahrzeugmasse ab. In einem Beispiel kann die Straßenneigung über einen Neigungsmesser bestimmt werden. Die Fahrzeugmasse kann bestimmt werden, wie bei **904** von **Fig. 9** beschrieben. Außerdem stoppt das Verfahren **2700** die Kraftmaschinendrehung. Das Verfahren **2700** geht zu **2708** weiter, nachdem die Fahrzeugmasse und Straßenneigung bestimmt sind.

[0488] Bei **2708** beurteilt das Verfahren **2700**, ob die Straßenneigung größer ist als eine erste Schwellenstraßenneigung oder nicht. In einem Beispiel können die erste Schwellen- und andere Schwellenstraßenneigungen eine Funktion der Fahrzeugmasse sein. Wenn beispielsweise die Fahrzeugmasse zunimmt, kann die erste Schwellenstraßenneigung abnehmen. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass die gegenwärtige Straßenneigung größer ist als eine erste Schwellenstraßenneigung, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2716** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2700** geht zu **2710** weiter.

[0489] Bei **2710** hält das Verfahren **2700** den Getriebeöldruck aufrecht, um das Getriebegangschalten zu ermöglichen, und schaltet von einem niedrigeren Gang (z. B. dem ersten Gang) in einen höheren Gang (z. B. den zweiten Gang), wenn das Getriebe sich noch nicht im zweiten Gang befindet. Durch Schalten in einen höheren Gang wird die Fahrzeugmasse effektiv an den Fahrzeuigrädern erhöht, so dass es schwieriger ist, das Fahrzeug zu bewegen. Der Getriebeöldruck kann über eine elektrische Ölpumpe aufrechterhalten werden. Das Verfahren **2700** geht zu **2712** weiter, nachdem das Getriebe geschaltet ist.

[0490] Bei **2712** beurteilt das Verfahren **2700**, ob eine Fahrzeugbeschleunigung oder eine erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird oder nicht. In einem Beispiel wird eine erhöhte Fahreranforderung von einer Fahrpedalposition bestimmt. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass eine Fahrzeugbeschleunigung oder eine erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2714** weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **2700** zu **2710** zurück.

[0491] Bei **2714** erhöht das Verfahren **2700** das zum Triebstrang gelieferte Drehmoment und schaltet das Getriebe in einen niedrigeren Gang (z. B. den ersten Gang) herunter, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Das Triebstrangdrehmoment kann über den DISG oder über die Kraftmaschine nach dem Starten der Kraftmaschine erhöht werden. Die Kraftmaschine kann über das Anlassen durch den DISG oder einen Starter mit niedrigerer Leistungsausgangskapazität gestartet werden. Das Verfahren **2700** geht zum Ende weiter, nachdem das Getriebe in den ersten Gang geschaltet ist und das Drehmoment für den Triebstrang erhöht ist.

[0492] Bei **2716** beurteilt das Verfahren **2700**, ob die Straßenneigung größer ist als eine zweite Schwellenstraßenneigung oder nicht. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass die gegenwärtige Straßenneigung größer ist als eine zweite Schwellenstraßenneigung, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2724** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2700** geht zu **2718** weiter.

[0493] Bei **2718** hält das Verfahren **2700** den Getriebeöldruck aufrecht, um Getriebegangschalten zu ermöglichen, und schaltet in einen höheren Gang als den zweiten Gang (z. B. den 3. Gang), wenn sich das Getriebe noch nicht in einem höheren Gang befindet. Durch Schalten in einen höheren Gang als den zweiten Gang, wird die Fahrzeugmasse effektiv an den Fahrzeuigrädern erhöht, so dass es schwieriger ist, das Fahrzeug zu bewegen. Der Getriebeöldruck kann über eine elektrische Ölpumpe aufrechterhalten werden. Das Verfahren **2700** geht zu **2718** weiter, nachdem das Getriebe heruntergeschaltet ist.

[0494] Bei **2720** beurteilt das Verfahren **2700**, ob eine Fahrzeugbeschleunigung oder eine erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird oder nicht. In einem Beispiel wird eine erhöhte Fahreranforderung von einer Fahrpedalposition bestimmt. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass eine Fahrzeugbeschleunigung oder eine erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2722** weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **2700** zu **2718** zurück.

[0495] Bei **2722** erhöht das Verfahren **2700** das zum Triebstrang gelieferte Drehmoment und schaltet das Getriebe in den ersten Gang herunter, um das Fahrzeug zu beschleunigen. Das Triebstrangdrehmoment kann über den DISG oder über die Kraftmaschine nach dem Starten der Kraftmaschine erhöht werden. Die Kraftmaschine kann über das Anlassen durch den DISG oder einen Starter mit einer niedrigeren Leistungsausgangs-

kapazität gestartet werden. Das Verfahren **2700** geht zum Ende weiter, nachdem das Getriebe in den ersten Gang geschaltet ist und die Menge an Drehmoment, das zum Triebstrang zugeführt wird, erhöht ist.

[0496] Bei **2724** wendet das Verfahren **2700** die Fahrzeugbremsen an, hält den Getriebeöldruck aufrecht, um das Getriebegangschalten zu ermöglichen, und schaltet in den ersten, wenn es sich noch nicht im ersten Gang befindet. Durch Schalten in den ersten Gang und Anwenden der Bremsen kann das Fahrzeug zur Beschleunigung bereit sein, während es auf einer Neigung gestoppt ist. Indem die Bremsen auf geringeren Neigungen nicht angewendet werden, kann ferner der Bremsenverschleiß verringert werden, während die Fahrzeugbewegung verringert wird. Der Getriebeöldruck kann über eine elektrische Ölpumpe aufrechterhalten werden. Das Verfahren **2700** geht zu **2726** weiter, nachdem die Fahrzeugbremsen angewendet werden.

[0497] Bei **2726** beurteilt das Verfahren **2700**, ob eine Fahrzeugbeschleunigung oder eine erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird oder nicht. Wenn das Verfahren **2700** beurteilt, dass eine Fahrzeugbeschleunigung oder erhöhte Drehmomentanforderung angefordert wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2700** geht zu **2728** weiter. Ansonsten kehrt das Verfahren **2700** zu **2724** zurück.

[0498] Bei **2728** erhöht das Verfahren **2700** das zum Triebstrang gelieferte Drehmoment und löst die Fahrzeugbremsen, so dass das Fahrzeug beschleunigen kann. Das Triebstrangdrehmoment kann über den DISG oder über die Kraftmaschine nach dem Starten der Kraftmaschine erhöht werden. Die Kraftmaschine kann über das Anlassen durch den DISG oder einen Starter mit niedrigerer Leistungsausgangskapazität gestartet werden. Das Verfahren **2700** geht zum Ende weiter, nachdem die Fahrzeugbremsen gelöst sind.

[0499] Wie hier beschrieben, kann ein Kraftmaschinenabschalt- oder Kraftmaschinenstoppvorgang, wie z. B. wenn es zu einem Fahrzeugstopp kommt, verwendet werden, um Kraftstoff zu sparen. Während eines solchen Vorgangs kann die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden. Wenn sich das Fahrzeug im Ruhezustand befindet, möglicherweise auf einer Bergaufsteigung, wird daher die Kraftmaschine häufig in den Ruhezustand abgeschaltet. Eine andere alternative Druckquelle als die Kraftmaschine kann somit verwendet werden, um den Getriebehydraulikdruck aufrechtzuerhalten, während die Kraftmaschine ausgeschaltet ist. In einigen Beispielen kann eine elektrische Hilfspumpe verwendet werden, um den Getriebehydraulikdruck aufrechtzuerhalten. In anderen Beispielen fällt die DISG-Drehzahl nicht auf null, wenn das Fahrzeug gestoppt ist, sondern wird auf einer niedrigen Drehzahl, typischerweise gut unterhalb des Leerlaufs (z. B. 200–500 min⁻¹) gehalten, um den Getriebehydraulikdruck aufrechtzuerhalten. Unter diesen Bedingungen ist das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment entweder null (da die Eingangsdrehzahl null ist) oder ein Wert, der nicht ausreichen kann, um zu verhindern, dass das Fahrzeug rückwärts rollt, wenn die Bremse gelöst wird. Eine Methode wendet die Radbremsen an, um zu verhindern, dass das Fahrzeug rückwärts rollt; obwohl sie in einigen Fällen effektiv ist, kann dies jedoch auch zu einer verschlechterten Fahrzeuganfahrleistung führen oder einen Neigungssensor erfordern.

[0500] Ein weiteres Problem kann darin bestehen, dass, wenn der Fahrer das Bremspedal herabtritt, auf der Basis der Betriebsbedingungen eine oder beide der Fahrzeugbremsen und von regenerativem Bremsen angewendet werden können. Das durch den DISG während des regenerativen Bremsens erzeugte Bremsdrehmoment (mit oder ohne Kraftmaschinenabschalten und geöffneter Triebstrangtrennkupplung) kann beispielsweise mit dem Reibungsradbremsdrehmoment ausgeglichen werden, um eine gewünschte Verlangsamungsrate zu schaffen, die dem Bremspedaldruck entspricht. Da, wenn das Fahrzeug zu einem Stopp kommt, das regenerative Bremsdrehmoment abnimmt, um eine Rückrollsicherungsfunktion durchzuführen, muss ein größerer Anteil des Reibungsbremsdrehmoments "umgekehrt" werden, wobei somit der Vorteil des regenerativen Bremsens verringert wird. Folglich können alternative Rückrollsicherungsmethoden erwünscht sein, um die Fähigkeit, das regenerative Bremsen zu nutzen, zu erhöhen.

[0501] In einem Beispiel kann das Automatikgetriebe auf Drehmomentwandlerbasis mit einer Freilaufkupplung ausgestattet sein. Wenn der Getriebefluiddruck aufrechterhalten wird, während das Fahrzeug stationär ist, und wenn das Getriebe im Gang gehalten wird (im Gegensatz zu beispielsweise der Neutralstellung), dann wirkt die Freilaufkupplung in dieser Weise als mechanische Rückrollsicherungsvorrichtung, um zu verhindern, dass das Fahrzeug rückwärts rollt, wenn sich das Fahrzeug auf einer Bergaufneigung befindet. In Abhängigkeit von der Fahrzeugmasse und vom Neigungswinkel kann jedoch das Halten des Getriebes in einem niedrigeren Gang, z. B. dem ersten Gang, nur das Fahrzeugrückrollen verlangsamen, wenn die Bremse auf einer steileren Neigung, z. B. 6 %, gelöst wird. In diesem Beispiel kann, wenn sich das Getriebe im ersten Gang befindet, das Drehmoment, das eine Funktion des Sinus des Neigungswinkels und der Fahrzeugmasse ist, ausreichen, um das Freilaufkupplungs-Haltedrehmoment zu überwinden. In einem Beispiel kann folglich das Getriebe in einem Gang gehalten werden, der höher ist als der erste Gang, wenn dies erforderlich ist, um zu verhindern, dass das

Fahrzeug auf der maximalen Auslegungsneigung rückwärts rollt. Das Getriebe kann beispielsweise in einen höheren Gang geschaltet werden, bevor es zu einem Stopp kommt, um die Rückrollsicherung zu ermöglichen, wie z. B. auf der Basis einer abgeschätzten Neigung während der Fahrzeugfahrt.

[0502] Über einer vorbestimmten Neigung, z. B. 6 %, kann das Neigungsdetektionssystem auf der Basis eines Longitudinalsensors verwendet werden, um die Neigung zu bestimmen. In einigen Beispielen kann die Steuereinheit folglich bestimmen, ob die aktuelle Neigung über einer oberen Grenze liegt, und wenn ja, kann das Bremssystem zusätzlich angewendet werden, um den Rückrollsicherungsvorgang zu unterstützen, um ein Fahrzeuggückrollen zu verhindern.

[0503] Für schwerere Fahrzeuge oder ein Fahrzeug, das höhere Lasten aufweisen kann, wie z. B. ein Kleintransporter, kann es vorteilhaft sein, mehrere Kupplungen im Getriebe anzuwenden, um das maximale Getriebebehaltedrehmoment zu erhöhen. Durch Anwenden von zwei oder mehr Kupplungen, während das Fahrzeug stationär ist, kann der Getriebeeingang mit dem Getriebegehäuse "verbunden" werden. Diese Methode kann auch als Teil einer Kraftmaschinenneustart-Fahrzeuganfahrtechnik verwendet werden, um das Getriebeausgangsdrehmoment zu formen, wenn das Fahrzeug aus einem Stopp wegfährt. Durch Aufrechterhalten des Getriebehydraulikdrucks, während das Fahrzeug gestoppt ist, und Anwenden der Kupplung(en), um entweder einen Gang zu halten oder das Getriebe in einen verbundenen Zustand zu setzen, kann daher verhindert werden, dass das Fahrzeug rückwärts rollt, wenn der Fahrer die Bremse loslässt.

[0504] Mit Bezug auf **Fig. 28** ist eine Beispielsequenz zum Stoppen einer Kraftmaschine, wenn ein Fahrzeug, in dem die Kraftmaschine arbeitet, auf einer Neigung geparkt ist, gemäß dem Verfahren von **Fig. 27** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 28** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0505] Das erste Diagramm von der Oberseite **Fig. 28** stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0506] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 28** stellt die Straßenneigung als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Straßenneigung dar und die Straßenneigung nimmt in der Richtung der Y-Achse zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **2802** stellt eine erste Schwellenneigung dar. Die horizontale Linie **2804** stellt eine zweite Schwellenneigung dar, die größer ist als die erste Schwellenneigung.

[0507] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 28** stellt den Getriebeingang als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Getriebeingang dar und die jeweiligen Getriebegänge sind entlang der Y-Achse identifiziert. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0508] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 28** stellt den Kraftmaschinenzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenzustand dar und die Kraftmaschine arbeitet, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftmaschine ist gestoppt, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0509] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 28** stellt den Fahrzeugbremsenzustand (z. B. Reibungsbremsenzustand) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Fahrzeugbremsenzustand dar und die Fahrzeugbremse wird angewendet, wenn die Bremsenzustandskurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Bremse wird nicht angewendet, wenn der Bremsenzustand auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0510] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 28** stellt den Fahrzeugbremspedalzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Fahrzeugbremspedalzustand dar und das Fahrzeugbremspedal wird angewendet, wenn die Bremspedalzustandskurve auf einem höheren Niveau liegt. Das Bremspedal wird nicht angewendet, wenn der Bremspedalzustand auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0511] Zum Zeitpunkt T53 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht, die Straßenneigung liegt nahe null und das Getriebe befindet sich im 5. Gang, was darauf hinweist, dass das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit fährt. Die Kraftmaschine arbeitet und das Bremspedal und die Bremsen werden nicht angewendet.

[0512] Zwischen dem Zeitpunkt T53 und dem Zeitpunkt T54 verlangsamt das Fahrzeug in Reaktion auf ein niedrigeres Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) und schaltet vom 5. Gang in den 1. Gang herunter. Die Fahrzeugbremse wird ebenso wie das Bremspedal angewendet. Kurz vor dem Zeitpunkt T54 wird das Getriebe in Reaktion auf die Straßenneigung und eine Kraftmaschinenstoppanforderung, nachdem das Fahrzeug gestoppt ist, in den 2. Gang geschaltet.

[0513] Zum Zeitpunkt T54 wird die Kraftmaschine gestoppt und das Getriebe wird im 2. Gang gehalten, um die effektive Masse des Fahrzeugs zu erhöhen, wie an den Rädern des Fahrzeugs dargestellt. Das Fahrzeugbremspedal und die Bremsen bleiben angewendet; in einigen Beispielen kann jedoch, nachdem das Fahrzeug gestoppt ist, die Fahrzeugbremse gelöst werden, wenn das Bremspedal angewendet wird, nachdem das Getriebe in einen höheren Gang geschaltet ist. Die Straßenneigung bleibt nahe null und unter dem ersten Neigungsschwellenwert **2802**.

[0514] Zum Zeitpunkt T55 wird das Bremspedal von einem Fahrer gelöst. Die Fahrzeugbremsen werden in Reaktion auf das Lösen des Bremspedals gelöst. Das Getriebe wird auch in den ersten Gang heruntergeschaltet, um die Fahrzeugbeschleunigung in Reaktion darauf, dass der Fahrer die Bremse löst, zu verbessern. Die Kraftmaschine wird auch in Reaktion darauf, dass der Fahrer die Bremse löst, gestartet. Das Fahrzeug beginnt eine kurze Zeit, nachdem das Bremspedal gelöst ist, in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment zu beschleunigen.

[0515] Zwischen dem Zeitpunkt T55 und dem Zeitpunkt T56 beschleunigt das Fahrzeug und verlangsamt dann in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment und die Anwendung des Bremspedals und der Bremsen, wie durch den Bremsenzustand und den Bremspedalzustand angegeben. Das Getriebe schaltet auch vom 1. bis zum 5. Gang, während das Fahrzeug beschleunigt und verlangsamt. Die Straßenneigung nimmt auch zu und ist größer als die erste Schwellenstraßenneigung **2802** bis zum Zeitpunkt T56. Das Bremspedal und die Bremsen werden vom Fahrer angewendet, um das Fahrzeug zu verlangsamen.

[0516] Zum Zeitpunkt T56 stoppt das Fahrzeug und das Getriebe wird auf den 1. Gang heruntergeschaltet, wie durch die Fahrzeuggeschwindigkeits- und Getriebekurven angegeben. Die Kraftmaschine arbeitet weiter, wenn das Fahrzeug stoppt.

[0517] Zum Zeitpunkt T57 wird das Getriebe in Reaktion darauf, dass die Fahrzeugneigung größer ist als die erste Schwellenneigung **2802**, und auf eine Anforderung zum Stoppen der Kraftmaschine in den 3. Gang hochgeschaltet. Das Schalten des Getriebes erhöht die effektive Masse des Fahrzeugs an den Fahrzeugrädern, so dass es schwieriger ist, die erhöhte Neigung hinab zu rollen. Die Kraftmaschine wird gestoppt, kurz nachdem das Getriebe hochgeschaltet ist. Das Bremspedal und die Fahrzeugbremsen bleiben vom Fahrer angewendet; in einigen Beispielen kann jedoch, nachdem das Fahrzeug gestoppt ist, die Fahrzeugbremse gelöst werden, wenn das Bremspedal angewendet wird, nachdem das Getriebe in einen höheren Gang geschaltet ist.

[0518] Zum Zeitpunkt T58 löst der Fahrer das Bremspedal und die Bremsen werden in Reaktion darauf, dass das Bremspedal gelöst wird, gelöst. Das Getriebe wird vom 3. Gang in den 1. Gang heruntergeschaltet und die Kraftmaschine wird gestartet, wie durch den Übergang des Kraftmaschinenzustandes angegeben. Die Bremsen und die Kraftmaschine ändern den Zustand in Reaktion darauf, dass das Bremspedal gelöst wird. Das Fahrzeug beginnt in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) zu beschleunigen, kurz nachdem das Bremspedal gelöst wird.

[0519] Zwischen dem Zeitpunkt T58 und dem Zeitpunkt T59 beschleunigt das Fahrzeug und verlangsamt dann in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment und die Anwendung des Bremspedals und der Bremsen, wie durch den Bremsenzustand und den Bremspedalzustand angegeben. Das Getriebe schaltet auch vom 1. Gang bis zum 5. Gang, während das Fahrzeug beschleunigt und verlangsamt. Die Straßenneigung nimmt auch zu und ist größer als die zweite Schwellenstraßenneigung **2804** bis zum Zeitpunkt T59. Das Bremspedal und die Bremsen werden vom Fahrer angewendet, um das Fahrzeug zu verlangsamen. Das Fahrzeug kommt vor dem Zeitpunkt T59 zu einem Stopp.

[0520] Zum Zeitpunkt T59 wird die Kraftmaschine gestoppt und die Fahrzeugbremsen werden in Reaktion auf das Bremspedal, ein niedriges Fahreranforderungsdrehmoment und darauf, dass die Straßenneigung größer

ist als die Schwellenstraßenneigung **2804**, angewendet. Die Bremspedalkurve und die Bremsenzustandskurve liegen auf höheren Niveaus, um anzugeben, dass sowohl die Bremsen als auch das Bremspedal angewendet werden.

[0521] Zum Zeitpunkt T60 löst der Fahrer das Bremspedal und die Kraftmaschine wird in Reaktion auf das gelöste Bremspedal gestartet. Der Bremsenzustand bleibt auf einem höheren Niveau, um anzugeben, dass die Bremsen angewendet werden. Die Bremsen bleiben in Reaktion darauf angewendet, dass die Straßenneigung größer ist als der zweite Straßenneigungsschwellenwert **2804** und das Fahreranforderungsdrehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment (nicht dargestellt). Das Fahrzeug ist stationär, wie dadurch angegeben, dass die Fahrzeuggeschwindigkeitskurve null ist.

[0522] Zum Zeitpunkt T61 nimmt das Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) zu und die Fahrzeugbremse wird in Reaktion auf das erhöhte Fahreranforderungsdrehmoment gelöst. Das Fahrzeug beginnt auch, in Reaktion auf das erhöhte Fahreranforderungsdrehmoment zu beschleunigen, wie dadurch angegeben, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt.

[0523] In dieser Weise können das Fahrzeug und der Triebstrang auf die sich ändernde Fahrzeugneigung reagieren, so dass ein Fahrzeug im Wesentlichen stationär bleibt, wenn die Kraftmaschine gestoppt wird, während sich das Fahrzeug auf einer Neigung befindet. Wenn das Fahrzeug auf zunehmenden Neigungen gestoppt wird, werden Fahrzeugbewegungs-Verringerungsmaßnahmen fortschreitend erhöht.

[0524] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 27–Fig. 28** schaffen ein Fahrzeugstoppverfahren, umfassend: Hochschalten eines Getriebes in einen Gang in Reaktion auf eine Straßenneigung, wenn ein Fahrzeug stationär ist; und automatisches Stoppen einer Kraftmaschine des Fahrzeugs in Reaktion auf Fahrzeugbedingungen. Das Verfahren umfasst, dass die Gangnummer zunimmt, wenn die Straßenneigung zunimmt. Das Verfahren umfasst, dass das automatische Stoppen der Kraftmaschine das Stoppen der Kraftmaschine in Reaktion auf ein niedriges Fahreranforderungsdrehmoment umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das automatische Stoppen der Kraftmaschine ferner das Stoppen der Kraftmaschine in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das automatische Stoppen der Kraftmaschine das Stoppen der Kraftmaschine in Reaktion auf einen Fahrzeugbremspedalzustand umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das Getriebe ohne Fahrerschaltanforderung geschaltet wird und dass das Getriebe ein Automatikgetriebe ist. Das Verfahren umfasst ferner das Herunterschalten des Getriebes in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment nach dem Hochschalten des Getriebes.

[0525] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 27–Fig. 28** schaffen auch ein Fahrzeugstoppverfahren, umfassend: während einer ersten Bedingung Hochschalten eines Getriebes in ein erstes Übersetzungsverhältnis in Reaktion auf eine erste Straßensteigung, wenn ein Fahrzeug stationär ist; während einer zweiten Bedingung Hochschalten des Getriebes in ein zweites Übersetzungsverhältnis in Reaktion auf eine zweite Straßensteigung, wenn das Fahrzeug stationär ist; und automatisches Stoppen einer Kraftmaschine in Reaktion auf Fahrzeugbedingungen. Das Verfahren umfasst, dass das erste Übersetzungsverhältnis ein niedrigeres Übersetzungsverhältnis als das zweite Übersetzungsverhältnis ist, und dass das Getriebe sich nicht in einem ersten Gang befindet, wenn das Getriebe in das erste Übersetzungsverhältnis geschaltet wird. Das Verfahren umfasst ferner das Herunterschalten des Getriebes in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment nach dem Hochschalten des Getriebes während der ersten und der zweiten Bedingung.

[0526] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die zweite Straßenneigung größer ist als die erste Straßenneigung. Das Verfahren umfasst ferner das Aufrechterhalten des Getriebeöldrucks, während das Getriebe geschaltet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine gestoppt wird, bevor das Getriebe geschaltet wird, und dass der Getriebeöldruck über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator aufrechterhalten wird. Das Verfahren umfasst ferner das Auswählen des ersten Übersetzungsverhältnisses und des zweiten Übersetzungsverhältnisses in Reaktion auf die Fahrzeugmasse.

[0527] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 27–Fig. 28** schaffen ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Getriebe in selektiver mechanischer Verbindung mit der Kraftmaschine; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, zum Schalten des Getriebes in einen Gang in Reaktion auf eine Straßenneigung, während ein Fahrzeug, in dem die Kraftmaschine arbeitet, stationär ist, wobei die Steuereinheit auch Befehle zum Anwenden der Fahrzeugbremsen in Reaktion auf die Straßenneigung umfasst. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschine gestoppt wird, bevor das Getriebe geschaltet wird, und dass der Getriebeöldruck über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator aufrechterhalten wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle

zum Auswählen des ersten Übersetzungsverhältnisses und des zweiten Übersetzungsverhältnisses in Reaktion auf die Fahrzeugmasse.

[0528] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Herunterschalten des Getriebes in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment, nachdem das Fahrzeug stationär ist. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Lösen der Fahrzeugbremsen in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment, nachdem das Fahrzeug stationär ist. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass das Getriebe ein Automatikgetriebe ist.

[0529] Mit Bezug auf **Fig. 29A** und **Fig. 29B** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Vorsehen von Fahrzeugbremsen über den Fahrzeugtriebstrang gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 29A** und **Fig. 29B** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher in dem System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0530] Bei **2902** bestimmt das Verfahren **2900** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Kraftmaschinendrehzahl, die Bremspedalposition, das gewünschte Triebstrangdrehmoment, die DISG-Drehzahl und den Batterie-Ladungszustand umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **2900** geht zu **2904** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0531] Bei **2904** beurteilt das Verfahren **2900**, ob Bedingungen vorliegen oder nicht, um die Kraftmaschine automatisch zu stoppen. Die Kraftmaschine kann in Reaktion auf Fahrzeugbedingungen und nicht in Reaktion auf eine Eingabe, die eine einzige Funktion zum Starten und/oder Stoppen der Kraftmaschinendrehung aufweist (z. B. ein Ein/Aus-Schlüsselschlater), automatisch gestoppt werden. Wenn beispielsweise ein Fahrer einen Kraftmaschinenstoppschlüssel für die Kraftmaschine dreht, wird die Kraftmaschine nicht automatisch gestoppt. Wenn jedoch der Fahrer ein Fahrpedal loslässt, das eine Funktion zum Liefern einer Triebstrangdrehmomentanforderung aufweist, kann die Kraftmaschine in Reaktion auf eine niedrige Drehmomentanforderung automatisch gestoppt werden. Wenn das Verfahren **2900** beurteilt, dass Bedingungen zum automatischen Stoppen der Kraftmaschine vorliegen, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2906** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** geht zum Ende weiter.

[0532] Bei **2906** beurteilt das Verfahren **2900**, ob Triebstrangfahrzeugbremsen angefordert wird oder nicht. Triebstrangfahrzeugbremsen kann während einer Fahrzeugverlangsamung angefordert werden, um das Ausmaß des Radbremsens, das zum Verlangsamen des Fahrzeugs verwendet wird, zu verringern. Das Triebstrangbremsen über eine Kraftmaschine oder den DISG kann beispielsweise vorgesehen werden, wenn ein Fahrzeug einen Berg hinabfährt, so dass eine kleinere Menge an Radbremsen verwendet werden kann, um das Fahrzeug zu verlangsamen. In einem Beispiel kann das Verfahren **2900** beurteilen, dass Triebstrangbremsen angefordert wird, wenn das Fahrzeug beschleunigt und eine niedrige Triebstrangdrehmomentanforderung vorliegt. Wenn das Verfahren **2900** beurteilt, dass Triebstrangbremsen angefordert wird, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2910** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** geht zu **2908** weiter.

[0533] Bei **2908** liefert das Verfahren **2900** ein gewünschtes Drehmoment zum Triebstrang über den DISG und/oder die Kraftmaschine. Ein positives Kraftmaschinendrehmoment kann durch die Kraftmaschine, die ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt und den Triebstrang dreht, geliefert werden. Der DISG kann ein Drehmoment in Reaktion auf eine Menge an Strom, der zum DISG fließt, liefern. Das Verfahren **2900** geht zum Ende weiter, nachdem das gewünschte Drehmoment zum Triebstrang geliefert wird.

[0534] Bei **2910** beurteilt das Verfahren **2900**, ob der DISG eine Kapazität zum Liefern der gewünschten Menge an Fahrzeugbremsen ohne die Kraftmaschine aufweist oder nicht. In einem Beispiel beurteilt das Verfahren **2900**, ob der DISG die Kapazität zum Schaffen der gewünschten Menge an Fahrzeugbremsen ohne Kraftmaschinenbremsen aufweist oder nicht, in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit, einen ausgewählten Getriebeingang und die DISG-Drehmomentabsorptionskapazität. Insbesondere wird eine Tabelle, die die empirisch bestimmte Drehmomentabsorptionskapazität des DISG beschreibt, durch die DISG-Drehzahl indiziert, wie aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem ausgewählten Gang bestimmt. Wenn das Verfahren **2900** beurteilt, dass der DISG die Kapazität zum Vorsehen der gewünschten Menge an Triebstrangbremsen aufweist, ohne dass die Kraftmaschine das Bremsen schafft, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2916** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** geht zu **2912** weiter.

[0535] Bei **2912** dreht das Verfahren **2900** die Kraftmaschine ohne Liefern von Kraftstoff zur Kraftmaschine und Kraftmaschinendrehverluste werden erhöht, so dass das Triebstrangbremsen erhöht werden kann. Die Kraftmaschinendrehverluste können durch Einstellen der Ventilzeitsteuerung erhöht werden. In einem Beispiel

werden die Einlassventile nahe dem Einlasshub am oberen Totpunkt geöffnet und die Auslassventile werden früh im Expansionshub (z. B. vor 90 Kurbelwellengrad nach dem Kompressionshub am oberen Totpunkt) geöffnet, um Kraftmaschinendrehverluste zu erhöhen und das Triebstrangbremsen zu verstärken. Die Kraftmaschine wird durch Schließen der Triebstrangtrennkupplung gedreht, die die Kraftmaschine mit dem restlichen Abschnitt des Triebstrangs koppelt, wie in **Fig. 1–Fig. 3** gezeigt. Das Verfahren **2900** geht zu **2914** weiter, nachdem die Kraftmaschine gedreht wird und die Kraftmaschinendrehverluste erhöht werden.

[0536] Bei **2914** wandelt das Verfahren **2900** die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie um. Insbesondere wird der DISG in einen Generatormodus gesetzt, in dem die Drehenergie von den Fahrzeugrädern in elektrische Energie umgewandelt wird und in einer Batterie oder einer anderen Energiespeichervorrichtung gespeichert wird. In einem Beispiel wird die Drehenergie, die vom Triebstrang von den Fahrzeugrädern, durch das Getriebe, durch den Drehmomentwandler und zum DISG geliefert wird, in elektrische Energie umgewandelt, wobei ein Stromfluss durch einen Stator erzeugt wird. Die elektrische Energie kann dann in einer Energiespeichervorrichtung gespeichert werden. Das Verfahren **2900** kehrt zu **2906** zurück, nachdem die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt zu werden beginnt.

[0537] Bei **2916** beurteilt das Verfahren **2900**, ob der Energiespeichervorrichtungs-SOC größer ist als eine Schwellenladungsmenge oder nicht. In einem Beispiel kann der SOC auf der Basis einer Spannung über der Energiespeichervorrichtung abgeschätzt werden. Wenn das Verfahren **2900** beurteilt, dass der Energiespeichervorrichtungs-SOC größer ist als eine Schwellenmenge, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2930** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** geht zu **2918** weiter.

[0538] Außerdem kann das Verfahren **2900** bei **2916** zu **2930** weitergehen, wenn ein Fahrer ein erhöhtes Triebstrangbremsen anfordert. Wenn beispielsweise ein Fahrer eine Taste drückt, um in einen Bergabfahrtsmodus einzutreten, geht das Verfahren **2900** zu **2930** weiter, um das Triebstrangbremsen zu erhöhen.

[0539] Bei **2918** überführt das Verfahren **2900** den DISG vom Drehmomentsteuermodus in einen Drehzahlsteuermodus. Im Drehzahlsteuermodus wird das DISG-Ausgangsdrehmoment in Reaktion auf die DISG-Drehzahl eingestellt, so dass die DISG-Drehzahl auf eine gewünschte DISG-Drehzahl konvergiert. In einem Beispiel wird das DISG-Drehmoment erhöht, wenn die DISG-Drehzahl geringer ist als die tatsächliche DISG-Drehzahl. Ebenso wird das DISG-Drehmoment verringert, wenn die DISG-Drehzahl größer ist als die tatsächliche DISG-Drehzahl. Der DISG wird in einem Drehzahlsteuermodus betrieben, so dass der DISG auf die Triebstrangdrehzahlveränderungen, die durch die Drehmomentänderungen verursacht werden, reagieren kann. Folglich kann sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad mit einer gewünschten konstanten Drehzahl während Triebstrangtrennkupplungsübergängen drehen, so dass das durch den Drehmomentwandler übertragene Drehmoment konstanter ist. In dieser Weise verringert der DISG Triebstrangdrehmomentstörungen, die durch das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung verursacht werden können. Das Verfahren **2900** geht zu **2920** weiter, nachdem der DISG in den Drehzahlsteuermodus gesetzt ist.

[0540] Bei **2920** stoppt das Verfahren **2900** die Kraftmaschinendrehung durch Öffnen oder Ausrücken der Triebstrangtrennkupplung und Stoppen der Kraftstoffströmung zu den Kraftmaschinenzylindern. Die Triebstrangtrennkupplung kann geöffnet werden, bevor die Kraftstoffströmung zu den Kraftmaschinenzylindern gestoppt wird, so dass die nicht verbrennende Kraftmaschine die Triebstrangdrehzahl und das Triebstrangdrehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad nicht verringert. Das Verfahren **2900** geht zu **2922** weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist und die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich zu öffnen.

[0541] Bei **2922** stellt das Verfahren **2900** die Drehmomentkapazität der Drehmomentwandlerkupplung (TCC) ein, um Triebstrangtrennkupplungs-Öffnungsstörungen zu unterdrücken. Wenn der Triebstrangmodus in den Energieregenerationsmodus geändert wird und die Triebstrangtrennkupplung beginnt sich zu öffnen, kann die momentane Pumpenraddrehzahl variieren, da die Menge an Drehmoment, das von der Kraftmaschine zum Triebstrang übertragen wird, geändert wird. In einem Beispiel wird die Drehmomentkapazität der TCC moduliert und gesteuert, um reibungslose Übergänge zwischen den Zustandsänderungen der Triebstrangtrennkupplung zu erhalten. An sich kann eine konsistentere Fahrzeuggeschwindigkeit aufrechterhalten werden, wenn die Triebstrangtrennkupplung geöffnet wird. Wenn beispielsweise die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl abzunehmen beginnt, wenn sich die Trennkupplung öffnet, kann die TCC hinsichtlich des Schlupfs in einer erhöhten Menge eingestellt werden. Das Verfahren **2900** geht zu **2924** weiter, nachdem die TCC eingestellt ist.

[0542] Bei **2924** wandelt das Verfahren **2900** die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie um, wie bei **2914** beschrieben. Die elektrische Energie wird zu einer elektrischen Energieumwandlungs-Speichervorrichtung gelenkt, wo sie gehalten wird und zu einem späteren Zeitpunkt verwendet werden kann. Die elek-

trische Energieumwandlungsvorrichtung kann eine Batterie oder ein Kondensator sein. Das Verfahren **2900** geht zu **2926** weiter, nachdem die Umwandlung der kinetischen Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie beginnt.

[0543] Bei **2926** geht das Verfahren **2900** in einen Drehmomentsteuermodus über, nachdem irgendeine Störung durch Öffnen der Triebstrangtrennkupplung gemildert wurde. Das Verfahren **2900** stellt auch den DISG ein, um ein negatives Drehmoment in einem Ausmaß zu liefern, das gleich dem ist, was die Kraftmaschine während der Verlangsamungskraftstoffabspernung liefert.

[0544] Ein Ausmaß an Bremsdrehmoment, das eine Kraftmaschine bereitstellen kann, kann empirisch bestimmt und im Speicher gespeichert werden. Das Kraftmaschinenbremsausmaß kann Einstellungen für die Ventilzeitsteuerung, die Kraftmaschinenöltemperatur, die Kraftmaschinendrehzahl, die Drosselklappenposition und den Luftdruck umfassen. Die Einstellungen können zu einem Basiskraftmaschinenbremsdrehmoment addiert werden, das bei nominalen Ventilzeitsteuerungen, einer nominalen Kraftmaschinentemperatur, Kraftmaschinendrehzahl, Drosselklappenposition und einem nominalen Luftdruck gekennzeichnet ist. Das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann beispielsweise bei einer Kraftmaschinenöltemperatur von 90 °C, einer Kraftmaschinendrehzahl von 1500 min⁻¹, einer Basisventilzeitsteuerung, einer geschlossenen Drosselklappe und einem Luftdruck von 100 kPa bestimmt werden. Das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann vom Basisbremsdrehmoment eingestellt werden, wenn die Betriebsbedingungen von den Basisbedingungen abweichen.

[0545] Die gegenwärtigen Kraftmaschinenbetriebsbedingungen (z. B. Öltemperatur, Ventilzeitsteuerung usw.) werden bestimmt und sind die Basis zum Indizieren von empirisch bestimmten Tabellen und/oder Funktionen, die das Kraftmaschinenbremsdrehmoment bei den gegenwärtigen Betriebsbedingungen ausgeben. Sobald das Kraftmaschinenbremsdrehmoment bei den gegenwärtigen Betriebsbedingungen bestimmt ist, wird das DISG-Drehmoment auf das Kraftmaschinenbremsdrehmoment eingestellt. Durch Einstellen des DISG-Drehmoments auf das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann es möglich sein, vom Vorsehen eines Bremsdrehmoments unter Verwendung des DISG zum Vorsehen eines Bremsdrehmoments über die Kraftmaschine überzugehen, ohne dass der DISG ein Bremsdrehmoment bereitstellt, wenn der Energieumwandlungsvorrichtung-SOC größer ist als ein Schwellenwert.

[0546] Die Kraftmaschinenbedingungen können kontinuierlich überwacht werden, so dass ein negatives oder Regenerations-DISG-Drehmoment überprüft werden kann, wenn sich die Kraftmaschinenbetriebsbedingungen ändern. Wenn beispielsweise die Kraftmaschinenöltemperatur abnimmt und die Kraftmaschinenreibung zunimmt, kann das negative DISG-Drehmoment, das das Kraftmaschinenbremsdrehmoment emuliert, wenn die Kraftstoffströmung zur Kraftmaschine gestoppt wird, erhöht werden, um die Änderung des Kraftmaschinenbremsdrehmoments widerzuspiegeln. Das Verfahren **2900** geht zu **2928** weiter, nachdem das negative DISG-Drehmoment auf das Kraftmaschinenbremsdrehmoment eingestellt ist, wenn die Kraftmaschine gedreht wird, ohne dass Kraftstoff zur Kraftmaschine zugeführt wird, und wenn keine Verbrennung in der Kraftmaschine stattfindet.

[0547] Bei **2928** aktiviert und erhöht das Verfahren **2900** automatisch ausgewählte elektrische Fahrzeuglasten, um die Menge an Zeit zu verlängern, die der DISG weiterhin Triebstrangbremsen schaffen kann. Wenn das Fahrzeug beispielsweise einen Berg für eine verlängerte Dauer hinab fährt, kann die Energiespeichervorrichtung vollständig aufgeladen werden, so dass sie keine zusätzliche Ladung annehmen kann. Während solcher Bedingungen kann der DISG das Liefern von Ladung zur Energiespeichervorrichtung stoppen, um die Möglichkeit einer Energiespeichervorrichtungverschlechterung zu verringern. Es kann jedoch möglich sein, dass der DISG weiterhin Ladung zur Energiespeichervorrichtung liefert, wenn zusätzliche Ladung zu Fahrzeugsystemen geliefert wird, so dass die Energiespeichervorrichtungsladung nicht zunimmt.

[0548] In einem Beispiel wird der zu ausgewählten elektrisch betriebenen Fahrzeugsystemen gelieferte Strom erhöht, wenn der Energiespeichervorrichtungsladungszustand größer ist als ein Schwellenpegel. In anderen Beispielen wird der zu ausgewählten elektrisch betriebenen Fahrzeugsystemen gelieferte Strom erhöht, wenn die vom DISG zur Batterie gelieferte Ladung größer ist als eine Schwellenladungsrate. In einigen Beispielen wird, wenn der Energiespeichervorrichtungsladungszustand größer ist als ein Schwellenpegel, die Kraftmaschine gedreht, der DISG hört auf, in Erzeugungsmodus zu arbeiten, und der zu ausgewählten elektrisch betriebenen Fahrzeugsystemen gelieferte Strom fährt fort, bis die Ladung der Energiespeichervorrichtung auf einen zweiten Schwellenpegel verringert ist, und dann kehrt der DISG in den Erzeugungsmodus zurück. Die Kraftmaschine stoppt die Drehung, wenn die Ladung der Energiespeichervorrichtung geringer ist als ein Schwellenpegel.

[0549] Ausgewählte elektrisch betriebene Fahrzeugsysteme können automatisch aktiviert und eingeschaltet werden oder zu ihnen kann mehr Strom als angefordert geliefert werden. Die ausgewählten elektrisch betriebenen Fahrzeugsysteme können Front- und Heckscheiben-Enteisungsvorrichtungen, Abgasnachbehandlungs-Heizvorrichtungen, elektrische Pumpen und Lichter sein, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Die Front- und Heckscheibenenteiser können beispielsweise aktiviert werden, ohne den Fahrer zu benachrichtigen, so dass der Fahrer nicht bemerken kann, dass elektrische Energie verbraucht wird, um den DISG-Betrieb im Regenerationsmodus zu verlängern. Die Ausgabe einer elektrischen Pumpe (z. B. einer Kraftstoffpumpe) kann ferner durch Erhöhen des Pumpenstroms erhöht werden, ohne dass der Fahrer dies bemerkt. Ebenso können Emissionssystem-Heizvorrichtungen und Fahrzeuglichter aktiviert werden, um den DISG-Betrieb im Regenerationsmodus zu verlängern. Das Verfahren **2900** kehrt zu **2906** zurück, nachdem die elektrischen Lasten eingestellt sind.

[0550] Bei **2930** erhöht das Verfahren **2900** den Schlupf über einer Drehmomentwandlerkupplung (TCC), wenn die TCC verriegelt ist. Wenn die TCC schleift, wird der Schlupf über der TCC weiter erhöht. Das Schleifen der TCC verringert Drehmomentstörungen, die in den Triebstrang über Verbinden und Trennen der Triebstrangtrennkupplung eingeführt werden können. In einem Beispiel wird die TCC bei **2934** in einen Modus mit gesteuertem Schlupf versetzt und die TCC wird in Reaktion auf Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahländerungen moduliert. Das Verfahren **2900** geht zu **2932** weiter, nachdem der Schlupf über der TCC eingestellt ist.

[0551] Bei **2932** setzt das Verfahren **2900** den DISG in den Drehzahlsteuermodus nach dem Verlassen des Drehmomentsteuermodus und stellt das DISG-Drehmoment ein, um die DISG-Drehzahl auf einem im Wesentlichen konstanten Wert (z. B. $\pm 50 \text{ min}^{-1}$ einer befohlenen DISG-Drehzahl) zu halten. In einem Beispiel wird die DISG-Drehzahl mit einer gewünschten DISG-Drehzahl verglichen und der zum DISG gelieferte Strom wird in Reaktion auf eine Differenz der DISG-Drehzahl und der gewünschten DISG-Drehzahl eingestellt. Wenn die DISG-Drehzahl geringer ist als die gewünschte DISG-Drehzahl, wird zusätzlicher Strom zum DISG geliefert, um das DISG-Drehmoment und die DISG-Drehzahl zu erhöhen. Wenn die DISG-Drehzahl größer ist als die gewünschte DISG-Drehzahl, wird der zum DISG gelieferte Strom verringert, um die DISG-Drehzahl und das DISG-Drehmoment, das zum Triebstrang geliefert wird, zu verringern. Das Setzen des DISG in den Drehzahlsteuermodus ermöglicht, dass der DISG das Triebstrangdrehmoment steuert, ohne Triebstrangdrehzahländerungen zu verursachen, die für einen Fahrer unerwünscht sein können. Das Verfahren **2900** geht zu **2934** weiter, nachdem der DISG in den Drehzahlsteuermodus gesetzt ist.

[0552] Bei **2934** setzt das Verfahren **2900** die TCC-Kapazität auf einen konstanten Wert oder geht auf einen neuen Steuerverstärkungswert für die TCC-Schlupfsteuerung in geschlossener Schleife über. Ein Signal, das die Menge an Drehmoment steuert, das die TCC über den Drehmomentwandler überträgt, wird beispielsweise eingestellt, wenn sich die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl ändert, um Triebstrangstörungen zu verringern. In einem Beispiel wird das TCC-Schlupfmaß gemäß einer TCC-Übertragungsfunktion eingestellt, die ein TCC-Steuersignal-Tastverhältnis ausgibt. Die TCC-Übertragungsfunktion ist auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl indiziert. Das Verfahren **2900** geht zu **2936** weiter, nachdem die TCC-Kapazität eingestellt ist.

[0553] Bei **2936** beurteilt das Verfahren **2900**, ob ein anderer Starter als der DISG vorhanden ist oder nicht. In einigen Beispielen kann, wenn ein anderer Starter als der DISG nicht verfügbar ist oder sich in einem verschlechterten Zustand befindet, das Verfahren **2900** den Nicht-DISG-Starter als nicht vorhanden beurteilen. Wenn das Verfahren **2900** beurteilt, dass ein anderer Starter als der DISG nicht vorhanden ist, ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** geht zu **2950** weiter. Ansonsten ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2938** weiter.

[0554] Bei **2950** schließt das Verfahren **2900** zumindest teilweise die Triebstrangtrennkupplung, während sich der DISG im Drehzahlsteuermodus befindet, um die Kraftmaschine zu drehen. In einem Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplung in eine Position geschlossen, die eine gewünschte Kraftmaschinenanlassdrehzahl (z. B. 250 min^{-1}) bereitstellt. Die gewünschte Anlassdrehzahl kann in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen variieren und kann in einigen Beispielen nicht niedriger sein als die DISG-Drehzahl. Das Schließen der Triebstrangtrennkupplung bewirkt, dass ein Triebstrangdrehmoment zur Kraftmaschine übertragen wird. Folglich kann der zum DISG gelieferte Strom erhöht werden, wenn die Triebstrangtrennkupplung eingerückt wird, um die DISG-Drehzahl aufrechtzuerhalten. In dieser Weise kann das über den Drehmomentwandler übertragene Drehmoment auf einem konstanten Niveau gehalten werden, da die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl konstant ist. Das Verfahren **2900** geht zu **2952** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen ist.

[0555] Bei **2952** liefert das Verfahren **2900** einen Zündfunken und Kraftstoff zu den Kraftmaschinenzylindern, um die Kraftmaschine zu starten. In einem Beispiel wird Kraftstoff zu den Kraftmaschinenzylindern über Direktkraftstoffeinspritzdüsen geliefert. Das Verfahren **2900** geht zu **2954** weiter, nachdem der Zündfunke und Kraftstoff zu den Kraftmaschinenzylindern zugeführt werden.

[0556] Bei **2954** beurteilt das Verfahren **2900**, ob eine Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern stattfindet oder nicht. In einem Beispiel beurteilt das Verfahren **2900**, dass eine Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern vorliegt, wenn das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment zunimmt. Eine Zunahme der Kraftmaschinendrehzahl kann auf eine Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern hinweisen. In anderen Beispielen kann die Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern über Zylinderdrucksensoren bestimmt werden. Wenn das Verfahren **2900** bestimmt, dass eine Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern vorliegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **2900** geht zu **2956** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **2900** kehrt zu **2954** zurück.

[0557] Bei **2956** öffnet das Verfahren **2900** die Triebstrangtrennkupplung und stellt das DISG-Drehmoment ein. Das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung kann die Menge an Drehmoment, das vom DISG und Triebstrang übertragen wird, um die Kraftmaschine zu starten, verringern, wenn die Triebstrangtrennkupplung ausgerückt wird, bevor die Kraftmaschine beginnt, mehr Drehmoment zu erzeugen, um die Kraftmaschine auf die DISG-Drehzahl zu beschleunigen. Das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung verringert auch die Menge an Drehmoment, das vom Triebstrang zum Beschleunigen der Kraftmaschine geliefert wird. Daher kann das DISG-Drehmoment verringert werden, um den DISG auf einer konstanten Drehzahl zu halten, wenn die Triebstrangtrennkupplung gelöst wird. In Beispielen, in denen die kinetische Energie des Fahrzeugs den DISG dreht, kann die Menge an Drehmoment, das vom DISG absorbiert wird, eingestellt werden. Das Verfahren **2900** geht zu **2940** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist.

[0558] Bei **2938** dreht das Verfahren **2900** die Kraftmaschine über einen anderen Starter als den DISG. In einem Beispiel weist der Starter eine niedrigere Leistungsausgangskapazität auf als der DISG und der Starter kommt selektiv mit einem mit einer Kraftmaschinenkurbelwelle gekoppelten Schwungrad in Eingriff. Der Starter liefert eine Kraftmaschinenanlassdrehzahl von weniger als 250 min^{-1} . Der Zündfunke und Kraftstoff werden auch bei **2938** zur Kraftmaschine geliefert. Das Verfahren **2900** geht zu **2940** weiter, nachdem die Kraftmaschine sich zu drehen beginnt.

[0559] Bei **2940** beschleunigt das Verfahren **2900** die Kraftmaschinendrehzahl auf eine Drehzahl, die mit dem DISG synchron ist. Die Kraftmaschine wird durch Einstellen des Kraftstoffs, des Zündfunkens und der Zylinderluftmenge für die Kraftmaschinenzylinder beschleunigt. Das Verfahren **2900** geht zu **2942** weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht.

[0560] Bei **2942** hält das Verfahren **2900** die Kraftmaschinendrehzahl auf der DISG-Drehzahl und liefert ein Nettodrehmoment von im Wesentlichen null (z. B. $\pm 10 \text{ Nm}$) aus der Kraftmaschinenkurbelwelle. Mit anderen Worten, das Kraftmaschinendrehmoment wird gerade hoch genug eingestellt, um Kraftmaschinenverluste zu überwinden und die Kraftmaschine mit der DISG-Drehzahl zu drehen. Das Verfahren **2900** geht zu **2944** weiter, nachdem das Kraftmaschinennettodrehmoment im Wesentlichen null ist.

[0561] Bei **2944** schließt das Verfahren **2900** die Triebstrangtrennkupplung. Im Wesentlichen kein Drehmoment wird zwischen dem Triebstrang und der Kraftmaschine übertragen, wenn die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist, so dass ein reibungsloser Übergang zwischen dem Nicht-Betreiben der Kraftmaschine und dem Betreiben der Kraftmaschine bereitgestellt wird. Die Kraftmaschine wird mit im Wesentlichen der DISG-Drehzahl (z. B. $\pm 25 \text{ min}^{-1}$) betrieben, wenn die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist. Das Verfahren **2900** geht zu **2946** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0562] Bei **2946** verringert das Verfahren **2900** das Kraftmaschinen-Verbrennungsdrehmoment (z. B. das Kraftmaschinendrehmoment, das durch Verbrennung bereitgestellt wird) und dann wird die Kraftstoffeinspritzung gestoppt, so dass sich die Kraftmaschine nicht unter ihrer eigenen Leistung dreht. Das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment wird durch Verringern von Zylinderluftmengen und Zylinderkraftstoffmengen gesenkt. Ferner werden Kraftmaschinendrehverluste über das Einstellen der Kraftmaschinen-Ventilzeitsteuerung erhöht. Einlassventile eines Zylinders können beispielsweise nahe dem Einlasshub am oberen Totpunkt geöffnet werden und Auslassventile des Zylinders können zwischen dem Kompressionshub am oberen Totpunkt und 45 Kurbelwellengrad nach dem Kompressionshub am oberen Totpunkt geöffnet werden, um Kraftmaschinendrehverluste zu erhöhen. Die Ventile von anderen Zylindern können in einer ähnlichen Weise betätigt werden. Ein negatives Drehmoment, das durch den DISG während der Regeneration erzeugt wird, kann verringert werden,

um die Überführung von der Kraftmaschine, die ein Verbrennungsdrehmoment liefert, zur Kraftmaschine, die ein Bremsdrehmoment während der Kraftstoffabschaltung liefert, zu glätten. Ferner kann das negative DISG-Drehmoment eingestellt werden, um eine konstante Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl aufrechtzuerhalten, während der DISG kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt. In dieser Weise kann das Drehen der Kraftmaschine eine auf den Triebstrang aufgebrachte Last erhöhen, um eine gewünschte Menge an Triebstrangbremsen für das Fahrzeug zu schaffen. Das Verfahren **2900** geht zu **2948** weiter, nachdem das Kraftmaschinen-Verbrennungsdrehmoment verringert ist.

[0563] In einem Beispiel sollte die Menge an regenerativem Drehmoment, das vom DISG angefordert wird, mit der Menge an Kraftmaschinenbremsdrehmoment, das gegenwärtig verfügbar ist, konsistent sein, wie bei **2926** beschrieben. Das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann auf der Basis der Kraftmaschinenöltemperatur, der Kraftmaschinenreibung und dem Pumpen bei der gegenwärtigen Pumpenraddrehzahl abgeschätzt werden. Sobald das System in Kraftmaschinenbremsen umsetzt, kann das tatsächliche Kraftmaschinenbremsen mit dem abgeschätzten Kraftmaschinenbremsen verglichen werden und eine Korrektur kann an der Abschätzung durchgeführt werden. In dieser Weise kann das Fahrzeug mit derselben Rate für sowohl das Kraftmaschinenbremsen als auch das regenerative Bremsen verlangsamen, wenn das Bremspedal nicht getreten wird.

[0564] Bei **2948** hält das Verfahren **2900** das DISG-Drehmoment im Wesentlichen konstant und führt die TCC auf eine Schlupfsteuerung in geschlossener Schleife zurück. Das TCC-Befehlssignal kann beispielsweise eingestellt werden, um eine gewünschte Drehzahldifferenz zwischen dem Drehmomentwandler-Pumpenrad und dem Drehmomentwandler-Turbinenrad zu schaffen. Das Verfahren **2900** kehrt zu **2906** zurück, nachdem die TCC in einen Schlupfsteuermodus in geschlossener Schleife zurückgeführt ist.

[0565] In einem alternativen Beispiel kann die Kraftmaschinendrehung beginnen und Kraftstoff und ein Zündfunke können der Kraftmaschine vorenthalten werden, während die Kraftmaschine bis zur DISG-Drehzahl hochdreht. Die Triebstrangtrennkupplung schließt sich anfänglich um ein kleines Ausmaß und ein höheres Schlupfniveau liegt über der Triebstrangtrennkupplung vor. Der DISG kann von einem Generatorzustand auf einen Motorzustand überführt werden, um irgendeine Triebstrangdrehmomentstörung zu verringern, wenn die Beschleunigung der Kraftmaschine ein zusätzliches negatives Drehmoment zum Triebstrang liefert. Ein zusätzlicher Druck wird auf die Triebstrangtrennkupplung aufgebracht, um das negative Drehmoment zu erhöhen, das durch die Kraftmaschine zum Triebstrang geliefert wird. Das DISG-Drehmoment wird eingestellt, während sich der DISG im Drehzahlsteuermodus befindet, um das gewünschte Niveau an Triebstrangbremsen zu schaffen. In einem Beispiel wird der DISG-Strom eingestellt, um eine gewünschte Fahrzeugverlangsamungsrate zu schaffen.

[0566] In einem anderen Beispiel kann **2936–2956** durch einen Schritt ersetzt werden, in dem die Kraftmaschine auf einer Nulldrehung bleibt, während das Fahrzeugbremsen über Reibungsbremsen (z. B. Radbremsen) ohne Fahrereingabe erhöht wird, während die DISG-Drehmomentabsorption (z. B. Umsetzen von mechanischer Drehenergie in elektrische Energie) verringert wird. Die Reibungsbremskraft kann proportional zur Verringerung des DISG-Triebstrangbremsens erhöht werden. Folglich werden die Fahrzeugbremsen automatisch angewendet, während das durch den DISG geschaffene Triebstrangbremsen verringert wird.

[0567] In dieser Weise schafft das Verfahren von **Fig. 29A–B** Triebstrangbremsen, so dass Kraftstoff durch Umwandeln von kinetischer Energie in elektrische Energie gespart werden kann. Ferner kann das Verfahren Triebstrangdrehmomentstörungen über das Steuern des DISG, der TCC und anderer Triebstrangkomponenten verringern.

[0568] Mit Bezug auf **Fig. 30** ist eine Beispielsequenz zum Vorsehen von Fahrzeugbremsen über einen Triebstrang gemäß dem Verfahren von **Fig. 29A–B** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 30** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0569] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl dar und die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0570] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils dar. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0571] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt die Anwendungskraft der Drehmomentwandlerkupplung (TCC) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die TCC-Anwendungskraft dar und die TCC-Anwendungskraft nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0572] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment dar und das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0573] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt das DISG-Ausgangsdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Ausgangsdrehmoment dar und das DISG-Ausgangsdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0574] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 30** stellt das Kraftmaschinendrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Kraftmaschinendrehmoment dar und das Kraftmaschinendrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0575] Zum Zeitpunkt T62 ist die Kraftmaschine gestoppt, die Turbinenraddrehzahl ist erhöht und der DISG liefert ein negatives Drehmoment (z. B. Bremsdrehmoment) zum Triebstrang. Die TCC-Kupplung ist verriegelt und die Triebstrangtrennkupplung ist offen und überträgt kein Drehmoment.

[0576] Zum Zeitpunkt T63 wird der Drehmomentwandlerkupplungsschlupf in Reaktion auf eine Anforderung zum Neustarten der Kraftmaschine erhöht. Die Anforderung zum Neustarten der Kraftmaschine basiert auf einer Erhöhung des Fahreranforderungsdrehmoments (nicht dargestellt). Die TCC-Kraft nimmt ab, wenn der Drehmomentwandlerkupplungsschlupf erhöht wird. Die Kraftmaschinendrehzahl bleibt konstant, die Triebstrangtrennkupplung bleibt offen und der DISG lädt eine Batterie auf und liefert ein negatives Triebstrangdrehmoment.

[0577] Zwischen dem Zeitpunkt T63 und dem Zeitpunkt T64 geht der DISG von einem Drehmomentsteuermodus in einen Drehzahlsteuermodus in Reaktion auf die Erhöhung des Fahreranforderungsdrehmoments über. Der DISG wird dann auf eine gewünschte Drehzahl eingestellt. Die TCC wird auch eingestellt, um ein konstantes Ausmaß an Schlupf vorzusehen.

[0578] Zum Zeitpunkt T64 wird die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen, um die Kraftmaschine zu starten. Das DISG-Drehmoment wird von einem negativen Drehmoment in Richtung eines Drehmoments von null erhöht und dann wird es positiv, um das Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine bereitzustellen. Das Ausmaß an DISG-Drehmomenterhöhung hängt von der Menge an Drehmoment ab, das zum Anlassen der Kraftmaschine verwendet wird. Die Kraftmaschinendrehzahl nimmt zu, wenn ein Zündfunke und Kraftstoff zur Kraftmaschine geliefert werden, wenn die Kraftmaschine sich dreht.

[0579] Zwischen dem Zeitpunkt T64 und dem Zeitpunkt T65 nimmt das Kraftmaschinen-Ausgangsdrehmoment zu und das Verbrennungsdrehmoment beschleunigt die Kraftmaschine. Der DISG wird wieder in den Bremsmodus überführt und die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf die Verbrennung in der Kraftmaschine geöffnet. Das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung ermöglicht, dass die Kraftmaschine auf die DISG-Drehzahl beschleunigt, ohne sich auf das Triebstrangdrehmoment auszuwirken.

[0580] Zum Zeitpunkt T65 wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht, geschlossen. Das Schließen der Triebstrangtrennkupplung, nachdem die Kraftmaschine die DISG-Drehzahl erreicht, kann Triebstrangdrehmomentstörungen verringern. Das Kraftmaschinendrehmoment wird auch über das Verringern eines Drosselklappenöffnungsausmaßes oder über das Einstellen der Zylinderventilzeitsteuerung verringert.

[0581] Zum Zeitpunkt T66 wird die Kraftmaschine in einen Verlangsamungs-Kraftstoffabschaltmodus überführt, wobei sich die Kraftmaschine dreht, ohne dass sie mit Kraftstoff versorgt wird und ohne dass sie ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt. Die Kraftmaschine liefert ein Bremsdrehmoment, wenn sie sich dreht, ohne dass sie mit Kraftstoff versorgt wird. Das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann über das Einstellen des Einlass-

krümmerdrucks über eine Drosselklappe oder Zylinderventile eingestellt werden. Der DISG wird auch wieder in den Drehmomentsteuermodus überführt.

[0582] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und Starten der Drehung der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass ein Batterie-Ladungszustand einen Schwellenwert überschreitet. In dieser Weise kann das Kraftmaschinenbremsen das DISG-Bremsen übernehmen, wenn die Energiespeichervorrichtungsladung größer ist als ein Schwellenwert (z. B. vollständig aufgeladen). Das Verfahren umfasst ferner das automatische Stoppen der Kraftmaschine und das Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung zwischen der Kraftmaschine und der elektrischen Maschine, während die Kraftmaschine gestoppt ist, und umfasst ferner das Liefern eines Kraftmaschinenbremsdrehmoments zu Rädern nach dem Starten der Drehung der Kraftmaschine, und dass die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen ist, um die Kraftmaschine zu drehen.

[0583] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus, während die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umgewandelt wird. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung während des Starts der Drehung der Kraftmaschine, während die Kraftmaschinendrehzahl geringer ist als eine Leerlaufdrehzahl der Kraftmaschine. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gedreht wird. Das Verfahren umfasst, dass eine Triebstrangtrennkupplung eingerückt wird, um die Kraftmaschine mit dem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator zu koppeln. Das Verfahren umfasst ferner das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus und das Einstellen des Drehmoments der elektrischen Maschine, um die Triebstrangdrehzahl bei einem im Wesentlichen konstanten Drehmoment beizubehalten.

[0584] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine erste elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; Starten der Drehung der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass ein Batterie-Ladungszustand einen Schwellenwert überschreitet, wobei die Drehung der Kraftmaschine über eine zweite elektrische Maschine durchgeführt wird. Das Verfahren umfasst, dass die zweite elektrische Maschine nicht mit der Kraftmaschine gekoppelt wird, bevor die Kraftmaschinendrehung befohlen wird. Das Verfahren umfasst, dass die erste elektrische Maschine nicht mechanisch mit der Kraftmaschine gekoppelt wird, während die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist.

[0585] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass die zweite elektrische Maschine von der Kraftmaschine gelöst wird, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl eine Schwellendrehzahl erreicht. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich jener der ersten elektrischen Maschine ist. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen des Drehmomentwandlerkupplungsschlupfs während des Schließens der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass eine Leistungsausgangskapazität der zweiten elektrischen Maschine niedriger ist als eine Leistungsausgangskapazität der ersten elektrischen Maschine.

[0586] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; einen anderen Starter als den DISG mit einem Basiszustand, in dem der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine automatisch zu stoppen, Triebstrangbremsen über den DISG zu schaffen, während die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist, eine gestoppte Kraftmaschine über den anderen Starter als den DISG zu drehen, wenn der DISG Triebstrangbremsen schafft und wenn der Batterie-Ladungszustand größer ist als ein Schwellenpegel.

[0587] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung, wenn die Triebstrangtrennkupplung zumindest teilweise geschlossen ist. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner das Schließen der Triebstrangtrennkupplung, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass der DISG eine Leistungsausgangskapazität aufweist, die größer ist als jene des anderen Starters als des DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner eine Drehmomentwandlerkupplung und zusätzliche Befehle zum Erhöhen des Schlupfs der Drehmomentwandler-

kupplung während des Schließens der Triebstrangtrennkupplung. Das Fahrzeugsystem umfasst auch, dass der DISG eine Ladung zu einer Energiespeichervorrichtung liefert, wenn er Triebstrangbremsen bereitstellt.

[0588] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und Einstellen eines Drehmoments der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Bedingung der Kraftmaschine. Das Verfahren umfasst, dass die Bedingung der Kraftmaschine eine Öltemperatur ist. Das Verfahren umfasst, dass die Bedingung der Kraftmaschine eine Ventilzeitsteuerung der Kraftmaschine ist. Das Verfahren umfasst, dass die Bedingung der Kraftmaschine eine Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur ist. Das Verfahren umfasst, dass die Bedingung der Kraftmaschine ein abgeschätztes Kraftmaschinenbremsdrehmoment ist. Das Verfahren umfasst, dass das Triebstrangbremsen über das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Generatormodus geschaffen wird. Das Verfahren umfasst, dass das Drehmoment der elektrischen Maschine verändert wird, wenn sich die Bedingung der Kraftmaschine verändert.

[0589] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und Einstellen eines Drehmoments der elektrischen Maschine auf der Basis eines Bremsdrehmoments der Kraftmaschine. Das Verfahren umfasst, dass das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf der Basis der Kraftmaschinenöltemperatur abgeschätzt wird. Das Verfahren umfasst, dass das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf der Basis einer Drehzahl der elektrischen Maschine abgeschätzt wird. Das Verfahren umfasst, dass das Drehmoment der elektrischen Maschine ein negatives Drehmoment ist. Das Verfahren umfasst, dass sich die elektrische Maschine in einem Generatormodus befindet. Das Verfahren umfasst, dass das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine ein Verlangsamungs-Kraftstoffabschaltbremsdrehmoment ist. Das Verfahren umfasst, dass das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf einer Position einer Drosselklappe basiert.

[0590] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; einen anderen Starter als der DISG mit einem Basiszustand, in dem der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine automatisch zu stoppen, Triebstrangbremsen über den DISG zu schaffen, während die Kraftmaschinenendrehung gestoppt ist, und ein Drehmoment des DISG auf ein Kraftmaschinenbremsdrehmoment einzustellen, während das Triebstrangbremsen geschaffen wird.

[0591] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl des DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verringern eines negativen Drehmoments, das durch den DISG geliefert wird, in Reaktion auf ein negatives Drehmoment, das von der Kraftmaschine zu einem Triebstrang geliefert wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Starten der Kraftmaschine über den anderen Starter als den DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern nach dem Starten der Kraftmaschine. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen des Kraftmaschinenbremsens nach dem Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern.

[0592] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und automatisches Aktivieren einer Vorrichtung zum Verbrauchen von Ladung, die über die elektrische Maschine geliefert wird, während die elektrische Maschine Triebstrangbremsen vorsieht. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung in Reaktion darauf, dass ein Ladungszustand einer elektrischen Speichervorrichtung einen Schwellenpegel überschreitet, aktiviert wird.

[0593] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass die Vorrichtung eine Heizvorrichtung ist. Das Verfahren umfasst, dass die Heizvorrichtung ein Fensterenteiser ist. Das Verfahren umfasst, dass die Heizvorrichtung eine Emissionsvorrichtungs-Heizvorrichtung ist. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung eine Pumpe ist. Das Verfahren umfasst, dass die Pumpe eine Kraftstoffeinspritzpumpe ist.

[0594] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und Erhöhen des zu einer Vorrichtung gelieferten Stroms, während die elektrische Maschine Triebstrangbremsen schafft. Das Verfahren umfasst, dass die Stromerhöhung auf einer Aufladrate, die durch die elektrische Maschine ausgegeben wird, basiert. Das Verfahren umfasst, dass die elektrische Maschine Ladung zu einer Energiespeichervorrichtung liefert, während die elektrische Maschine Triebstrangbremsen vorsieht. Das Verfahren umfasst, dass die Stromerhöhung auf einem Ladungszustand einer Energiespeichervorrichtung basiert. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung eine Pumpe ist. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung eine Heizvorrichtung ist. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung ein Licht ist.

[0595] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; automatisches Aktivieren einer Vorrichtung, um Ladung zu verbrauchen, die über die elektrische Maschine geliefert wird, während die elektrische Maschine Triebstrangbremsen schafft; Drehen der Kraftmaschine in Reaktion auf einen Ladungszustand einer Energiespeichervorrichtung; und Stoppen der Drehung der Kraftmaschine, wenn der Ladungszustand der Energiespeichervorrichtung geringer ist als ein Schwellenpegel.

[0596] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass die Vorrichtung zum Verbrauchen von Ladung, die über die elektrische Maschine geliefert wird, eine Vorrichtung mit einem Betriebszustand ist, der für den Fahrer nicht sichtbar oder hörbar ist. Das Verfahren umfasst, dass die Vorrichtung, die Ladung verbraucht, die über die elektrische Maschine geliefert wird, eine Heizvorrichtung ist. Das Verfahren umfasst, dass die Heizvorrichtung Wärme zur Umgebungsluft zuführt. Das Verfahren umfasst, dass die Heizvorrichtung Wärme zu einem Auslasssystem zuführt. Das Verfahren umfasst ferner das Stoppen des Vorsehens von Triebstrangbremsen über die elektrische Maschine, wenn die Kraftmaschine sich dreht.

[0597] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus in Reaktion auf eine Anforderung zum Vorsehen von Triebstrangbremsen über die Kraftmaschine; Starten der Kraftmaschine; Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl der elektrischen Maschine; und Schließen einer offenen Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der Drehzahl der elektrischen Maschine ist. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über einen anderen Starter als die elektrische Maschine gestartet wird.

[0598] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die Anforderung zum Vorsehen von Triebstrangbremsen über die Kraftmaschine auf einem Ladungszustand einer Energiespeichervorrichtung basiert. Das Verfahren umfasst, dass die Anforderung zum Vorsehen von Triebstrangbremsen über die Kraftmaschine in Reaktion darauf stattfindet, dass der Ladungszustand der Energiespeichervorrichtung größer ist als eine Schwellenladungsmenge. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung in Reaktion auf das Schließen der offenen Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass der Schlupf der Drehmomentwandlerkupplung erhöht wird. Das Verfahren umfasst, dass die elektrische Maschine ein Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine liefert.

[0599] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch das Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend: Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; Starten und Drehen der Kraftmaschine; Einspritzen von Kraftstoff in die Kraftmaschine; Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl der elektrischen Maschine; und Unterbrechen der Einspritzung von Kraftstoff in die Kraftmaschine und Vorsehen von Triebstrangbremsen über die Kraftmaschine, während die elektrische Maschine weniger als eine Schwellenmenge an Strom ausgibt. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der Drehzahl der elektrischen Maschine ist.

[0600] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus während des Schließens der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung während des Schließens der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass die Ladung einer Energiespeichervorrichtung eine Schwellenladung überschreitet, gestartet wird. Das Verfahren umfasst, dass das Drehmoment der elektrischen Maschine in Reaktion darauf, dass das Kraftmaschinenbremsdrehmoment zu-

nimmt, verringert wird, nachdem die Einspritzung von Kraftstoff in die Kraftmaschine unterbrochen wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über einen anderen Starter als die elektrische Maschine gestartet wird.

[0601] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 23–Fig. 30** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; einen anderen Starter als den DISG mit einem Basiszustand, in dem der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine automatisch zu stoppen, Triebstrangbremsen über den DISG zu schaffen, während die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist, die Kraftmaschine in Reaktion auf einen Ladungszustand einer Energiespeichervorrichtung zu starten, die Verbrennung in der Kraftmaschine zu stoppen, während sich die Kraftmaschine dreht, und Triebstrangbremsen über die Kraftmaschine zu schaffen. In dieser Weise kann das System von elektrischem Triebstrangbremsen in mechanisches Triebstrangbremsen umsetzen.

[0602] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl des DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Starten der Kraftmaschine über den anderen Starter als den DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern nach dem Starten der Kraftmaschine. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen des Kraftmaschinenbremsens nach dem Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern.

[0603] Mit Bezug auf **Fig. 31** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Steuern eines Triebstrangspiels während des Fahrzeugbremsens, das über den Fahrzeugtriebstrang bereitgestellt wird, gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 31** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher in dem System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0604] Bei **3102** beurteilt das Verfahren **3100**, ob die Kraftmaschine ausgeschaltet ist und der DISG sich in einem Regenerationsmodus befindet (z. B. ob der DISG die kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie umwandelt) oder nicht. In einem Beispiel kann beurteilt werden, dass eine Kraftmaschine die Drehung gestoppt hat, wenn die Kraftmaschinendrehzahl null ist. Es kann bestimmt werden, dass sich der DISG in einem Regenerationsmodus befindet, wenn Strom vom DISG fließt und der DISG ein negatives Drehmoment zum Triebstrang liefert. Wenn das Verfahren **3100** beurteilt, dass sich die Kraftmaschine nicht dreht und der DISG sich im Regenerationsmodus befindet, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3100** geht zu **3104** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3100** geht zum Ende weiter.

[0605] Bei **3104** schaltet das Verfahren **3100** ein Getriebe in einen Gang, der ermöglicht, dass die DISG-Drehzahl unter einer Basis-DISG-Drehzahl bleibt. Die Basis-DISG-Drehzahl ist eine Drehzahl, unter der der DISG ein Nenndrehmoment (z. B. maximales DISG-Drehmoment) liefern kann. Wenn die DISG-Drehzahl größer ist als die Basis-DISG-Drehzahl, ist das DISG-Drehmoment umgekehrt proportional zur DISG-Drehzahl. Wenn die DISG-Drehzahl größer ist als die Basis-DISG-Drehzahl, kann folglich das Getriebe hochgeschaltet werden, so dass die DISG-Drehzahl geringer ist als die DISG-Basisdrehzahl. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit derart ist, dass die DISG-Drehzahl durch Hochschalten des Getriebes nicht auf weniger als die DISG-Basisdrehzahl verringert werden kann, kann das Getriebe in einen Gang geschaltet werden, der ermöglicht, dass sich der DISG mit einer Drehzahl dreht, die am nächsten zur DISG-Basisdrehzahl liegt. Außerdem kann der DISG in einigen Beispielen bei **3104** in einen Drehzahlsteuermodus überführt werden, anstatt auf eine Erhöhung des Fahreranforderungsdrehmoments zu warten. Das Verfahren **3100** geht zu **3106** weiter, nachdem das Getriebe geschaltet ist, so dass die DISG-Drehzahl nahe der DISG-Basisdrehzahl liegt oder geringer als diese ist.

[0606] Bei **3106** beurteilt das Verfahren **3100**, ob eine Anforderung für ein erhöhtes positives Triebstrangdrehmoment besteht oder nicht. Eine Anforderung für ein erhöhtes positives Triebstrangdrehmoment kann in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment vorliegen. Das Fahreranforderungsdrehmoment kann von einem Fahrpedal oder einer Steuereinheit bestimmt werden. Wenn das Verfahren **3100** beurteilt, dass eine Anforderung für ein erhöhtes positives Triebstrangdrehmoment (z. B. zum Beschleunigen des Fahr-

zeugs) besteht, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3100** geht zu **3108** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3100** kehrt zu **3104** zurück.

[0607] Bei **3108** stellt das Verfahren **3100** die Kapazität der Drehmomentwandlerkupplung (TCC) ein. In einem Beispiel wird die TCC-Kapazität auf das gewünschte Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment minus eine Drehmomentmenge, die der Drehmomentwandler mit einer vollständig offenen TCC erzeugen würde, eingestellt. Die Menge an Drehmoment, die der Wandler mit einer vollständig offenen TCC erzeugen würde, kann von der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl bestimmt werden. Insbesondere indizieren die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl eine Funktion oder Tabelle, die im Speicher gespeichert ist und die das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment auf der Basis der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl ausgibt. Sobald die TCC-Kapazität bestimmt ist, wird sie an die TCC ausgegeben. Das Verfahren **3100** geht zu **3110** weiter, nachdem die TCC-Kapazität eingestellt ist.

[0608] Bei **3110** wird der DISG von einem Drehmomentsteuermodus in einen Drehzahlsteuermodus überführt. Im Drehzahlsteuermodus wird das DISG-Drehmoment eingestellt, um eine gewünschte DISG-Drehzahl zu liefern. Die gewünschte DISG-Drehzahl kann konstant sein oder sie kann sich mit den Fahrzeugbetriebsbedingungen ändern. Das Verfahren **3100** geht zu **3112** weiter, nachdem der DISG in einen Drehzahlsteuermodus überführt ist.

[0609] Bei **3112** stellt das Verfahren **3100** die DISG-Drehzahl ein, um das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment einzustellen. Insbesondere wird das Drehmomentwandlerdrehmoment von einem negativen Drehmoment auf ein positives Drehmoment über das Einstellen der DISG-Drehzahl eingestellt. In einem Beispiel wird ein gewünschtes Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmomentprofil im Speicher gespeichert und während eines Übergangs vom Triebstrangbremsen (z. B. negatives Triebstrangdrehmoment) zur Triebstrangbeschleunigung (z. B. positives Triebstrangdrehmoment) abgerufen. Das gewünschte Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmomentprofil legt das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment auf der Basis einer Änderung des Fahreranforderungsdrehmoments und des gegenwärtigen Getriebeengagements fest. Das gewünschte Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment und die Turbinenraddrehzahl werden in eine Funktion oder Tabelle eingegeben, die die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl ausgibt. Die Tabelle oder Funktion beschreibt eine Drehmomentwandler-Übertragungsfunktion. Der DISG wird auf die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl befohlen, so dass der Drehmomentwandler das gewünschte Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment ausgibt. Nachdem der DISG das gewünschte Drehmomentwandler-Ausgangsprofil vollendet, wird das DISG-Drehmoment eingestellt, um das gewünschte Fahreranforderungsdrehmoment bereitzustellen. In dieser Weise wird die DISG-Drehzahl als Funktion der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und der gewünschten Drehmomentwandlerausgabe gesteuert. Anders ausgedrückt, das tatsächliche Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment wird als Funktion der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und -Turbinenraddrehzahl gesteuert.

[0610] In einem alternativen Beispiel stellt die DISG-Drehzahl das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment durch Verändern der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl relativ zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl ein. Insbesondere erhöht der DISG das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment von einem negativen Drehmoment auf ein positives Drehmoment über das Erhöhen der DISG-Drehzahl. Das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment wird schneller erhöht, um das Spiel zwischen dem Getriebe und den Triebstrangzahnradern zu verringern. Das Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment wird verringert, wenn das Spiel zwischen den Zahnradzähnen verringert wird, so dass ein Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn verringert werden kann.

[0611] Die Drehzahl von Zahnradzahn zu Zahnradzahn der Zahnradspieldurchquerung wird beispielsweise durch Einstellen des Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoments als Funktion der abgeschätzten Drehzahl von Zahnradzahn zu Zahnradzahn eingestellt. In einem Beispiel ist die Zahnradzahndrehzahl zu Zahnradzahndrehzahl die Differenz zwischen der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und entweder der Getriebeausgangsdrehzahl oder der Raddrehzahl. Die Drehzahldifferenz zwischen der Turbinenraddrehzahl und der Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl ist relativ klein, bis eine Verdrehung der Triebstrangwellen abgeschwächt ist. Ein positives Drehmomentwandler-Ausgangsdrehmoment wird über das Erhöhen der DISG-Drehzahl in Reaktion auf eine kleine Differenz der Drehzahl zwischen dem Drehmomentwandler-Turbinenrad und der Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl erhöht. Die DISG-Ausgangsdrehzahl wird schnell erhöht, wenn die Differenz der Drehmomentwandler-Turbinenrad- und Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl klein ist, so dass sich die Zahnradzähne trennen. Die Drehzahldifferenz nimmt zu, wenn die Zahnradzähne davon, dass sich in Kontakt stehen, dazu, dass sie nicht in Kontakt stehen, übergehen. Die DISG-Dreh-

zahl wird verringert, wenn die Differenz der Drehmomentwandler-Turbinenrad- und Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl zunimmt, so dass die Aufprallkraft zwischen den Zahnradsätzen verringert werden kann.

[0612] In einem Beispiel wird, sobald die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl minus die Getriebeausgangswellendrehzahl oder Raddrehzahl eine Schwellendrehzahl überschreitet, die DISG-Drehzahl verringert, um die Aufprallkraft von Zahn zu Zahn zu verringern. Die DISG-Drehzahl wird erhöht, nachdem die Differenz zwischen der Drehmomentwandler-Turbinenrad- und Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl geringer ist als eine Schwellendrehzahl, so dass die Zahnradzähne nach dem Übergang vom negativen Triebstrangdrehmoment auf das positive Triebstrangdrehmoment in Kontakt bleiben. Das Verfahren **3100** geht zu **3114** weiter, nachdem die DISG-Spieleinstellung beginnt.

[0613] Bei **3114** beurteilt das Verfahren **3100**, ob ein Zahnradspiel auf weniger als ein Schwellenausmaß verringert ist oder nicht. In einem Beispiel wird das Zahnradspiel als weniger als ein Schwellenausmaß bestimmt, wenn ein positives Drehmoment auf den Triebstrang aufgebracht wurde und eine Differenz zwischen der Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und der Getriebeausgangsdrehzahl oder Raddrehzahl geringer ist als ein Schwellenniveau. Wenn das Verfahren **3100** beurteilt, dass das Zahnradspiel auf weniger als ein Schwellenausmaß verringert ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3100** geht zu **3116** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3100** kehrt zu **3112** zurück.

[0614] Bei **3116** erhöht das Verfahren **3100** das DISG-Ausgangsdrehmoment. Da der DISG sich im Drehzahlsteuermodus befindet, kann das DISG-Ausgangsdrehmoment in Reaktion darauf, dass ein Triebstrangdrehmoment zur Kraftmaschine übertragen wird und die Triebstrangdrehzahl verringert, erhöht werden. Mit anderen Worten, das positive DISG-Drehmoment kann erhöht werden, wenn die DISG-Drehzahl von der gewünschten DISG-Drehzahl abnimmt. In einem anderen Beispiel kann das DISG-Ausgangsdrehmoment erhöht werden, während sich der DISG im Drehzahlsteuermodus befindet, durch Erhöhen des DISG-Drehmoments auf der Basis des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments (z. B. die Menge an Drehmoment, das vom DISG zur Kraftmaschine über den DISG übertragen wird). Das gewünschte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment kann im Speicher in einer Funktion oder Tabelle gespeichert werden und die Drehmomenterhöhung wird auf den DISG während eines Kraftmaschinenneustarts in Reaktion auf das Schließen der Trennkupplung angewendet. Das Verfahren **3100** geht zu **3118** weiter, nachdem das DISG-Ausgangsdrehmoment eingestellt ist, um die Kraftmaschine zu starten.

[0615] Bei **3118** startet das Verfahren **3100** die Kraftmaschine neu. Die Kraftmaschine wird über zumindest teilweises Schließen der Triebstrangtrennkupplung und Zuführen eines Zündfunken und von Kraftstoff zur Kraftmaschine neu gestartet. In einigen Beispielen können das Schließen der Triebstrangtrennkupplung und das Erhöhen des DISG-Ausgangsdrehmoments gleichzeitig stattfinden, so dass irgendeine Triebstrangdrehmomentstörung verringert werden kann. Das Verfahren **3100** geht zu **3120** weiter, nachdem der Kraftmaschinenstart beginnt.

[0616] Bei **3120** unterdrückt das Verfahren **3100** Kraftmaschinendrehmomentstörungen, die zum Triebstrang geliefert werden können. Während des Kraftmaschinenstarts kann die Kraftmaschine beispielsweise das Triebstrangdrehmoment verbrauchen, um während des Starts zu beschleunigen. Die Kraftmaschinendrehmomentstörungen können in Reaktion auf eine Änderung der Triebstrangdrehzahl am DISG unterdrückt werden. Da der DISG sich im Drehzahlsteuermodus befindet und einer gewünschten Drehzahl folgt, kann das DISG-Drehmoment erhöht werden, wenn die Kraftmaschine das Triebstrangdrehmoment verbraucht und den Triebstrang verlangsamt. Wenn die Kraftmaschine nach dem Starten beschleunigt und ein Drehmoment zum Triebstrang liefert, kann das DISG-Drehmoment außerdem verringert werden, so dass das Nettodrehmoment, das zum Triebstrang über den DISG und die Kraftmaschine geliefert wird, im Wesentlichen konstant bleibt (z. B. ± 30 Nm). In dieser Weise kann die Triebstrangdrehzahl in einer Weise in geschlossener Schleife über das Einstellen des DISG-Drehmoments gesteuert werden.

[0617] In einem anderen Beispiel können Triebstrangdrehmomentstörungen über DISG-Drehmomenteinstellungen in offener Schleife unterdrückt werden. Wenn beispielsweise die Trennkupplung sich zu schließen beginnt, kann das DISG-Drehmoment erhöht werden, während sich der DISG im Drehzahlsteuermodus befindet. Insbesondere kann das DISG-Drehmoment über das Addieren des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments zum DISG-Drehmomentbefehl eingestellt werden. Der DISG-Drehmomentbefehl wird weiter in Reaktion auf die DISG-Drehzahl eingestellt. Wenn das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment unter- oder überschätzt wird, beseitigt folglich die DISG-Drehzahlsteuerschleife den Fehler im Triebstrangtrenndrehmoment, das zum DISG-Drehmoment addiert wurde. Die während des Kraftmaschinenstarts unterdrückten Triebstrangdrehmomentstörungen können von dem Zeitpunkt, zu dem das Kraftmaschinenanlassen beginnt, bis die Kraftmaschine die

DISG-Drehzahl erreicht und die Triebstrangtrennkupplung vollständig geschlossen wird, unterdrückt werden. Das Verfahren **3100** geht zu **3122** weiter, nachdem Triebstrangstörungen während des Kraftmaschinenstarts unterdrückt werden.

[0618] Bei **3122** liefert das Verfahren **3100** das gewünschte Drehmoment zum Triebstrang. Das gewünschte Drehmoment kann nur über den DISG, nur über die Kraftmaschine oder über die Kraftmaschine und den DISG geliefert werden. In einem Beispiel werden das DISG-Drehmoment und das Kraftmaschinendrehmoment als Bruchteile eines Fahreranforderungsdrehmoments geliefert, wie von einem Fahrpedal bestimmt. Wenn beispielsweise das Fahreranforderungsdrehmoment als 100 Nm am Drehmomentwandler-Pumpenrad bestimmt wird, kann die Kraftmaschine 80 % des Fahreranforderungsdrehmoments oder 80 Nm liefern, während der DISG 20 % oder 20 Nm liefert, so dass 100 Nm zum Drehmomentwandler-Pumpenrad geliefert werden. Das Verfahren **3100** geht zum Ende weiter, nachdem das gewünschte Drehmoment zum Triebstrang geliefert wird.

[0619] Es sollte beachtet werden, dass in einigen Beispielen **3116–3120** gleichzeitig mit **3108–3114** stattfinden können, so dass das Triebstrangdrehmoment besser auf das Fahreranforderungsdrehmoment reagieren kann. Das Schalten des Getriebes in einen Gang, der ermöglicht, dass der DISG unter der Basis-DISG-Drehzahl arbeitet, kann die Möglichkeit erhöhen, dass der DISG gleichzeitig die Drehmomentkapazität zum Neustarten der Kraftmaschine und zum Mildern des Zahnradlaufpralls vom Triebstrangzahnradspiel aufweist.

[0620] Mit Bezug auf **Fig. 32** ist eine Beispielsequenz zum Verringern des Zahnradlaufpralls eines Triebstrangs gemäß dem Verfahren von **Fig. 31** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 32** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0621] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0622] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt das Fahreranforderungsdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Fahreranforderungsdrehmoment dar und das Fahreranforderungsdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0623] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt den Kraftmaschinenzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenzustand dar und die Kraftmaschine dreht sich, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftmaschine hat die Drehung gestoppt, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0624] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt das Tastverhältnis der Drehmomentwandlerkupplung (TCC) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das TCC-Tastverhältnis dar und das TCC-Tastverhältnis nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die TCC-Schließkraft nimmt zu, wenn das TCC-Tastverhältnis zunimmt. Die TCC kann weniger Drehmoment zwischen dem DISG und dem Getriebe übertragen, wenn das TCC-Tastverhältnis zunimmt, da die Drehmomentwandler-Drehmomentvervielfachung verringert werden kann. Die TCC ist verriegelt (z. B. ist die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl gleich der Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl), wenn die TCC-Kurve nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt.

[0625] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt den Getriebegang als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Getriebegang dar und spezifische Getriebegänge sind entlang der Y-Achse angegeben. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0626] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 32** stellt die DISG-Drehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die DISG-Drehzahl dar und die DISG-Drehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **3202** stellt die Basis-DISG-Drehzahl dar.

[0627] Zum Zeitpunkt T68 liegt die Fahrzeuggeschwindigkeit auf einem erhöhten Niveau ebenso wie das Fahreranforderungsdrehmoment. Die Kraftmaschine arbeitet und verbrennt Luft/Kraftstoff-Gemische. Die TCC ist verriegelt, wie dadurch angegeben, dass das TCC-Tastverhältnis nahe der Y-Achsen-Beschriftung liegt.

Das Getriebe befindet sich im fünften Gang und die DISG-Drehzahl liegt auf einem mittleren Niveau und über der DISG-Basisdrehzahl **3202**.

[0628] Zum Zeitpunkt T69 wird das Fahreranforderungsdrehmoment in Reaktion darauf, dass ein Fahrer beispielsweise ein Fahrpedal loslässt, auf einen niedrigen Wert verringert. Die Fahrzeuggeschwindigkeit, das Fahreranforderungsdrehmoment, der Kraftmaschinenzustand, das TCC-Tastverhältnis, der Getriebeingang und die DISG-Drehzahl bleiben auf ähnlichen Niveaus wie zum Zeitpunkt T68. Der DISG geht jedoch vom Erzeugen eines positiven Drehmoments und Verbrauchen von elektrischer Energie zum Erzeugen eines negativen Drehmoments und Erzeugen von elektrischer Energie über. Die Kraftstoff- und Zündfunkenzufuhr zur Kraftmaschine werden auch gestoppt, so dass die Kraftmaschine verlangsamt, aber sich ohne Empfangen von Kraftstoff weiter dreht.

[0629] Zwischen dem Zeitpunkt T69 und dem Zeitpunkt T70 nimmt die Fahrzeuggeschwindigkeit ebenso wie die DISG-Drehzahl ab. Die Kraftmaschine dreht sich weiter, wie dadurch angegeben, dass der Kraftmaschinenzustand auf einem höheren Niveau bleibt, und das TCC-Tastverhältnis bleibt auch auf einem höheren Niveau, wobei die TCC verriegelt ist. Das Getriebe bleibt im 5. Gang und das Fahreranforderungsdrehmoment bleibt auf einem niedrigeren Niveau.

[0630] Zum Zeitpunkt T70 wird die Kraftmaschinendrehung in Reaktion auf das niedrige Fahreranforderungsdrehmoment gestoppt, wie dadurch angegeben, dass das Kraftmaschinenzustands-Flag auf ein niedrigeres Niveau übergeht. Die Triebstrangtrennkupplung (nicht dargestellt) wird in Reaktion auf das Stoppen der Kraftmaschine geöffnet und der DISG wird in einen Drehzahlsteuermodus überführt. Die DISG-Drehzahl und die Fahrzeuggeschwindigkeit werden weiterhin verringert und das Getriebe bleibt im 5. Gang.

[0631] Zwischen dem Zeitpunkt T70 und dem Zeitpunkt T71 nehmen die Fahrzeuggeschwindigkeit und die DISG-Drehzahl weiterhin ab. In diesem Beispiel schaltet das Getriebe herunter, wenn das Herunterschalten ermöglicht, dass die DISG-Drehzahl unter der Basis-DISG-Drehzahl bleibt. Die DISG-Drehzahl wird auf der Basis des Fahreranforderungsdrehmoments, der Fahrzeuggeschwindigkeit und des ausgewählten Gangs auf eine Drehzahl befohlen. Das Getriebe wird beispielsweise im 5. Gang gehalten und die DISG-Drehzahl wird auf weniger als die Basis-DISG-Drehzahl verringert. Die DISG-Drehzahl nimmt weiter auf eine Schwellendrehzahl ab, bei der der DISG unter der DISG-Basisdrehzahl liegt, wenn das Getriebe in den 4. Gang geschaltet wird. Das Getriebe wird in den 4. Gang heruntergeschaltet, wenn die DISG-Drehzahl geringer ist als die Schwellendrehzahl, und die DISG-Drehzahl wird auf eine Drehzahl erhöht, die auf der DISG-Drehzahl vor dem Schalten und dem neuen Übersetzungsverhältnis basiert.

[0632] In einigen Beispielen kann während des Beginns der Fahrzeugverlangsamung oder einer Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments die gegenwärtige DISG-Drehzahl größer sein als die DISG-Basisdrehzahl. In diesen Fällen kann das Getriebe am Beginn der Fahrzeugverlangsamung oder in Reaktion auf die Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments hochgeschaltet werden, so dass die DISG-Drehzahl auf weniger als die DISG-Basisdrehzahl verringert wird. Durch Verringern der DISG-Drehzahl auf weniger als die DISG-Basisdrehzahl kann es möglich sein, ein Drehmoment vom DISG zu liefern, um die Kraftmaschine neu zu starten, um den Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn zu verringern, der am Zahnradspiel liegt. Die Getriebegänge werden zu Zeiten heruntergeschaltet, die ermöglichen, dass die DISG-Drehzahl geringer bleibt als die DISG-Basisdrehzahl.

[0633] Das TCC-Tastverhältnis wird auch in Reaktion auf den Triebstrangtrennkupplungszustand (nicht dargestellt), die Fahrzeuggeschwindigkeit und das Fahreranforderungsdrehmoment verringert. Die TCC-Anwendungskraft und das TCC-Tastverhältnis werden moduliert, um irgendeine Drehmomentstörung durch den Triebstrang zu verringern, die sich aus dem Öffnen der Triebstrangtrennkupplung ergeben kann. Die Kraftmaschine bleibt gestoppt, wie dadurch angegeben, dass der Kraftmaschinenzustand auf einem niedrigeren Niveau liegt. Das Fahreranforderungsdrehmoment bleibt auch niedrig.

[0634] Es sollte auch erwähnt werden, dass die Triebstrangzahnradzähne von der Übertragung eines Drehmoment von den Frontflächen der Zahnradzähne zu den Rückflächen der Zahnradzähne übergegangen sein können, wenn der Triebstrang vom Erzeugen eines positiven Drehmoments zum Vorsehen eines negativen oder Bremsdrehmoments übergeht. Der Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn kann sich ergeben, wenn der Triebstrang wieder zum Erzeugen eines positiven Drehmoments übergeht, wenn die Übergänge nicht in einer gewünschten Weise gemanagt werden.

[0635] Zum Zeitpunkt T71 wird das Fahreranforderungsdrehmoment in Reaktion auf eine Fahrer- oder Steuereinheitseingabe erhöht. Die DISG-Drehzahl wird erhöht, um die Zähne im Triebstrang zu trennen. Der DISG wird als Funktion der Drehzahldifferenz von Zahnradzahn zu Zahnradzahn beschleunigt. Insbesondere wird der DISG mit einer höheren Rate beschleunigt, wenn die Zahnradzähne auf derselben Drehzahl liegen, um die Zähne zu trennen.

[0636] Zum Zeitpunkt T72 wird die DISG-Beschleunigung verringert und der DISG kann verlangsamen, wenn die Drehzahldifferenz zwischen den Zahnradzähnen zunimmt. Das Verlangsamen des DISG kann die Aufprallkräfte von Zahnradzahn auf Zahnradzahn durch Verringern der Geschwindigkeit zwischen den Zahnradzähnen verringern. Kurz nach dem Zeitpunkt T72 wird die DISG-Beschleunigung erhöht, nachdem der Raum oder das Spiel zwischen den Zahnradzähnen entfernt wurde. Durch Warten mit der Beschleunigung des DISG, bis nachdem die Zahnradzähne in Kontakt stehen, kann es möglich sein, Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern und sanftere Übergänge vom negativen zum positiven Drehmoment zu schaffen. Der TCC-Schlupf und die TCC-Anwendungskraft zwischen dem Zeitpunkt T71 und dem Zeitpunkt T73 werden auch eingestellt und/oder moduliert, um Drehmomentstörungen im Triebstrang zu verringern. Das Drehmoment vom DISG beginnt das Fahrzeug zu beschleunigen und der DISG wird in einen Drehmomentsteuermodus überführt.

[0637] Zum Zeitpunkt T73 werden ein Zündfunke und Kraftstoff zur Kraftmaschine zugeführt und die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, so dass die Kraftmaschine gestartet wird. Das TCC-Tastverhältnis und die TCC-Anwendungskraft werden moduliert, um irgendeine Drehmomentstörung im Triebstrang zu verringern, die sich aus dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung während des Kraftmaschinenstarts ergeben kann. Die TCC wird verriegelt, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist, um die Triebstrangeffizienz zu verbessern. Ferner beginnt das Getriebe das Schalten durch die Gänge, um das Fahrzeug zu beschleunigen.

[0638] In dieser Weise können das Spiel und der Aufprall zwischen den Triebstrangzahnradzähnen verringert werden, wenn ein Triebstrang von einem Bremsmodus in einen Drehmomenterzeugungsmodus überführt wird. Durch Einstellen der DISG-Drehzahl und des DISG-Drehmoments in dieser Weise kann es möglich sein, Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern, die für einen Fahrer wahrnehmbar sein können.

[0639] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 31–Fig. 32** das Steuern des Triebstrangspiels, umfassend: Schalten eines Getriebes in einen Gang, der ermöglicht, dass eine elektrische Maschine, die mit dem Getriebe gekoppelt ist, mit einer niedrigeren Drehzahl als einer Basisdrehzahl der elektrischen Maschine arbeitet, in Reaktion auf eine Verringerung eines Fahreranforderungsdrehmoments; und Verringern des Aufpralls von Zahnradzahn auf Zahnradzahn über das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus während eines Triebstrangdrehmomentübergangs von einem negativen Drehmoment auf ein positives Drehmoment. Das Verfahren umfasst ferner das Verringern einer Drehmomentwandlerkupplungs-Anwendungskraft während des Triebstrangdrehmomentübergangs von dem negativen Drehmoment auf das positive Drehmoment. Das Verfahren umfasst ferner das Stoppen der Drehung einer Kraftmaschine in Reaktion auf die Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments.

[0640] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf die Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen der Drehzahl der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Differenz der Drehzahl zwischen einem ersten Zahnradzahn und einem zweiten Zahnradzahn während des Triebstrangdrehmomentübergangs vom negativen Drehmoment zum positiven Drehmoment. Das Verfahren umfasst ferner das Herunterschalten des Getriebes in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit. Das Verfahren umfasst, dass die elektrische Maschine unmittelbar vor dem Betreiben der elektrischen Maschine im Drehzahlsteuermodus während des Triebstrangdrehmomentübergangs vom negativen Drehmoment zum positiven Drehmoment in einem Drehmomentsteuermodus betrieben wird.

[0641] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 31–Fig. 32** schaffen auch das Steuern des Triebstrangspiels, umfassend: Verringern des Aufpralls von Zahnradzahn auf Zahnradzahn über das Betreiben einer elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus während eines Triebstrangdrehmomentübergangs von einem negativen Drehmoment zu einem positiven Drehmoment; und Beschleunigen der elektrischen Maschine, um einen ersten Zahnradzahn und einen zweiten Zahnradzahn zu trennen, während des Triebstrangdrehmomentübergangs vom negativen Drehmoment zum positiven Drehmoment. Das Verfahren umfasst ferner das Verlangsamen der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Erhöhung einer Drehzahldifferenz zwischen dem ersten Zahnradzahn und dem zweiten Zahnradzahn. Das Verfahren umfasst ferner das Beschleunigen der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Verringerung der Drehzahldifferenz zwischen dem ersten Zahnradzahn und dem zweiten Zahnradzahn nach dem Verlangsamen der elektrischen Maschine.

[0642] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass der Übergang vom negativen Drehmoment zum positiven Drehmoment in Reaktion auf eine Erhöhung des Fahreranforderungsdrehmoments stattfindet. Das Verfahren umfasst ferner das Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung, die mit der elektrischen Maschine mechanisch gekoppelt ist, vor dem Verringern des Aufpralls von Zahnradzahn auf Zahnradzahn in Reaktion auf eine Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments. Das Verfahren umfasst ferner das Verringern einer Drehmomentwandlerkupplungs-Anwendungskraft in Reaktion auf eine Verringerung des Fahreranforderungsdrehmoments vor dem Verringern des Aufpralls von Zahnradzahn auf Zahnradzahn. Das Verfahren umfasst, dass die Drehzahl der elektrischen Maschine als Funktion einer Drehzahldifferenz zwischen einem ersten Zahnradzahn und einem zweiten Zahnradzahn gesteuert wird.

[0643] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 31–Fig. 32** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschinendrehung automatisch zu stoppen, einen Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn über das Betreiben des DISG in einem Drehzahlsteuermodus während eines Triebstrangdrehmomentübergangs von einem negativen Drehmoment auf ein positives Drehmoment zu verringern und die Kraftmaschinendrehung zu starten, während der Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn verringert wird.

[0644] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem, dass die Kraftmaschinendrehung über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung gestartet wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Einstellen einer Drehmomentwandlerkupplungs-Anwendungskraft, während der Aufprall von Zahnradzahn auf Zahnradzahn verringert wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Öffnen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle, um zumindest teilweise die Triebstrangtrennkupplung zu schließen, um die Kraftmaschine in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment zu starten. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Schalten des Getriebes in einen Gang, der den DISG mit einer Drehzahl, die geringer ist als die DISG-Basisdrehzahl, während der Fahrzeugverlangsamung dreht.

[0645] Mit Bezug auf **Fig. 33** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Überführen des Fahrzeugbremsens von Triebstrang- zu Reibungsbremsen gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 33** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0646] Mit Bezug auf **3302** schätzt das Verfahren **3300** die Fahrzeugmasse und die Straßenneigung ab. In einem Beispiel kann die Straßenneigung über einen Neigungsmesser abgeschätzt oder bestimmt werden. Die Fahrzeugmasse kann bestimmt werden, wie bei **904** des Verfahrens **900** beschrieben. Das Verfahren **3300** geht zu **3304** weiter, nachdem die Fahrzeugmasse und die Straßenneigung bestimmt sind.

[0647] Bei **3304** beurteilt das Verfahren **3300**, ob das Fahrzeug verlangsamt oder ob ein Fahrer eine Fahrer-drehmomentanforderung verringert hat oder nicht. In einem Beispiel kann die Fahrzeugverlangsamung über die Abnahme der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt werden. Ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment kann von einem Loslassen eines Fahrpedals bestimmt werden. Wenn das Verfahren **3300** beurteilt, dass die Fahrzeugverlangsamung oder eine verringerte Fahreranforderung vorliegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3300** geht zu **3306** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3300** geht zum Ende weiter.

[0648] Bei **3306** beurteilt das Verfahren **3300**, ob der Ladungszustand (SOC) einer Energiespeichervorrichtung geringer ist als eine Schwellenladungsmenge oder nicht. In einem Beispiel kann der SOC über das Messen der Batteriespannung bestimmt werden. Wenn der Energiespeichervorrichtung-SOC geringer ist als eine Schwellenladungsmenge, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3300** geht zu **3308** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3300** geht zu **3312** weiter.

[0649] Bei **3308** stoppt das Verfahren **3300** die Kraftmaschinendrehung und öffnet die Triebstrangtrennkupplung. Die Kraftmaschine wird über das Unterbrechen der Versorgung der Kraftmaschine mit Zündfunken und Kraftstoff gestoppt. Das Verfahren **3300** geht zu **3310** weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist.

[0650] Bei **3310** betreibt das Verfahren **3300** den DISG im Generatormodus und lädt die Energiespeichervorrichtung auf. Der DISG liefert ein negatives Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang im Generatormodus. In einem Beispiel kann die Menge an negativem Drehmoment, das der DISG zum Triebstrang liefert, in Reaktion auf die Fahrzeuggeschwindigkeit und das Fahreranforderungsdrehmoment eingestellt werden.

[0651] In einem anderen Beispiel kann die Menge an negativem Drehmoment, das der DISG zum DISG liefert, auf ein abgeschätztes Bremsdrehmoment der Kraftmaschine eingestellt werden, wie hier bei den gegenwärtigen Betriebsbedingungen beschrieben. Die Rate der Fahrzeugverlangsamung kann auch bei **3310** im Speicher gespeichert werden. Das Verfahren **3300** kehrt zu **3304** zurück, nachdem der DISG beginnt, die Energiespeichervorrichtung aufzuladen.

[0652] Bei **3312** beginnt das Verfahren **3300**, das negative DISG-Drehmoment zu verringern. In einigen Beispielen kann die Triebstrangtrennkupplung ferner geschlossen werden, so dass die Kraftmaschine Triebstrangbremsen vorsehen kann. In einem Beispiel wird das negative DISG-Drehmoment in Richtung eines Nulldrehmoments in Reaktion auf eine Menge an Drehmoment verringert, das über die Triebstrangtrennkupplung zur Kraftmaschine übertragen wird. Die Verringerung des negativen DISG-Drehmoments basiert auf einer Verringerung des Ladestroms. Das Verfahren **3300** geht zu **3314** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment beginnt, verringert zu werden.

[0653] Bei **3314** schätzt das Verfahren **3300** das Raddrehmoment über die gegenwärtige Straßenneigung und die Fahrzeugverlangsamung ab. Das Raddrehmoment kann auf der Basis der folgenden Gleichungen abgeschätzt werden:

$$F = m \cdot a$$

$$\frac{T_{wh}}{R_{rr}} = F$$

so dass

$$T_{wh} = m \cdot a \cdot R_{rr} + R_{rr} \cdot g \cdot m \cdot \sin(\Theta)$$

wobei F gleich der Kraft zum Beschleunigen/Verlangsamen des Fahrzeugs ist, m die Fahrzeugmasse ist, R_{rr} der Rollradius des Rades ist, a die Fahrzeugbeschleunigung darstellt, g die Schwerkraftbeschleunigung ist und Θ der Winkel der Straße ist. Das Verfahren **3300** geht zu **3318** weiter, nachdem das Raddrehmoment bestimmt ist.

[0654] Bei **3316** stellt das Verfahren **3300** den Bremsenzufuhröldruck in Reaktion auf das Fahrzeugraddrehmoment und die Verringerung des negativen DISG-Drehmoments (z. B. in Richtung eines DISG-Drehmoments von null) ein. Insbesondere erhöht das Verfahren **3300** gleichzeitig den Öldruck, der zu den Reibungsbremsen des Fahrzeugs zugeführt wird, und verringert das negative DISG-Drehmoment. Die Fahrzeugreibungsbremskraft wird mit einer Rate erhöht, die die Verringerung des negativen DISG-Drehmoments ausgleicht, um eine äquivalente Rate der Fahrzeugverlangsamung zu schaffen. In einem Beispiel wird ein Bremsleitungsöldruck in offener Schleife, der mit der Bremsenanwendungskraft in Beziehung stehen kann, aus einer Tabelle oder Funktion, die empirisch bestimmte Bremsleitungsöldrücke umfasst, in Reaktion auf ein gewünschtes Radbremsdrehmoment abgerufen. Das gewünschte Radbremsdrehmoment, das von den Reibungsbremsen bereitgestellt wird, ist das Raddrehmoment von **3314** minus die Verringerung des DISG-Drehmoments multipliziert mit dem gegenwärtigen Getriebeübersetzungsverhältnis und Achsverhältnis. Der Bremsleitungsöldruck wird auf den Druck erhöht, der das gewünschte Radbremsdrehmoment bereitstellt. In dieser Weise kann eine Steuerung in geschlossener Schleife über das Fahrzeugbremsen auf der Basis des Raddrehmoments erreicht werden. Außerdem kann in einigen Beispielen die Triebstrangtrennkupplung geschlossen werden und die Kraftmaschine ohne Kraftstoff gedreht werden, um das Triebstrangbremsdrehmoment in Reaktion auf die Verringerung des DISG-Drehmoments und anderer Betriebsbedingungen bereitzustellen. Das Verfahren **3300** geht nach dem Beginn der Erhöhung des Bremsleitungsöldrucks und nach dem Beginn der Verringerung des negativen DISG-Drehmoments zu **3318** weiter.

[0655] In anderen Beispielen kann der Bremsleitungsöldruck durch eine Abschätzung der Bremsenanwendungskraft in offener Schleife erhöht werden und die Bremsenanwendungskraft kann weiter auf der Basis einer Differenz zwischen der gewünschten Fahrzeuggeschwindigkeit und der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt werden. In dieser Weise kann die Fahrzeuggeschwindigkeitsdifferenz ein Parameter in geschlossener Schleife zum Einstellen der Reibungsbremskraft sein.

[0656] Bei **3318** beurteilt das Verfahren **3300**, ob eine Bremsanforderung vom Fahrer besteht oder nicht. In einem Beispiel kann eine Bremsanforderung von einem Fahrer von einer Position eines Bremspedals bestimmt werden. Wenn das Verfahren **3300** beurteilt, dass eine Bremsanforderung von einem Fahrer besteht, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3300** geht zu **3320** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3300** geht zu **3322** weiter.

[0657] Bei **3320** wird der Bremsleitungsöldruck in Reaktion auf eine Fahreranforderungseingabe erhöht. In einem Beispiel wird der Bremsleitungsöldruck für die Reibungsbremsen im Verhältnis zur Verlagerung eines Bremspedals erhöht. Das Verfahren **3300** geht zu **3322** weiter, nachdem der Bremsleitungsöldruck in Reaktion auf den Fahrerbremsbefehl erhöht ist.

[0658] Bei **3322** beurteilt das Verfahren **3300**, ob das Fahrzeug gestoppt ist oder nicht. Das Fahrzeug kann als gestoppt beurteilt werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit null ist. Wenn beurteilt wird, dass das Fahrzeug gestoppt ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3300** endet. Wenn beurteilt wird, dass sich das Fahrzeug bewegt, ist die Antwort Nein und das Verfahren **3300** kehrt zu **3312** zurück.

[0659] Mit Bezug auf **Fig. 34** ist eine Beispielsequenz zum Überführen des Fahrzeugbremsens von Triebstrang- zu Reibungsbremsen gemäß dem Verfahren von **Fig. 33** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 34** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0660] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0661] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand dar und die Triebstrangtrennkupplung ist geschlossen, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Zustandskurve nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die Triebstrangtrennkupplung ist offen, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Zustandskurve nahe der X-Achse liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0662] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt den Kraftmaschinenzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenzustand dar und die Kraftmaschine dreht sich, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem höheren Niveau liegt. Die Kraftmaschine hat die Drehung gestoppt, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem niedrigeren Niveau liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0663] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt den Batterie-Ladungszustand (SOC) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Batterie-SOC dar und der SOC nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0664] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment kann positiv oder negativ sein. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0665] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt den Bremsleitungsöldruck der Reibungsbremsen als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Bremsleitungsöldruck dar und der Bremsleitungsöldruck nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0666] Das siebte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 34** stellt das Fahrzeuggraddrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Fahrzeuggraddrehmoment dar und das Fahrzeuggraddrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0667] Zum Zeitpunkt T74 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit erhöht, die Kraftmaschine arbeitet und die Triebstrangtrennkupplung ist geschlossen. Der Batterie-SOC ist relativ niedrig und nimmt ab, wenn der DISG ein positives Drehmoment zum Triebstrang liefert. Die Reibungsbremsen werden nicht angewendet, wie da-

durch angegeben, dass der Bremsleitungsöldruck auf einem niedrigen Niveau liegt. Das Raddrehmoment ist positiv.

[0668] Zum Zeitpunkt T75 löst der Fahrer das Fahrpedal (nicht dargestellt). Kurz danach geht das DISG-Drehmoment in Reaktion auf ein niedriges Fahreranforderungsdrehmoment vom Fahrpedal von positiv auf negativ über. Durch Übergehen auf ein negatives Drehmoment schafft der DISG Triebstrangbremsen zum Verlangsamten des Fahrzeugs. Ferner erzeugt der DISG Ladung und liefert die Ladung zur Batterie, wie durch den zunehmenden Batterie-SOC angegeben. Der Reibungsbremsleitungsdruck bleibt auf einem niedrigen Niveau, was angibt, dass die Reibungsbremsen nicht angewendet werden. Das Raddrehmoment geht in Reaktion darauf, dass der DISG zum Vorsehen eines negativen Drehmoments übergeht, von einem positiven Drehmoment zu einem negativen Drehmoment über. Außerdem wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet und die Kraftmaschinendrehung wird gestoppt. Die Kraftmaschine wird gestoppt, um Kraftstoff zu sparen, und die Trennkupplung wird geöffnet, so dass der DISG das ganze Triebstrangbremsen vorsehen kann. Das Ausmaß an Triebstrangbremsen, das der DISG bereitstellt, kann empirisch bestimmt und in einem Speicher als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Fahreranforderungsdrehmoments gespeichert werden.

[0669] In diesem Beispiel wendet der Fahrer das Bremspedal nach dem Lösen des Fahrpedals nicht an. In einigen Beispielen kann jedoch der Fahrer die Bremsen nach dem Lösen des Fahrpedals anwenden. In solchen Beispielen kann der Bremsleitungsdruck in Reaktion auf den Bremsbefehl des Fahrers zunehmen.

[0670] Zwischen dem Zeitpunkt T75 und dem Zeitpunkt T76 nimmt das negative DISG-Drehmoment allmählich zu, bis ein gewünschtes Triebstrangbremsdrehmoment hergestellt ist. Das negative Raddrehmoment nimmt auch zu, wenn das Triebstrangbremsdrehmoment zunimmt. Der Fahrer wendet das Bremspedal nicht an und der Batterie-SOC nimmt zu. Die Triebstrangtrennkupplung bleibt offen und die Kraftmaschine bleibt in einem gestoppten Zustand.

[0671] Zum Zeitpunkt T76 erreicht der Batterie-SOC eine Schwellenmenge (z. B. vollständig aufgeladen) in Reaktion darauf, dass der DISG Ladung zur Batterie liefert. Das negative DISG-Drehmoment wird verringert und die Menge an Ladung, die zur Batterie geliefert wird, wird verringert. Der Bremsleitungsöldruck wird auch erhöht, so dass das Radbremsdrehmoment über die Reibungsbremsen aufrechterhalten werden kann. Der Bremsleitungsöldruck wird auf der Basis der Verringerung des negativen DISG-Drehmoments erhöht. In einem Beispiel wird die Reibungsbremskraft auf der Basis des Raddrehmoments und der Verringerung des DISG-Drehmoments eingestellt. In einigen anderen Beispielen kann die Reibungsbremskraft, die aufgebracht wird, um die Raddrehung zu verlangsamen, auf der Basis einer Differenz zwischen einer gewünschten Fahrzeuggeschwindigkeit und einer tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt werden. Die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt weiterhin ab und die Triebstrangtrennkupplung bleibt offen. Ferner bleibt die Kraftmaschine gestoppt.

[0672] Zum Zeitpunkt T77 wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen und die Kraftmaschine wird gedreht, ohne dass Kraftstoff eingespritzt wird, in Reaktion darauf, dass das negative DISG-Drehmoment verringert wird, und in Reaktion auf Betriebsbedingungen. Die Kraftmaschine kann beispielsweise in Reaktion auf die Verringerung des DISG-Drehmoments und eine Zeit seit der Änderung des DISG-Drehmoments gedreht werden. Die Kraftmaschine wird ohne Kraftstoff gedreht, um ein Bremsdrehmoment bereitzustellen. Und das Kraftmaschinenbremsdrehmoment kann über das Aktivieren und Deaktivieren von Ventilen und/oder Einstellen des Einlasskrümmerdrucks über eine Drosselklappe und/oder Ventile eingestellt werden. Der Bremsleitungsöldruck wird in Reaktion auf das Triebstrangbremsdrehmoment, das durch die Kraftmaschine bereitgestellt wird, verringert. Insbesondere wird der Bremsleitungsöldruck um ein Ausmaß verringert, das das durch die Reibungsbremsen gelieferte Drehmoment verringert, so dass ein äquivalentes Fahrzeugbremsen geschaffen wird, selbst wenn das Triebstrangbremsen über das Drehen der Kraftmaschine ohne Kraftstoff erhöht wird.

[0673] Zum Zeitpunkt T78 nähert sich die Fahrzeuggeschwindigkeit einer Geschwindigkeit von null. Die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet und die Kraftmaschinendrehung wird gestoppt in Reaktion darauf, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit auf eine Schwellenfahrzeuggeschwindigkeit verringert wird. Der Batterie-SOC bleibt auf einem höheren Pegel, da der DISG kein positives Drehmoment zum Triebstrang liefert und Batterie-ladung entleert. Der Bremsleitungsöldruck nimmt zu, wenn das Kraftmaschinenbremsen stoppt. Die Erhöhung des Bremsleitungsöldrucks erhöht die durch die Reibungsbremsen auf die Räder aufbrachte Kraft.

[0674] Zum Zeitpunkt T79 erreicht die Fahrzeuggeschwindigkeit null und das Raddrehmoment und der Bremsleitungsöldruck werden auf null verringert. In einigen Beispielen kann der Bremsleitungsöldruck aufrechterhalten werden, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit null erreicht, so dass das Fahrzeug auf einer Geschwindigkeit

von null bleibt, bis der Fahrer das Fahreranforderungsdrehmoment über das Fahrpedal erhöht. Die Kraftmaschine bleibt gestoppt und die Triebstrangtrennkupplung bleibt in einem offenen Zustand.

[0675] In dieser Weise können die Reibungsbremsen angewendet werden, um das Fahrzeug zu verlangsamen, wenn Triebstrangbremsen in Reaktion auf den Batterie-SOC verringert wird. Ferner kann die Kraftmaschinendrehung gestoppt und gestartet werden, um das Triebstrangbremsen weiter zu steuern. Die Reibungsbremsen können auf der Basis eines abgeschätzten Raddrehmoments und/oder einer Differenz zwischen der gewünschten Fahrzeuggeschwindigkeit und der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit angewendet werden.

[0676] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 33–Fig. 34** Fahrzeugbremsen, umfassend: Vorsehen eines Triebstrangbremsdrehmoments für ein Fahrzeug ohne Anwenden eines Reibungsbremsdrehmoments auf das Fahrzeug; und Verringern des Triebstrangbremsdrehmoments, während das Reibungsbremsdrehmoment für das Fahrzeug in Reaktion auf einen Energiespeichervorrichtungsladungszustand erhöht wird, wobei das Reibungsbremsdrehmoment um dasselbe Ausmaß, um das das Triebstrangbremsdrehmoment verringert wird, erhöht wird. In dieser Weise kann das Fahrzeug vom Triebstrangbremsen zum Reibungsbremsen in einer Weise übergehen, die für einen Fahrer weniger bemerkbar sein kann.

[0677] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass eine Rate, um die das Triebstrangbremsdrehmoment verringert wird, zu einer Rate, um die das Reibungsbremsdrehmoment erhöht wird, äquivalent ist. Das Verfahren umfasst, dass eine Kraftmaschine des Fahrzeugs sich nicht dreht, während das Triebstrangbremsdrehmoment zum Fahrzeug geliefert wird. Das Verfahren umfasst, dass eine Triebstrangtrennkupplung offen ist, während das Triebstrangbremsdrehmoment bereitgestellt wird. Das Verfahren umfasst, dass das Triebstrangbremsdrehmoment in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment, das geringer ist als ein Schwellendrehmoment, bereitgestellt wird. Das Verfahren umfasst, dass das Reibungsbremsdrehmoment in Reaktion auf eine Fahrerbremsanforderung weiter erhöht wird.

[0678] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 33–Fig. 34** schaffen auch das Fahrzeugbremsen, umfassend: Liefern eines Triebstrangbremsdrehmoments zu einem Fahrzeug ohne Anwenden eines Reibungsbremsdrehmoments auf das Fahrzeug; Abschätzen des Fahrzeugraddrehmoments; und Verringern des Triebstrangbremsdrehmoments, während das Reibungsbremsdrehmoment für das Fahrzeug erhöht wird, in Reaktion auf das abgeschätzte Fahrzeugraddrehmoment und den Energiespeichervorrichtungsladungszustand. Das Verfahren umfasst, dass das Reibungsbremsdrehmoment in Reaktion auf das abgeschätzte Fahrzeugraddrehmoment erhöht wird. Das Verfahren umfasst, dass das abgeschätzte Fahrzeugraddrehmoment auf einer abgeschätzten Fahrzeugmasse basiert.

[0679] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass das abgeschätzte Fahrzeugraddrehmoment auf der Fahrzeugbeschleunigung basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Drehen einer Kraftmaschine ohne Versorgen der Kraftmaschine mit Kraftstoff. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen des Reibungsbremsdrehmoments in Reaktion auf eine Abschätzung des Kraftmaschinenbremsdrehmoments. Das Verfahren umfasst, dass eine Kraftmaschine des Fahrzeugs gestoppt wird.

[0680] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 33–Fig. 34** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; Reibungsbremsen; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschinendrehung automatisch zu stoppen, ein Triebstrangbremsdrehmoment über den DISG bereitzustellen und die Reibungsbremsen anzuwenden, während das Triebstrangbremsdrehmoment verringert wird.

[0681] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner Befehle zum Anwenden der Reibungsbremsen auf der Basis eines abgeschätzten Raddrehmoments. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verringern des Triebstrangbremsdrehmoments in Reaktion auf einen Energiespeichervorrichtungsladungszustand. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass das Triebstrangbremsdrehmoment in Reaktion darauf, dass der Energiespeichervorrichtungsladungszustand größer ist als eine Schwellenladungsmenge, verringert wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner Befehle zum Anwenden der Reibungsbremsen auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Reibungsbremsen über das Erhöhen

des Bremsleitungsöldrucks angewendet werden. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verringern der Reibungsbremsenanwendungskraft in Reaktion auf eine Fahrzeuggeschwindigkeit von null.

[0682] Mit Bezug auf **Fig. 35** ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Verringern von Triebstrangdrehmomentstörungen in Bezug auf das Zahnradspiel, wenn vom Triebstrangbremsen zur Fahrzeugbeschleunigung übergegangen wird, während kein Getriebegangwechsel stattfindet. Das Verfahren von **Fig. 35** kann als ausführbare Befehle in einem nichtflüchtigen Speicher im System von **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0683] Bei **3502** beurteilt das Verfahren **3500**, ob das Fahrzeug verlangsamt oder ob der Fahrer zumindest teilweise das Fahrpedal gelöst hat oder nicht. Das Verfahren **3500** kann über das Überwachen der Fahrzeuggeschwindigkeit beurteilen, dass das Fahrzeug verlangsamt. Das Verfahren **3500** kann in Reaktion auf die Fahrpedalposition beurteilen, dass der Fahrer zumindest teilweise das Fahrpedal gelöst hat. Wenn das Verfahren **3500** beurteilt, dass der Fahrer teilweise das Fahrpedal gelöst hat oder das Fahrzeug verlangsamt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3500** geht zu **3504** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3500** geht zum Ende weiter.

[0684] Bei **3504** bestimmt das Verfahren **3500** eine gewünschte Menge an Fahrzeugbremsdrehmoment. Die gewünschte Menge an Fahrzeugbremsdrehmoment kann empirisch bestimmt und in einer Funktion oder Tabelle im Speicher gespeichert werden, die über die Fahrzeuggeschwindigkeit und das Fahreranforderungsdrehmoment indiziert ist. Folglich kann die Menge an Fahrzeugbremsdrehmoment während der Fahrzeugverlangsamung variieren. In einem Beispiel ist das Fahrzeugbremsdrehmoment ein Bremsausmaß, das an den Fahrzeugrädern bereitgestellt wird. Das Verfahren **3500** geht zu **3506** weiter, nachdem die gewünschte Menge an Fahrzeugbremsdrehmoment bestimmt ist.

[0685] Bei **3506** stoppt das Verfahren **3500** die Kraftmaschinendrehung und öffnet die Triebstrangtrennkupplung, um Kraftstoff zu sparen, und so dass ein höheres Niveau an Triebstrangbremsen über den DISG bereitgestellt werden kann. Eine größere Menge an Triebstrangbremsen über den DISG kann ermöglichen, dass die Energiespeichervorrichtung oder Batterie mit einer höheren Rate wiederaufgeladen wird. Die Drehmomentwandlerkupplung (TCC) wird in einen verriegelten Zustand eingestellt, so dass der DISG zusätzliche Energie während der Fahrzeugverlangsamung liefern kann. Das Verfahren **3500** geht zu **3508** weiter, nachdem die Kraftmaschine gestoppt ist, die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist und die TCC verriegelt ist.

[0686] Bei **3508** beurteilt das Verfahren **3500**, ob der Energiespeichervorrichtungs- oder Batterie-Ladungszustand (SOC) größer ist als eine Schwellenladungsmenge oder nicht. Wenn das Verfahren **3500** beurteilt, dass der Energiespeichervorrichtungs-SOC größer ist als ein Schwellen-SOC, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3500** geht zu **3512** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3500** geht zu **3510** weiter.

[0687] Bei **3510** wendet das Verfahren **3500** Reibungsbremsen über das Erhöhen des Bremsleitungsöldrucks an. Der Bremsleitungsöldruck kann über eine Pumpe erhöht werden. Die Reibungsbremsen üben eine Kraft aus, die auf dem gewünschten Fahrzeugbremsdrehmoment basiert. In einem Beispiel gibt eine Tabelle oder Funktion einen Bremsleitungsöldruck aus, der abgeschätzt wird, um die Kraft bereitzustellen, die das gewünschte Fahrzeugbremsdrehmoment liefert. In einigen Beispielen kann der Bremsleitungsdruck in Reaktion auf das abgeschätzte Raddrehmoment oder eine Differenz zwischen der gewünschten und der tatsächlichen Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt werden, wie hier beschrieben. Das Verfahren **3500** geht zum Ende weiter, nachdem die Reibungsbremsen eingestellt sind.

[0688] Bei **3512** tritt das Verfahren **3500** in einen Regenerationsmodus ein, in dem der DISG ein negatives Triebstrangdrehmoment liefert und eine Energiespeichervorrichtung auflädt. Insbesondere wird das durch den DISG ausgegebene negative Drehmoment eingestellt, um das gewünschte Fahrzeugbremsdrehmoment zu liefern, einschließlich Einstellungen für die Getriebegangauswahl. In einem Beispiel kann das negative DISG-Drehmoment über das Einstellen des DISG-Aufladestroms eingestellt werden. Das Verfahren **3500** geht zu **3514** weiter, nachdem das negative DISG-Drehmoment eingestellt ist, um das gewünschte Fahrzeugbremsdrehmoment bereitzustellen.

[0689] Bei **3514** beurteilt das Verfahren **3500**, ob ein positives Triebstrangdrehmoment angefordert wurde oder nicht. Ein positives Triebstrangdrehmoment kann über einen Fahrer, der ein Fahrpedal herabtritt (z. B. Erhöhen des Fahreranforderungsdrehmoments) oder über eine Steuereinheit angefordert werden. Wenn das Verfahren **3500** beurteilt, dass ein positives Triebstrangdrehmoment angefordert wurde, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3500** geht zu **3516** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3500** kehrt zu **3508** zurück.

[0690] Bei **3516** erhöht das Verfahren **3500** den Schlupf der Drehmomentwandlerkupplung (TCC) über das Verringern der TCC-Anwendungskraft. In einem Beispiel wird ein zu einem elektrischen Aktuator geliefertes Tastverhältnis verringert, um die TCC-Anwendungskraft zu verringern. Der TCC-Schlupf kann auf ein vorbestimmtes Ausmaß eines empirisch bestimmten Schlupfs erhöht werden. In einem Beispiel basiert der TCC-Schlupf auf der Menge an gewünschter Triebstrangdrehmomenterhöhung. Das Verfahren **3500** geht zu **3518** weiter, nachdem der TCC-Schlupf erhöht ist.

[0691] Bei **3518** wird das Ausmaß an regenerativem Bremsen über das Verringern des negativen DISG-Drehmoments verringert. Das regenerative Bremsdrehmoment wird in Richtung eines DISG-Ausgangsdrehmoments von null verringert. Das Verfahren **3500** geht nach dem Beginn der Verringerung des regenerativen Bremsdrehmoments zu **3520** weiter.

[0692] Bei **3520** beurteilt das Verfahren **3500**, ob das regenerative Bremsdrehmoment innerhalb eines vorbestimmten Drehmomentbereichs eines Nulldrehmoments (z. B. ± 2 Nm) liegt oder nicht. In einem Beispiel kann das regenerative Bremsdrehmoment auf der Basis des DISG-Aufladestroms abgeschätzt werden. Wenn das Verfahren **3500** beurteilt, dass das regenerative Bremsdrehmoment innerhalb eines vorbestimmten Drehmomentbereichs eines Nulldrehmoments liegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3500** geht zu **3522** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3500** kehrt zu **3518** zurück, wo das regenerative Bremsen weiter verringert wird.

[0693] Bei **3522** geht das Verfahren **3500** vom Betreiben des DISG im Drehmomentsteuermodus zum Betreiben des DISG im Drehzahlsteuermodus über. Die DISG-Drehzahl wird auf eine Drehzahl gesetzt, die eine Drehzahl ist, die eine vorbestimmte Drehzahl größer ist als die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl. Da der DISG mit dem Drehmomentwandler-Pumpenrad gekoppelt ist, ist die Drehmomentwandler-Pumpenrad-drehzahl größer als die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl. Durch Einstellen der DISG-Drehzahl auf eine Drehzahl, die größer ist als die Turbinenraddrehzahl, wird ein kleines positives Drehmoment durch den Drehmomentwandler zur Getriebeeingangswelle übertragen. Das kleine positive Drehmoment entfernt das Spiel zwischen den Getriebezahnradern und den Achszahnradern, so dass der Aufprall zwischen den Zahnradern verringert werden kann. Der DISG wird auf die vorbestimmte Drehzahl für eine vorbestimmte Menge an Zeit befohlen, oder bis eine Drehzahldifferenz zwischen einem ersten Zahnrad und einem zweiten Zahnrad null ist. Die Drehzahl zwischen den Zahnradern kann aus der Getriebeeingangswellendrehzahl und der Getriebeausgangswellendrehzahl bestimmt werden.

[0694] Die DISG-Drehzahl wird erhöht, nachdem der DISG bei der vorbestimmten Drehzahl für eine vorbestimmte Menge an Zeit gearbeitet hat, oder nachdem die Drehzahldifferenz zwischen den Zahnradern null ist. In einem Beispiel wird die DISG-Drehzahl auf der Basis eines Drehmomentwandlermodells erhöht. Insbesondere indizieren die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl und die gewünschte Menge an Drehmoment zur Übertragung durch den Drehmomentwandler eine oder mehrere Funktionen, die eine DISG-Drehzahl ausgeben, die die gewünschte Menge an Drehmoment bereitstellt. Die gewünschte Menge an Drehmoment basiert auf dem Fahreranforderungsdrehmoment. Das Verfahren **3500** geht zu **3524** weiter, nachdem die DISG-Drehzahl eingestellt ist und das Zahnradspiel entfernt ist.

[0695] Bei **3524** bleibt das Verfahren **3500** im Drehzahlsteuermodus und der DISG-Strom wird auf der Basis einer abgeschätzten Menge an Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine eingestellt. Wie vorher beschrieben, wird, wenn sich der DISG im Drehzahlsteuermodus befindet, der zum DISG gelieferte Strom auf der Basis eines Fehlers zwischen einer gewünschten DISG-Drehzahl und einer tatsächlichen DISG-Drehzahl eingestellt. Außerdem wird bei **3524** der DISG-Strom in Reaktion auf das Schließen der Triebstrangtrennkupplung erhöht, um die Kraftmaschine zu drehen und zu starten. In einem Beispiel basiert eine Erhöhung des DISG-Stroms auf einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion, die eine Drehmomentmenge auf der Basis der Anwendungskraft ausgibt, die auf die Triebstrangtrennkupplung ausgeübt wird. Wenn beispielsweise die Übertragungsfunktion angibt, dass die Triebstrangtrennkupplung 25 Nm bei der gegenwärtigen Anwendungskraft überträgt, wird der DISG-Strom auf einen Pegel erhöht, der zusätzliche 25 Nm an positivem Drehmoment liefert. Die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft kann einer empirisch bestimmten Kurve folgen, die im Steuereinheitsspeicher gespeichert ist. In dieser Weise wird ein Strom in offener Schleife auf der Basis der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft zum DISG geliefert, so dass sich die DISG-Drehzahl weniger verändert und so dass die DISG-Drehzahl-Steuereinheit in geschlossener Schleife weniger Drehzahlkorrektur schaffen kann. Das Verfahren **3500** geht zu **3526** weiter, nachdem die DISG-Drehzahl und das DISG-Drehmoment eingestellt sind.

[0696] Bei **3526** startet das Verfahren **3500** die Kraftmaschine. Die Kraftmaschine wird über das Zuführen eines Zündfunken und von Kraftstoff zur Kraftmaschine, wenn sich die Kraftmaschine dreht, gestartet. Die Kraftmaschine wird auf die DISG-Drehzahl beschleunigt, und dann wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen. Das Kraftmaschinendrehmoment und/oder das DISG-Drehmoment werden zum Triebstrang geliefert, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist. Der DISG geht auch vom Drehzahlsteuermodus zum Drehmomentsteuermodus über, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0697] Mit Bezug auf **Fig. 36** ist eine Beispielsequenz zum Verringern des Zahnradspielaufpralls eines Triebstrangs gemäß dem Verfahren von **Fig. 35** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 36** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0698] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **3602** stellt die Drehzahl eines Drehmomentwandler-Pumpenrades während der vorliegenden Sequenz dar.

[0699] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt Pedalpositionen (z. B. Fahrpedal **3606** (Fahreranforderungsdrehmoment) und Bremspedal **3604**) Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Pedalposition dar und die Pedalposition nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0700] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt die Drehmomentwandlerkupplungskapazität (TCC) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die TCC-Kapazität dar und die TCC-Kapazität nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0701] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand dar und der Triebstrangtrennkupplungszustand ist vollständig angewendet, wenn die Kurve auf einem höheren Niveau nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die Triebstrangtrennkupplung ist gelöst, wenn der Triebstrangtrennkupplungszustand nahe der X-Achse liegt. Der Triebstrangtrennanwendungsdruck nimmt zu, wenn der Triebstrangtrennkupplungszustand ansteigt. Ferner nimmt die Menge an Drehmoment, das über die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, zu, wenn das Triebstrangtrennkupplungs-Zustandskurvenniveau zunimmt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0702] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt das Drehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0703] Das sechste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 36** stellt das Getriebedrehmoment an der Getriebeeingangswelle als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Getriebeeingangswellen-Drehmoment dar und das Getriebeeingangswellen-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0704] **Fig. 36** zeigt einen Beispielbetrieb eines Kraftmaschinenneustarts mit moduliertem Drehmomentwandlerkupplungsbetrieb, um den Übergang durch den Getriebezahnradspielbereich (z. B. Nulldrehmoment durch das Getriebe) zu steuern, während der Getriebeingang aufrechterhalten wird. Ein Beispiel umfasst ein Verfahren, in dem die Triebstrangtrennkupplung beim Fahrpedal treten (z. B. Herabtreten des Fahrpedals) eingerückt wird und in dem der DISG die Kraftmaschine bis zu zumindest der Anlassdrehzahl (z. B. 250 min⁻¹) dreht. Die Kraftmaschinenkraftstoffversorgung und -verbrennung liefern ein Drehmoment zum Beschleunigen der Kraftmaschine, während die Kraftmaschinendrehzahl weiterhin über das DISG-Drehmoment ansteigt (im Gegensatz zum Start vom Startermotortyp). Ein solcher Betrieb schafft ein schnelles Kraftmaschinendrehmoment zum Antreiben des Fahrzeugs. Da jedoch eine solche schnelle Erhöhung des Drehmoments ein Klappern durch die Zahnradspielzone verursachen kann, wird die Drehmomentwandlerkupplung zumindest teilweise geöffnet und wahlweise moduliert, um den Übergang durch die Zahnradspielzone zu steuern und die Anstiegsrate des Rad-drehmoments zu verringern, bis nach dem Übergang durch die Zahnradspielzone. Außerdem kann das DISG-Ausgangsdrehmoment eingestellt werden, um das Triebstrangausgangsdrehmoment während des Übergangs durch die Zahnradspielzone zu steuern.

[0705] Zusätzliche Details der Einstellungen, die im Hinblick auf die Zahnradspieltrennung durchgeführt werden, die bei der vorstehend beschriebenen Spieltrennungsteuerung verwendet werden können, werden nun beschrieben. Wie hier erläutert, kann die Kraftmaschine abgeschaltet werden und die Triebstrangtrennkupplung geöffnet werden, wenn das Fahrzeug zu einem Stopp kommt, gestoppt wird oder sich bewegt/fährt, wenn das Drehmoment vom DISG ausreicht, um das Fahrzeug zu beschleunigen und das angeforderte Drehmoment zu erfüllen, die Straßenlast zu überwinden, wie zum Zeitpunkt T80 gezeigt.

[0706] Insbesondere kann während Ereignissen, wenn der Fahrer kein Triebstrangdrehmoment anfordert (z. B. Ereignisse mit geschlossenem Fahrpedal) und die Kraftmaschine sich nicht dreht, der DISG als Generator betrieben werden, wobei er eine Regeneration anstelle von oder zusätzlich zum Radbremsen schafft, wie durch einen Fahrer durch die Betätigung des Bremspedal angefordert. In dieser Weise ersetzt der DISG das Triebstrangbremsen, das vorhanden gewesen wäre, wenn sich die Kraftmaschine drehen würde. Der DISG lädt die Batterie wieder auf oder liefert elektrische Leistung zu Nebenaggregatvorrichtungen in Abhängigkeit vom Batterie-SOC. Wenn der Fahrer dann eine zusätzliche Ausgabe durch Treten des Fahrpedals anfordert, kann die Kraftmaschine neu gestartet werden, um das DISG-Ausgangsdrehmoment zu ergänzen und/oder zu ersetzen. Solche Übergänge umfassen das Durchqueren des Getriebezahnradspielbereichs (z. B. im Getriebe oder in der Getriebeachs-antriebseinheit und/oder im hinteren Getriebedifferential). Insbesondere, wie vorher hier angegeben, wenn der Fahrer das Fahrpedal während des Triebstrangbremsens tritt, werden ein positives DISG- und Kraftmaschinendrehmoment auf den Triebstrang aufgebracht und der Triebstrang erfährt eine Drehmomentumkehr (z. B. einen Übergang von einem negativen zu einem positiven Drehmoment). Die Drehmomentumkehr verursacht, dass der Triebstrang die Spielzone durchquert (z. B. den Zahnradabstand von Zahn zu Zahn im hinteren Differential).

[0707] Zum Zeitpunkt T81 wird das Bremspedal vom Fahrer gelöst und die TCC-Kapazität wird verringert, wie dadurch angegeben, dass die TCC-Kapazitätskurve verringert wird.

[0708] Ferner wird das negative DISG-Drehmoment in Richtung eines Nulldrehmoments in Reaktion darauf verringert, dass weniger Triebstrangbremsen infolge dessen, dass das Bremspedal gelöst wird, angefordert wird. Das Getriebeeingangswellen-Drehmoment nimmt auch in Reaktion auf die DISG-Drehmomentabnahme ab.

[0709] Zum Zeitpunkt T82 tritt der Fahrer das Fahrpedal herab, wodurch eine Erhöhung des positiven Triebstrangdrehmoments angefordert wird. Kurz danach ändert sich das DISG-Drehmoment von negativ zu positiv und die TCC-Kapazität wird durch Erhöhen des TCC-Schlupfs verringert. Die Triebstrangtrennkupplung beginnt auch sich in Reaktion auf die Erhöhung der Fahrpedalposition zu schließen. Das Schließen der Triebstrangtrennkupplung beginnt, die Kraftmaschine zu beschleunigen. Das Getriebeeingangswellen-Drehmoment wird allmählich von einem kleinen negativen Drehmoment in Richtung eines Nulldrehmoments verringert. Zwischen dem Zeitpunkt T82 und dem Zeitpunkt T83 wird die TCC-Kapazität in Reaktion auf eine Erhöhung einer Differenz zwischen einer Drehzahl eines ersten Zahnradzahns und eines zweiten Zahnradzahns verringert. Die Drehzahldifferenz zwischen den Zahnradzähnen ergibt sich aus der Triebstrangdrehmomentumkehr.

[0710] Zum Zeitpunkt T83 liegt die Drehzahldifferenz von Zahnradzahn zu Zahnradzahn zwischen den Zahnradern auf ihrem größten Niveau und beginnt dann abzunehmen, wenn das Zahnradspiel verringert wird. Die TCC-Kapazität wird in Reaktion darauf, dass die Zahnradzahn-Drehzahldifferenz zwischen den Zahnradern abnimmt, erhöht. Das DISG-Drehmoment wird auch in Reaktion darauf erhöht, dass die Drehzahldifferenz zwischen den Zahnradzähnen abnimmt, so dass das Spiel verringert werden kann. Der Triebstrangtrennkupplungszustand nimmt weiterhin zu, was darauf hinweist, dass eine Menge an Drehmoment, das die Triebstrangtrennkupplung übertragen kann, zunimmt. Die Fahrpedalposition und die Fahrzeuggeschwindigkeit nehmen auch weiterhin zu.

[0711] Zum Zeitpunkt T84 erreicht die Kraftmaschinendrehzahl die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl (dieselbe wie die DISG-Drehzahl). Die TCC-Kapazität und die Triebstrangtrennkupplung werden auch in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl erreicht, erhöht. Durch Warten, bis die Kraftmaschinendrehzahl gleich der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl ist, um die Triebstrangtrennkupplung vollständig zu schließen, kann es möglich sein, Drehmomentstörungen im Triebstrang zu verringern. Das Drehmoment an der Getriebeeingangswelle geht in Reaktion darauf, dass das Triebstrangdrehmoment zunimmt, von einem negativen Drehmoment zu einem positiven Drehmoment über. Das DISG-Drehmoment wird auch zu einem Zeitpunkt erhöht, nachdem das Getriebeeingangswellen-Dreh-

moment auf ein positives Drehmoment in Reaktion darauf übergeht, dass sich die Triebstrangtrennkupplung vollständig schließt.

[0712] Die Beispielmethode dieser Sequenz erkennt mehrere scheinbar nicht zusammengehörende Informationsteile, einschließlich (1) das Kraftmaschinen- und DISG-Drehmoment sind additiv, wenn die Triebstrangtrennkupplung **236** geschlossen ist; (2) aufgrund von Unterbringungseinschränkungen, die insbesondere mit Grenzen für die Antriebsstranglänge und den Antriebsstrangdurchmesser verbunden sind, ist die Drehmomentkapazität des DISG gewöhnlich signifikant niedriger als das maximale Kraftmaschinendrehmoment; (3) das DISG-Drehmoment ist eine Funktion der DISG-Drehzahl, die gleich der Kraftmaschinendrehzahl ist, wenn die Kupplung vollständig geschlossen ist; und (4) das DISG-Drehmoment ist relativ konstant bis zu einer Schwellenrotordrehzahl von ungefähr $1000 \pm 100 \text{ min}^{-1}$, und dann ist das DISG-Drehmoment invers proportional zur DISG-Drehzahl, was als Bereich mit konstanter Leistung bezeichnet wird, bis Reibungs-, Wirbelstrom- oder andere Verluste verursachen, dass das Drehmoment schneller mit zunehmender Rotordrehzahl bei einer höheren Schwellendrehzahl (z. B. etwa $3000 \pm 500 \text{ min}^{-1}$) abnimmt.

[0713] Folglich wenn der Antriebsstrang in einem regenerativen Bremsmodus arbeitet, während eines Ereignisses mit geschlossenem Pedal (z. B. wird das Fahrpedal nicht angewendet), wobei die Kraftmaschine ausgeschaltet ist, und dann der Fahrer das Fahrpedal tritt. Die Kraftmaschine kann ausgeschaltet bleiben, wenn der DISG in der Lage ist, das gewünschte Drehmoment bereitzustellen. Dann kann die Triebstrangtrennkupplung offen bleiben und der DISG kann schnell auf ein Drehmoment nahe null überführt werden. Der DISG arbeitet in einem Drehzahlsteuermodus und geht langsam durch die Zahnradspielzone über. Der DISG erhöht das Ausgangsdrehmoment nach dem Übergehen durch den Zahnradspielbereich schnell, um das gewünschte Drehmoment zu liefern. In dieser Weise können hörbares Geräusch und Drehmomentimpulse durch einen Triebstrang während eines Triebstrangdrehmomentübergangs von einem negativen Drehmoment zu einem positiven Drehmoment verringert werden.

[0714] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 35–Fig. 36** das Betreiben eines Triebstrang, umfassend: Stoppen der Drehung einer Kraftmaschine und Vorsehen von regenerativem Bremsen über einen Triebstrang; Übergehen vom regenerativen Bremsen zum Vorsehen eines positiven Drehmoments für den Triebstrang; und Betreiben eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators in einem Drehzahlsteuermodus während des Übergangs. Das Verfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator vor und nach dem Betreiben des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators im Drehzahlsteuermodus in einem Drehmomentsteuermodus betrieben wird. Das Verfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator auf eine Drehzahl auf der Basis einer Drehzahl eines Drehmomentwandler-Turbinenrades eingestellt wird.

[0715] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschine gestoppt ist. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung, um die Kraftmaschine zu starten, nach dem Betreiben des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators im Drehzahlsteuermodus. Das Verfahren umfasst, dass das regenerative Bremsen bereitgestellt wird, wenn ein Ladungszustand einer Energiespeichervorrichtung geringer ist als eine Schwellenladung. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung während des Übergangs vom regenerativen Bremsen zum Liefern eines positiven Drehmoments zum Triebstrang.

[0716] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 35–Fig. 36** schaffen das Betreiben eines Triebstrang, umfassend: Stoppen der Drehung einer Kraftmaschine und Vorsehen von regenerativem Bremsen über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator; Überführen des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators vom Vorsehen des regenerativen Bremsens zum Liefern eines positiven Drehmoments zum Triebstrang; und Einstellen des Schlupfs einer Drehmomentwandlerkupplung in Reaktion auf den Übergang vom Vorsehen von regenerativem Bremsen zum Liefern eines positiven Drehmoments zum Triebstrang. Es umfasst ferner das Betreiben des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators in einem Drehzahlsteuermodus während des Überführens des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators vom Vorsehen des regenerativen Bremsens zum Liefern eines positiven Drehmoments zum Triebstrang.

[0717] In einem Beispiel umfasst das Verfahren, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator mit einer Drehzahl betrieben wird, die eine vorbestimmte Drehzahl ist, die größer ist als eine Drehmomentwandler-Turbinenradzahl. Das Verfahren umfasst ferner das Erhöhen der Drehzahl in Reaktion auf eine Verringerung des Zahnradspiels. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen des Schlupfs des Drehmomentwandlers das Erhöhen des Drehmomentwandlerschlupfs umfasst. Das Verfahren umfasst, dass das Überführen des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators vom Vorsehen des regenerativen Bremsens zum Liefern

eines positiven Drehmoments zum Triebstrang in Reaktion auf eine zunehmende Drehmomentanforderung stattfindet. Das Verfahren umfasst ferner das Starten der Kraftmaschine über das Schließen der Triebstrangtrennkupplung, während der Schlupf der Drehmomentwandlerkupplung eingestellt wird.

[0718] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 35–Fig. 36** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; eine elektrische Maschine; eine Triebstrangtrennkupplung, die in einem Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und der elektrischen Maschine angeordnet ist; ein Getriebe; einen Drehmomentwandler, der im Triebstrang zwischen der elektrischen Maschine und dem Getriebe angeordnet ist; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, zum Verringern des Zahnradspiels im Getriebe über das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Drehzahlsteuermodus und Einstellen einer Drehzahl der elektrischen Maschine. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner eine Drehmomentwandlerkupplung und zusätzliche ausführbare Befehle zum Schleifen der Drehmomentwandlerkupplung, wenn die elektrische Maschine im Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

[0719] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Betreiben der elektrischen Maschine mit einer vorbestimmten Drehzahl, die größer ist als eine Drehzahl eines Turbinenrades des Drehmomentwandlers. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Erhöhen einer Drehzahl der elektrischen Maschine nach dem Betreiben der elektrischen Maschine mit der vorbestimmten Drehzahl. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Vorsehen des Triebstrangbremsdrehmoments über die elektrische Maschine. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Verringern des Triebstrangbremsdrehmoments in Richtung eines Nulldrehmoments vor dem Betreiben der elektrischen Maschine im Drehzahlsteuermodus.

[0720] Mit Bezug auf **Fig. 37** ist ein Beispielverfahren zum Eintritt in einen Segelmodus des Triebstrangbetriebs gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 37** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0721] In einem Beispiel kann der Segelmodus als Verbrennung eines Luft/Kraftstoff-Gemisches in der Kraftmaschine gekennzeichnet sein, während die Triebstrangtrennkupplung offen ist, so dass die Kraftmaschine im Wesentlichen kein Drehmoment (z. B. weniger als ± 5 Nm) zum DISG, Drehmomentwandler und Getriebe liefert. Der Segelmodus kann eine Segelleerlaufdrehzahl umfassen, die eine niedrigere Drehzahl als eine Basisleerlaufdrehzahl ist, mit der die Kraftmaschine arbeitet, als ob die Kraftmaschine mit dem Triebstrang über eine geschlossene Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist. Die Leerlaufdrehzahl im Segelmodus ist niedriger, so dass Kraftstoff im Segelmodus gespart werden kann. Ferner kann der Zündfunkenzeitpunkt im Segelmodus mehr vorverstellt werden als der Zündfunkenzeitpunkt, wenn die Kraftmaschine mit der Basisleerlaufdrehzahl arbeitet und die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist. Die Basisleerlaufdrehzahl kann als Kraftmaschinenleerlaufdrehzahl beschrieben werden, wenn die Kraftmaschine warm ist und keine Nebenaggregatlasten auf die Kraftmaschine aufgebracht werden und wenn die Kraftmaschine mit dem DISG über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist. Die Kraftmaschine kann mit einer niedrigeren Kraftmaschinendrehzahl und mit mehr Zündfunkenvorverstellung im Segelmodus als während Bedingungen, unter denen die Basisleerlaufdrehzahl verwendet wird, betrieben werden, da weniger Reservedrehmoment, um vorübergehenden Lasten entgegenzuwirken, die auf den Triebstrang aufgebracht werden können, erforderlich sein kann.

[0722] Bei **3702** bestimmt das Verfahren **3700** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Triebstrangdrehmomentanforderung, den Triebstrangtrennkupplungszustand, die Kraftmaschinendrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, das DISG-Drehmoment und den Batterie-Ladungszustand umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **3700** geht zu **3704** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0723] Bei **3704** beurteilt das Verfahren **3700**, ob das gewünschte Triebstrangdrehmoment größer ist als eine Schwellendrehmomentmenge, die zum Triebstrang über den DISG geliefert werden kann, oder nicht. Die Schwellendrehmomentmenge kann geringfügig kleiner (z. B. 10 % kleiner) als das DISG-Nennmoment sein. In einem Beispiel kann eine verfügbare DISG-Drehmomentmenge aus empirisch bestimmten Werten abgeschätzt werden, die in einer Tabelle gespeichert sind, die durch die DISG-Drehzahl und die DISG-Temperatur indiziert ist. Die Tabelle gibt eine maximale oder verfügbare Menge an Drehmoment aus, das durch den DISG zum Triebstrang geliefert werden kann. In anderen Beispielen ist das verfügbare oder Schwellen-DISG-Drehmoment geringer als das maximale DISG-Drehmoment, so dass die Kraftmaschine im Segelmodus gehalten werden kann, falls sich das gewünschte Triebstrangdrehmoment dem maximalen DISG-Drehmoment nähert. Ferner kann das Schwellen-DISG-Drehmoment in Reaktion auf Betriebsbedingungen wie z. B. die DISG-Temperatur zunehmen oder abnehmen. Das Verfahren **3700** vergleicht die Ausgabe von der Tabelle mit

der gewünschten Triebstrangdrehmomentmenge. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment größer ist als das Schwellen-DISG-Drehmoment, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3706** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3716** weiter.

[0724] Bei **3706** schließt das Verfahren **3700** die Triebstrangtrennkupplung, um die Kraftmaschine zu drehen und zu starten. Die Triebstrangtrennkupplung kann gemäß einer vorbestimmten Schließkurve, die im Speicher gespeichert ist, geschlossen werden. Alternativ kann die Kraftmaschine über einen anderen Starter als den DISG gestartet werden und die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, nachdem die Kraftmaschine auf die Drehzahl des DISG beschleunigt ist. Der Drehmomentwandlerkupplungsschlupf kann auch erhöht werden, um Triebstrangdrehmomentstörungen zu verringern, in Reaktion auf das gewünschte Drehmoment. Das Verfahren **3700** geht zu **3708** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung das Schließen beginnt.

[0725] Bei **3708** liefert das Verfahren **3700** Kraftstoff zur Kraftmaschine und die Kraftmaschine wird gestartet, wenn sie kein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt. Der Kraftstoff und Zündfunke werden zu den Kraftmaschinenzylindern geliefert, um die Verbrennung innerhalb der Kraftmaschine zu erleichtern. Das Verfahren **3700** geht zu **3710** weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehung beginnt.

[0726] Bei **3710** beurteilt das Verfahren **3700**, ob der Ladungszustand der Energiespeichervorrichtung (z. B. Batterie) größer ist als eine Schwellenmenge oder nicht. In einem Beispiel kann der Batterie-Ladungszustand von der Batteriespannung abgeschätzt werden. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass der Batterie-Ladungszustand größer ist als eine Schwellenmenge, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3714** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3712** weiter.

[0727] Bei **3714** betreibt das Verfahren **3700** die Kraftmaschine und den DISG, um die gewünschte Menge an Triebstrangdrehmoment bereitzustellen. Der Bruchteil des Drehmoments, das von jedem der Kraftmaschine und des DISG bereitgestellt wird, kann in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen variieren. Wenn beispielsweise der Batterie-Ladungszustand niedrig ist, kann ein größerer Anteil des Triebstrangdrehmoments vielmehr durch die Kraftmaschine als den DISG bereitgestellt werden. Die Menge an Drehmoment, das durch die Kraftmaschine zum Triebstrang geliefert wird, kann gemäß dem im US-Patent Nr. 7 066 121 beschriebenen Verfahren abgeschätzt werden, das in jeder Hinsicht vollständig hier aufgenommen wird. Die Menge an Drehmoment, das durch den DISG zum Triebstrang geliefert wird, kann aus einer empirisch bestimmten Tabelle abgeschätzt werden, die über den DISG-Strom und die DISG-Drehzahl indiziert ist. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem das Drehmoment über die Kraftmaschine und den DISG zum Triebstrang geliefert wird.

[0728] Bei **3712** betreibt das Verfahren **3700** die Kraftmaschine ohne Betreiben des DISG, um das gewünschte Drehmoment zum Triebstrang zu liefern. Ferner kann in einigen Beispielen der DISG in einen Batterieauflademodus überführt werden, in dem mechanische Energie von der Kraftmaschine in elektrische Energie über den DISG umgewandelt wird und in einer elektrischen Energiespeichervorrichtung gespeichert wird. In einem Beispiel werden die Kraftmaschinenluftmenge und die Kraftmaschinenkraftstoffmenge eingestellt, um die gewünschte Menge an Triebstrangdrehmoment bereitzustellen. Wenn beispielsweise die gewünschte Menge an Triebstrangdrehmoment erhöht wird, wird die Menge an Luft und Kraftstoff, die zu den Kraftmaschinenzylindern zugeführt werden, erhöht. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem der Kraftmaschinenbetrieb eingestellt ist, um eine gewünschte Menge an Drehmoment zum Triebstrang zu liefern.

[0729] Bei **3716** beurteilt das Verfahren **3700**, ob die Kraftmaschine läuft und Luft/Kraftstoff-Gemische in den Kraftmaschinenzylindern verbrennt oder nicht. In einem Beispiel kann bestimmt werden, dass die Kraftmaschine Luft/Kraftstoff-Gemische verbrennt, wenn das Kraftmaschinendrehmoment zunimmt, wie durch Erhöhen der Kraftmaschinendrehzahl bescheinigt werden kann. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass die Kraftmaschine Luft/Kraftstoff-Gemische verbrennt und läuft, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3730** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3718** weiter.

[0730] Bei **3718** beurteilt das Verfahren **3700**, ob der Batterie-Ladungszustand größer ist als eine Schwellenmenge oder nicht. In einem Beispiel ist die Batteriespannung eine Basis zum Abschätzen des Batterie-Ladungszustandes. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass der Batterie-Ladungszustand größer ist als eine Schwellenmenge, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3724** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3720** weiter.

[0731] Bei **3724** liefert das Verfahren **3700** das gewünschte Triebstrangdrehmoment über den DISG und ohne Drehmoment von der Kraftmaschine. Strom wird zum DISG auf der Basis einer Tabelle geliefert, die im Spei-

cher gespeichert ist und die eine DISG-Strommenge auf der Basis eines gewünschten DISG-Drehmoments und der DISG-Temperatur ausgibt. Die Werte in der Tabelle können empirisch bestimmt werden. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem das DISG-Drehmoment zum Triebstrang geliefert wird.

[0732] Bei **3720** dreht und startet das Verfahren **3700** die Kraftmaschine. Die Kraftmaschine kann über einen anderen Startermotor als den DISG oder durch den DISG gedreht werden. Wenn die Kraftmaschine durch den DISG gedreht wird, wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen, um das Drehmoment vom DISG zur Kraftmaschine zu übertragen. Die Kraftmaschine wird durch Zuführen von Kraftstoff und eines Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern gestartet, nachdem die Kraftmaschine die Anlasserdrehzahl erreicht. Die Kraftmaschinenanlasserdrehzahl kann für verschiedene Betriebsbedingungen verändert werden. Wenn beispielsweise die Kraftmaschine durch den anderen Startermotor als den DISG gedreht wird, ist die Anlasserdrehzahl eine Drehzahl, die geringer ist als 250 min^{-1} . Wenn jedoch die Kraftmaschine durch den DISG gedreht wird, kann die Anlasserdrehzahl eine Drehzahl sein, die geringer ist als 1200 min^{-1} . Das Verfahren **3700** geht zu **3722** weiter, nachdem die Kraftmaschine gedreht und gestartet wird.

[0733] Bei **3722** beginnt das Verfahren **3700** das Zuführen zumindest eines Teils des Kraftmaschinendrehmoments zu den Fahrzeurädern und beginnt das Aufladen der Batterie, um den Batterie-Ladungszustand zu erhöhen. Die Triebstrangtrennkupplung wird geschlossen, wenn die Kraftmaschine ein Drehmoment zu den Fahrzeurädern liefert und die Batterie auflädt. Ferner wird das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment eingestellt, um die gewünschte Triebstrangdrehmomentmenge zu liefern. Das Kraftmaschinenausgangsdrehmoment kann durch Einstellen der Zylinderluftmenge und der Zylinderkraftstoffmenge erhöht oder verringert werden. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem zumindest ein Teil der Kraftmaschinenausgabe zu den Fahrzeurädern geliefert wird.

[0734] Bei **3730** beurteilt das Verfahren **3700**, ob ausgewählte Bedingungen zum Eintritt in den Segelmodus vorliegen oder nicht. In einem Beispiel kann in den Segelmodus eingetreten werden, wenn die Kraftmaschinentemperatur größer ist als eine Schwellentemperatur. Ferner können andere Betriebsbedingungen wie z. B. die Kraftmaschinendrehzahl und das angeforderte Drehmoment ausgewertet werden, um festzustellen, ob in den Segelmodus eingetreten werden kann. In einigen Beispielen kann außerdem in den Segelmodus eingetreten werden, wenn der Batterie-Ladungszustand geringer ist als ein Schwellenladungszustand.

[0735] In den Segelmodus kann beispielsweise auch eingetreten werden, wenn die Katalysatortemperatur unter einem Schwellenwert liegt, und anderen Bedingungen. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Kraftmaschine auszuschalten, da die Emissionen zunehmen können, wenn die Kraftmaschine mit kalten Katalysatoren gestartet wird. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Triebstrangtrennkupplung zu schließen und die Kraftmaschine zu betreiben, um ein Drehmoment zu erzeugen, wenn der Batterie-SOC hoch ist und/oder der aktuelle Betriebspunkt erfordern würde, dass die Kraftmaschine auf einem niedrigen kraftstoffeffizienten Punkt arbeitet.

[0736] In den Segelmodus kann auch eingetreten werden, wenn der Kraftstoffdampfbehälter eine Spülung erfordert. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Kraftmaschine abzuschalten, da geplant wird, dass die Kraftstoffdampfspülung abläuft. Die Steuereinheit kann auch wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Triebstrangtrennkupplung zu schließen, und die Kraftmaschine zu betreiben, um ein Drehmoment zu erzeugen, wenn der Batterie-SOC hoch ist und/oder der aktuelle Betriebspunkt erfordern würde, dass die Kraftmaschine auf einem niedrigen kraftstoffeffizienten Punkt arbeitet.

[0737] In den Segelmodus kann auch eingetreten werden, wenn eine Erhöhung des Bremskraftverstärkerunterdrucks erwünscht ist. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Kraftmaschine auszuschalten, da ein Unterdruck erwünscht ist, und die Kraftmaschine wird betrieben, um den Unterdruck bereitzustellen.

[0738] In den Segelmodus kann eingetreten werden, wenn die Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur (ECT) niedrig ist. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Kraftmaschine auszuschalten, da die ECT niedrig ist.

[0739] In den Segelmodus kann eingetreten werden, wenn eine schnellere Reaktion auf das Fahrpedaltreten für den Sportfahrermodus erwünscht ist. Die Steuereinheit kann wählen, die Kraftmaschine im Leerlauf zu halten, anstatt die Kraftmaschine auszuschalten, da der Fahrmodus als Sportmodus bestimmt oder ausgewählt wurde.

[0740] Die Reaktion auf Fahrpedaltritte des Fahrers ist mit der Kraftmaschine im Segelleerlauf schneller als wenn die Kraftmaschine gestoppt ist.

[0741] Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass ausgewählte Bedingungen vorliegen, um den Eintritt in den Segelmodus zu ermöglichen, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3732** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3718** weiter.

[0742] Bei **3732** öffnet das Verfahren **3700** die Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung wird geöffnet, so dass irgendein durch die Kraftmaschine erzeugtes Drehmoment nicht zum restlichen Abschnitt des Triebstrang, einschließlich des DISG, des Drehmomentwandlers und des Getriebes, geliefert wird. Das Öffnen der Triebstrangtrennkupplung ermöglicht, dass die Kraftmaschine in einem effizienteren Betriebszustand betrieben wird, als wenn die Kraftmaschine mit dem DISG, dem Drehmomentwandler und dem Getriebe gekoppelt wäre, da die Kraftmaschine mit einer kleineren Drehmomentreserve betrieben werden kann. In einem Beispiel kann eine Kraftmaschinendrehmomentreserve als Menge an Drehmoment gekennzeichnet sein, das von der Kraftmaschine verfügbar ist, wenn die Kraftmaschine mit einer speziellen Drehzahl und Luftmenge arbeitet, ohne die Gesamtmenge an verfügbarem Kraftmaschinendrehmoment zu liefern.

[0743] Eine Kraftmaschine kann beispielsweise 100 Nm Drehmoment bei 1200 min⁻¹ und bei einer vorgeschriebenen Zylinderluftmenge erzeugen. Die Menge an Kraftmaschinendrehmoment, das bei 1200 min⁻¹ erhältlich ist, wenn die Kraftmaschine die vorgeschriebene Zylinderluftmenge ansaugt, kann jedoch 125 Nm sein. Die Differenz von 25 Nm kann dadurch erklärt werden, dass die Kraftmaschine mit einem Zündfunkenzeitpunkt arbeitet, der gegenüber dem MBT-Zündfunkenzeitpunkt verzögert ist. Die 25 Nm stellen eine Drehmomentreserve dar, die gehalten werden kann, um Drehmomentstörungen zu kompensieren, die zur Kraftmaschine geliefert werden können. Die 25 Nm stellen jedoch auch einen Verlust der Kraftmaschineneffizienz aufgrund von Spätzündung dar. Die Kraftmaschine kann mit einer kleineren Drehmomentreserve betrieben werden, wenn die Triebstrangtrennkupplung offen ist, da weniger Drehmomentstörungen auf die Kraftmaschine über den Triebstrang aufgebracht werden können. Das Verfahren **3700** geht zu **3734** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geöffnet ist.

[0744] Bei **3734** beurteilt das Verfahren **3700**, ob das gewünschte Triebstrangdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs eines DISG-Drehmomentschwellenwerts liegt oder nicht. Der DISG-Drehmomentschwellenwert kann eine maximale Menge an Drehmoment, die vom DISG erhältlich ist, oder eine Menge an Drehmoment, die geringer ist als die Gesamtmenge von verfügbarem DISG-Drehmoment, darstellen. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbereichs des DISG-Drehmomentschwellenwerts liegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3736** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3738** weiter.

[0745] Bei **3736** betreibt das Verfahren **3700** die Kraftmaschine mit einer Segelleerlaufdrehzahl und stellt den Kraftmaschinenzündfunkenzeitpunkt und die Ventilzeitsteuerung ein, um die Kraftmaschineneffizienz und Kraftstoffsparsamkeit zu verbessern. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird durch den DISG bereitgestellt, wenn sich die Triebstrangtrennkupplung in einem offenen Zustand befindet. Die Segelleerlaufdrehzahl kann niedriger sein als die Basisleerlaufdrehzahl, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG und dem Getriebe gekoppelt ist. Ferner kann der Zündfunkenzeitpunkt, während die Kraftmaschine mit der Segelleerlaufdrehzahl betrieben wird, im Vergleich dazu vorverstellt werden, wenn die Kraftmaschine mit der Basisleerlaufdrehzahl betrieben wird. Die Basisleerlaufdrehzahl kann angewendet werden, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment niedrig ist und wenn die Kraftmaschine mit dem restlichen Abschnitt des Triebstrangs über eine geschlossene Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist. Die Kraftmaschinenventilzeitsteuerung kann eingestellt werden, um die Kraftmaschine mit einer verbesserten Volumeneffizienz zu betreiben. In einem Beispiel wird die Ventilzeitsteuerung derart eingestellt, dass die Einlassventil-Zeitsteuerung spät schließt, um den Kraftmaschinen-Einlasskrümmerdruck zu erhöhen, während die Zylinderluftladung relativ niedrig ist. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine bei **3736** in den Segelmodus eintritt.

[0746] Bei **3738** beurteilt das Verfahren **3700**, ob ein anderer Starter als der DISG im System vorhanden ist oder nicht. In einigen Beispielen kann das Verfahren **3700** beurteilen, dass ein anderer Starter als der DISG nicht vorhanden ist, wenn der andere Starter als der DISG verschlechtert ist. Das Verfahren **3700** kann auch beurteilen, dass ein anderer Starter als der DISG vorhanden ist, wenn ein Starter-Vorhanden-Bit im Speicher gesetzt ist. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass ein anderer Starter als der DISG vorhanden ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3740** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3740** weiter.

[0747] Bei **3740** stoppt das Verfahren **3700** die Kraftmaschinendrehung und das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird über den DISG geliefert. Die Kraftmaschinendrehung wird durch Stoppen der Kraftstoffströmung und des Zündfunken zu den Kraftmaschinenzylindern gestoppt. Die Kraftmaschine wird bei **3740** gestoppt, so dass zusätzlicher Kraftstoff gespart werden kann und da die Kraftmaschine ohne Drehmoment vom DISG neu gestartet werden kann. In dieser Weise kann eine größere Menge an DISG-Drehmoment zum Triebstrang geliefert werden, da ein Teil des verfügbaren DISG-Drehmoments nicht in Reserve gehalten werden muss, um die Kraftmaschine neu zu starten. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine gestoppt ist.

[0748] Bei **3742** beurteilt das Verfahren **3700**, ob das DISG-Ausgangsdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs des Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt (z. B. eine Menge an Drehmoment zum Drehen der Kraftmaschine von einer Nullzahl auf eine Anlassdrehzahl von weniger als 250 min⁻¹) oder nicht. Wenn beispielsweise das Kraftmaschinenanlassdrehmoment 40 Nm ist und ein Schwellenbereich 5 Nm ist, liegt der DISG innerhalb des Schwellenbereichs des Kraftmaschinenanlassdrehmoments, wenn das DISG-Ausgangsdrehmoment 35,5 Nm ist. Wenn das Verfahren **3700** beurteilt, dass das DISG-Ausgangsdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbereichs des Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3700** geht zu **3744** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3700** geht zu **3746** weiter.

[0749] Bei **3746** stoppt das Verfahren **3700** die Kraftmaschinendrehung und liefert das gewünschte Triebstrangdrehmoment über den DISG. Die Kraftmaschine wird gestoppt, um den Kraftstoffverbrauch weiter zu verringern. Da der DISG eine ausreichende Menge an Drehmoment verfügbar hat, um die Kraftmaschine neu zu starten, kann die Kraftmaschine gestoppt werden. Wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment zunimmt, während die Kraftmaschine gestoppt ist, kann die Kraftmaschine über den DISG neu gestartet werden, bevor der DISG nicht genügend Ausgangsdrehmomentkapazität aufweist, um die Kraftmaschine zu starten und das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu liefern. In einigen Beispielen kann jedoch die Kraftmaschine weiterhin mit der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl leerlaufen, wenn der Batterie-Ladungszustand geringer ist als ein Schwellenwert und das Fahrzeug zusätzlichen Unterdruck, eine Kraftstoffdampfpülung, eine höhere Katalysatortemperatur oder eine höhere Kraftmaschinentemperatur benötigt. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine gestoppt ist.

[0750] Bei **3744** betreibt das Verfahren **3700** die Kraftmaschine mit der Segelleerlaufdrehzahl, stellt den Zündfunkenzeitpunkt, die Ventilzeitsteuerung ein und liefert das Triebstrangdrehmoment über den DISG, wie bei **3736** beschrieben. Das Verfahren **3700** geht zum Ende weiter, nachdem die Kraftmaschine in den Segelmodus eintritt.

[0751] Es sollte beachtet werden, dass, wenn ein Fahrer ein Fahreranforderungsdrehmoment verringert (z. B. das Fahrpedal loslässt oder eine Fahrpedaleingabe verringert), der Triebstrang wie folgt gemäß dem Verfahren von **Fig. 37** arbeiten kann. Das Drehmoment kann von einer Kraftmaschine zu einem Triebstrang geliefert werden, der mit den Fahrzeugrädern gekoppelt ist, wenn das Fahreranforderungsdrehmoment größer ist als ein DISG-Schwellendrehmoment. Die Kraftmaschinendrehzahl kann auf eine Segelmodus-Leerlaufdrehzahl verringert werden und die Kraftmaschine vom Triebstrang in Reaktion auf ein abnehmendes Fahreranforderungsdrehmoment abgekoppelt werden. Der DISG kann in einen Regenerationsmodus eintreten, der Ladung zu einer Batterie liefert, und eine konstante Verlangsamungsrate für das Fahrzeug schafft. In einem Beispiel ist das DISG-Schwellendrehmoment größer als 75 % eines DISG-Nennmoments.

[0752] Es sollte beachtet werden, dass, wenn ein Fahrer ein Fahreranforderungsdrehmoment erhöht (z. B. auf das Fahrpedal tritt oder eine Fahrpedaleingabe erhöht), der Triebstrang wie folgt gemäß dem Verfahren von **Fig. 37** arbeiten kann. Die Kraftmaschine kann in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment von einer Segelleerlaufdrehzahl auf die DISG-Drehzahl beschleunigen. Die Triebstrangtrennkupplung kann in Reaktion darauf, dass sie Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht, geschlossen werden.

[0753] Es sollte beachtet werden, dass, wenn ein Fahrer ein Fahreranforderungsdrehmoment erhöht (z. B. das Fahrpedal tritt oder eine Fahrpedaleingabe erhöht), während des Fahrzeuganfahrens der Triebstrang wie folgt gemäß dem Verfahren von **Fig. 37** arbeiten kann. Das DISG-Drehmoment wird in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment zum Fahrzeugtriebstrang geliefert, während sich die Kraftmaschine nicht dreht. Die Kraftmaschine kann gestartet werden und mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl im Leerlauf betrieben werden, ohne ein Kraftmaschinendrehmoment zum Triebstrang zu liefern, in Reaktion darauf, dass das Fahreranforderungsdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs eines Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt (z. B. wenn das DISG-Drehmoment größer ist als 75 % des Kraftmaschinenanlassdrehmoments). Die Kraft-

maschine kann in einem Drehzahlsteuermodus beschleunigt werden, so dass sie im Wesentlichen der DISG-Drehzahl (z. B. $\pm 50 \text{ min}^{-1}$) entspricht, und die Triebstrangtrennkupplung kann geschlossen werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen der DISG-Drehzahl (z. B. $\pm 50 \text{ min}^{-1}$) entspricht. In einigen Beispielen kann die Kraftmaschinendrehzahl der DISG-Drehzahl folgen, wenn das gewünschte Drehmoment zwischen dem Kraftmaschinenanlassdrehmoment und einem Schwellen-DISG-Drehmoment liegt (z. B. einem Drehmoment zwischen 75 % des DISG-Nenn Drehmoments und dem DISG-Nenn Drehmoment).

[0754] Ferner kann die Kraftmaschine bei **3736** und **3744** in einem Drehzahlsteuermodus betrieben werden, um der DISG-Drehzahl zu folgen, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment innerhalb eines vorbestimmten Drehmomentbereichs des DISG-Schwellendrehmoments liegt. Durch Folgen der DISG-Drehzahl kann die Triebstrangtrennkupplung früher geschlossen werden, um die Triebstrangreaktion zu verbessern.

[0755] In dieser Weise schafft das Verfahren von **Fig. 37** einen effizienten Kraftmaschinenbetriebsmodus, der den Kraftmaschinenkraftstoffverbrauch im Vergleich zur Kraftmaschine, die mit der Basisleerlaufdrehzahl arbeitet, verringern kann. Ferner schafft das Verfahren von **Fig. 37** das Stoppen der Kraftmaschine, wenn zusätzlicher Kraftstoff gespart werden kann. Außerdem hält das Verfahren die Triebstrangdrehmomentreaktion aufrecht, selbst wenn die Kraftmaschine effizienter betrieben oder gestoppt werden kann.

[0756] Mit Bezug auf **Fig. 38** ist ein Beispielverfahren zum Verlassen eines Segelmodus des Triebstrangbetriebs gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 38** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0757] Bei **3802** bestimmt das Verfahren **3800** Betriebsbedingungen. Die Betriebsbedingungen können die Triebstrangdrehmomentanforderung, den Triebstrangtrennkupplungszustand, die Kraftmaschinendrehzahl, die Fahrzeuggeschwindigkeit, das DISG-Drehmoment und den Batterie-Ladungszustand umfassen, sind jedoch nicht darauf begrenzt. Das Verfahren **3800** geht zu **3804** weiter, nachdem die Betriebsbedingungen bestimmt sind.

[0758] Bei **3804** beurteilt das Verfahren **3800**, ob sich die Kraftmaschine im Segelmodus auf der Segelleerlaufdrehzahl befindet und ob die Triebstrangtrennkupplung offen ist oder nicht. Der Kraftmaschinenbetriebsmodus und der Triebstrangtrennkupplungs-Betriebszustand können über das Durchführen einer Abfrage von einem oder mehreren Bits oder Flags, die im Speicher gespeichert sind, bestimmt werden. Wenn das Verfahren **3800** beurteilt, dass sich die Kraftmaschine nicht im Segelmodus befindet, ist die Antwort Nein und das Verfahren **3800** geht zum Ende weiter. Wenn das Verfahren **3800** beurteilt, dass sich die Kraftmaschine im Segelmodus befindet und die Triebstrangtrennkupplung offen ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3800** geht zu **3806** weiter.

[0759] Bei **3806** beurteilt das Verfahren **3800**, ob ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment größer ist als ein DISG-Schwellendrehmoment oder nicht. Das DISG-Schwellendrehmoment kann gleich oder geringer als die verfügbare Menge an DISG-Drehmoment sein. Wenn das Verfahren **3800** beurteilt, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment größer ist als das DISG-Schwellendrehmoment, ist die Antwort Ja und das Verfahren **3800** geht zu **3808** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **3800** geht zum Ende weiter.

[0760] Bei **3808** erhöht das Verfahren **3800** die Kraftmaschinendrehzahl von der Segelleerlaufdrehzahl auf eine Drehzahl, die mit der DISG-Drehzahl synchron ist, über das Erhöhen einer Kraftmaschinenluftmenge und Kraftmaschinenkraftstoffmenge (z. B. der Mengen an Luft und Kraftstoff, die zu den Kraftmaschinenzylindern zugeführt werden). Ferner kann der Zündfunkenzeitpunkt vom MBT-Zündfunkenzeitpunkt weg verzögert werden, wenn die Kraftmaschinenluftmenge und -kraftstoffmenge erhöht werden. Das Verfahren **3800** geht zu **3810** weiter, nachdem die Kraftmaschinenluftmenge und -kraftstoffmenge erhöht sind, so dass das Kraftmaschinendrehmoment erhöht wird und so dass die Kraftmaschine auf die Drehzahl des DISG beschleunigt wird.

[0761] Bei **3810** erhöht das Verfahren **3800** ein Ausmaß des Schlupfs der Drehmomentwandlerkupplung (TCC). Der Drehmomentwandlerkupplungsschlupf kann über das Verringern der Drehmomentwandlerkupplungs-Anwendungskraft erhöht werden. Durch Erhöhen des TCC-Schlupfs können Triebstrangdrehmomentstörungen verringert werden. Das Verfahren **3800** geht zu **3812** weiter, nachdem der TCC-Schlupf erhöht ist.

[0762] Bei **3812** schließt das Verfahren **3800** die Triebstrangtrennkupplung. Die Triebstrangtrennkupplung kann geschlossen werden, wenn die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht und nachdem die Kraftmaschinendrehzahl sich auf die DISG-Drehzahl für eine vorbestimmte Menge an Zeit festgelegt hat. Das Verfahren **3800** geht zu **3814** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplung geschlossen ist.

[0763] Bei **3814** erhöht das Verfahren **3800** das Kraftmaschinendrehmoment über das Erhöhen der Kraftmaschinenluft- und -kraftstoffmengen. Außerdem kann das DISG-Drehmoment erhöht werden, um das Kraftmaschinendrehmoment zu verstärken, so dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment bereitgestellt werden kann. Das Verfahren **3800** geht zum Ende weiter, nachdem das Kraftmaschinendrehmoment und das DISG-Drehmoment eingestellt sind, um das gewünschte Triebstrangdrehmoment bereitzustellen.

[0764] In dieser Weise schafft das Verfahren von **Fig. 38** das Übergehen aus dem Segelmodus in Reaktion auf das Fahrpedaltreten (z. B. Herabtreten eines Fahrpedals auf eine höhere Drehmomentanforderung), wobei der DISG das Drehmoment zu den Rädern liefert und die Kraftmaschine sich im Leerlauf befindet. Der Fahrer tritt beispielsweise auf das Fahrpedal und die neue Drehmomentanforderung nimmt schnell auf über die gesamte Drehmomentkapazität des DISG zu. Die Kraftmaschine beschleunigt im Drehzahlsteuermodus in Richtung der DISG-Drehzahl, die TCC kann geöffnet werden, um eine Drehmomentvervielfachung und Isolation des Triebstrangs zu ermöglichen, und die Triebstrangtrennkupplung kann geschlossen werden, um die Kraftmaschine sehr schnell auf die Drehzahl zu bringen. Die Kraftmaschine geht in die Drehmomentsteuerung über, nachdem die Kraftmaschine im Wesentlichen die DISG-Drehzahl (z. B. $\pm 100 \text{ min}^{-1}$) erreicht. Anschließend können die Kraftmaschine und der DISG das gewünschte Drehmoment bereitstellen.

[0765] Mit Bezug auf **Fig. 39** ist eine Beispielsequenz zum Betreiben eines Triebstrang, der einen Segelmodus umfasst, gemäß den Verfahren von **Fig. 37** und **Fig. 38** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 39** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0766] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 39** stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Fahrzeuggeschwindigkeit dar und die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0767] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 39** stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment kann ein Drehmoment an den Fahrzeugrädern, einem Drehmomentwandler-Pumpenrad, einem Drehmomentwandler-Turbinenrad oder an einer Triebstrangtrennkupplung sein. Die Y-Achse stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment dar und das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **3902** stellt ein Schwellen-Triebstrangdrehmoment (z. B. ein Drehmoment innerhalb eines vorgeschriebenen Drehmoments des Nenn- oder maximalen DISG-Drehmoments) dar, für das ein DISG die Fähigkeit hat, es zum Triebstrang zu liefern. Die horizontale Linie **3904** stellt eine Schwellendrehmomentmenge (z. B. ein Drehmoment innerhalb eines vorgeschriebenen Drehmoments des Kraftmaschinenanlassdrehmoments) dar, das der DISG liefern kann, während er die Kapazität zum Anlassen der Kraftmaschine mit der Anlassdrehzahl (z. B. 250 min^{-1}) hat.

[0768] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 39** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennzustand dar und die Triebstrangtrennkupplung ist geschlossen, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Zustandskurve auf einem höheren Niveau nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die Triebstrangtrennkupplung ist offen, wenn der Triebstrangtrennkupplungszustand auf einem niedrigeren Niveau nahe der X-Achse liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0769] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 39** stellt den Kraftmaschinenzustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Kraftmaschinenzustand dar und die Kraftmaschine dreht sich, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve auf einem höheren Niveau nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die Kraftmaschine dreht sich nicht, wenn die Kraftmaschinenzustandskurve nahe der X-Achse liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0770] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 39** stellt den Energiespeichervorrichtungs- oder Batterie-Ladungszustand (SOC) als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Batterie-SOC dar und der Batterie-SOC nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **3906** stellt eine Schwellenmenge an Batterieladung, die erwünscht ist, dar. Eine Menge an Ladung über **3906** kann erwünscht sein, um die Möglichkeit einer Batterieverschlechterung zu verringern.

[0771] Zum Zeitpunkt T85 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit null, die Kraftmaschine ist gestoppt, die Triebstrangtrennkupplung ist offen, der Batterie-Ladungszustand liegt auf einem mittleren Pegel, der größer

ist als der Pegel bei **3906**. Diese Bedingungen können Bedingungen darstellen, wenn ein Fahrzeug geparkt oder an einer Verkehrsampel gestoppt ist.

[0772] Zum Zeitpunkt T86 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment zu, wie von einem Fahrpedal (nicht dargestellt) bestimmt. Die Kraftmaschine bleibt in einem ausgeschalteten Zustand und die Triebstrangtrennkupplung bleibt geschlossen. Die Fahrzeuggeschwindigkeit beginnt zuzunehmen, wenn ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator (DISG) (nicht dargestellt) beginnt, ein positives Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang zu liefern. Der Batterie-SOC beginnt abzufallen, da Batterieladung verwendet wird, um das Fahrzeug anzutreiben.

[0773] Zwischen dem Zeitpunkt T86 und dem Zeitpunkt T87 überschreitet das gewünschte Triebstrangdrehmoment das Drehmomentniveau **3904** in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment. Folglich wird die Kraftmaschine gedreht und gestartet; die Triebstrangtrennkupplung bleibt jedoch offen. Die Kraftmaschine kann über einen anderen Starter als den DISG gestartet werden. Die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt weiterhin zu und der Batterie-SOC nimmt weiterhin ab.

[0774] Zum Zeitpunkt T87 überschreitet das gewünschte Triebstrangdrehmoment das Drehmomentniveau **3902** in Reaktion auf das Fahreranforderungsdrehmoment. Kurz danach wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass das Triebstrangdrehmoment das Schwellendrehmomentniveau **3902** überschreitet, geschlossen. Durch Schließen der Triebstrangtrennkupplung kann das Triebstrangdrehmoment über das Erhöhen des Kraftmaschinendrehmoments erhöht werden. Das Schließen der Triebstrangtrennkupplung koppelt die Kraftmaschine mit dem DISG und dem restlichen Triebstrang. Die Kraftmaschine bleibt am Laufen und das Kraftmaschinendrehmoment wird erhöht, so dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment durch den DISG und die Kraftmaschine geliefert werden kann. Der Batterie-SOC nimmt weiterhin ab, da der DISG ein Drehmoment zum Triebstrang liefert.

[0775] Zum Zeitpunkt T88 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf die Fahrereingabe auf ein Niveau unter dem Schwellendrehmomentniveau **3902** ab, aber es bleibt über dem Schwellendrehmomentniveau **3904**. Das Kraftmaschinendrehmoment wird in Reaktion auf das verringerte gewünschte Triebstrangdrehmoment verringert. Außerdem wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet, um die Kraftmaschine vom DISG und vom Triebstrang abzukoppeln. Die Kraftmaschine verbrennt weiterhin Luft und Kraftstoff. Die Kraftmaschinendrehzahl kann auf eine Segelleerlaufdrehzahl verringert werden, die niedriger ist als eine Basisleerlaufdrehzahl, mit der sich die Kraftmaschine dreht, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG gekoppelt ist. Außerdem kann der Kraftmaschinenzündfunkenzeitpunkt vorverstellt werden. Das Verringern der Kraftmaschinendrehzahl und das Vorverstellen des Zündfunkenzeitpunkts können den Kraftstoffverbrauch verringern.

[0776] Zum Zeitpunkt T89 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment ein zweites Mal durch den Fahrer auf ein Niveau über dem Schwellendrehmoment **3902** erhöht. Die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion darauf, dass das Triebstrangdrehmoment den Drehmomentschwellenwert **3902** überschreitet, geschlossen. Das Kraftmaschinendrehmoment wird dann erhöht und das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird über die Kraftmaschine bereitgestellt. Der DISG tritt in einen Generatormodus ein und der Batterie-Ladungszustand wird über einen Teil des Kraftmaschinendrehmoments erhöht. Die Fahrzeuggeschwindigkeit nimmt zu, wenn das Kraftmaschinendrehmoment zum Triebstrang geliefert wird.

[0777] Zum Zeitpunkt T90 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment ab. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt auf ein Drehmoment unter dem Schwellendrehmoment **3904** ab. Folglich wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet und die Kraftmaschinendrehung wird in Reaktion auf das niedrige gewünschte Triebstrangdrehmoment gestoppt. In dieser Weise kann der Fahrzeugkraftstoffverbrauch verringert werden. Der DISG bleibt im Generatormodus und erhöht die Batterieladung, wenn das Fahrzeug verlangsamt.

[0778] Zum Zeitpunkt T91 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment erhöht. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird auf ein Niveau zwischen dem Drehmomentschwellenwert **3902** und dem Drehmomentschwellenwert **3904** erhöht. Da das gewünschte Triebstrangdrehmoment nahe dem Schwellendrehmoment **3902** liegt, wird die Kraftmaschine gedreht und gestartet, so dass das Kraftmaschinendrehmoment in einer verringerten Menge an Zeit zur Verfügung gestellt werden kann, wenn das gewünschte Triebstrangdrehmoment weiter zunimmt. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird durch Zuführen des Drehmoments zum DISG erhöht. Der Batterie-Ladungszustand beginnt abzunehmen, da der DISG ein Drehmoment zum Fahrzeugtriebstrang liefert.

[0779] Zum Zeitpunkt T92 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment erhöht. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt auf ein Niveau zu, das größer ist als das Schwellendrehmoment **3902**. Kurz danach wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen und das Kraftmaschinendrehmoment wird zum Triebstrang geliefert. In dieser Weise kann das Triebstrangdrehmoment leicht erhöht werden, ohne darauf warten zu müssen, dass die Kraftmaschinendrehzahl ein Niveau erreicht, bei dem das Drehmoment zum Triebstrang geliefert werden kann. Der DISG wird auch in den Generatormodus überführt und der Batterie-SOC wird erhöht.

[0780] Zum Zeitpunkt T93 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf eine Fahrereingabe auf ein Niveau unter dem Schwellendrehmomentniveau **3902** ab, bleibt jedoch über dem Schwellendrehmomentniveau **3904**. Das Kraftmaschinendrehmoment wird in Reaktion auf das verringerte gewünschte Triebstrangdrehmoment verringert. Ferner wird die Triebstrangtrennkupplung geöffnet, um die Kraftmaschine vom DISG und Triebstrang abzukoppeln. Die Kraftmaschine verbrennt weiterhin Luft und Kraftstoff. Die Kraftmaschinendrehzahl kann auf eine Segelleerlaufdrehzahl verringert werden. Das Drehmoment wird über den DISG zum Triebstrang zugeführt, der in einen Drehmomentmodus übergeht, der ein positives Drehmoment an den Fahrzeugtriebstrang ausgibt.

[0781] Zum Zeitpunkt T94 wird der Batterie-SOC auf das Niveau **3906** verringert, wenn der DISG weiterhin Ladung verbraucht. Die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf den Batterie-SOC geschlossen und der DISG wird in einen Generatormodus überführt. Die Kraftmaschine liefert ein Drehmoment zum Triebstrang und zum DISG. Folglich kann die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment und den Batterie-SOC geöffnet und geschlossen werden. Kurz nach dem Zeitpunkt T94 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf ein Niveau über dem Drehmomentschwellenwert **3902** erhöht. Da die Triebstrangtrennkupplung bereits geschlossen ist, bleibt sie in diesem Zustand.

[0782] Zum Zeitpunkt T95 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment ab. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt auf ein Drehmoment unter dem Schwellendrehmoment **3904** ab. Folglich wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf das niedrige gewünschte Triebstrangdrehmoment geöffnet und die Kraftmaschinendrehung wird gestoppt. Der DISG bleibt im Generatormodus und erhöht die Batterieladung, wenn das Fahrzeug verlangsamt.

[0783] Mit Bezug auf **Fig. 40** ist eine Beispielsequenz zum Betreiben eines Triebstrang, der einen Segelmodus umfasst, gemäß den Verfahren von **Fig. 37** und **Fig. 38** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 40** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0784] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 40** stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt den Triebstrangtrennkupplungszustand dar und die Triebstrangtrennkupplung ist geschlossen, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Zustandskurve auf einem höheren Niveau nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0785] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 40** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **4002** stellt eine Basiskraftmaschinenleerlaufdrehzahl dar, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist. Die horizontale Linie **4004** stellt eine Basiskraftmaschinensegelmodus-Leerlaufdrehzahl dar, wenn die Kraftmaschine Luft und Kraftstoff verbrennt, aber nicht mit dem DISG gekoppelt ist.

[0786] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 40** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **4006** stellt eine Menge an Drehmoment dar, das der DISG zum Triebstrang liefern kann (z. B. ein DISG-Nennmoment). Die horizontale Linie **4008** stellt eine Menge an Drehmoment dar, das der DISG zum Triebstrang liefern kann, während er die Kraftmaschine von einer Nullzahl anlassen kann.

[0787] Das vierte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 40** stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das gewünschte Triebstrangdrehmoment dar und das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. In einem Beispiel basiert das ge-

wünschte Triebstrangdrehmoment auf dem Fahreranforderungsdrehmoment, wie von einem Fahrpedal bestimmt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0788] Das fünfte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 40** stellt den Betriebszustand eines leistungsarmen Starters (z. B. eines Starters mit einer niedrigeren Startleistung als der DISG) dar. Die Y-Achse stellt den Betriebszustand des leistungsarmen Starters dar und der leistungsarme Starter dreht sich, wenn die Zustandskurve des leistungsarmen Starters nahe dem Y-Achsen-Pfeil liegt. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0789] Zum Zeitpunkt T96 wird die Triebstrangtrennkupplung geschlossen und die Kraftmaschinendrehzahl liegt auf einem erhöhten Niveau. Die Kraftmaschine liefert ein positives Drehmoment zum Triebstrang. Das DISG-Drehmoment liegt auf einem niedrigen Niveau, was darauf hinweist, dass die Kraftmaschine das Meiste des Drehmoments zum Triebstrang liefert. Ferner arbeitet der Starter mit niedriger Kapazität nicht.

[0790] Zwischen dem Zeitpunkt T96 und dem Zeitpunkt T97 wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Verringerung des gewünschten Triebstrangdrehmoments geöffnet und die Kraftmaschine wird gestoppt. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment nimmt in Reaktion auf eine Abnahme des Fahreranforderungsdrehmoments (nicht dargestellt) ab. Der Starter mit niedriger Kapazität bleibt ausgeschaltet und das DISG-Drehmoment bleibt auf einem niedrigeren Niveau.

[0791] Zum Zeitpunkt T97 wird die Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf einen niedrigen Batterie-Ladungszustand (nicht dargestellt) teilweise geschlossen. Das DISG-Drehmoment wird in Reaktion auf das Schließen der Triebstrangtrennkupplung kurz erhöht. Der DISG liefert ein zusätzliches Drehmoment zum Triebstrang zum Starten der Kraftmaschine. Kurz danach wird die Kraftmaschine durch Zuführen von Kraftstoff und eines Zündfunken zur Kraftmaschine gestartet. Das DISG-Drehmoment wird verringert, nachdem die Kraftmaschine gestartet ist, und das DISG-Drehmoment wird negativ, wenn der DISG in einen Generatormodus eintritt, um die Batterie aufzuladen. Die Kraftmaschine wird ohne den Starter mit niedriger Kapazität über die Triebstrangtrennkupplung und den DISG zu einem Zeitpunkt angelassen, zu dem das DISG-Drehmoment unter dem Schwellenwert **4008** liegt.

[0792] Zwischen dem Zeitpunkt T97 und dem Zeitpunkt T98 laden die Kraftmaschine und der DISG die Batterie auf. Die Kraftmaschine wird gestoppt, nachdem die Batterie aufgeladen ist und der DISG beginnt, ein positives Drehmoment zum Triebstrang zu liefern. Die Triebstrangtrennkupplung wird auch geöffnet, wenn die Kraftmaschine gestoppt wird. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird erhöht, kurz nachdem die Kraftmaschine gestoppt wird, in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment liegt jedoch nicht innerhalb eines Schwellenbereichs des Drehmomentniveaus **4006**, so dass die Kraftmaschine nicht gestartet wird.

[0793] Zum Zeitpunkt T98 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf ein Niveau erhöht, das innerhalb eines Schwellendrehmomentbereichs zum Drehmomentniveau **4006** liegt. Der Starter mit niedriger Kapazität wird eingerückt und dreht die Kraftmaschine in Reaktion auf die Erhöhung des gewünschten Triebstrangdrehmoments. Die Kraftmaschine startet kurz danach, wenn der Zündfunke und Kraftstoff zur Kraftmaschine zugeführt werden. Die Triebstrangtrennkupplung bleibt in einem offenen Zustand, da der DISG das gewünschte Triebstrangdrehmoment ohne Unterstützung von der Kraftmaschine liefern kann. Die Kraftmaschine arbeitet mit der Segelleerlaufdrehzahl in Erwartung eines erhöhten gewünschten Triebstrangdrehmoments.

[0794] Zum Zeitpunkt T99 nimmt das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf ein Niveau unter dem Schwellenniveau **4008** in Reaktion auf ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment (nicht dargestellt) ab. Die Kraftmaschine wird in Reaktion auf das niedrige gewünschte Triebstrangdrehmoment gestoppt und der Starter mit niedriger Kapazität bleibt ausgeschaltet. Die Triebstrangtrennkupplung bleibt auch in einem offenen Zustand.

[0795] Zwischen dem Zeitpunkt T99 und dem Zeitpunkt T100 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein erhöhtes Fahreranforderungsdrehmoment erhöht. Das gewünschte Triebstrangdrehmoment wird auf ein Niveau erhöht, das weniger als ein Schwellendrehmoment vom Drehmomentniveau **4006** entfernt ist. Daher liefert der DISG das gewünschte Triebstrangdrehmoment ohne Starten der Kraftmaschine. Die Triebstrangtrennkupplung bleibt in einem offenen Zustand.

[0796] Zum Zeitpunkt T100 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment weiter in Reaktion auf ein erhöhtes Fahreranforderungsdrehmoment erhöht. Der Starter mit niedriger Kapazität wird eingerückt und die Kraftmaschine wird gedreht in Reaktion darauf, dass das gewünschte Triebstrangdrehmoment auf innerhalb eines Schwellenniveaus des Drehmomentniveaus **4006** zunimmt. Die Kraftmaschine wird durch Zuführen eines Zündfunken und von Kraftstoff zur Kraftmaschine in Reaktion auf die Kraftmaschinendrehung gestartet. Die Kraftmaschine wird bis zur Segelmodus-Leerlaufdrehzahl **4004** beschleunigt. Der DISG liefert weiterhin ein ganz positives Drehmoment zum Triebstrang, um das gewünschte Triebstrangdrehmoment zu erfüllen. Der Starter mit niedriger Kapazität wird ausgerückt, kurz nachdem die Kraftmaschine gestartet ist.

[0797] Zum Zeitpunkt T101 wird das gewünschte Triebstrangdrehmoment in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment auf ein Niveau erhöht, das größer ist als das Drehmomentniveau **4006**. Die Triebstrangtrennkupplung wird in Reaktion auf das zunehmende Fahreranforderungsdrehmoment geschlossen und die Kraftmaschinendrehzahl wird auch erhöht, so dass die Kraftmaschine ein zusätzliches Drehmoment liefern kann, um das DISG-Drehmoment zu verstärken. Der Starter mit niedriger Kapazität bleibt ausgeschaltet.

[0798] In dieser Weise können der Starter, die Kraftmaschine und die Trennkupplung betrieben werden, um eine kürzere Reaktionszeit auf eine Erhöhung des gewünschten Triebstrangdrehmoments zu schaffen. Ferner kann der Starter mit niedriger Kapazität während Bedingungen betrieben werden, unter denen dem DISG die Kapazität fehlt, um die Kraftmaschine anzulassen, so dass der DISG-Betriebsbereich erweitert werden kann.

[0799] Folglich schaffen die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, umfassend: Betreiben einer Kraftmaschine und Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zu einem Triebstrang, der ein Fahrzeug antreibt, in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators; und Betreiben der Kraftmaschine und nicht Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment geringer als das Schwellentriebstrangdrehmoment und größer als ein Schwellenkraftmaschinenanlassdrehmoment ist. In dieser Weise kann ein Triebstrang mit verbesserter Effizienz arbeiten und eine kürzere Drehmomentreaktionszeit schaffen.

[0800] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass das Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators ein Drehmoment innerhalb eines vorbestimmten Drehmomentbereichs eines Nenn Drehmoments eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators ist. Das Verfahren umfasst, dass das Kraftmaschinenanlass-Schwellendrehmoment innerhalb eines vorbestimmten Drehmomentbereichs eines Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt. Das Verfahren umfasst, dass das Kraftmaschinenanlassdrehmoment ein Drehmoment zum Drehen der Kraftmaschine von einer Nulldrehung auf eine Drehzahl von weniger als 250 min⁻¹ ist. Das Verfahren umfasst ferner das Betreiben einer Triebstrangtrennkupplung in einem offenen Zustand, während die Kraftmaschine betrieben wird und kein Kraftmaschinendrehmoment zum Triebstrang geliefert wird. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment auf einem Fahreranforderungsdrehmoment basiert. Das Verfahren umfasst ferner das Liefern eines Drehmoments zum Triebstrang über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator, während die Kraftmaschine betrieben wird und kein Kraftmaschinendrehmoment zum Triebstrang geliefert wird.

[0801] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Drehen einer Kraftmaschine und Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zu einem Triebstrang, der ein Fahrzeug antreibt, in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators; Drehen der Kraftmaschine und nicht Liefern des Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment geringer als das Triebstrangschwellendrehmoment und größer als ein Kraftmaschinenanlass-Schwellendrehmoment ist; und nicht Drehen der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment geringer ist als das Kraftmaschinenanlass-Schwellendrehmoment. Das Verfahren umfasst ferner das Drehen und Betreiben der Kraftmaschine in Reaktion auf einen Batterie-Ladungszustand, wenn das gewünschte Drehmoment geringer ist als das Kraftmaschinenanlass-Schwellendrehmoment.

[0802] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Drehen der Kraftmaschine aus einem gestoppten Zustand in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment größer ist als das Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators. Das Verfahren umfasst, dass das Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators weniger als ein vorbestimmtes Drehmoment von einem Nenn Drehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators entfernt ist. Das Verfahren umfasst, dass eine Triebstrangtrennkupplung sich in einem geschlossenen Zustand befindetet, wenn das Kraftmaschi-

nendrehmoment zum Triebstrang, der das Fahrzeug antreibt, geliefert wird. Das Verfahren umfasst, dass sich eine Triebstrangtrennkupplung in einem offenen Zustand befindet, wenn kein Kraftmaschinendrehmoment zum Triebstrang, der das Fahrzeug antreibt, geliefert wird. Das Verfahren umfasst, dass ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators mit Fahrzeugbetriebsbedingungen variiert.

[0803] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um eine Kraftmaschine mit einer ersten Leerlaufdrehzahl im Leerlauf zu betreiben, während die Triebstrangtrennkupplung sich in einem offenen Zustand befindet, und ausführbaren Befehlen, um die Kraftmaschine mit einer zweiten Leerlaufdrehzahl im Leerlauf zu betreiben, wobei die zweite Leerlaufdrehzahl größer ist als die erste Leerlaufdrehzahl, während sich die Triebstrangtrennkupplung in einem geschlossenen Zustand befindet.

[0804] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Öffnen und Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Vorverstellen des Zündfunkenzeitpunkts und Verringern der Kraftmaschinenluftmenge in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschine mit der ersten Leerlaufdrehzahl arbeitet. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Verzögern des Zündfunkenzeitpunkts und Erhöhen der Kraftmaschinenluftmenge relativ zum Zündfunkenzeitpunkt und zur Kraftmaschinenluftmenge, wenn die Kraftmaschine mit der ersten Leerlaufdrehzahl betrieben wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle zum Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Getriebe in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche ausführbare Befehle, um kein Kraftmaschinendrehmoment zum Getriebe zu liefern, in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators.

[0805] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Betreiben einer Kraftmaschine mit einer vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl, wobei die Segelleerlaufdrehzahl geringer ist als eine Basiskraftmaschinenleerlaufdrehzahl; und Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung, während die Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl arbeitet, um die Kraftmaschine von den Fahrzeugrädern abzukoppeln. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl betrieben wird, wenn ein gewünschtes Triebstrangdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs eines Schwellendrehmoments eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators (DISG) liegt und wenn der DISG ein Drehmoment zu den Fahrzeugrädern liefert, und dass sich das Fahrzeug bewegt, während sich die Kraftmaschine auf der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl befindet. Das Verfahren umfasst, dass das DISG-Schwellendrehmoment eine maximale Drehmomentkapazität des DISG ist.

[0806] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner, dass der Zündfunkenzeitpunkt mehr vorverstellt wird als der Zündfunkenzeitpunkt bei der Basiskraftmaschinenleerlaufdrehzahl. Das Verfahren umfasst ferner das Verlassen der Segelleerlaufdrehzahl in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment einen Schwellenwert überschreitet. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment den Schwellenwert überschreitet. Das Verfahren umfasst, dass sich die Triebstrangtrennkupplung in einem Triebstrang befindet, der zwischen der Kraftmaschine und einem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator angeordnet ist.

[0807] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Betreiben einer Kraftmaschine mit einer vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl in Reaktion auf einen Betriebszustand, wobei einem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) das Drehmoment fehlt, um eine Kraftmaschine aus dem Ruhezustand zu starten, wobei die Segelleerlaufdrehzahl geringer ist als eine Basiskraftmaschinenleerlaufdrehzahl; und Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung, während die Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl arbeitet, um die Kraftmaschine von den Fahrzeugrädern abzukoppeln. Das Verfahren umfasst ferner das Liefern eines gewünschten Triebstrangdrehmoments zu den Fahrzeugrädern über einen DISG, während die Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl arbeitet.

[0808] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Verlassen des Betriebs der Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl in Reaktion auf eine Drehmomentanforderung, die größer ist als ein Schwellenwert. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine vom DISG abgekoppelt wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine von einem Getriebe abgekoppelt wird. Das Verfahren umfasst ferner das Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl des DISG vor dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass der zur Kraftmaschine gelieferte Zündfunke, während die Kraftmaschine mit der vorbestimmten Segelleerlaufdrehzahl arbeitet, mehr vorverstellt wird, als wenn die Kraftmaschine mit der Basisleerlaufdrehzahl betrieben wird.

[0809] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmoment in einen Segelmodus einzutreten.

[0810] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Eintreten in den Segelmodus in Reaktion darauf, dass das gewünschte Ausgangsdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmoments einer DISG-Drehmomentkapazität liegt. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Eintreten in den Segelmodus in Reaktion auf ein unzureichendes verfügbares DISG-Drehmoment zum Starten der Kraftmaschine. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verlassen des Segelmodus in Reaktion darauf, dass das gewünschte Drehmoment größer ist als ein Schwellenwert. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen der Kraftmaschinendrehzahl in Reaktion auf das Verlassen des Segelmodus. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen auf der DISG-Drehzahl liegt.

[0811] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Liefern eines Drehmoments von einer Kraftmaschine zu einem mit den Rädern gekoppelten Triebstrang; Betreiben der Kraftmaschine mit einer Leerlaufdrehzahl und Abkoppeln der Kraftmaschine vom Triebstrang in Reaktion auf ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment; und Vorsehen einer konstanten Fahrzeugverlangsamungsrate während des verringerten Fahreranforderungsdrehmoments. In dieser Weise kann ein Triebstrang Kraftstoff sparen, während Triebstrangbremsen und eine verbesserte Drehmomentreaktion geschaffen werden.

[0812] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Öffnen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf das verringerte Fahreranforderungsdrehmoment. Das Verfahren umfasst, dass ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator ein negatives Drehmoment liefert, um die konstante Fahrzeugverlangsamungsrate vorzusehen. Das Verfahren umfasst, dass die Leerlaufdrehzahl eine erste Leerlaufdrehzahl ist und dass die erste Leerlaufdrehzahl niedriger ist als eine zweite Leerlaufdrehzahl, wobei die Kraftmaschine mit der zweiten Leerlaufdrehzahl betrieben wird, wenn die Kraftmaschine mit dem Triebstrang gekoppelt ist. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit der Leerlaufdrehzahl in Reaktion darauf, dass das verringerte Fahreranforderungsdrehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators, betrieben wird. Das Verfahren umfasst, dass das Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators größer ist als 75 % eines Nenndrehmoments des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators. Das Verfahren umfasst, dass das von der Kraftmaschine gelieferte Drehmoment ein positives Drehmoment ist.

[0813] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, umfassend: Liefern eines Drehmoments von einer Kraftmaschine zu einem mit den Rädern gekoppelten Triebstrang; Betreiben der Kraftmaschine mit einer Leerlaufdrehzahl und Abkoppeln der Kraftmaschine vom Triebstrang in Reaktion auf ein verringertes Fahreranforderungsdrehmoment; Vorsehen einer konstanten Fahrzeugverlangsamungsrate bei dem verringerten Fahreranforderungsdrehmoment; und Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl in Reaktion auf eine Erhöhung des Fahreranforderungsdrehmoments nach dem Betreiben der Kraftmaschine mit der Leerlaufdrehzahl. Das Verfahren umfasst, dass die Drehzahl eine Drehzahl eines in den Triebstrang integrierten Starters/Generators ist.

[0814] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Drehzahl die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators er-

reicht. Das Verfahren umfasst, dass die konstante Fahrzeugverlangsamung über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator bereitgestellt wird. Das Verfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator in einem Regenerationsmodus betrieben wird, der eine Batterie auflädt. Das Verfahren umfasst, dass die Leerlaufdrehzahl eine erste Leerlaufdrehzahl ist, und dass die erste Leerlaufdrehzahl niedriger ist als eine zweite Leerlaufdrehzahl, wobei die Kraftmaschine mit der zweiten Leerlaufdrehzahl betrieben wird, wenn die Kraftmaschine mit dem Triebstrang gekoppelt ist. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit der Leerlaufdrehzahl in Reaktion darauf, dass das verringerte Fahreranforderungsdrehmoment geringer ist als ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators, betrieben wird.

[0815] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um eine konstante Fahrzeugverlangsamungsrate vorzusehen, während die Kraftmaschine mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl im Leerlauf betrieben wird.

[0816] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem, dass die Segelmodus-Leerlaufdrehzahl eine Drehzahl ist, die geringer ist als eine Basisleerlaufdrehzahl, wobei die Basisleerlaufdrehzahl vorgesehen wird, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG gekoppelt ist. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Öffnen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf ein abnehmendes Fahreranforderungsdrehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Verlassen der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen der Kraftmaschinendrehzahl von der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl in Reaktion auf ein zunehmendes Fahreranforderungsdrehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die konstante Fahrzeugverlangsamungsrate über den DISG bereitgestellt wird.

[0817] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Liefern eines Drehmoments zu einem Triebstrang über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmoment; und Starten einer Kraftmaschine und Betreiben der Kraftmaschine im Leerlauf ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang in Reaktion darauf, dass das Fahreranforderungsdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs eines Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt. In dieser Weise können verschiedene Niveaus eines gewünschten Triebstrangdrehmoments die Basis zum Eintritt in den oder Austritt aus dem Segelmodus sein. Das Verfahren umfasst, dass der Schwellenbereich größer ist als 75 % des Kraftmaschinenanlassdrehmoments. Das Verfahren umfasst, dass das DISG-Drehmoment zu einem Drehmomentwandler geliefert wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über den in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gestartet wird. Das Verfahren umfasst, dass eine Triebstrangtrennkupplung sich in einem offenen Zustand befindet, während die Kraftmaschine im Leerlauf betrieben wird. Das Verfahren umfasst auch, dass das gewünschte Drehmoment auf einem Fahreranforderungsdrehmoment basiert. Das Verfahren umfasst, dass das Kraftmaschinenanlassdrehmoment eine Menge an Drehmoment ist, um die Kraftmaschine von einer Drehzahl von null auf eine Drehzahl von weniger als 250 min⁻¹ zu beschleunigen.

[0818] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Liefern eines Drehmoments zu einem Triebstrang über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator in Reaktion auf ein Fahreranforderungsdrehmoment; Starten einer Kraftmaschine und Betreiben der Kraftmaschine im Leerlauf ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang in Reaktion darauf, dass das Fahreranforderungsdrehmoment innerhalb eines Schwellenbereichs eines Kraftmaschinenanlassdrehmoments liegt; und Beschleunigen der Kraftmaschine auf die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators in Reaktion darauf, dass das Fahreranforderungsdrehmoment auf ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators zunimmt. Das Verfahren umfasst ferner das Schließen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschine die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators erreicht.

[0819] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang nach dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über einen anderen Starter als den in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gestartet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine über den in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gestar-

tet wird. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl im Leerlauf betrieben wird. Das Verfahren umfasst, dass ein zur Kraftmaschine zugeführter Zündfunke, während die Kraftmaschine mit der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl arbeitet, mehr vorverstellt wird, als wenn die Kraftmaschine mit einer Basisleerlaufdrehzahl betrieben wird.

[0820] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um das Fahrzeug von einer Drehzahl von null über den DISG zu beschleunigen, ohne die Kraftmaschine zu starten, und Befehlen zum Starten der Kraftmaschine in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment ein Schwellen-Kraftmaschinenanlassdrehmoment übersteigt.

[0821] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle für den Leerlauf der Kraftmaschine mit einer Segelleerlaufdrehzahl ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Beschleunigen der Kraftmaschine von der Segelleerlaufdrehzahl in Reaktion auf ein zunehmendes gewünschtes Drehmoment. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl die DISG-Drehzahl erreicht. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen des Kraftmaschinendrehmoments nach dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass das Kraftmaschinenanlassdrehmoment eine Menge an Drehmoment ist, um die Kraftmaschine von einer Drehzahl von null auf eine Kraftmaschinendrehzahl von weniger als 250 min⁻¹ zu beschleunigen.

[0822] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Liefern eines positiven Drehmoments zu einem Triebstrang über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator; Betreiben einer Kraftmaschine mit einer Leerlaufdrehzahl in einem Drehzahlsteuermodus; und Beschleunigen der Kraftmaschine im Drehzahlsteuermodus auf die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmoment. In dieser Weise kann das Drehmomentwandlerdrehmoment während einer Bedingung eines getretenen Fahrpedals gesteuert werden. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment ein Fahreranforderungsdrehmoment ist und dass die Triebstrangtrennkupplung, die im Triebstrang zwischen der Kraftmaschine und dem in den Triebstrang integrierten Starter/Generator angeordnet ist, sich in einem offenen Zustand befindet.

[0823] In einem Beispiel umfasst das Verfahren ferner das Schließen der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators erreicht oder übersteigt. Das Verfahren umfasst, dass die Leerlaufdrehzahl eine Segelmodus-Leerlaufdrehzahl ist. Das Verfahren umfasst, dass die Segelmodus-Leerlaufdrehzahl eine niedrigere Drehzahl als eine Basiskraftmaschinen-Leerlaufdrehzahl ist. Das Verfahren umfasst ferner das Vorverstellen des Kraftmaschinenzündfunkenzeitpunkts, während die Kraftmaschine mit der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl arbeitet, in Bezug auf den Kraftmaschinenzündfunkenzeitpunkt der Kraftmaschine, während die Kraftmaschine mit der Basiskraftmaschinen-Leerlaufdrehzahl betrieben wird. Das Verfahren umfasst ferner das Verringern einer Kraftmaschinenluftmenge, während die Kraftmaschine mit der Segelmodus-Leerlaufdrehzahl arbeitet, in Bezug auf die Kraftmaschinenluftmenge, während die Kraftmaschine mit der Basiskraftmaschinen-Leerlaufdrehzahl betrieben wird.

[0824] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren umfassend: Liefern eines positiven Drehmoments zu einem Triebstrang über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator; Betreiben einer Kraftmaschine mit einer Leerlaufdrehzahl in einem Drehzahlsteuermodus; Einstellen des Drehmomentwandlerkupplungsschlupfs und Beschleunigen der Kraftmaschine im Drehzahlsteuermodus auf die Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators in Reaktion auf ein gewünschtes Drehmoment; und Schließen einer Triebstrangtrennkupplung in Reaktion darauf, dass die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen der Drehzahl des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators entspricht. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen des Drehmomentwandlerschlupfs das Erhöhen des Drehmomentwandlerschlupfs umfasst. Das Verfahren umfasst ferner das Verringern des Drehmomentwandlerschlupfs in Reaktion darauf, dass sich die Triebstrangtrennkupplung in einem geschlossenen Zustand befindet.

[0825] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die Leerlaufdrehzahl eine Segelmodus-Leerlaufdrehzahl ist. Das Verfahren umfasst, dass die Segelmodus-Leerlaufdrehzahl eine niedrigere Drehzahl als eine Basiskraftmaschinen-Leerlaufdrehzahl ist. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment zunimmt. Das Verfahren umfasst, dass das gewünschte Drehmoment auf ein Drehmoment zunimmt, das größer ist als ein Schwellendrehmoment des in den Triebstrang integrierten Starters/Generators.

[0826] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um nur ein positives Drehmoment zum Getriebe über den DISG in Reaktion darauf, dass ein gewünschtes Drehmoment geringer ist als ein Kraftmaschinenanlassdrehmoment, zu liefern, und Befehlen, die die Kraftmaschinendrehzahl so einstellen, dass sie der DISG-Drehzahl folgt, wenn das DISG-Drehmoment größer als das Kraftmaschinenanlassdrehmoment und kleiner als ein DISG-Schwellendrehmoment ist.

[0827] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Schließen der Triebstrangtrennkupplung, wenn die Kraftmaschinendrehzahl im Wesentlichen gleich der DISG-Drehzahl ist. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Betreiben der Kraftmaschine in einem Drehmomentsteuermodus nach dem Schließen der Triebstrangtrennkupplung. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Betreiben der Kraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus, während die Kraftmaschinendrehzahl so eingestellt wird, dass sie der DISG-Drehzahl folgt. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Liefern des gewünschten Drehmoments über die Kraftmaschine und den DISG. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner einen Drehmomentwandler und eine Drehmomentwandlerkupplung und umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen des Drehmomentwandlerkupplungsschlupfs in Reaktion auf das gewünschte Drehmoment.

[0828] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, das umfasst: Liefern eines Drehmoments zu einem mit den Fahrzeugrädern gekoppelten Triebstrang über eine Kraftmaschine und einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG); und Eintreten in einen Segelmodus während ausgewählter Bedingungen, wobei der Segelmodus das Liefern eines DISG-Drehmoments zum Triebstrang und den Leerlauf der Kraftmaschine ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang umfasst. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass eine Katalysatortemperatur geringer ist als eine Schwellentemperatur. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Kraftstoffdampfbehälter mehr als eine Schwellenmenge an Kraftstoffdampf gespeichert hat. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Unterdruckpegel geringer ist als ein Schwellenunterdruck. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass eine Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur geringer ist als eine Schwellentemperatur. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Fahrer einen Sportfahrmodus ausgewählt hat. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl im Leerlauf betrieben wird, die eine niedrigere Leerlaufdrehzahl ist als eine Basisleerlaufdrehzahl, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG gekoppelt ist.

[0829] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Triebstrangbetriebsverfahren, umfassend: Liefern eines Drehmoments zu einem mit Fahrzeugrädern gekoppelten Triebstrang über eine Kraftmaschine und einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG); Eintreten in einen Segelmodus während ausgewählter Bedingungen, wobei der Segelmodus das Liefern eines DISG-Drehmoments zum Triebstrang und das Betreiben der Kraftmaschine im Leerlauf ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Triebstrang umfasst; und Vorverstellen des Zündfunkenzeitpunkts und Verändern der Kraftmaschinenluftmenge in Reaktion auf den Eintritt in den Segelmodus. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass eine Katalysatortemperatur geringer ist als eine Schwellentemperatur und dass ein Energiespeichervorrichtungs-Ladungszustand gleich oder größer als ein Schwellenladungsstatus ist.

[0830] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Kraftstoffdampfbehälter mehr als eine Schwellenmenge an Kraftstoffdampf gespeichert hat und dass der Energiespeichervorrichtungs-Ladungszustand gleich oder größer als ein Schwellenladungsstatus ist. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Unterdruckpegel geringer ist als ein

Schwellenunterdruck und dass ein Energiespeichervorrichtungsladungszustand gleich oder größer als ein Schwellenladungszustand ist. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass eine Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur geringer ist als eine Schwellentemperatur und dass ein Energiespeichervorrichtungsladungszustand gleich oder größer als ein Schwellenladungszustand ist. Das Verfahren umfasst, dass die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass ein Fahrer einen Sportfahrmodus ausgewählt hat und dass ein Energiespeichervorrichtungsladungszustand gleich oder größer als ein Schwellenladungszustand ist. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschine im Leerlauf mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl betrieben wird, die eine niedrigere Leerlaufdrehzahl als eine Basisleerlaufdrehzahl ist, wenn die Kraftmaschine mit dem DISG gekoppelt ist.

[0831] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 37–Fig. 40** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um in einen Segelmodus während ausgewählter Bedingungen einzutreten, wobei die Kraftmaschine mit einer Segelmodus-Leerlaufdrehzahl ohne Liefern eines Kraftmaschinendrehmoments zum Getriebe betrieben wird, und wobei das DISG-Drehmoment zum Getriebe geliefert wird, wobei die ausgewählten Bedingungen umfassen, dass der Batterie-Ladungszustand gleich oder größer als eine Schwellenbatterieladung ist.

[0832] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Spülen von Kraftstoffdämpfen während des Segelmodus. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erzeugen eines Unterdrucks während des Segelmodus. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen der Katalysatortemperatur während des Segelmodus. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen der Kraftmaschinentemperatur während des Segelmodus. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Schwellenbatterieladung eine Nennbatterieladung ist.

[0833] Mit Bezug auf **Fig. 41** und **Fig. 42** ist ein Ablaufplan eines Verfahrens zum Anpassen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion gezeigt. Das Verfahren von **Fig. 41** und **Fig. 42** kann als ausführbare Befehle im nichtflüchtigen Speicher der Steuereinheit **12** in **Fig. 1–Fig. 3** gespeichert sein.

[0834] Bei **4102** beurteilt das Verfahren **4100**, ob Bedingungen für eine Triebstrangtrennkupplungsanpassung vorliegen oder nicht. Die Triebstrangtrennkupplungsanpassung kann beginnend mit der Triebstrangtrennkupplung in einem offenen Zustand implementiert werden und nachdem die Triebstrangtrennkupplung eine vorbestimmte Betriebstemperatur erreicht und nachdem die Kraftmaschine und der DISG ausgewählte Betriebsbedingungen erreichen, wie z. B. minimale Kraftmaschinen- und DISG-Betriebstemperaturen. In noch einem anderen Beispiel kann die Triebstrangtrennkupplungsanpassung während Bedingungen vorgesehen werden, unter denen die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl größer ist als die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl. Wenn das Verfahren **4100** beurteilt, dass Bedingungen für eine Triebstrangtrennkupplungsanpassung vorliegen, ist die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4104** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** geht zum Ende weiter.

[0835] Bei **4104** öffnet das Verfahren **4100** die Drehmomentwandlerkupplung (TCC) und der DISG wird gedreht, wenn kein Drehmomentsensor vorhanden ist oder wenn sich die Kraftmaschine nicht dreht und verbrennt. Wenn ein Drehmomentsensor vorhanden ist, basiert die Drehmomentmessung nicht auf der Pumpenraddrehzahl. Wenn sich die Kraftmaschine dreht und verbrennt, erfordert das Verfahren von **Fig. 42** nicht, dass sich der DISG dreht. Wenn eine DISG-Drehung erforderlich ist, dreht sich der DISG unter seiner eigenen Leistung über Strom, der durch eine Energiespeichervorrichtung zugeführt wird. In einem Beispiel wird der DISG mit weniger als 1000 min⁻¹ gedreht, so dass sehr wenig Drehmoment durch den Drehmomentwandler zum Getriebe übertragen wird. Folglich kann der DISG mit einer Drehzahl gedreht werden, die weniger als eine Schwellenmenge an Drehmoment durch den Drehmomentwandler zum Getriebe liefert. Das Verfahren **4100** geht zu **4106** weiter, nachdem die TCC geöffnet ist.

[0836] Bei **4106** beurteilt das Verfahren **4100**, ob sich die Kraftmaschine dreht und ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt oder nicht. In einem Beispiel kann beurteilt werden, dass sich die Kraftmaschine dreht und ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt, wenn die Kraftmaschinendrehzahl größer ist als eine Schwellendrehzahl. Wenn das Verfahren **4100** beurteilt, dass sich die Kraftmaschine dreht und ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennt, ist

die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4150** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** geht zu **4108** weiter.

[0837] Bei **4150** betreibt das Verfahren **4100** die Kraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus. Ferner kann die Fahrzeuggeschwindigkeit null sein. Die Kraftmaschine kann ein Luft/Kraftstoff-Gemisch verbrennen, wenn die Triebstrangtrennkupplungsanpassung beginnt, oder die Kraftmaschine kann über einen Starter oder den DISG gestartet werden. Die Wandlerkupplung befindet sich in einem offenen Zustand und die Kraftmaschinendrehzahl wird über das Verändern des Kraftmaschinendrehmoments durch die Kraftmaschinendrosselklappe, den Zündfunkenzeitpunkt, die Nockenzeitsteuerung, den Ventilhub, die Kraftstoffeinspritzung oder andere Aktuatoren gesteuert. Das Verfahren **4100** geht zu **4152** weiter, nachdem die Kraftmaschine in einen Drehzahlsteuermodus gesetzt ist.

[0838] Bei **4152** stellt das Verfahren **4100** die Kraftmaschinendrehzahl so ein, dass sie über oder unter der DISG-Drehzahl liegt. Wenn beispielsweise die DISG-Drehzahl 400 min⁻¹ ist, kann die Kraftmaschinendrehzahl auf 800 min⁻¹ eingestellt werden. Alternativ kann die Kraftmaschinendrehzahl beispielsweise auf 700 min⁻¹ eingestellt werden, wenn die DISG-Drehzahl 800 min⁻¹ ist. Das Verfahren **4100** geht zu **4154** weiter, nachdem die Kraftmaschinendrehzahl eingestellt ist.

[0839] Bei **4154** schätzt das Verfahren **4100** das Kraftmaschinendrehmoment ab und speichert das abgeschätzte Kraftmaschinendrehmoment im Speicher. Das Kraftmaschinendrehmoment kann abgeschätzt werden, wie im US-Patent Nr. 7 066 121 beschrieben ist. Alternativ kann das Kraftmaschinendrehmoment über andere bekannte Verfahren abgeschätzt werden. Das Kraftmaschinendrehmoment kann beispielsweise bei ausgewählten Kraftmaschinendrehzahlen und Kraftmaschinenlasten empirisch bestimmt werden. Die empirischen Daten werden im Steuereinheitsspeicher gespeichert und über Indizieren von Tabellen oder Funktionen auf der Basis der gegenwärtigen Kraftmaschinendrehzahl und -last abgerufen. Das Verfahren **4100** geht zu **4156** weiter, nachdem das Kraftmaschinendrehmoment abgeschätzt ist.

[0840] Bei **4156** erhöht das Verfahren **4100** inkremental den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck. In einem Beispiel kann der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck über das Erhöhen eines Tastverhältnisses eines Triebstrangtrennkupplungs-Steuersignals erhöht werden. Ein höheres Tastverhältnis erhöht den zur Triebstrangtrennkupplung zugeführten Öldruck. Die inkrementale Erhöhung des Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrucks kann vorbestimmt und im Speicher als Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion gespeichert werden. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion setzt den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck und das Triebstrangtrennkupplungs-Eingangsdrehmoment in Beziehung und gibt ein Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoment aus. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion kann auch verwendet werden, um einen Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck durch Indizieren der Übertragungsfunktion über ein gewünschtes Kupplungsausgangsdrehmoment und Kupplungseingangsdrehmoment auszuwählen.

[0841] Der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck oder die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft, die Kraftmaschinendrehzahl und die DISG-Drehzahl werden jedes Mal, wenn der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht wird, im Speicher gespeichert. Jedes Mal, wenn das Trennkupplungsdrehmoment auf ein neues Niveau verändert wird (es können mehrere Niveaus vorhanden sein, die der Reihe nach verwendet werden, um die Kupplungsübertragungsfunktion zu lernen, wie durch das Verfahren **4130** und **Fig. 43**), muss das System warten, bis sich die Kraftmaschinendrehzahl auf die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl stabilisiert, und dann wird eine neue Abschätzung des Kraftmaschinendrehmoments gespeichert. Sobald die Kraftmaschinendrehzahlsteuereinheit irgendeine Störung von der Änderung des Trennkupplungsdrehmoments unterdrückt hat, wird sowohl das abgeschätzte Kraftmaschinendrehmoment als auch das abgeschätzte Trennkupplungsdrehmoment für die Verwendung bei **4160** gespeichert. Die Kraftmaschinensteuereinheit kann den abgeschätzten Trennkupplungsdruck oder die Trennkupplungskapazität und das Vorzeichen des Schlupfs über der Trennkupplung verwenden, um das Kraftmaschinendrehmoment gegebenenfalls proaktiv zu erhöhen oder zu verringern, oder die Kraftmaschinensteuerung kann nur die Rückkopplungssteuerung verwenden, um die Kraftmaschinendrehzahl hinsichtlich Änderungen des Trennkupplungsdrucks zu kompensieren. Das Verfahren **4100** geht zu **4158** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht ist.

[0842] Bei **4158** beurteilt das Verfahren **4100**, ob das Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsprofil vollständig angewendet wurde oder nicht. In einem Beispiel liefert das Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsprofil nur genügend Druck, um ein minimales Drehmoment (z. B. 2 Nm) für eine Kupplungsplatte zu übertragen, um gerade zu beginnen, die andere Kupplungsplatte zu berühren. In anderen Beispielen kann das Triebstrang-

trennkupplungs-Anwendungsprofil von vollständig offen zu vollständig geschlossen übergehen. Wenn das Verfahren **4100** beurteilt, dass nicht alle Anwendungsdrücke des Triebstrangtrennkupplungsprofils angewendet wurden, ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** kehrt zu **4154** zurück. Ansonsten ist die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4160** weiter.

[0843] Bei **4160** vergleicht das Verfahren **4100** die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentabschätzung(en) von der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion mit der (den) Kraftmaschinendrehmomentabschätzung(en), die gespeichert wurden, als die Kraftmaschinendrehzahl bei der gewünschten Drehzahl bei jedem der befohlenen Trennkupplungsdrücke stabilisiert wurde, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion über Inkrementieren des Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrucks angewendet wird. Wenn beispielsweise die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion ein Triebstrangtrennkupplungs-Tastverhältnis von 35 % (entsprechend einem gewünschten Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck oder einer gewünschten Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft) zum Erreichen eines gewünschten Trennkupplungs-Ausgangsdrehmoments von 50 Nm ausgibt, wenn das Triebstrangtrennkupplungs-Eingangsdrehmoment 85 Nm ist, aber das Triebstrangtrennkupplungs-Ausgangsdrehmoment 45 Nm ist, wie durch die Kraftmaschinendrehmoment-Abschätzeinrichtung abgeschätzt, kann beurteilt werden, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion einen Fehler von 5 Nm aufweist, wenn das Tastverhältnis von 35 % auf die Triebstrangtrennkupplung angewendet wird, wenn das Triebstrangtrennkupplungs-Eingangsdrehmoment 85 Nm ist. Die Differenz zwischen dem gewünschten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment und dem Kraftmaschinendrehmoment kann für jeden Satz von Betriebsbedingungen bestimmt werden, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei **4156** angewendet wurde. Das Verfahren **4100** geht zu **4162** weiter, nachdem das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, wie durch die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion definiert, mit dem durch die Kraftmaschine abgeschätzten Drehmoment verglichen wird, wenn der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck inkrementiert wird.

[0844] Bei **4162** aktualisiert das Verfahren **4100** die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei ausgewählten Einträgen in Reaktion auf einen Fehler zwischen dem Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das durch die Kraftmaschine abgeschätzt wird, und dem Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das auf der Basis der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion erwartet wird. Wenn das durch die Kraftmaschine abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment sich von dem von der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment unterscheidet, ersetzt das durch die Kraftmaschine abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment in einem Beispiel den entsprechenden Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentwert in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion. In dieser Weise kann die Kraftmaschinendrehmoment-Abschätzeinrichtung die Basis zum Einstellen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion sein. Das Verfahren **4100** geht zu **4164** weiter, nachdem die Trennübertragungsfunktion bei ausgewählten Werten aktualisiert ist, wobei das durch die Kraftmaschine abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment nicht mit dem in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion beschriebenen Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment übereinstimmt.

[0845] Wenn die Differenz zwischen dem Kraftmaschinendrehmoment auf der Basis des abgeschätzten Trennkupplungsdrehmoments und dem vorherigen Trennkupplungsdrehmoment über einem Schwellenwert liegt, kann die Anpassungssequenz erneut durchgeführt werden, um das System wieder bei der nächsten Gelegenheit zu testen, und die Anpassungssequenz kann ausgeführt werden, bis das System erfolgreich angepasst ist. Es sollte beachtet werden, dass alle hier beschriebenen Anpassungsverfahren häufiger, früher oder sofort in Reaktion auf eine Amplitude des Fehlers der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion ausgeführt werden können.

[0846] Bei **4164** wendet das Verfahren **4100** die überprüfte Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf den geplanten Triebstrangtrennkupplungsdruck an. Wenn beispielsweise eine Einstellung am Triebstrangtrennkupplungsdruck angefordert wird, wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck auf der Basis der überprüften Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei **4162** ausgegeben. Das Verfahren **4100** endet, nachdem die überprüften Triebstrangtrennkupplungsdrücke ausgegeben sind.

[0847] Bei **4108** beurteilt das Verfahren **4100**, ob ein Kraftmaschinenneustart angefordert wird oder nicht. Wenn die Kraftmaschinendrehung bei **4108** gestoppt wird, kann sie neu gestartet werden, falls erwünscht. Wenn ein Kraftmaschinenneustart während der Triebstrangtrennkupplungsanpassung angefordert wird, kann es möglich sein, dass Fehler in der angepassten Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion vorhanden sind. Daher wird die Triebstrangtrennkupplungsanpassung während Kraftmaschinenneustarts nicht durchgeführt. Wenn das Verfahren **4100** feststellt, dass ein Kraftmaschinenneustart erwünscht ist, ist die Antwort Ja

und das Verfahren **4100** geht zum Ende weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** geht zu **4110** weiter.

[0848] Bei **4110** beurteilt das Verfahren **4100**, ob ein Triebstrangdrehmomentsensor vorhanden ist, um das Triebstrangdrehmoment zu detektieren, oder nicht. Wenn das Verfahren **4100** beurteilt, dass ein Triebstrangdrehmomentsensor vorhanden ist, ist die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4130** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** geht zu **4112** weiter.

[0849] Es ist zu beachten, dass in einigen Beispielen die Triebstrangtrennkupplungsanpassung auf der Basis des Drehmomentwandlers (z. B. **4112–4122**) oder des Drehmomentsensors (z. B. **4130–4138**) gleichzeitig mit der Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments auf der Basis des Kraftmaschinendrehmoments (z. B. **4150–4164**) durchgeführt werden kann, wenn die Kraftmaschinen- und die DISG-Drehzahl separat gehalten werden (z. B. die Triebstrangtrennkupplung schleift) und die Kraftmaschinensteuereinheit in einer Kraftmaschinendrehzahlsteuerung in geschlossener Schleife betrieben wird.

[0850] Bei **4130** erhöht das Verfahren **4100** den Triebstrangtrennkupplungsdruck von einem Zustand, in dem sich die Triebstrangtrennkupplung in einem vollständig offenen Zustand befindet, durch sequentielles Erhöhen des Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrucks. Der Triebstrangtrennkupplungsdruck kann mit einer vorbestimmten Rate oder gemäß einer vorbestimmten Gruppe von ausgewählten Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruckinkrementen erhöht werden. Das Verfahren **4100** geht nach dem Erhöhen des Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrucks zu **4132** weiter. Der DISG kann im Drehzahlrückkopplungsmodus mit einer konstanten befohlenen Drehzahl (z. B. Leerlaufdrehzahl $\sim 700 \text{ min}^{-1}$) betrieben werden. Alternativ kann die DISG-Drehzahl als niedrigere Drehzahl gewählt werden, um den Energieverbrauch zu verringern.

[0851] Bei **4132** stellt das Verfahren **4100** das DISG-Drehmoment auf der Basis der vorliegenden Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion ein, die einer Anpassung unterzogen wird, nachdem die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsprozedur vollendet ist. Insbesondere wird das DISG-Drehmoment auf der Basis der abgeschätzten Menge an Drehmoment, die vom DISG zur Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung übertragen werden soll, gemäß der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion erhöht. Das Verfahren **4100** geht zu **4134** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment eingestellt ist.

[0852] Bei **4134** vergleicht das Verfahren **4100** die Menge an Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, mit dem befohlenen Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsdrehmoment (z. B. der Menge an Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das über die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angefordert wird). In einem Beispiel kann das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment über die folgenden Gleichungen in Abhängigkeit vom Ort des Triebstrangdrehmomentsensors bestimmt werden:

[0853] Wenn sich der Drehmomentsensor am Drehmomentwandler-Pumpenrad befindet:

$$\hat{T}_{\text{clutch}} = I_{\text{elec_machine}} \cdot \dot{N}_{\text{impeller}} + T_{\text{sensor}} - T_{\text{elec_machine}}$$

[0854] Wenn sich der Drehmomentsensor am Drehmomentwandler-Turbinenrad/an der Drehmomentwandler-Eingangswelle befindet:

$$\hat{T}_{\text{clutch}} = I_{\text{elec_machine}} \cdot \dot{N}_{\text{impeller}} + T_{\text{sensor}} - T_{\text{elec_machine}} - T_{\text{turbine}}$$

Wobei

$$T_{\text{turbine}} = \frac{N_{\text{impeller}}^2 \cdot TR \left(\frac{N_{\text{turbine}}}{N_{\text{impeller}}} \right)}{cpc^2 \left(\frac{N_{\text{turbine}}}{N_{\text{impeller}}} \right)} + T_{\text{conv_clutch}}$$

Wobei \hat{T}_{clutch} das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment ist, $I_{elec_machine}$ die Trägheit des DISG ist, $N_{impeller}$ die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl ist, T_{sensor} das über den Drehmomentsensor gemessene Drehmoment ist, $T_{elec_machine}$ das Ausgangsdrehmoment des DISG ist, $T_{turbine}$ das Drehmoment des Drehmomentwandler-Turbinenrades ist, cpc der Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor ist, $N_{turbine}$ die Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl ist und T_{conv_clutch} das Drehmomentwandlerkupplungsdrehmoment ist.

[0855] Während Bedingungen, unter denen die Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl geringer ist als die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl, ist die Drehmomentwandlerkupplung offen, die Triebstrangtrennkupplung ist offen (z. B. ist ein erwünschter Fall das Fahrzeug im Ruhezustand, wobei sich das Pumpenrad dreht $\sim 700 \text{ min}^{-1}$), adaptives Korrigieren des Kapazitätsfaktors (cpc) des Drehmomentwandlers auf der Basis des Motordrehmoments und der Pumpenradbeschleunigung unter Verwendung der obigen Gleichungen. Während Bedingungen, unter denen sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad dreht, ist die Triebstrangtrennkupplung offen und ein Kraftmaschinenneustart wird nicht befohlen, das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment wird sequentiell höher befohlen. Auf der Basis der aktuellen Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungs-Hubdrucks oder -Berührungspunkts (z. B. wird die Triebstrangtrennkupplung auf einen Punkt befohlen, an dem die Triebstrangtrennkupplungsplatten auf der Eingangs- und der Ausgangsseite der Triebstrangtrennkupplung sich zuerst berühren, wenn die Triebstrangtrennkupplung von einem offenen Zustand in einen teilweise geschlossenen Zustand übergeht) der Triebstrangtrennkupplung, wird das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment über das DISG-Drehmoment kompensiert, um die Fahrzeugfahrverhaltensauswirkung zu verringern. In einem Beispiel wird das DISG-Drehmoment im Verhältnis zu einer Menge des abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments auf der Basis der gegenwärtigen Kupplungsübertragungsfunktion erhöht.

[0856] Die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentabschätzung kann mit der Messung vom Drehmomentsensor mit geeigneter Kompensation von Drehmomenten und Trägheiten zwischen der Triebstrangtrennkupplung und dem Drehmomentsensor verglichen werden. Der Triebstrangtrennkupplungs-Hubdruck/Berührungspunkt kann adaptiv eingestellt werden. In einem Beispiel wird die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion über das Ersetzen eines Werts in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion durch das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment eingestellt. Alternativ kann die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf der Basis eines Fehlers zwischen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion und dem abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment eingestellt werden.

[0857] Wenn das befohlene Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment um einen vorbestimmten Betrag kleiner als oder größer als die Menge an Drehmoment, das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, ist, wird der Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentwert in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion am Betriebspunkt auf das gemessene Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment eingestellt.

[0858] In dieser Weise kann die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion eingestellt werden, um eine verbesserte Abschätzung der Menge an Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, zu schaffen. Das Verfahren **4100** geht zu **4136** weiter, nachdem die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bewertet und/oder an die gegenwärtigen Betriebsbedingungen angepasst wurde.

[0859] Bei **4136** beurteilt das Verfahren **4100**, ob alle gewünschten Abschnitte der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei allen gewünschten Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrücken bewertet und/oder angepasst wurden oder nicht. Wenn ja, ist die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4138** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** kehrt zu **4130** zurück, wo der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht wird und die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion bei einer neuen Betriebsbedingung bewertet wird.

[0860] Bei **4138** wendet das Verfahren **4100** die überprüfte Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf den geplanten Triebstrangtrennkupplungsdruck an. Wenn beispielsweise eine Einstellung am Triebstrangtrennkupplungsdruck angefordert wird, wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck auf der Basis der überprüften Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei **4134** ausgegeben. Das Verfahren **4100** endet, nachdem die überprüften Triebstrangtrennkupplungsdrücke ausgegeben sind.

[0861] Bei **4112** erhöht das Verfahren **4100** den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck von einem Zustand, in dem die Triebstrangtrennkupplung vollständig geöffnet ist, wie bei **4130** beschrieben. Die Fahrzeuggeschwindigkeit kann zu diesem Zeitpunkt null sein und der Triebstrangtrennkupplungsbefehl kann inkremental erhöht werden, um den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck oder die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft zu erhöhen. Das Verfahren **4100** geht zu **4114** weiter, nachdem der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck eingestellt ist.

[0862] Bei **4114** stellt das Verfahren **4100** das DISG-Drehmoment ein, wie bei **4132** beschrieben. Das Verfahren **4100** geht zu **4116** weiter, nachdem das DISG-Drehmoment eingestellt ist.

[0863] Bei **4116** schätzt das Verfahren **4100** das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragene Drehmoment auf der Basis von Drehzahlen und Beschleunigungen von Triebstrangkomponenten ab. In einem Beispiel kann das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragene Drehmoment über die folgenden Gleichungen abgeschätzt werden:

$$I_{\text{impeller}} \cdot \dot{N}_{\text{impeller}} = T_{\text{clutch}} + T_{\text{elec_mach}} - T_{\text{conv}}$$

Wobei:

$$T_{\text{conv}} = \frac{N_{\text{impeller}}^2}{cpc^2 \left(\frac{N_{\text{turbine}}}{N_{\text{impeller}}} \right)} + T_{\text{conv_clutch}}$$

[0864] Auflösen nach dem Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment:

$$\hat{T}_{\text{clutch}} = I_{\text{impeller}} \cdot \dot{N}_{\text{impeller}} - T_{\text{elec_mach}} + T_{\text{conv}}$$

[0865] Wobei I_{impeller} die Drehmomentwandler-Pumpenradträgheit ist, N_{impeller} die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl ist, T_{clutch} das Drehmoment der Triebstrangtrennkupplung ist, $T_{\text{elec_machine}}$ das DISG-Drehmoment ist, T_{conv} das Drehmomentwandler-Pumpenradrehmoment ist, cpc der Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor ist, N_{turbine} die Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl ist und $T_{\text{conv_clutch}}$ das Drehmomentwandlerkupplungsdrehmoment ist.

[0866] Während Bedingungen, unter denen die Drehmomentwandler-Turbinenradrehzahl geringer ist als die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl, ist die Drehmomentwandler-Überbrückungskupplung offen, die Triebstrangtrennkupplung ist offen (z. B. ist ein erwünschter Fall ein Fahrzeug im Ruhezustand, wobei sich das Pumpenrad dreht $\sim 700 \text{ min}^{-1}$), der Kapazitätsfaktor (cpc) des Drehmomentwandlers, der auf dem Motor-drehmoment und der Pumpenradbeschleunigung basiert, wird adaptiv über die obigen Gleichungen korrigiert. Während Bedingungen, unter denen sich das Pumpenrad dreht, ist die Triebstrangtrennkupplung offen und ein Kraftmaschinenneustart wird nicht befohlen, sequentiell höhere Triebstrangtrennkupplungsdrehmomente werden befohlen. Das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment wird über das DISG-Drehmoment kompensiert, um die Fahrverhaltensauswirkung zu verringern. Das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment basiert auf der aktuellen Abschätzung des Triebstrangtrennkupplungs-Hubdrucks oder des Berührungspunkts der Triebstrangtrennkupplung.

[0867] Das DISG-Drehmoment wird beispielsweise erhöht, wenn das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment erhöht wird. In einem Beispiel wird das DISG-Drehmoment im Verhältnis zu dem über die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoment erhöht. Die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentabschätzung wird mit einem Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das unter Verwendung der obigen Gleichungen berechnet wird, auf der Basis von anderen Drehmomenten, Drehzahlen und Beschleunigungen bei **4118** verglichen. Dann wird der Triebstrangtrennkupplungs-Hubdruck/Berührungspunkt der Triebstrangtrennkupplung adaptiv bei **4118** aktualisiert. Das Verfahren **4100** geht zu **4118** weiter, nachdem die Menge an Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, abgeschätzt ist.

[0868] Bei **4118** vergleicht das Verfahren **4100** das abgeschätzte Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, mit dem Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment von der gegenwärtigen Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion, wie bei **4134** beschrieben. Der Vergleich kann durch Subtrahieren des abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoments vom gewünschten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment durchgeführt werden, um einen Fehler vorzusehen, der die Basis zum Anpassen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion ist. Wenn der Fehler größer ist als ein vorbestimmter Betrag, ersetzt das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment den Wert der Triebstrangtrennkupplung in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion oder ist die Basis zum Einstellen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion. Das Verfahren **4100** geht zu **4120** weiter, nachdem die abgeschätzte Menge

an Drehmoment, das von der Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, mit dem Triebstrangtrennkupplungs-drehmoment von der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion verglichen ist.

[0869] Bei **4120** beurteilt das Verfahren **4100**, ob alle gewünschten Abschnitte der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei allen gewünschten Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrücken bewertet und/oder eingestellt wurden oder nicht. Wenn ja, ist die Antwort Ja und das Verfahren **4100** geht zu **4122** weiter. Ansonsten ist die Antwort Nein und das Verfahren **4100** kehrt zu **4112** zurück, wo der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck erhöht wird und die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion bei einer neuen Betriebsbedingung bewertet wird.

[0870] Bei **4122** wendet das Verfahren **4100** die überprüfte Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf den geplanten Triebstrangtrennkupplungsdruck an. Wenn beispielsweise eine Einstellung am Triebstrangtrennkupplungsdruck angefordert wird, wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck auf der Basis der überprüften Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion bei **4118** ausgegeben. Das Verfahren **4100** endet, nachdem die überprüften Triebstrangtrennkupplungsdrücke ausgegeben sind.

[0871] In einigen Beispielen kann die Triebstrangtrennkupplung in Kombination mit einem Doppelkupplungs-Automatikgetriebe (DCT) (z. B. **Fig. 3**) verwendet werden. In diesen Anwendungen kann der DISG als Drehmomenterfassungsvorrichtung zum Messen des DCT-Anfahrkupplungs-drehmoments als Funktion des befohlenen DCT-Anfahrkupplungs-drehmoments bei den niedrigen Drehmomentniveaus verwendet werden, bei denen die Anfahrkupplung während eines Kraftmaschinenstarts und -anfahrens arbeitet. Die Verstärkung und/oder der Versatz können dann in den DCT-Anfahrkupplungs-Drehmomenttabellen aktualisiert werden, um die tatsächliche Eingabe an das Ausgangsdrehmoment anzupassen. Ein Beispiel der Verwendung des DISG, um das DCT-Anfahrkupplungs-drehmoment zu erfassen, umfasst: Messen des DCT-Anfahrkupplungs-drehmoments, wenn das Fahrzeug gestoppt ist und die Bremsen angewendet werden, z. B. wenn sich das Fahrzeug in Ruhe befindet und der Fahrer die Bremse anwendet oder dem Bremssystem befohlen wird, das Bremsenlösen zu verzögern. Ein solcher Betrieb kann verwendet werden, um zu verhindern, dass die Änderung des DCT-Anfahrkupplungs-drehmoments entweder zu den Rädern übertragen wird oder sich auf die Fahrzeugbeschleunigung auswirkt.

[0872] In einigen Beispielen kann die Triebstrangtrennkupplung offen sein. Eine offene Triebstrangtrennkupplung entfernt Drehmoment- oder Nachgiebigkeitswechselwirkungen der Kraftmaschine und/oder des Zweimasenschwungrades (DMF), die sich auf die Fähigkeit des DISG auswirken können, das DCT-Anfahrkupplungs-drehmoment genau zu erfassen. Der DISG kann im Drehzahlrückkopplungsmodus mit einer konstanten befohlenen Drehzahl, z. B. Leerlaufdrehzahl $\sim 700 \text{ min}^{-1}$, betrieben werden. Die DISG-Drehzahl kann als niedrigere Drehzahl gewählt werden, um den Energieverbrauch zu verringern. Die DISG-Drehzahl kann so festgelegt werden, dass der Hydraulikdruck im Automatikgetriebe (AT) aufrechterhalten wird, unter Verwendung des DISG, um die Getriebehydraulikpumpe zu drehen. Das Betreiben des DISG, um den Getriebeöldruck aufrechtzuerhalten, gilt für ein DCT mit Hydraulikkupplungen gegenüber einem Trockenkupplungs-DCT.

[0873] In einigen Beispielen ist die DCT-Anfahrkupplung vollständig offen (z. B. mit einer Drehmomentkapazität von null), wenn eine DISG-Drehmomentabschätzung gelernt wird. Die DISG-Drehmomentabschätzung ist die Basis zum Aufzeichnen des Anfahrkupplungs-drehmoments der offenen DCT bei der befohlenen DISG-Drehzahl. Die DISG-Drehmomentabschätzung ist eine Funktion der DISG-Dreiphasenströme oder eines befohlenen Drehmoments von einer inneren Schleife der DISG-Drehzahlrückkopplungssteuerung. Der DCT-Anfahrkupplung wird befohlen, über einen gewünschten Drehmomentbereich zu arbeiten, nachdem das Drehmoment der offenen DCT-Anfahrkupplung aus der DISG-Drehmomentabschätzung bestimmt wurde. Die DCT-Anfahrkupplungs-drehmomente für jedes befohlene Drehmoment im gewünschten Drehmomentbereich werden aus dem DISG-Drehmoment bestimmt, das bei jedem befohlenen Drehmoment bestimmt wird. Ein DCT-Anfahrkupplungsfehler-Drehmoment wird als Differenz zwischen der Drehmomentmessung der offenen DCT-Anfahrkupplung und dem erfassten Drehmoment von der Drehmomentabschätzung des DISG-Dreiphasenstroms oder dem befohlenen Drehmoment bestimmt. Der DISG kann im Drehzahlrückkopplungsmodus betrieben werden, der eine innere Drehmomentschleife umfasst, wenn das DCT-Anfahrkupplungs-drehmoment bestimmt wird. Die DCT-Drehmomenttabelle oder -Übertragungsfunktion wird gemäß dem beobachteten DISG-Drehmoment aktualisiert.

[0874] Ferner kann die Variabilität in der Betätigung und Abschätzung des über eine TCC übertragenen Drehmoments ein Rauschfaktor sein, der zu schlechtem Fahrverhalten des Fahrzeugsystems beitragen kann. Wenn das TCC-Drehmoment nicht korrekt betätigt wird, aufgrund von Fehlern im befohlenen gegenüber dem tatsächlichen TCC-Drehmoment während des Kraftmaschinenstartprozesses, kann das zu den Rädern über-

tragene Drehmoment geringer als erwünscht sein und die Anfahrlistung und das Fahrverhalten können verschlechtert sein.

[0875] Der DISG kann als Drehmomenterfassungsvorrichtung betrieben werden, um das über die TCC übertragene Drehmoment als Funktion des befohlenen TCC-Drehmoments während des Kraftmaschinenstarts zu messen. Die niedrigen Drehmomentniveaus, die über die TCC während des Kraftmaschinenstart und -anfahrens übertragen werden, können die Basis zum Aktualisieren von Verstärkungs- und/oder Versatzwerten in TCC-Drehmomenttabellen sein, so dass die Tabellenwerte das tatsächliche Eingangs- an das Ausgangsdrehmoment anpassen.

[0876] Ein Beispiel zum Betreiben des DISG, um das übertragene TCC-Drehmoment zu erfassen, umfasst: Messen des TCC-Drehmoments über den DISG, wenn das Fahrzeug gestoppt ist und wenn die Bremsen angewendet werden (z. B. wenn sich das Fahrzeug in Ruhe befindet und der Fahrer die Bremse anwendet). Ein weiteres Beispiel umfasst das Abschätzen des übertragenen TCC-Drehmoments über den DISG, wenn Automatikgetriebekupplungen den Getriebeausgang für Rückrollsicherungszwecke festmachen. Das Festmachen des Getriebes verringert die Möglichkeit, dass ein übertragenes TCC-Drehmoment zu den Fahrzeugrädern übertragen wird.

[0877] Das über die TCC übertragene Drehmoment kann genauer bestimmt werden, wenn die Triebstrangtrennkupplung offen ist, da sie Kraftmaschinen-, Zweimassenschwungrad- oder Nachgiebigkeitswechselwirkungen entfernt, die die DISG-Drehmomentabschätzungen beeinflussen können. Der DISG kann im Drehzahlrückkopplungsmodus bei einer niedrigen konstanten befohlenen Drehzahl (z. B. Leerlaufdrehzahl ~700 min⁻¹) betrieben werden, um den Energieverbrauch zu verringern, wenn der DISG die Basis für die TCC-Drehmomentübertragungsabschätzungen ist. Die DISG-Drehzahl kann auch eingestellt werden, um den Hydraulikdruck im Drehmomentwandler durch Drehen des Getriebes über den DISG aufrechtzuerhalten.

[0878] Die TCC-Übertragungsfunktion, die die Menge an Drehmoment beschreibt, das durch die TCC bei ausgewählten Anwendungsdrücken oder -kräften übertragen wird, kann auf der Basis von DISG-Drehmomentabschätzungen angepasst werden. In einem Beispiel wird die TCC auf vollständig offen (z. B. mit einer Drehmomentkapazität von null) befohlen und der Drehmomentwandlerausgang wird auf der Basis des DISG-Stroms abgeschätzt. Der DISG-Strom wird in ein Drehmoment umgewandelt, das von Drehmomenten subtrahiert wird, die an anderen TCC-Befehlen bestimmt werden, wobei die TCC nicht auf vollständig offen befohlen wird. Folglich wird ein Drehmomentversatz bestimmt und im Speicher gespeichert, wenn die TCC auf vollständig offen befohlen wird. Die TCC wird dann in Inkrementen über einen gewünschten Drehmomentbereich befohlen, während das DISG-Drehmoment aus dem DISG-Strom bei jedem befohlenen Drehmoment abgeschätzt wird. Ein TCC-Übertragungsdrehmomentfehlerbetrag wird aus einer Differenz zwischen dem TCC-Drehmomentbefehl in offener Schleife (z. B. TCC-Übertragungsfunktion) und dem TCC-Drehmoment, wie aus dem DISG-Dreiphasenstrom bestimmt, bestimmt. Die TCC-Übertragungsfunktion kann auf der Basis des TCC-Übertragungsdrehmomentfehlers aktualisiert werden. In einem Beispiel wird ein Bruchteil jedes TCC-Übertragungsdrehmomentfehlers zum gegenwärtigen Wert in der TCC-Übertragungsfunktion addiert, der dem TCC-Übertragungsdrehmomentfehler entspricht.

[0879] In dieser Weise kann die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion überprüft werden, so dass die Triebstrangtrennkupplung genauer angewendet werden kann.

[0880] Ferner kann die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion überprüft werden, ohne Handlungen zu unternehmen, die für den Fahrer wahrnehmbar sein können.

[0881] Mit Bezug auf **Fig. 43** ist eine Beispielsequenz zum Aktualisieren oder Anpassen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion gemäß den Verfahren von **Fig. 41** und **Fig. 42** gezeigt. Die Sequenz von **Fig. 43** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0882] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 43** stellt die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl dar und die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **4302** stellt eine gewünschte Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl dar.

[0883] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 43** stellt das DISG-Drehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das DISG-Drehmoment dar und das DISG-Drehmoment nimmt in der Richtung

des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0884] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 43** stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck dar und die Anwendungskraft oder der Anwendungsdruck nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0885] Vor dem Zeitpunkt T102 liegt die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl auf der gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl **4302** und das DISG-Drehmoment liegt auf einem niedrigeren Niveau. Der Triebstrangtrennkupplungsdruck liegt auch auf einem niedrigeren Wert. Wenn sich der DISG in der Drehzahlsteuerung befindet, kann die Amplitude der Änderung des DISG-Drehmoments, das erforderlich ist, um die gewünschte Pumpenraddrehzahl zu halten, als Drehmomentabschätzmechanismus ähnlich zu der Weise, in der das Kraftmaschinendrehmoment in **Fig. 42** verwendet wird, verwendet werden.

[0886] Zum Zeitpunkt T102 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck in Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments erhöht. Das DISG-Drehmoment wird nicht erhöht, da die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angibt, dass das Drehmoment beim gegenwärtigen befohlenen Wert nicht durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird. Die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl bleibt während des Drehzahlsteuermodus in geschlossener Schleife auf der gewünschten Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl oder das DISG-Drehmoment muss sich nicht ändern, und es gibt an, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion, die das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment abschätzt, korrekt ist. Der Triebstrangtrenndruck wird verringert, nachdem er erhöht ist, so dass die nächste Erhöhung des Trennkupplungsdrucks von einer bekannten Bedingung aus eingeleitet werden kann.

[0887] Zum Zeitpunkt T103 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck ein zweites Mal in Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen des von der Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments erhöht. Das DISG-Drehmoment wird wieder nicht erhöht, da die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angibt, dass das Drehmoment beim gegenwärtigen befohlenen Wert nicht durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird. Die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl nimmt aufgrund der Drehzahlsteuerung in geschlossener Schleife ab oder das DISG-Drehmoment nimmt zu, um anzugeben, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das übertragen wird, unterschätzt. Der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktionsfehler kann von einem Drehmomentsensor an der Trennkupplung, vom DISG-Strom oder von einem Modell bestimmt werden, wie bei **4116** beschrieben. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion wird auf der Basis des Fehlers eingestellt. Insbesondere wird in diesem Beispiel das für den Ausgangsbefehl abgeschätzte Drehmoment um einen vorbestimmten Betrag verringert. Alternativ kann der Ausgangsbefehl für die Triebstrangtrennkupplung um einen vorbestimmten Betrag verringert werden. Der Triebstrangtrenndruck wird verringert, nachdem er erhöht ist, so dass die nächste Erhöhung des Trennkupplungsdrucks von einer bekannten Bedingung aus eingeleitet werden kann.

[0888] Zum Zeitpunkt T104 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck ein drittes Mal in Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments erhöht. Das DISG-Drehmoment wird erhöht, da die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angibt, dass das Drehmoment beim gegenwärtigen befohlenen Wert durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird. Die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl nimmt zu oder das DISG-Drehmoment wird über die Drehzahlsteuerung in geschlossener Schleife eingestellt, um nicht so sehr zuzunehmen, wie es die Trennkupplungs-Übertragungsfunktion angeben würde, um anzugeben, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das übertragen wird, überschätzt. Der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktionsfehler kann bestimmt werden und die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion wird auf der Basis des Fehlers eingestellt. Insbesondere wird in diesem Beispiel das für den Ausgangsbefehl abgeschätzte Drehmoment um einen vorbestimmten Betrag erhöht. Alternativ kann der Ausgangsbefehl für die Triebstrangtrennkupplung um einen vorbestimmten Betrag erhöht werden. Der Triebstrangtrenndruck wird verringert, nachdem er erhöht ist, so dass die nächste Erhöhung des Trennkupplungsdrucks von einer bekannten Bedingung aus eingeleitet werden kann.

[0889] Zum Zeitpunkt T105 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck ein viertes Mal in Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments erhöht. Das DISG-Drehmoment wird erhöht, da die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angibt, dass

das Drehmoment beim gegenwärtigen befohlenen Wert durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird. Die Drehmomentwandler-Pumpendrehzahl bleibt konstant, um anzugeben, dass die Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragungsfunktion das Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment, das übertragen wird, korrekt abschätzt. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion wird nicht eingestellt, da weniger als ein Schwellenbetrag eines Fehlers in der Abschätzung der Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentübertragung vorliegt. Der Triebstrangtrenndruck wird verringert, nachdem er erhöht ist, so dass die nächste Erhöhung des Trennkupplungsdrucks von einer bekannten Bedingung aus eingeleitet werden kann.

[0890] In dieser Weise kann eine Übertragungsfunktion, die das von einer Triebstrangtrennkupplung übertragene Drehmoment beschreibt, angepasst werden. Jeder Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck in der Übertragungsfunktion kann in dieser Weise angepasst werden, so dass die ganze Übertragungsfunktion überprüft werden kann, wenn das Fahrzeug altert.

[0891] Mit Bezug auf **Fig. 44** ist eine Beispielsequenz zum Aktualisieren oder Anpassen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion gemäß dem Verfahren von **Fig. 42** gezeigt. Die Sequenz von Kupplungsdrehmomenten, die in **Fig. 43** gezeigt ist, kann auf die Sequenz von **Fig. 42** angewendet werden. Die Sequenz von **Fig. 44** kann durch das System von **Fig. 1–Fig. 3** bereitgestellt werden.

[0892] Das erste Diagramm von der Oberseite von **Fig. 44** stellt die Kraftmaschinendrehzahl als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Kraftmaschinendrehzahl dar und die Kraftmaschinendrehzahl nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu. Die horizontale Linie **4402** stellt eine gewünschte Kraftmaschinendrehzahl dar.

[0893] Das zweite Diagramm von der Oberseite von **Fig. 44** stellt das Kraftmaschinendrehmoment als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt das Kraftmaschinendrehmoment dar und das Kraftmaschinendrehmoment nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0894] Das dritte Diagramm von der Oberseite von **Fig. 44** stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck als Funktion der Zeit dar. Die Y-Achse stellt die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder den Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck dar und die Anwendungskraft oder der Anwendungsdruck nimmt in der Richtung des Y-Achsen-Pfeils zu. Die X-Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite der Figur zur rechten Seite der Figur zu.

[0895] Vor dem Zeitpunkt T106 liegt die Kraftmaschinendrehzahl auf der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl **4402** und das Kraftmaschinendrehmoment liegt auf einem niedrigeren Niveau. Der Triebstrangtrennkupplungsdruck liegt auch auf einem niedrigeren Wert und befiehlt die Triebstrangtrennkupplung in eine offene Position. Die Kraftmaschine befindet sich in einem Drehzahlsteuermodus und das Kraftmaschinendrehmoment wird von der Kraftmaschinendrehzahl und der Kraftmaschinenlast bestimmt (z. B. gegenwärtige Kraftmaschinenluftmasse dividiert durch die theoretische Luftmasse, die die Kraftmaschine ansaugen kann, ob ohne Aufladung oder mit Aufladung). Die DISG- und Drehmomentwandlerdrehzahl (nicht dargestellt) werden auf eine Drehzahl eingestellt, die anders ist als die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl.

[0896] Zum Zeitpunkt T106 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck in Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments erhöht. Die DISG-Drehzahl (nicht dargestellt) bleibt konstant und die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl bleibt konstant, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft erhöht wird. Das Kraftmaschinendrehmoment bleibt anfänglich auf einem konstanten Niveau, wenn die Triebstrangtrennkupplung allmählich geschlossen wird.

[0897] Zum Zeitpunkt T107 nimmt der Triebstrangtrennkupplungsdruck weiterhin zu und die Kraftmaschinendrehzahl beginnt auf eine Drehzahl zu verlangsamen, die geringer ist als die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl. Die Kraftmaschinendrehzahl-Steuerschleife erhöht das Kraftmaschinendrehmoment (z. B. über Öffnen der Kraftmaschinen-Drosselklappe) in Reaktion auf die Differenz zwischen der gewünschten Kraftmaschinendrehzahl und der tatsächlichen Kraftmaschinendrehzahl. Das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment ist die Differenz zwischen dem Kraftmaschinendrehmoment vor dem Zeitpunkt T106 und dem Kraftmaschinendrehmoment zum Zeitpunkt nach T106, wenn die Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft erhöht wird (z. B. zu einem Zeitpunkt kurz nach dem Zeitpunkt T107). Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion, die eine Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungskraft oder einen Triebstrangtrennkupplungs-

Anwendungsdruck in Reaktion auf ein gewünschtes Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment ausübt, kann auf der Basis des abgeschätzten Triebstrangdrehmoments eingestellt werden.

[0898] In diesem Beispiel können die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktionseinträge, die von den abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungs-Drehmomentwerten abweichen, die bei den befohlenen Triebstrangtrennkupplungsdrücken bestimmt wurden, auf das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment oder um einen Bruchteil des Fehlers aktualisiert werden, wenn sie vom abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment um mehr als einen Schwellenbetrag des Drehmoments abweichen. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion kann aktualisiert werden, wenn der Anpassungsprozess stattfindet oder nachdem die Sequenz vollendet ist. Es sollte auch beachtet werden, dass die Kraftmaschinendrehzahl zum Zeitpunkt T107 zunehmen anstatt abnehmen kann, wenn die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl größer ist als die Kraftmaschinendrehzahl. In diesem Beispiel wird die Drehmomentwandler-Pumpenradrehzahl auf eine Drehzahl eingestellt, die größer ist als die Kraftmaschinendrehzahl, so dass die Kraftmaschinendrehzahl zum Zeitpunkt T107 zunimmt, wenn die Triebstrangtrennkupplung geschlossen wird.

[0899] Zum Zeitpunkt T108 wird der Triebstrangtrennkupplungsdruck in Reaktion auf eine Anforderung zum Verringern des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments verringert. Die tatsächliche Kraftmaschinendrehzahl ist größer als die gewünschte Kraftmaschinendrehzahl, nachdem der Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck verringert ist. Die Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion kann aktualisiert werden, wenn das abgeschätzte Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment vom Eintrag in der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion vom abgeschätzten Triebstrangtrennkupplungsdrehmoment abweicht.

[0900] In dieser Weise kann eine Übertragungsfunktion, die das von einer Triebstrangtrennkupplung übertragene Drehmoment beschreibt, angepasst werden. Jeder Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdruck in der Übertragungsfunktion kann in dieser Weise angepasst werden, so dass die ganze Übertragungsfunktion überprüft werden kann, wenn das Fahrzeug altert.

[0901] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Einstellen der Anwendungskraft einer Triebstrangtrennkupplung in einem Fahrzeugtriebstrang in Reaktion auf einen Drehmomentsensor, während eine Kraftmaschine im Fahrzeugtriebstrang nicht Luft und Kraftstoff verbrennt. In dieser Weise kann eine Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion angepasst werden, um das Fahrzeugfahrverhalten zu verbessern. Das Verfahren umfasst ferner das Anpassen der Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf den Drehmomentsensor. Das Verfahren umfasst, dass eine Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Reaktion von Triebstrangkomponenten angepasst wird.

[0902] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass das Einstellen der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung auf dem Erhöhen von Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrücken von einer Bedingung, unter der die Triebstrangtrennkupplung offen ist, basiert. Das Verfahren umfasst, dass ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator sich während der Einstellung der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung dreht. Das Verfahren umfasst, dass eine Getriebe-Überbrückungskupplung während der Einstellung der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung offen ist.

[0903] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Drehen eines Drehmomentwandler-Pumpenrades mit einer Drehzahl, die geringer ist als eine Drehzahl, bei der mehr als ein Schwellenprozentsatz eines Drehmoments am Drehmomentwandler-Pumpenrad zu einem Drehmomentwandler-Turbinenrad übertragen wird, wobei sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad in einem Fahrzeugtriebstrang befindet; und Einstellen der Anwendungskraft einer Triebstrangtrennkupplung im Fahrzeugtriebstrang in Reaktion auf einen Drehmomentsensor, während eine Kraftmaschine im Fahrzeugtriebstrang nicht Luft und Kraftstoff verbrennt. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass die Drehzahl geringer ist als 700 min⁻¹.

[0904] In einem Beispiel umfasst das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, dass die Anwendungskraft über das Anpassen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion eingestellt wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst ferner das Erhöhen eines Triebstrangtrennkupplungsbefehls und das Einstellen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf der Basis einer Ausgabe des Drehmomentsensors. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst ferner das Befehlen des Öffnens einer Drehmomentwandlerkupplung. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass das Drehmomentwandler-Pumpenrad über einen in den Triebstrang integrierten Star-

ter/Generator gedreht wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator sich mit einer Drehzahl dreht, die einen Schwellengetriebeöldruck erzeugt, der eine Getriebekupplung in einem angewendeten Zustand hält. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad mit einer Drehzahl dreht, die größer ist als eine Drehzahl des Drehmomentwandler-Turbinenrades.

[0905] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, zum Einstellen einer Abschätzung des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments in Reaktion auf eine Drehmomentsensorausgabe. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschine nicht Luft und Kraftstoff verbrennt.

[0906] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner das Drehen des DISG mit einer Drehzahl, unter der ein Schwellenprozentsatz des DISG-Drehmoments zum Getriebe übertragen wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner einen Drehmomentwandler mit einer Drehmomentwandlerkupplung und zusätzliche Befehle zum Öffnen der Drehmomentwandlerkupplung, während die Abschätzung des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments eingestellt wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Drehen eines Pumpenrades des Drehmomentwandlers mit einer höheren Drehzahl als ein Turbinenrad des Drehmomentwandlers. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen einer Schließkraft, die auf die Triebstrangtrennkupplung ausgeübt wird.

[0907] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Drehen eines Drehmomentwandler-Pumpenrades mit einer ersten Drehzahl; Betreiben einer Kraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus und Drehen der Kraftmaschine mit einer zweiten Drehzahl, die von der ersten Drehzahl verschieden ist; und Einstellen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion in Reaktion auf eine Drehmomentabschätzung auf der Basis von Kraftmaschinenbetriebsbedingungen. Das Verfahren umfasst, dass das Drehmomentwandler-Pumpenrad über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gedreht wird.

[0908] In einigen Beispielen umfasst das Verfahren, dass die zweite Drehzahl größer ist als die erste Drehzahl. Das Verfahren umfasst, dass die zweite Drehzahl geringer ist als die erste Drehzahl. Das Verfahren umfasst, dass die Kraftmaschinenbetriebsbedingungen die Kraftmaschinendrehzahl und die Kraftmaschinenlast sind. Das Verfahren umfasst ferner das Befehlen einer Erhöhung der Anwendungskraft einer Triebstrangtrennkupplung. Das Verfahren umfasst ferner das Einstellen eines Kraftmaschinendrehmoments, um die Kraftmaschinendrehzahl auf der zweiten Drehzahl zu halten, während die Erhöhung der Anwendungskraft der Triebstrangtrennkupplung befohlen wird.

[0909] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Drehen eines Drehmomentwandler-Pumpenrades mit einer ersten Drehzahl; Betreiben einer Kraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus und Drehen der Kraftmaschine mit einer zweiten Drehzahl, die von der ersten Drehzahl verschieden ist; Speichern eines Kraftmaschinendrehmoment-Ausgangswerts in Reaktion auf eine offene Triebstrangtrennkupplung; inkrementales Schließen der Triebstrangtrennkupplung; und Einstellen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion in Reaktion auf eine Differenz zwischen einer Drehmomentabschätzung auf der Basis der Kraftmaschinenbetriebsbedingungen und einer Drehmomentabschätzung auf der Basis der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion.

[0910] In einem Beispiel umfasst das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, dass die erste Drehzahl geringer ist als 700 min⁻¹. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass die Kraftmaschinenbetriebsbedingungen die Kraftmaschinendrehzahl und -last sind. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass die Drehmomentabschätzung auf der Basis der Kraftmaschinenbetriebsbedingungen ein Kraftmaschinendrehmoment minus ein Kraftmaschinendrehmoment, das während der offenen Triebstrangtrennkupplung gespeichert wird, ist. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst auch, dass die Kraftmaschinendrehzahl über das Einstellen des Kraftmaschinendrehmoments während des Drehzahlsteuermodus eingestellt wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren um-

fasst, dass das Drehmomentwandler-Pumpenrad über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gedreht wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator sich mit einer Drehzahl dreht, die einen Schwellengetriebeöldruck erzeugt, der eine Getriebekupplung in einem angewendeten Zustand hält. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad mit einer Drehzahl dreht, die größer ist als eine Drehzahl des Drehmomentwandler-Turbinenrades.

[0911] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv mit der Kraftmaschine über die Triebstrangtrennkupplung gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um eine Abschätzung eines Drehmoments, das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, in Reaktion auf eine Kraftmaschinendrehmomentabschätzung einzustellen. Das Fahrzeugsystem umfasst, dass die Kraftmaschinendrehmomentabschätzung auf der Kraftmaschinendrehzahl und -last basiert.

[0912] In einigen Beispielen umfasst das Fahrzeugsystem ferner zusätzliche Befehle zum Drehen des DISG und der Kraftmaschine mit einer Drehzahl, unter der ein Schwellenprozentsatz des DISG-Drehmoments zum Getriebe übertragen wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Drehen des DISG mit einer Drehzahl, die geringer ist als eine Drehzahl der Kraftmaschinendrehung. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Durchführen einer Kraftmaschinendrehzahlsteuerung in geschlossener Schleife über das Einstellen des Kraftmaschinendrehmoments, während das Kraftmaschinendrehmoment abgeschätzt wird.

[0913] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Einstellen einer Anwendungskraft einer Triebstrangtrennkupplung in einem Fahrzeugtriebstrang in Reaktion auf einen Drehmomentsensor, während eine Kraftmaschine im Fahrzeugtriebstrang nicht Luft und Kraftstoff verbrennt. Das Verfahren umfasst ferner das Anpassen einer Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf den Drehmomentsensor. Das Verfahren umfasst, dass eine Übertragungsfunktion der Triebstrangtrennkupplung in Reaktion auf eine Reaktion von Triebstrangkomponenten angepasst wird. Das Verfahren umfasst, dass das Einstellen der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung auf dem Erhöhen des Triebstrangtrennkupplungs-Anwendungsdrucks von einem Zustand, in dem die Triebstrangtrennkupplung offen ist, basiert. Das Verfahren umfasst, dass ein in den Triebstrang integrierter Starter/Generator sich während der Einstellung der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung dreht. Das Verfahren umfasst, dass eine Getriebe-Überbrückungskupplung während der Einstellung der Anwendung der Triebstrangtrennkupplung offen ist.

[0914] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, das umfasst: Drehen eines Drehmomentwandler-Pumpenrades mit einer Drehzahl, die geringer ist als eine Drehzahl, bei der mehr als ein Schwellenprozentsatz des Drehmoments am Drehmomentwandler-Pumpenrad zu einem Drehmomentwandler-Turbinenrad übertragen wird, wobei sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad in einem Fahrzeugtriebstrang befindet; und Einstellen der Anwendungskraft einer Triebstrangtrennkupplung im Fahrzeugtriebstrang in Reaktion auf einen Drehmomentsensor, während eine Kraftmaschine im Fahrzeugtriebstrang nicht Luft und Kraftstoff verbrennt. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass die Drehzahl geringer ist als 700 min⁻¹.

[0915] In einigen Beispielen umfasst das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren, dass die Anwendungskraft über das Anpassen einer Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion eingestellt wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst ferner das Erhöhen eines Triebstrangtrennkupplungsbefehls und das Einstellen der Triebstrangtrennkupplungs-Übertragungsfunktion auf der Basis einer Ausgabe des Drehmomentsensors. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst ferner das Befehlen des Öffnens einer Drehmomentwandlerkupplung. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass das Drehmomentwandler-Pumpenrad über einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator gedreht wird. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass der in den Triebstrang integrierte Starter/Generator sich mit einer Drehzahl dreht, die einen Schwellengetriebeöldruck erzeugt, der eine Getriebekupplung in einem angewendeten Zustand hält. Das Triebstrangtrennkupplungs-Anpassungsverfahren umfasst, dass sich das Drehmomentwandler-Pumpenrad mit einer Drehzahl dreht, die größer ist als eine Drehzahl des Drehmomentwandler-Turbinenrades.

[0916] Die Verfahren und Systeme von **Fig. 1–Fig. 3** und **Fig. 41–Fig. 44** schaffen auch ein Fahrzeugsystem, das umfasst: eine Kraftmaschine; ein Zweimassenschwungrad mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist; eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades mechanisch gekoppelt ist; einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist; ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und eine Steuereinheit mit ausführbaren Befehlen, die in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind, um eine Abschätzung eines Drehmoments, das durch die Triebstrangtrennkupplung übertragen wird, in Reaktion auf eine Drehmomentsensorausgabe einzustellen.

[0917] In einem Beispiel umfasst das Fahrzeugsystem, dass die Kraftmaschine nicht Luft und Kraftstoff verbrennt. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner das Drehen des DISG mit einer Drehzahl, unter der ein Schwellenprozentsatz des DISG-Drehmoments zum Getriebe übertragen wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner einen Drehmomentwandler mit einer Drehmomentwandlerkupplung und zusätzliche Befehle zum Öffnen der Drehmomentwandlerkupplung, während die Abschätzung des durch die Triebstrangtrennkupplung übertragenen Drehmoments eingestellt wird. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Drehen eines Pumpenrades des Drehmomentwandlers mit einer höheren Drehzahl als ein Turbinenrad des Drehmomentwandlers. Das Fahrzeugsystem umfasst ferner zusätzliche Befehle zum Erhöhen einer Schließkraft, die auf die Triebstrangtrennkupplung ausgeübt wird.

[0918] Die vorstehend beschriebenen Verfahren und Systeme können das Drehmoment an verschiedenen Stellen eines Drehmomentwandlers ableiten. **Fig. 45–Fig. 48** beschreiben ein Beispiel zum Bestimmen eines Drehmoments am Drehmomentwandler-Pumpenrad und -Turbinenrad.

[0919] Mit Bezug auf **Fig. 45** ist eine Funktion, die einen Drehmomentwandler-K-Faktor beschreibt, gezeigt. Der Drehmomentwandler-K-Faktor ist auf das Drehzahlverhältnis des Drehmomentwandler-Pumpenrades und -Turbinenrades bezogen. Der K-Faktor von **Fig. 45** kann ausgedrückt werden als:

$$K = fn\left(\frac{N_{turbine}}{N_{impeller}}\right)$$

wobei K der Drehmomentwandler-K-Faktor ist, $N_{turbine}$ die Drehmomentwandler-Turbinenradzahl ist und $N_{impeller}$ die Drehmomentwandler-Pumpenradzahl ist und fn eine Funktion ist, die den K-Faktor beschreibt. Dann kann das Drehmoment am Drehmomentwandler-Pumpenrad beschrieben werden durch:

$$T_{imp} = 1,558 \cdot \frac{N_{impeller}^2}{K^2}$$

wobei T_{imp} das Drehmomentwandler-Pumpenradmoment ist und wobei 1,558 ein Umwandlungsfaktor von ft-lbf auf Nm ist. Die obigen Beziehungen gelten für Drehzahlverhältnisse < 1 .

[0920] Mit Bezug auf **Fig. 46** ist eine Funktion, die einen Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor als Funktion eines Verhältnisses der Drehmomentwandler-Pumpenradzahl zur Drehmomentwandler-Turbinenradzahl beschreibt, gezeigt. Der Kapazitätsfaktor ist auf den K-Faktor gemäß der folgenden Gleichung bezogen:

$$Capacity_Factor = \frac{1}{K^2}$$

wobei $Capacity_Factor$ der Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor ist und wobei K der vorstehend beschriebene Drehmomentwandler-K-Faktor ist. Die in **Fig. 46** beschriebene Funktion kann in Verbindung mit den in **Fig. 47** und **Fig. 48** beschriebenen Funktionen verwendet werden, um das Verhalten eines Drehmomentwandlers zu modellieren. Die individuellen Einträge, die die in **Fig. 46** gezeigte Kurve bilden, können empirisch bestimmt und im Steuereinheitsspeicher gespeichert werden.

[0921] Mit Bezug auf **Fig. 47** ist eine Funktion, die ein Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis (TR) als Funktion eines Verhältnisses der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl beschreibt, gezeigt. Die in **Fig. 47** beschriebene Funktion kann in Verbindung mit den in **Fig. 46** und **Fig. 48** beschriebenen Funktionen verwendet werden, um das Verhalten eines Drehmomentwandlers zu modellieren. Die individuellen Einträge, die die in **Fig. 47** gezeigte Kurve bilden, können empirisch bestimmt und im Steuereinheitsspeicher gespeichert werden. Die in **Fig. 47** gezeigte Funktion umfasst eine Y-Achse, die ein Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis darstellt. Die X-Achse stellt das Verhältnis der Drehmomentwandler-Pumpenrad- zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl dar. Es kann beobachtet werden, dass eine inverse Beziehung zwischen dem Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis und dem Verhältnis der Drehmomentwandler-Pumpenrad- zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl besteht. TR kann beschrieben werden als:

$$TR = fn\left(\frac{N_{turbine}}{N_{impeller}}\right)$$

wobei TR das Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis ist, fn eine Funktion ist, die das Drehmomentverhältnis beschreibt, $N_{turbine}$ die Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl ist und $N_{impeller}$ die Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl ist. Das Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis steht mit der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl über die folgende Gleichung in Beziehung:

$$T_{turbine} = T_{impeller} \cdot TR$$

oder

$$T_{turbine} = 1,558 \cdot \frac{N_{impeller}^2}{K^2} \cdot TR$$

[0922] Mit Bezug auf **Fig. 48** ist eine Funktion, die einen Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor von **Fig. 46** multipliziert mit dem Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis von **Fig. 47** als Funktion eines Verhältnisses der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl beschreibt, gezeigt.

[0923] Die in **Fig. 48** beschriebene Funktion kann in Verbindung mit den in **Fig. 46** und **Fig. 47** beschriebenen Funktionen verwendet werden, um das Verhalten eines Drehmomentwandlers zu modellieren. Die individuellen Einträge, die die in **Fig. 48** gezeigte Kurve bilden, können empirisch bestimmt und im Steuereinheitsspeicher gespeichert werden. Die in **Fig. 48** gezeigte Funktion umfasst eine Y-Achse, die einen Drehmomentwandler-Kapazitätsfaktor multipliziert mit dem Drehmomentwandler-Drehmomentverhältnis darstellt. Die Y-Achse stellt das Verhältnis der Drehmomentwandler-Pumpenrad- zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl dar.

[0924] In einem Beispiel wird die Funktion in **Fig. 46** durch das Verhältnis der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl indiziert und ihre Ausgabe wird mit der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl im Quadrat multipliziert, um eine Abschätzung des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments zu liefern. Die Funktion in **Fig. 47** wird durch das Verhältnis der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl zur Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl indiziert und ihre Ausgabe wird mit der Funktion in **Fig. 48** multipliziert, um eine Abschätzung des Drehmomentwandler-Turbinenraddrehmoments zu liefern. Das Drehmoment über dem Drehmomentwandler ist die Differenz zwischen dem Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoment und dem Drehmomentwandler-Turbinenraddrehmoment. Inverse Operationen zum Bestimmen der Drehmomentwandler-Pumpenraddrehzahl und Drehmomentwandler-Turbinenraddrehzahl können natürlich auch durchgeführt werden.

[0925] Folglich kann der Betrieb eines Drehmomentwandlers gemäß einem Modell mit den in **Fig. 45–Fig. 48** beschriebenen Funktionen abgeschätzt werden. Insbesondere kann der Drehmomentwandler eine Abschätzung des Drehmomentwandler-Pumpenraddrehmoments oder des Drehmomentwandler-Turbinenraddrehmoments als Abschätzung des DISG-Drehmoments oder Raddrehmoments bereitstellen, da der Drehmomentwandler mit dem DISG und dem Getriebe mechanisch gekoppelt ist.

[0926] Wie von einem üblichen Fachmann auf dem Gebiet erkannt wird, können die in **Fig. 4–Fig. 44** beschriebenen Verfahren eine oder mehrere einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien darstellen, wie z. B. durch ein Ereignis gesteuert, durch eine Unterbrechung gesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen. An sich können verschiedene dargestellte Schritte oder Funktionen in der dargestellten Sequenz, parallel durchgeführt werden oder in einigen Fällen weggelassen werden. Ebenso ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht notwendigerweise erforderlich, um die hier beschriebenen Aufgaben, Merkmale und Vorteile zu erreichen, sondern ist für eine leichte Erläuterung und Beschreibung vorgesehen. Obwohl nicht explizit dargestellt, erkennt ein Fachmann auf dem Gebiet, dass einer oder mehrere der dargestellten Schritte oder Funktionen in Abhängigkeit von der verwendeten speziellen Strategie wiederholt durchgeführt werden können.

[0927] Dies schließt die Beschreibung ab. Das Lesen von dieser durch den Fachmann auf dem Gebiet würde viele Veränderungen und Modifikationen bewusst machen, ohne vom Gedanken und Schutzbereich der Beschreibung abzuweichen. Beispielsweise könnten I3-, I4-, I5-, V6-, V8-, V10- und V12-Kraftmaschinen, die mit Erdgas, Benzin, Diesel oder alternativen Kraftstoffkonfigurationen arbeiten, die vorliegende Beschreibung vorteilhaft nutzen.

Bezugszeichenliste

Fig. 7

- 702** ANZAHL VON FAHRZEUGSTOPPS AUF DER FAHRROUTE BESTIMMEN UND REGENERATIVE ENERGIE, DIE WÄHREND JEDES FAHRZEUGSTOPPS UND WÄHREND ANDERER GELEGENHEITEN REGENERIERT WIRD, ABSCHÄTZEN UND EINE MENGE AN ENERGIE ZUM BESCHLEUNIGEN DES FAHRZEUGS AUS JEDEM STOPP BESTIMMEN
- 704** KANN DIE ENERGIESPEICHERVORRICHTUNG DIE GESAMTZAHL VON FAHRZEUGBESCHLEUNIGUNGEN OHNE AUFLADEN ÜBER DIE KRAFTMASCHINE BEREITSTELLEN?
- 706** FAHRZEUGBESCHLEUNIGUNGEN AUS DEM STOPP, DIE MOTORUNTERSTÜTZUNG EMPFANGEN, AUSWÄHLEN
- 708** ANZAHL VON BESCHLEUNIGUNGEN DES FAHRENDEN FAHRZEUGS BESTIMMEN, WÄHREND BESCHLEUNIGUNGEN BEIM FAHREN VERWENDETE ENERGIE ABSCHÄTZEN
- 712** FAHRROUTENORT ZUM VERBRAUCHEN VON ENERGIE, DIE NICHT ZUM BESCHLEUNIGEN DES FAHRZEUGS ÜBER DIE FAHRROUTE VERWENDET WIRD, AUSWÄHLEN
- 710** KANN DIE ENERGIESPEICHERVORRICHTUNG DIE GESAMTZAHL VON BESCHLEUNIGUNGEN DES FAHRENDEN FAHRZEUGS OHNE AUFLADEN ÜBER DIE KRAFTMASCHINE BEREITSTELLEN?
- N** NEIN
- 714** BESCHLEUNIGUNGEN DES FAHRENDEN FAHRZEUGS, DIE MOTORUNTERSTÜTZUNG EMPFANGEN, AUSWÄHLEN
- 716** MOTORUNTERSTÜTZUNG UNTER AUSGEWÄHLTEN BEDINGUNGEN LIEFERN

Fig. 9

- 902** FAHRZEUGBETRIEBSBEDINGUNGEN BESTIMMEN
- 904** FAHRZEUGMASSE BESTIMMEN
- 906** ENERGIESPEICHERVORRICHTUNGS-SOC-SCHWELLENWERT EINSTELLEN, UM AUTOMATISCHEN KRAFTMASCHINENSTOPP ZU ERMÖGLICHEN
- 908** BEDINGUNGEN, EINSCHLIESSLICH ENERGIESPEICHERVORRICHTUNGS-SOC, VORHANDEN, UM KRAFTMASCHINE AUTOMATISCH ZU STOPPEN?
- N** NEIN
- 910** KRAFTMASCHINE AUTOMATISCH STOPPEN
- 912** WURDE KRAFTMASCHINE AUTOMATISCH GESTOPPT?
- 914** FAHRZEUGMASSE GERINGER ALS SCHWELLENWERT?
- 922** REIBUNGSBREMSANWENDUNGSKRAFT GERINGER ALS SCHWELLENWERT?
- 924** KRAFTMASCHINE NEU STARTEN UND MINDESTENS EINEN TEIL EINES FAHRZEUGKRIECHDREHMOMENTS ÜBER DIE KRAFTMASCHINE BEREITSTELLEN
- 926** GEWÜNSCHTES DREHMOMENTWANDLER-PUMPENRADDREHMOMENT IN REAKTION AUF ERHÖHTE FAHRZEUGMASSE EINSTELLEN

- 916** REIBUNGSBREMSSEN-ANWENDUNGSKRAFT GERINGER ALS SCHWELLENWERT?
- 918** FAHRZEUGKRIECHDREHMOMENT OHNE STARTEN DER KRAFTMASCHINE LIEFERN
- 920** GEWÜNSCHTES BASIS-DREHMOMENTWANDLER-PUMPENRADDREHMOMENT IN REAKTION AUF BASISFAHRZEUGMASSE LIEFERN

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7066121 [0727, 0839]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend:
Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und
Einstellen eines Drehmoments der elektrischen Maschine in Reaktion auf eine Bedingung der Kraftmaschine.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bedingung der Kraftmaschine eine Öltemperatur ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bedingung der Kraftmaschine eine Ventilzeitsteuerung der Kraftmaschine ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bedingung der Kraftmaschine eine Kraftmaschinen-Kühlmitteltemperatur ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Bedingung der Kraftmaschine ein abgeschätztes Kraftmaschinen-bremsdrehmoment ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Triebstrangbremsen über das Betreiben der elektrischen Maschine in einem Generatormodus geschaffen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Drehmoment der elektrischen Maschine verändert wird, wenn sich die Bedingung der Kraftmaschine verändert.
8. Verfahren zum Steuern von Triebstrangbremsen, umfassend:
Vorsehen von Triebstrangbremsen über eine elektrische Maschine, während die Drehung einer Kraftmaschine gestoppt ist; und
Einstellen eines Drehmoments der elektrischen Maschine auf der Basis eines Bremsdrehmoments der Kraftmaschine.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf der Basis der Kraftmaschinenöltemperatur abgeschätzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf der Basis einer Drehzahl der elektrischen Maschine abgeschätzt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Drehmoment der elektrischen Maschine ein negatives Drehmoment ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei sich die elektrische Maschine in einem Generatormodus befindet.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine ein Verlangsamungs-Kraftstoffabschaltbremsdrehmoment ist.
14. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Bremsdrehmoment der Kraftmaschine auf einer Position einer Drosselklappe basiert.
15. Fahrzeugsystem, umfassend:
eine Kraftmaschine;
ein Zweimassenschwungrad (DMF) mit einer ersten Seite, die mit der Kraftmaschine mechanisch gekoppelt ist;
eine Triebstrangtrennkupplung mit einer ersten Seite, die mechanisch mit einer zweiten Seite des Zweimassenschwungrades gekoppelt ist;
einen in den Triebstrang integrierten Starter/Generator (DISG) mit einer ersten Seite, die mit einer zweiten Seite der Triebstrangtrennkupplung gekoppelt ist;
einen anderen Starter als der DISG mit einem Basiszustand, in dem der Starter nicht mit der Kraftmaschine in Eingriff steht;
ein Getriebe, das selektiv über die Triebstrangtrennkupplung mit der Kraftmaschine gekoppelt wird; und
eine Steuereinheit mit nichtflüchtigen Befehlen, die ausführbar sind, um die Kraftmaschine automatisch zu stoppen, Triebstrangbremsen über den DISG zu schaffen, während die Kraftmaschinendrehung gestoppt ist, und

ein Drehmoment des DISG auf ein Kraftmaschinenbremsdrehmoment einzustellen, während das Triebstrangbremsen geschaffen wird.

16. Fahrzeugsystem nach Anspruch 15, ferner umfassend zusätzliche Befehle zum Beschleunigen der Kraftmaschine auf eine Drehzahl des DISG.

17. Fahrzeugsystem nach Anspruch 16, ferner umfassend zusätzliche Befehle zum Verringern eines negativen Drehmoments, das durch den DISG geliefert wird, in Reaktion auf ein negatives Drehmoment, das von der Kraftmaschine zu einem Triebstrang geliefert wird.

18. Fahrzeugsystem nach Anspruch 15, ferner umfassend zusätzliche Befehle zum Starten der Kraftmaschine über den anderen Starter als den DISG.

19. Fahrzeugsystem nach Anspruch 18, ferner umfassend zusätzliche Befehle zum Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern nach dem Starten der Kraftmaschine.

20. Fahrzeugsystem nach Anspruch 19, ferner umfassend zusätzliche Befehle zum Einstellen des Kraftmaschinenbremsens nach dem Stoppen der Verbrennung in den Kraftmaschinenzylindern.

Es folgen 47 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

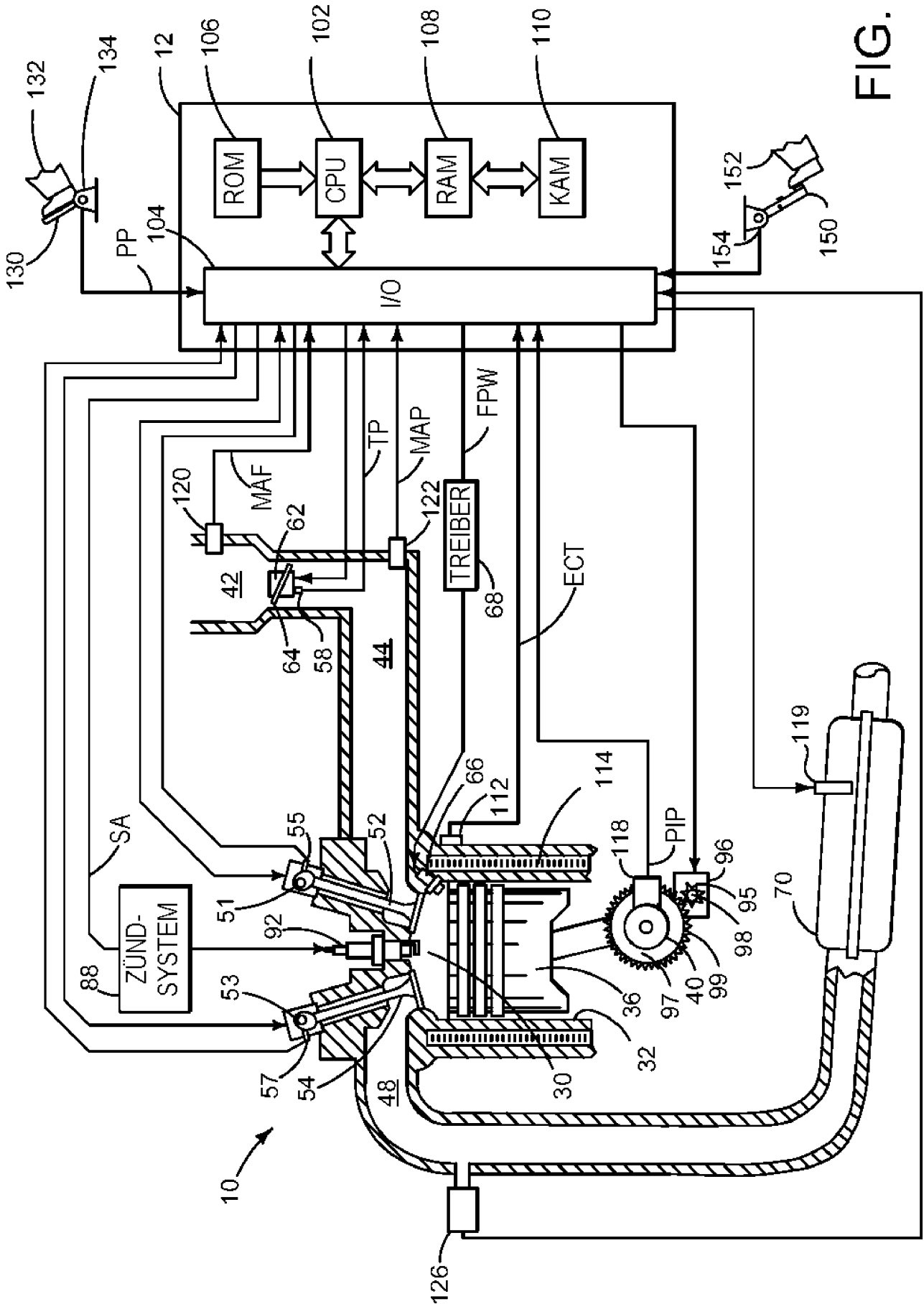


FIG. 1

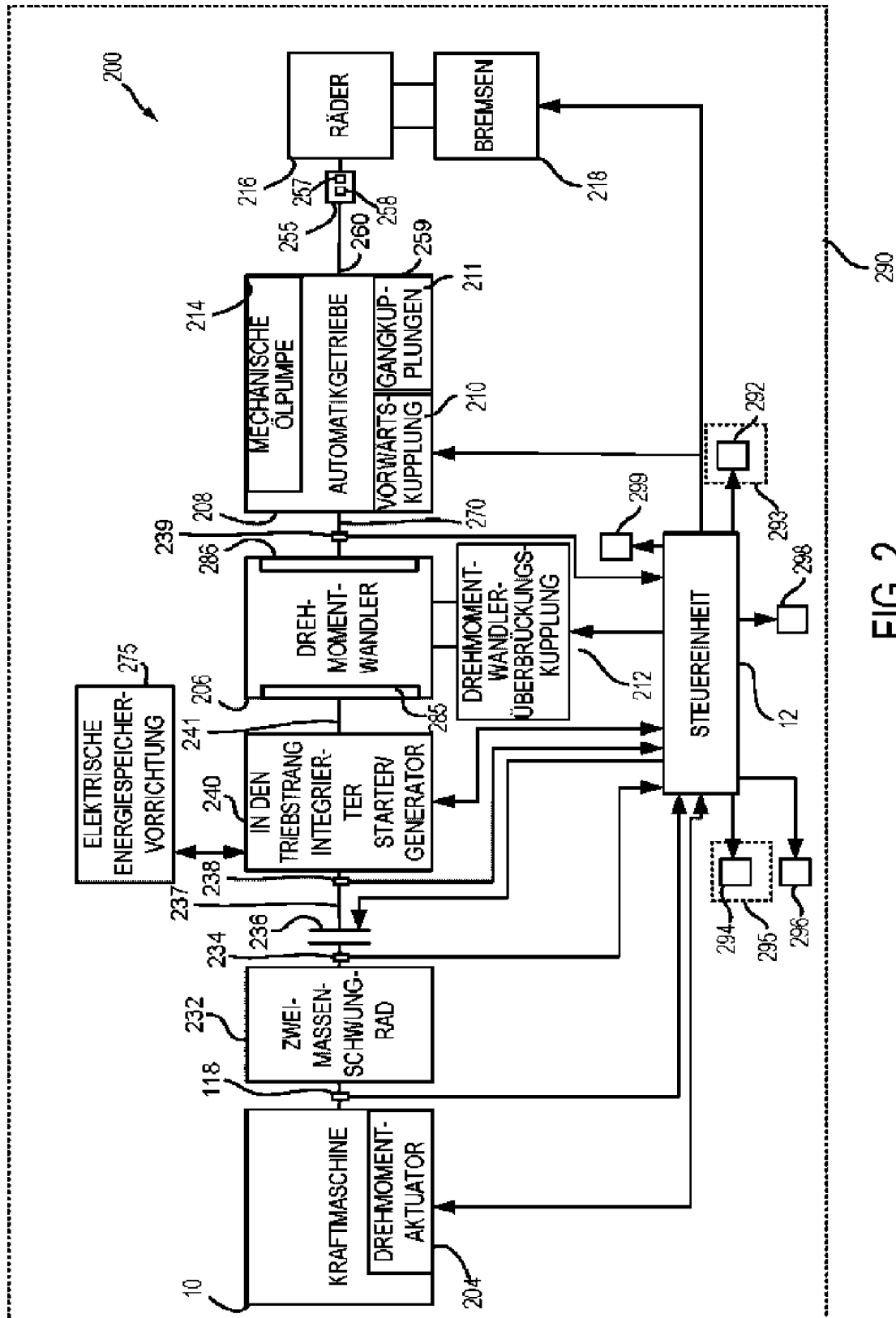


FIG. 2

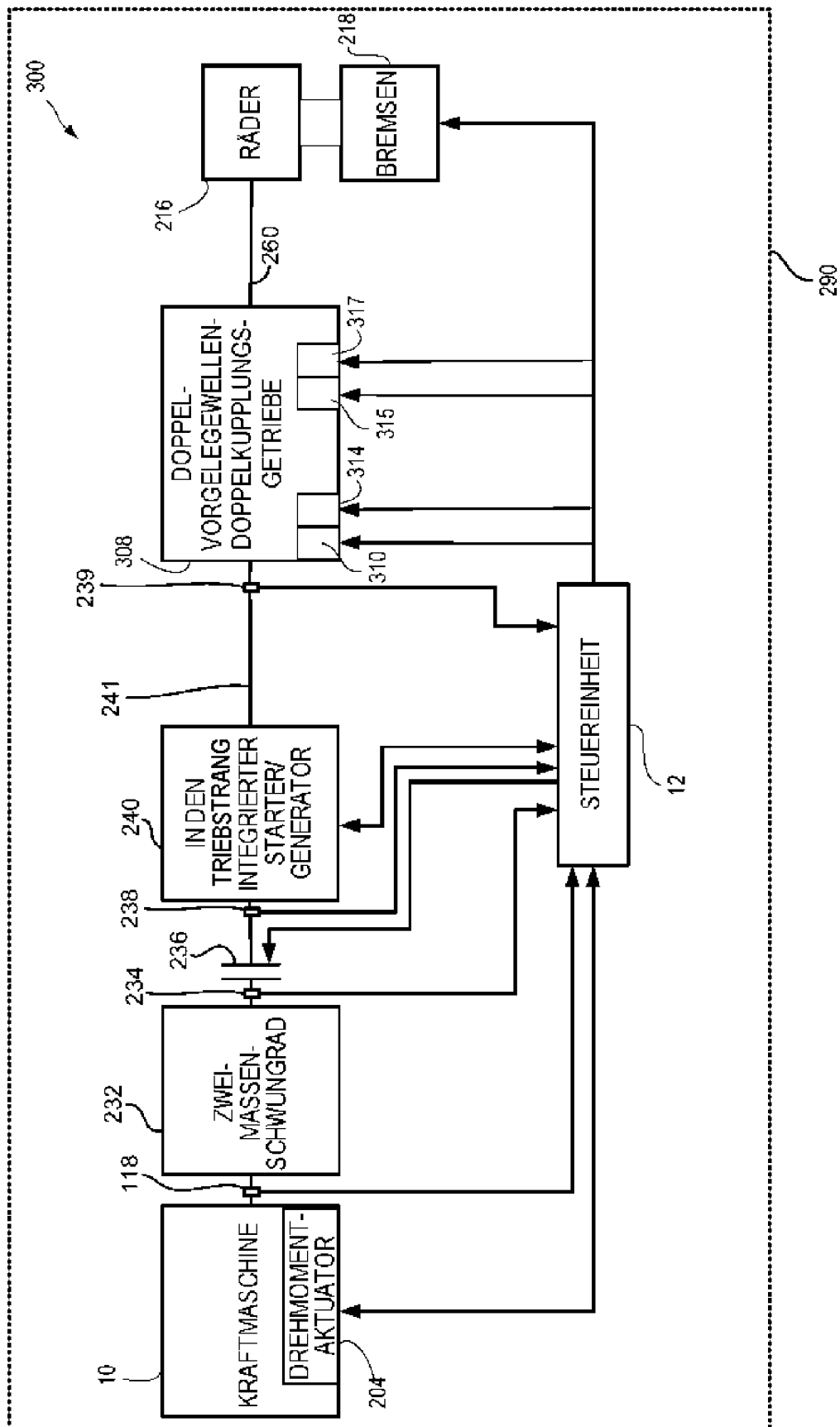


FIG. 3

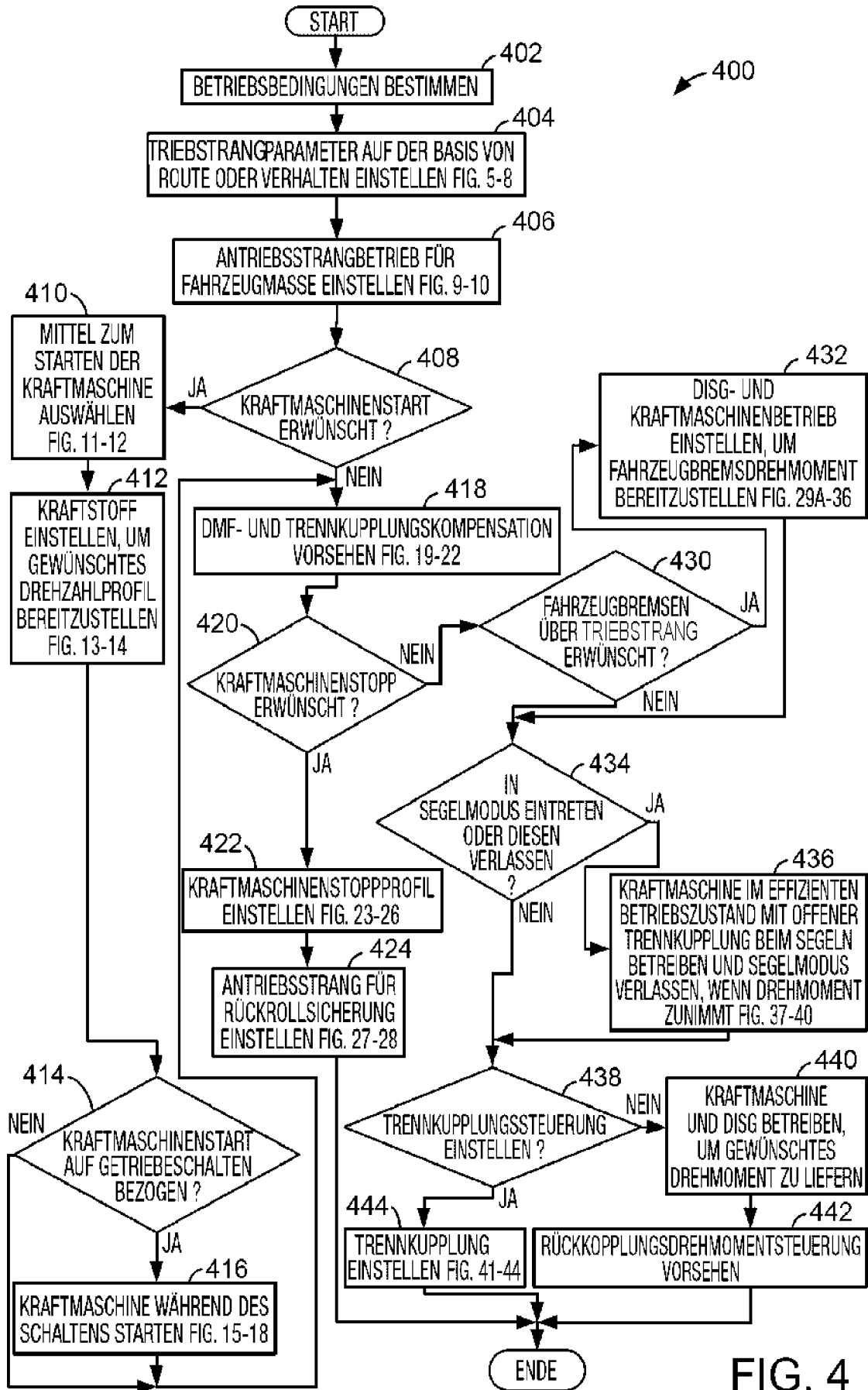


FIG. 4

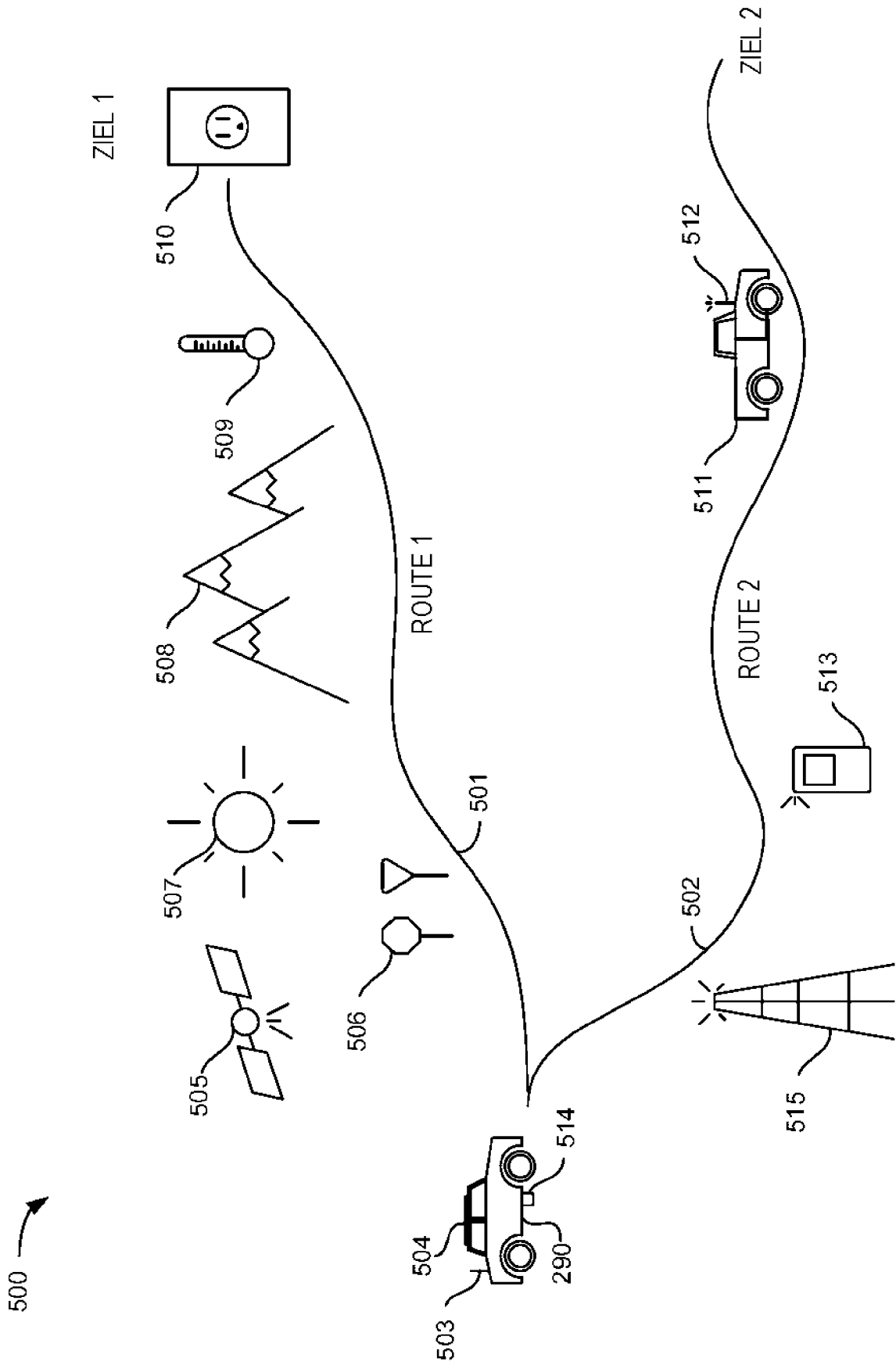


FIG. 5

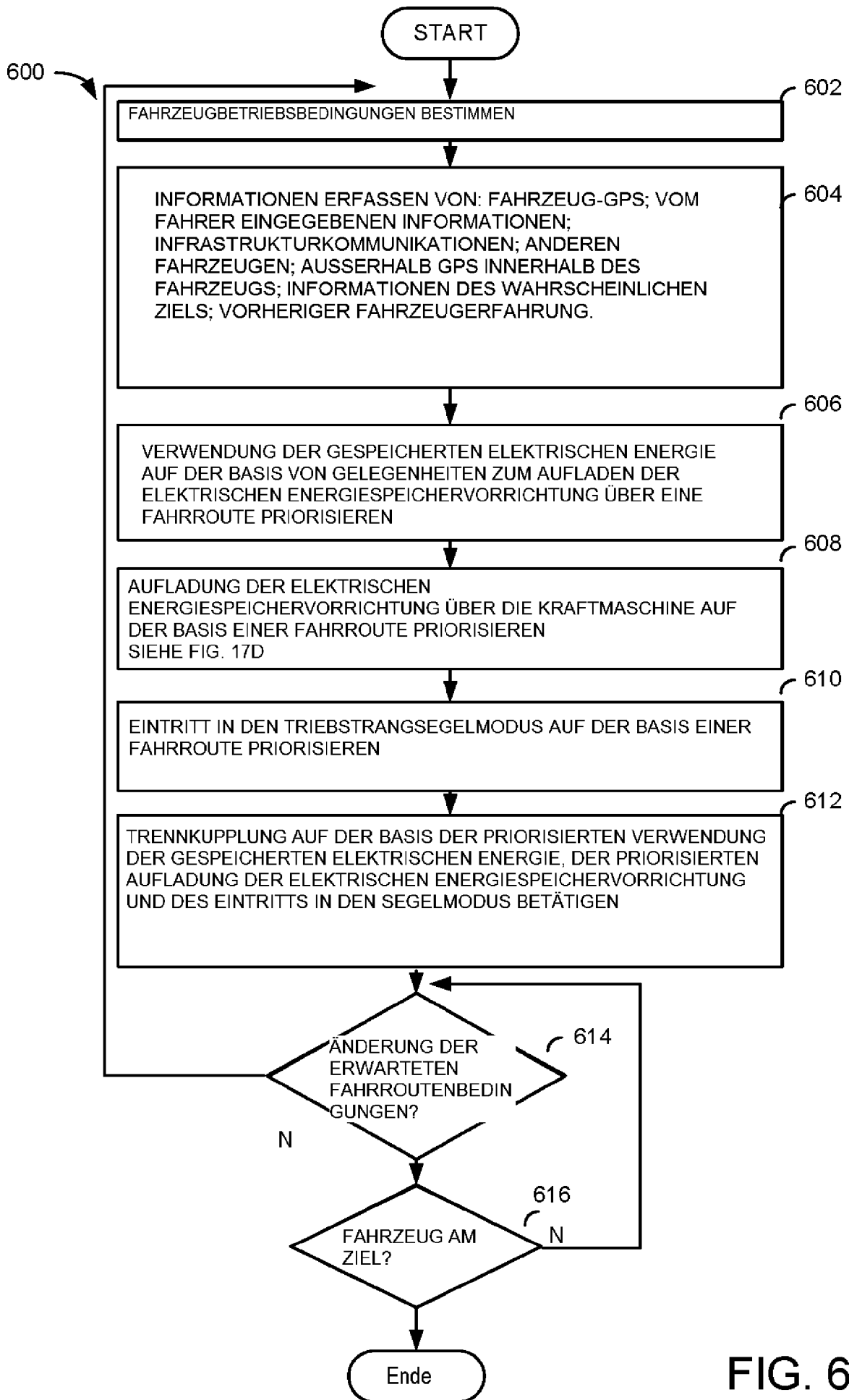


FIG. 6

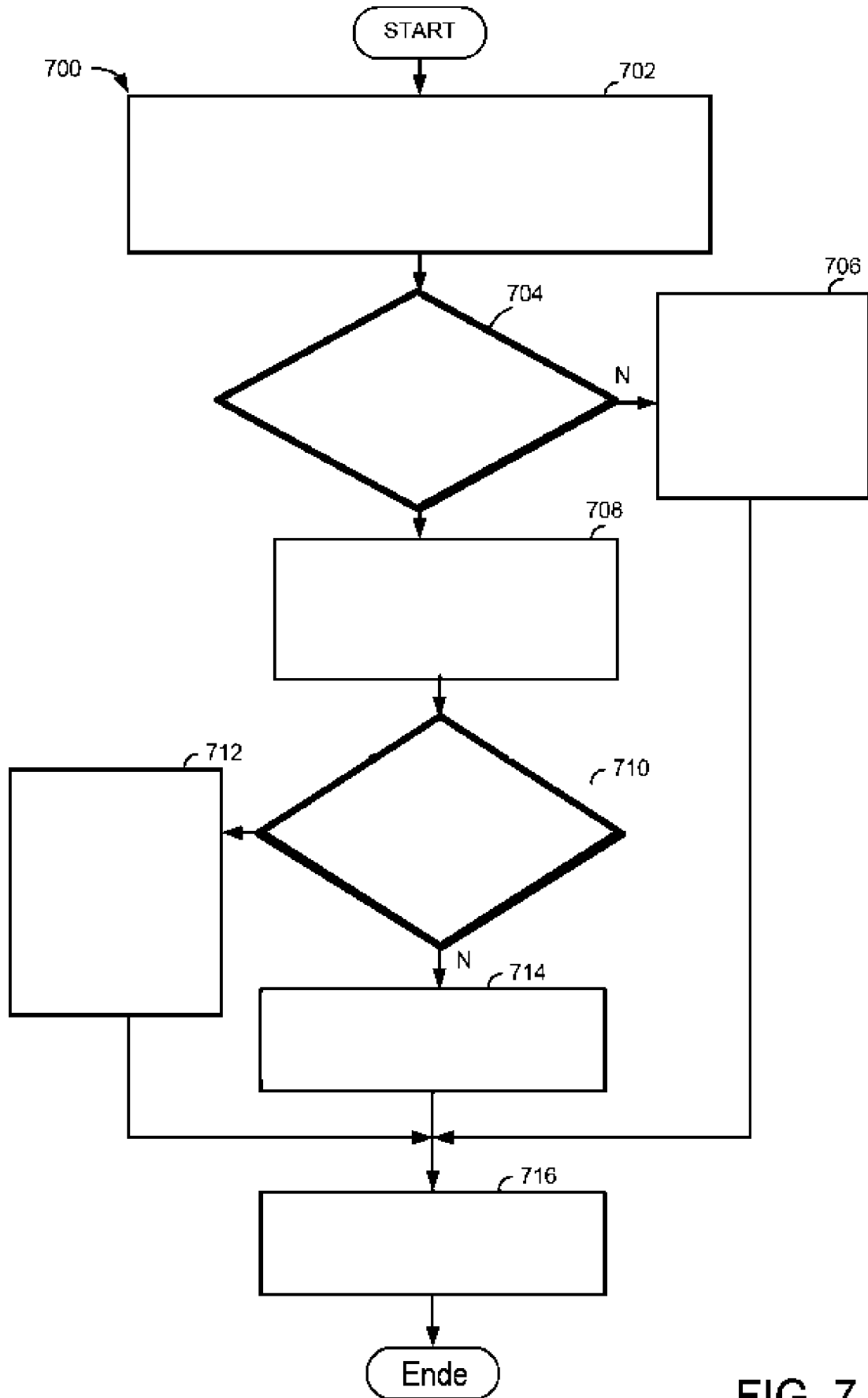


FIG. 7

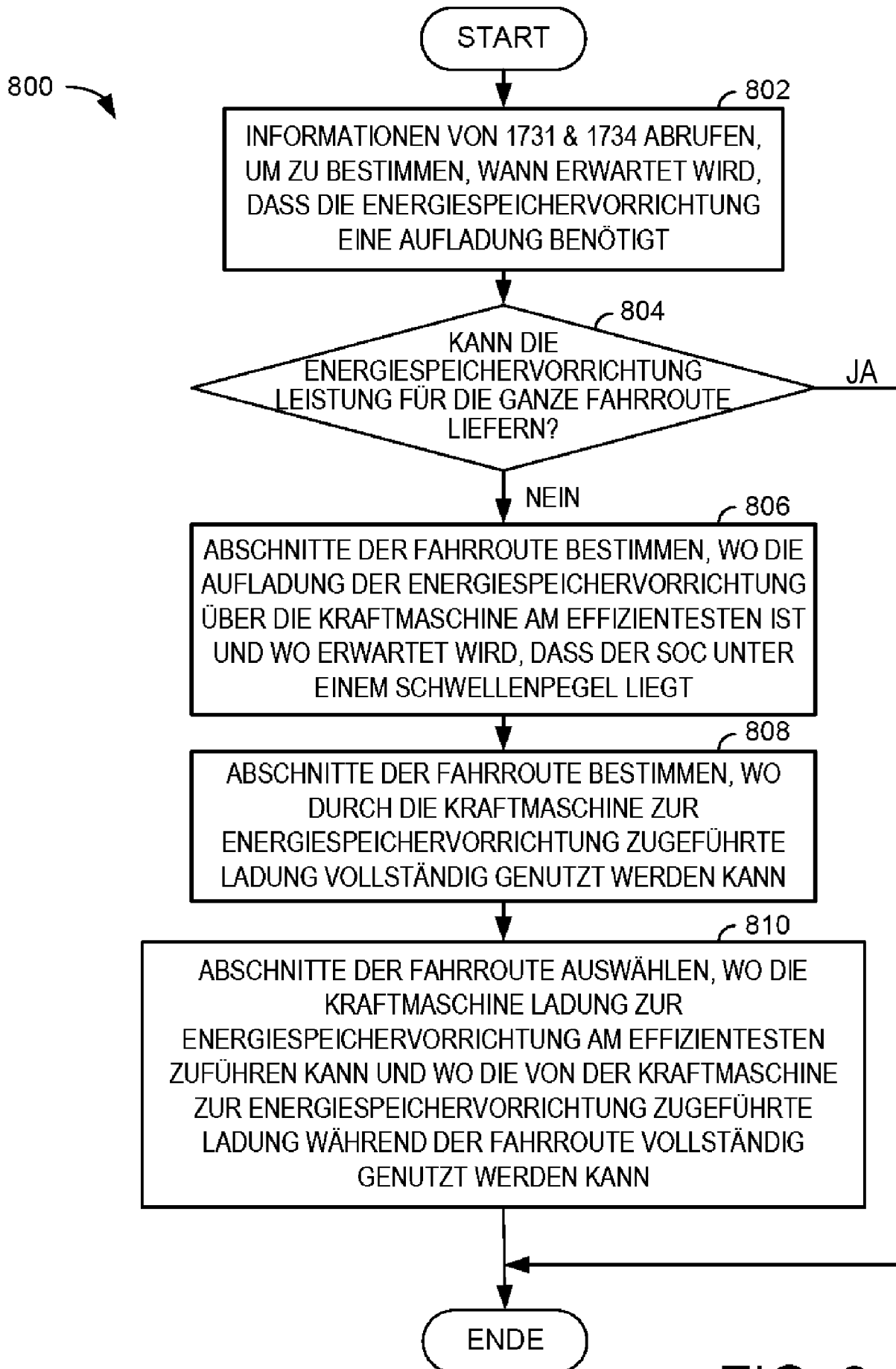


FIG. 8

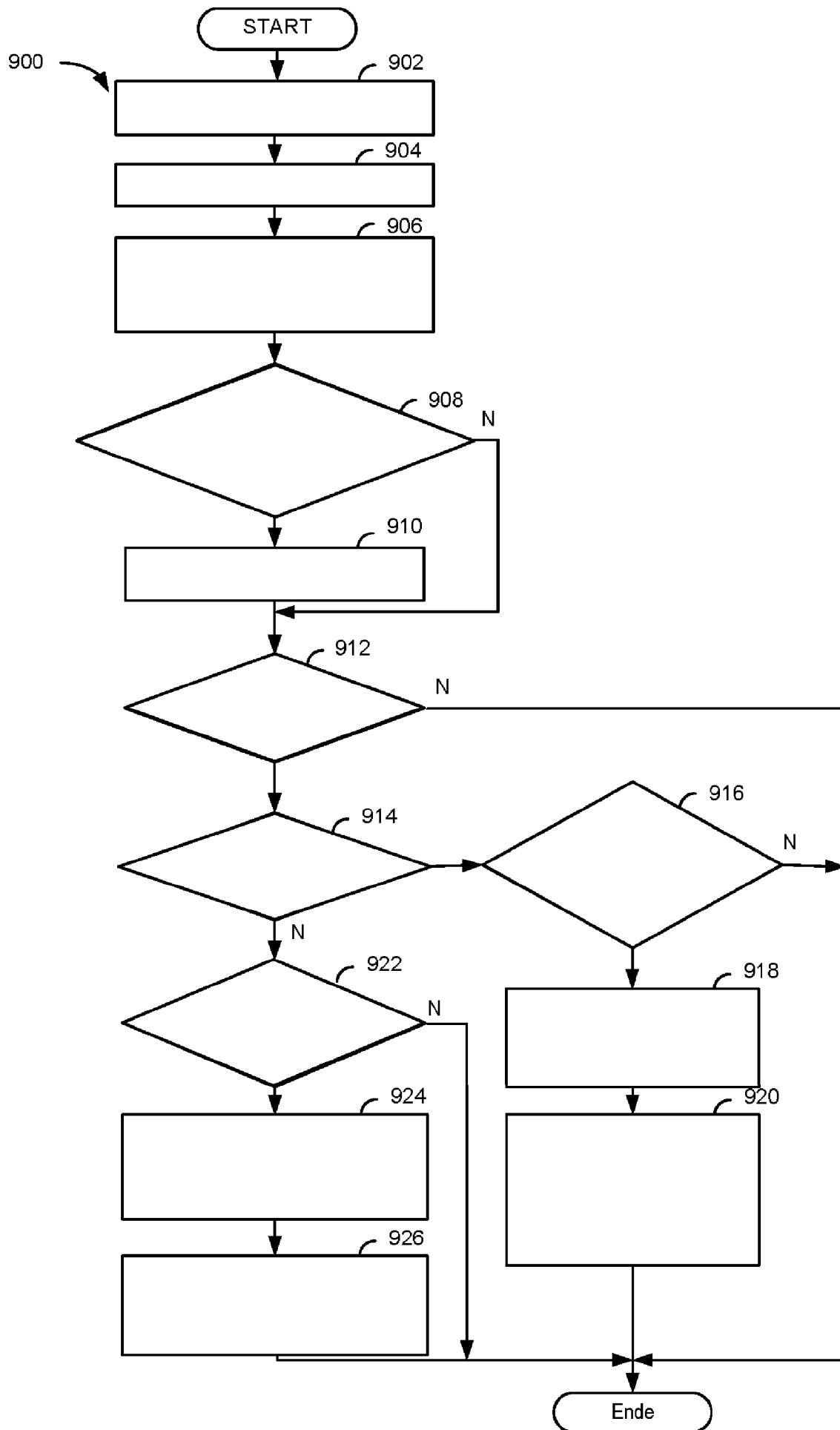


FIG. 9

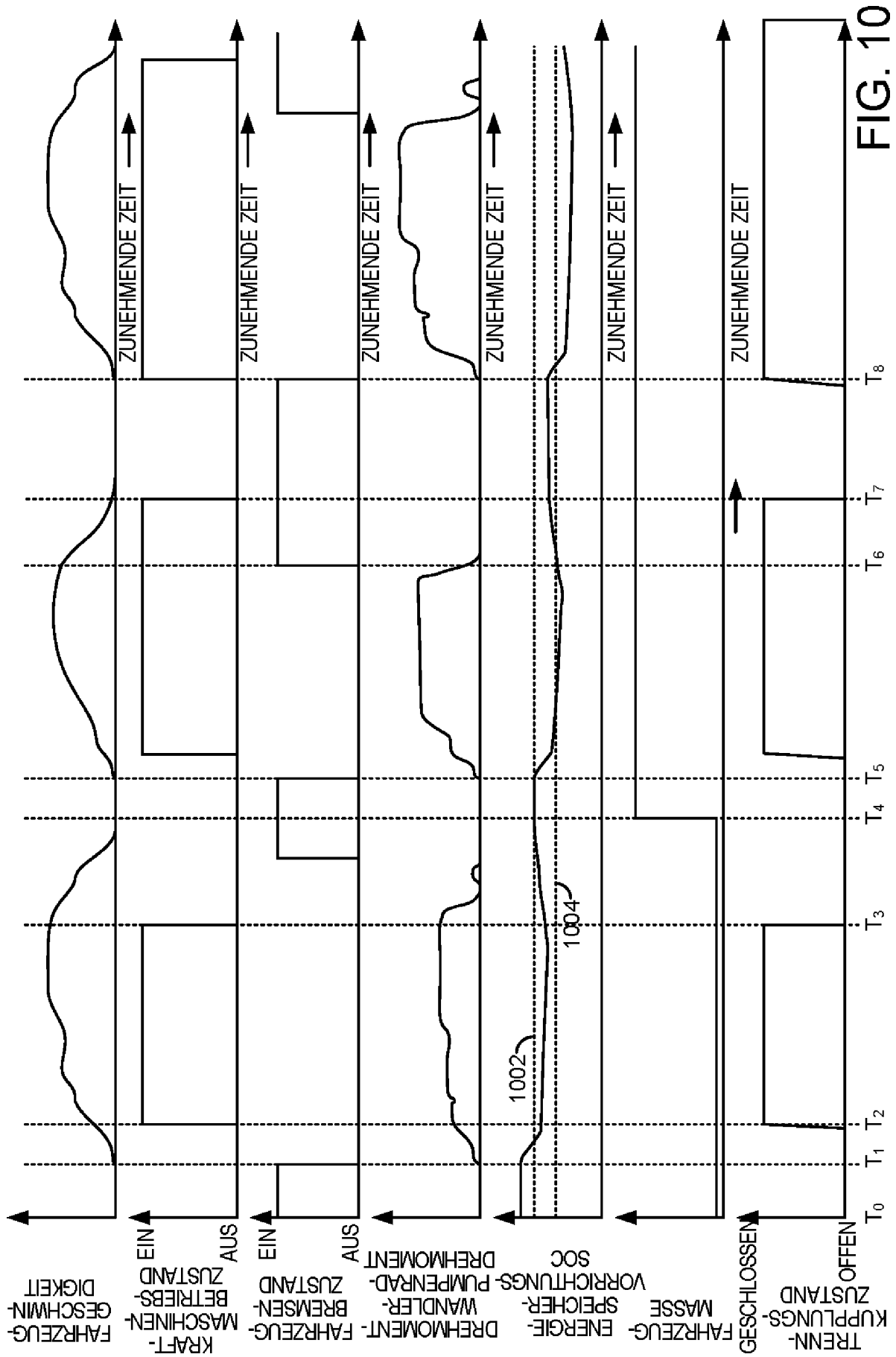


FIG. 10

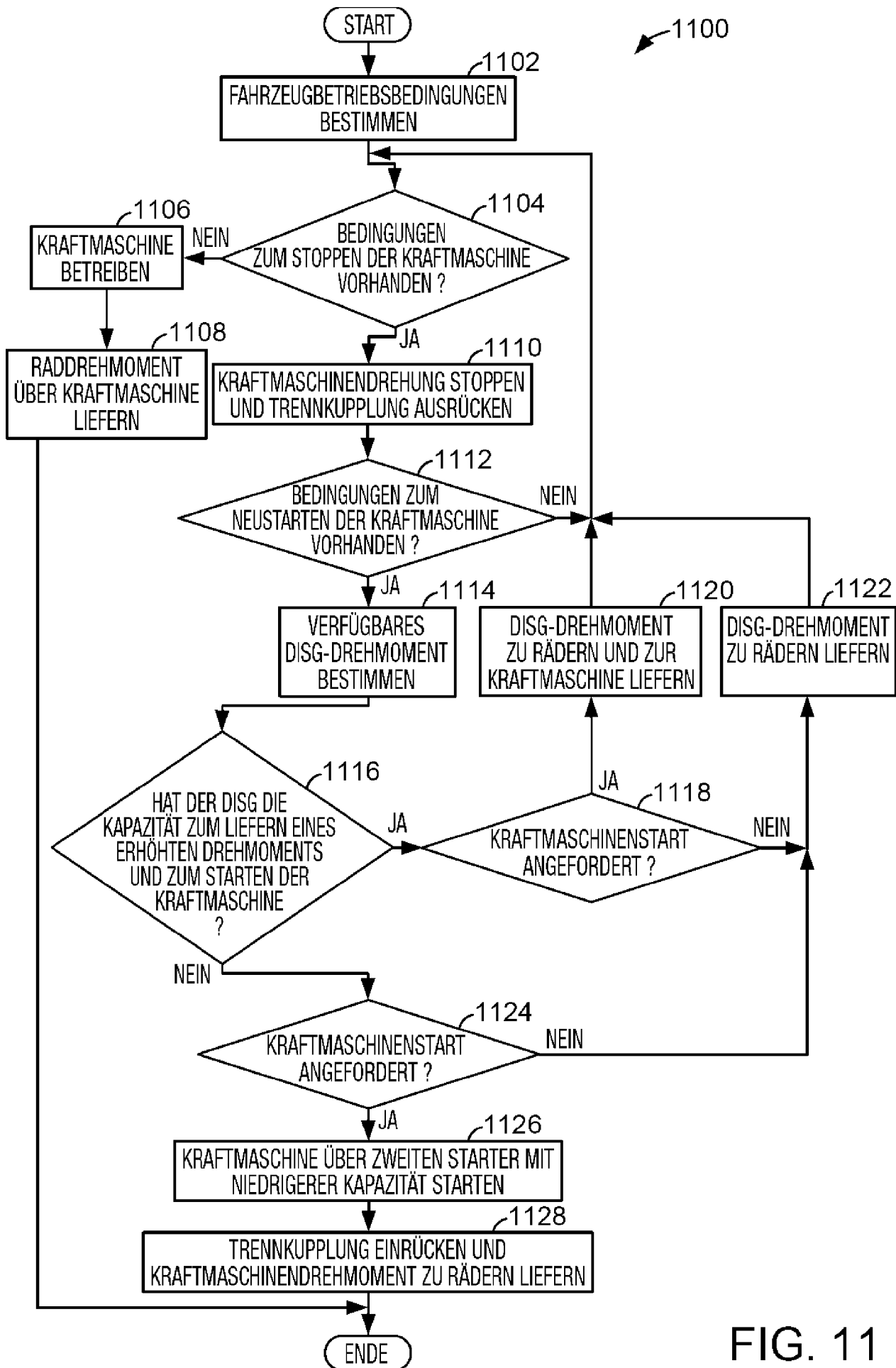


FIG. 11

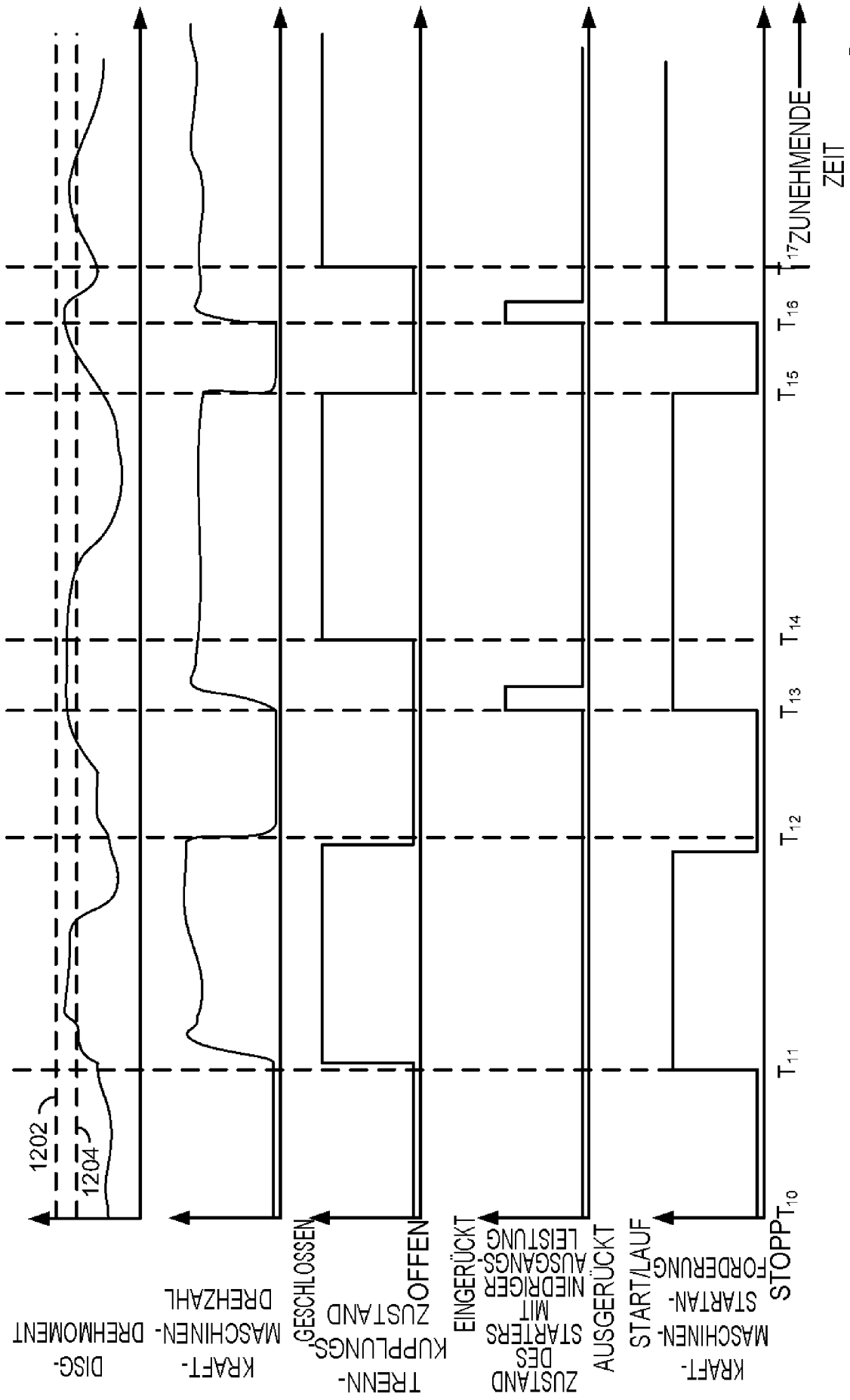


FIG. 12

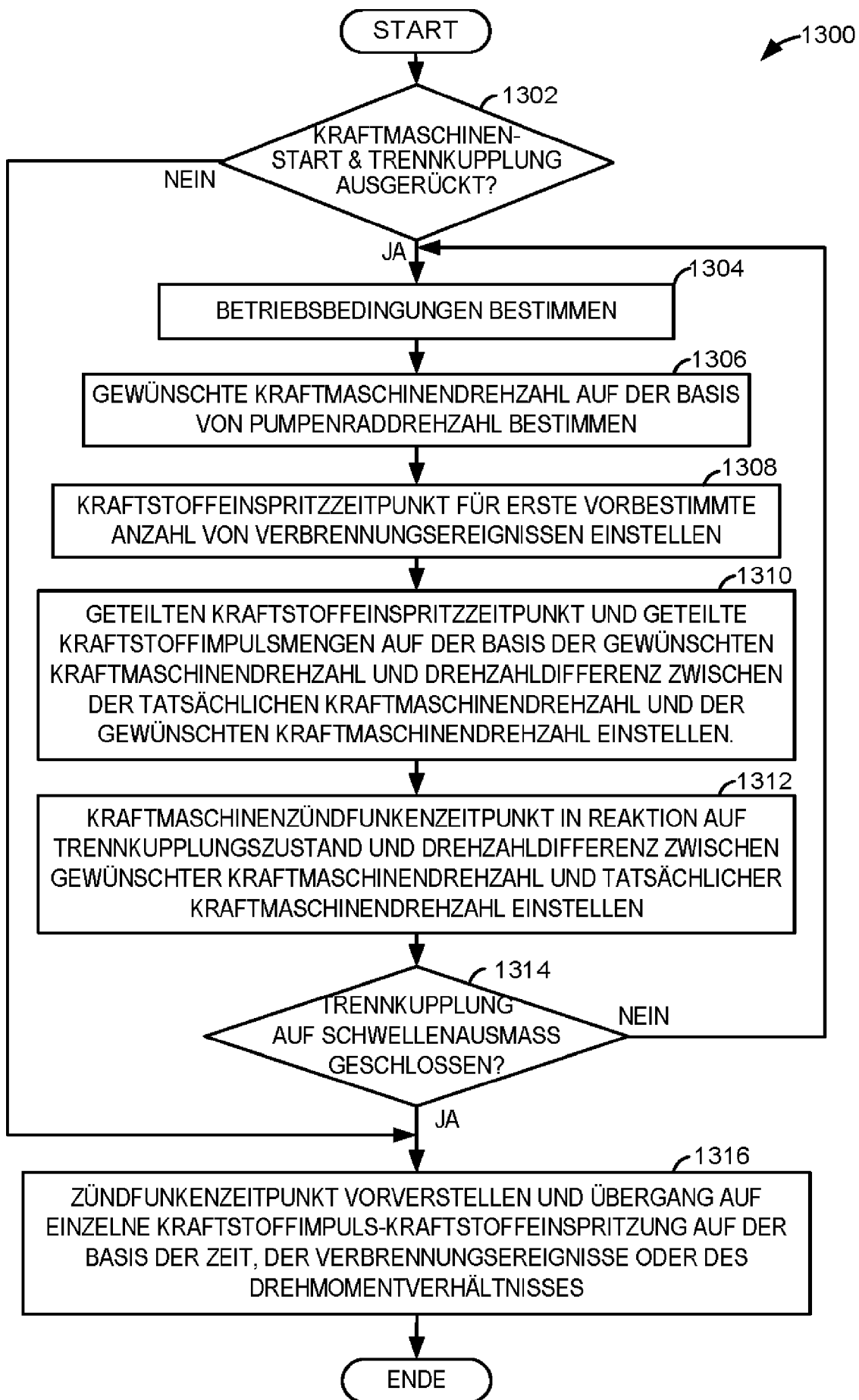


FIG. 13

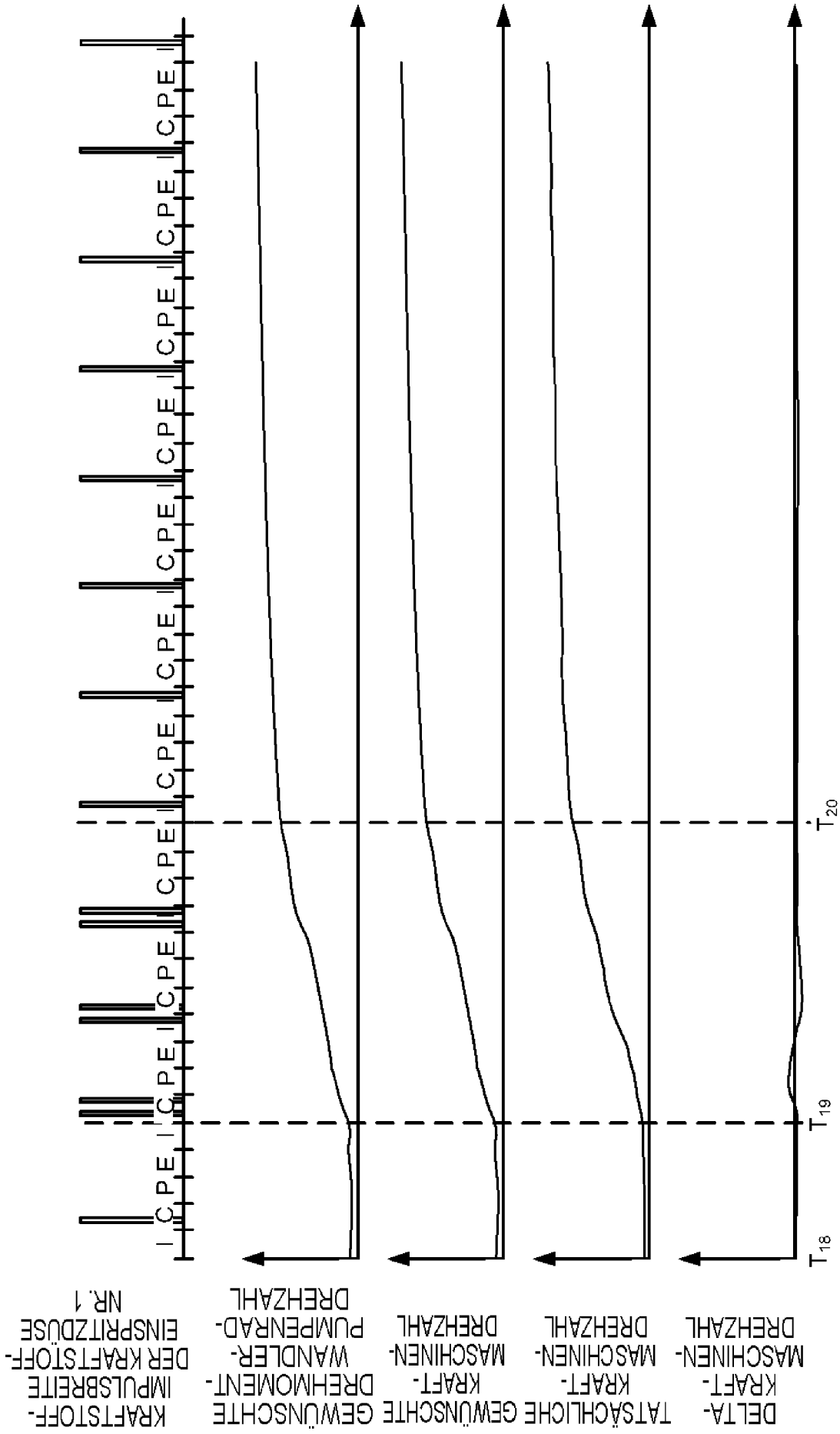


FIG. 14

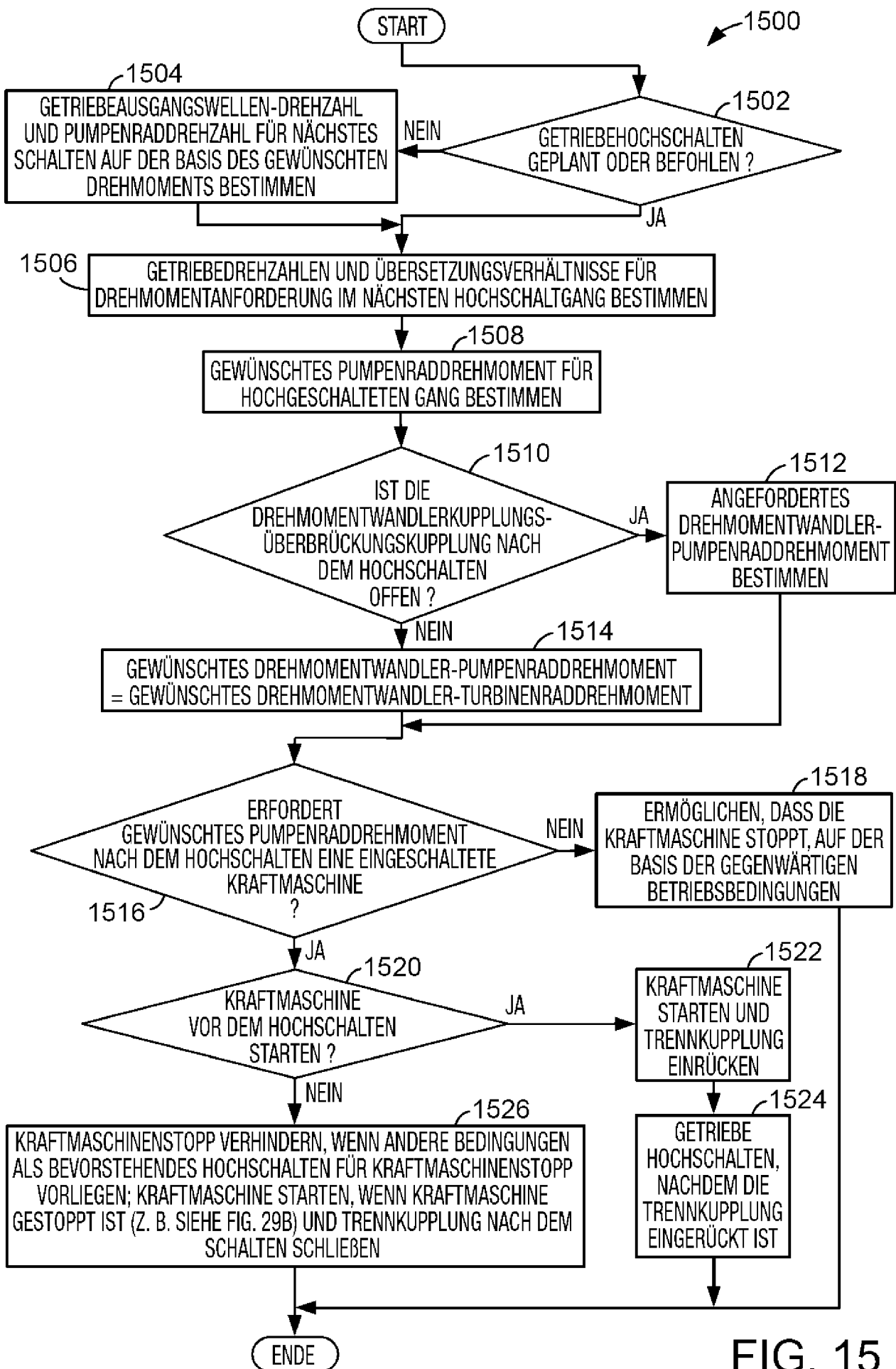


FIG. 15

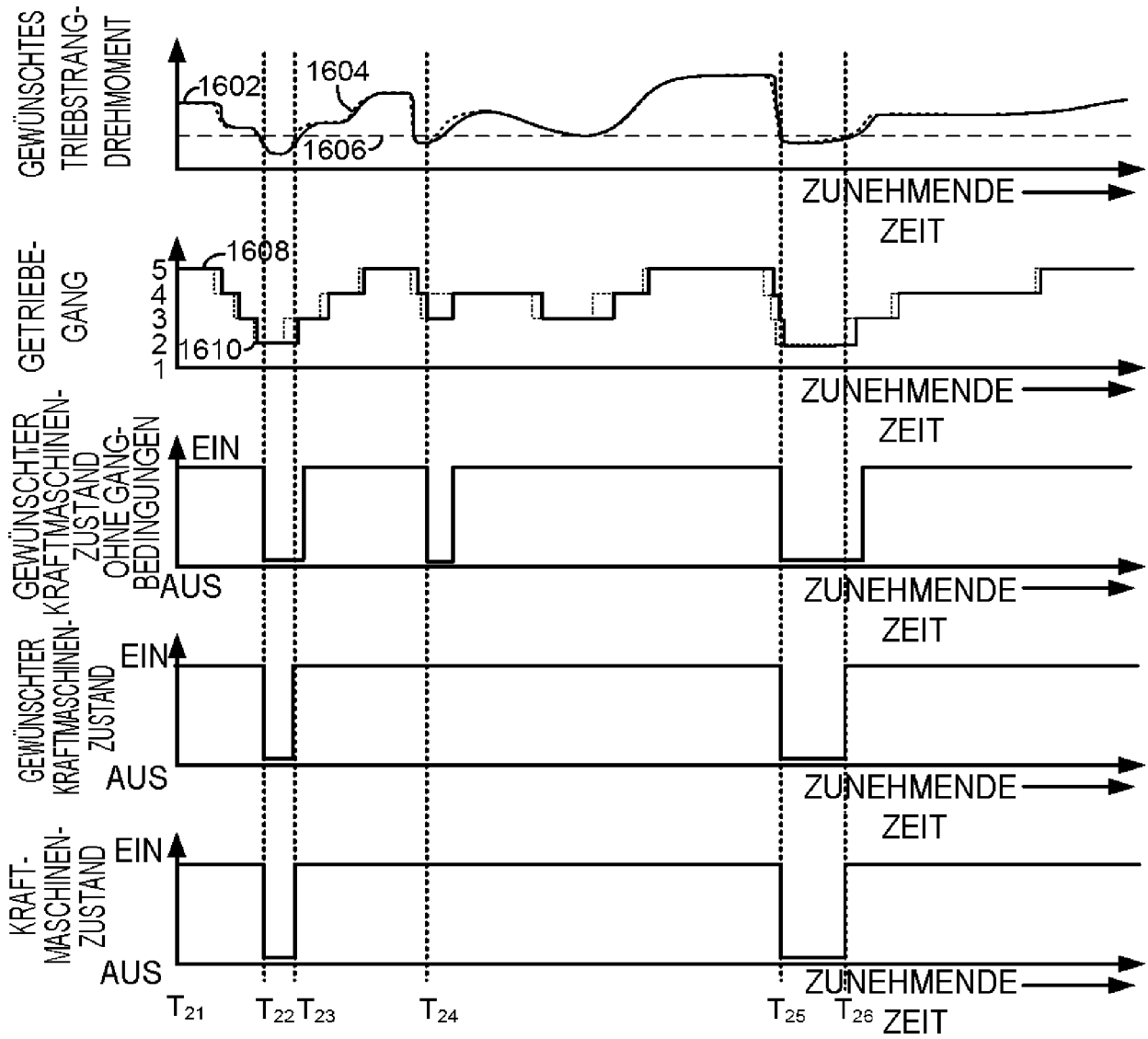


FIG. 16

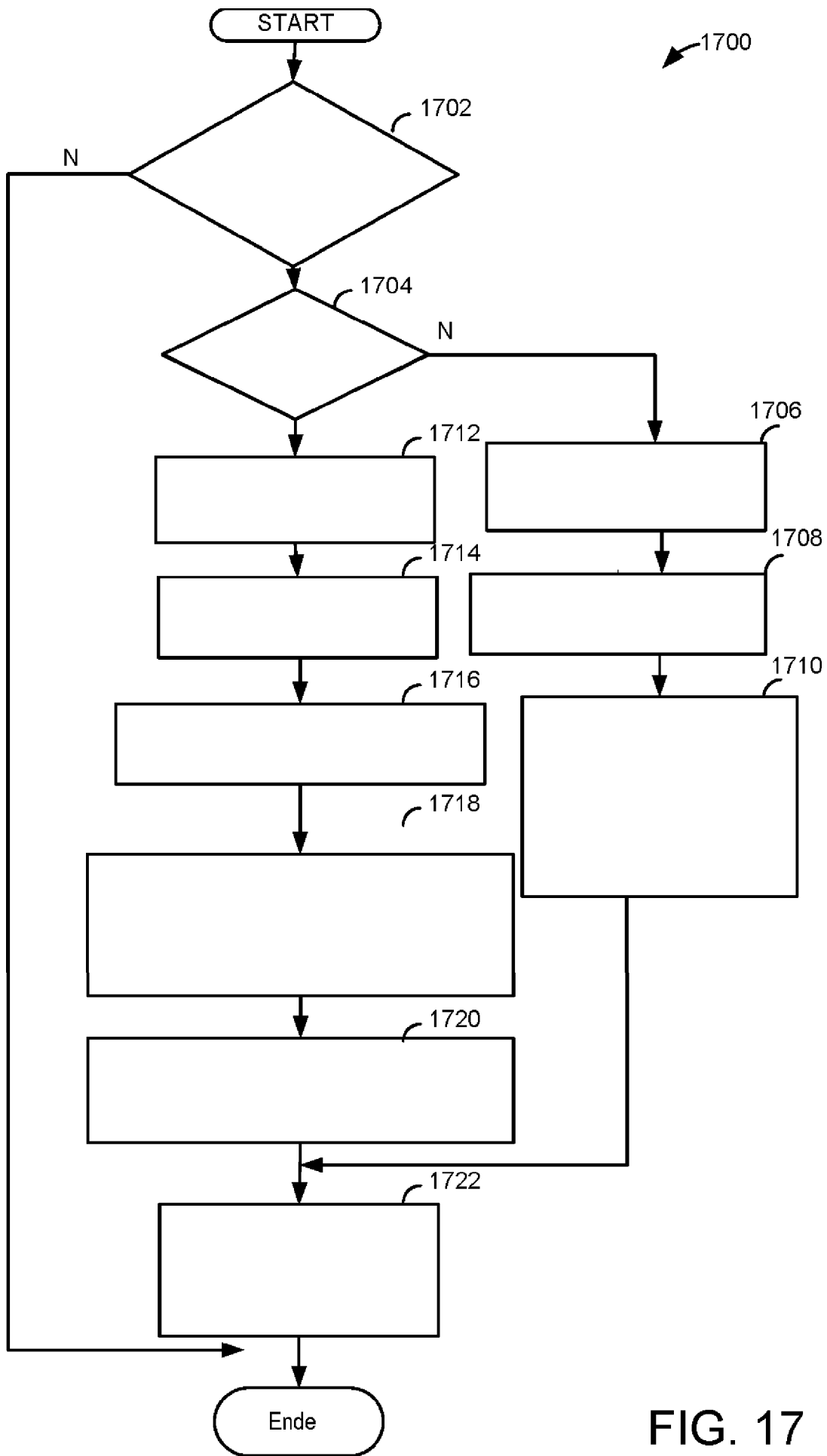


FIG. 17

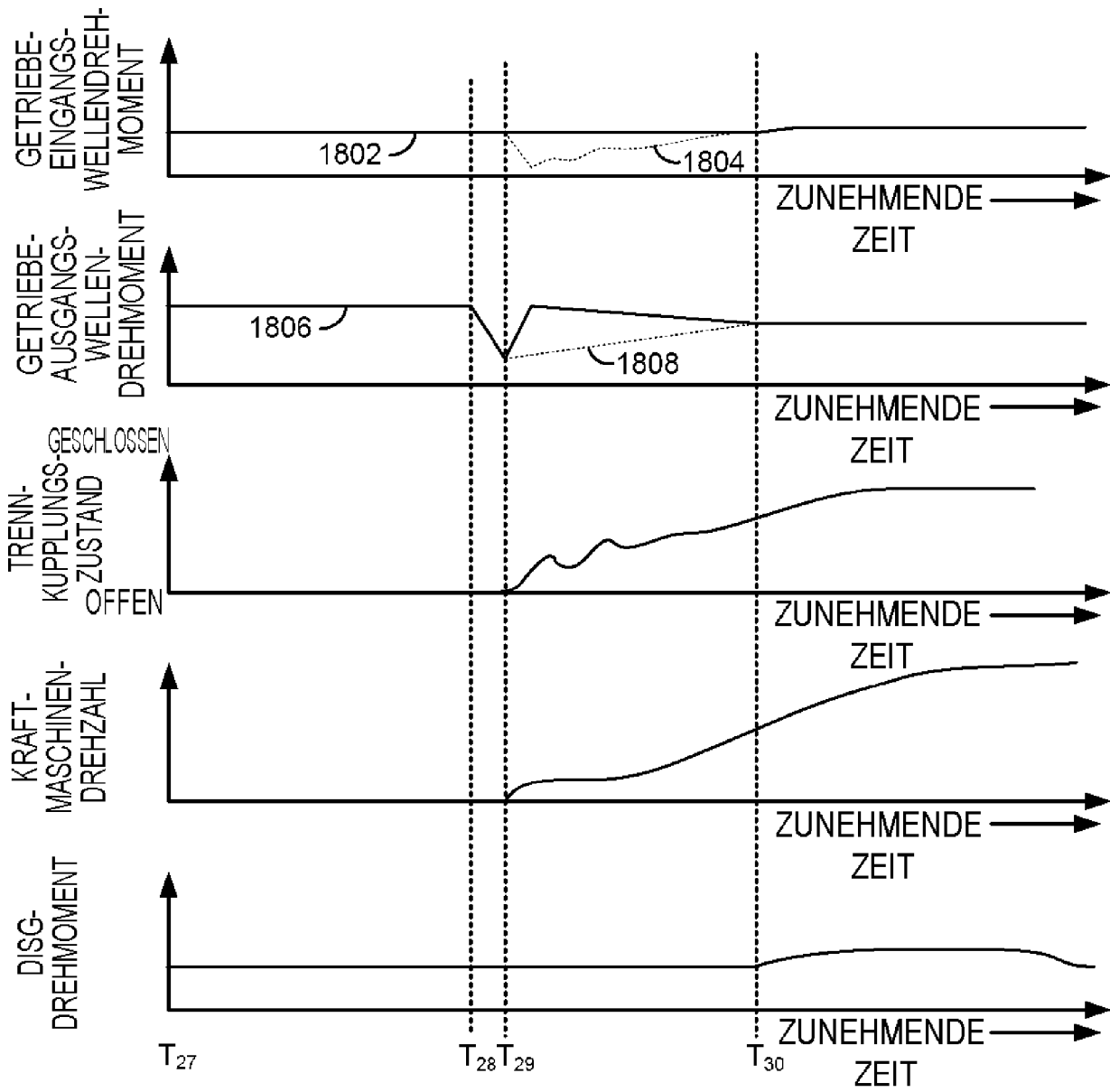


FIG. 18

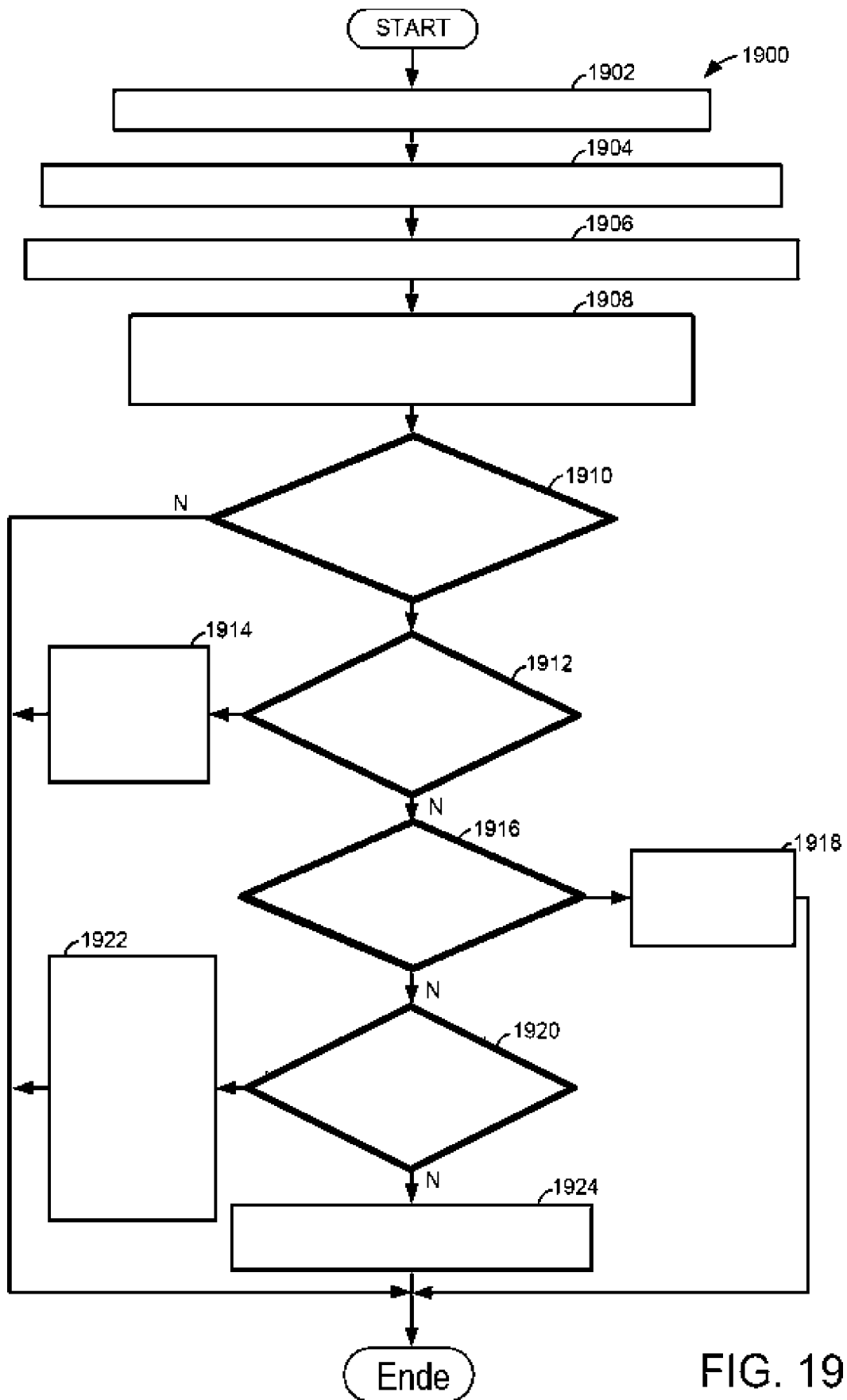


FIG. 19

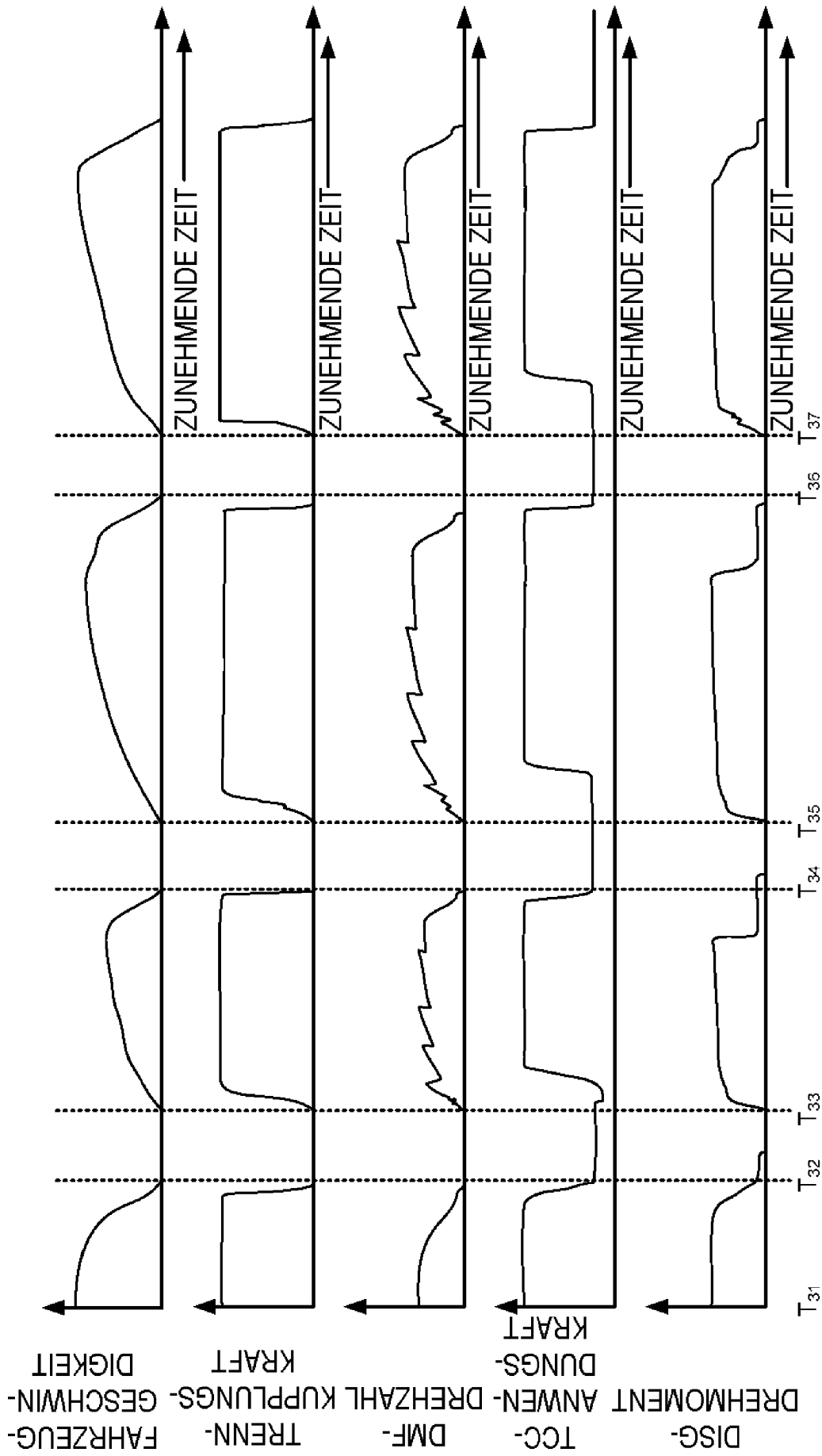


FIG. 20

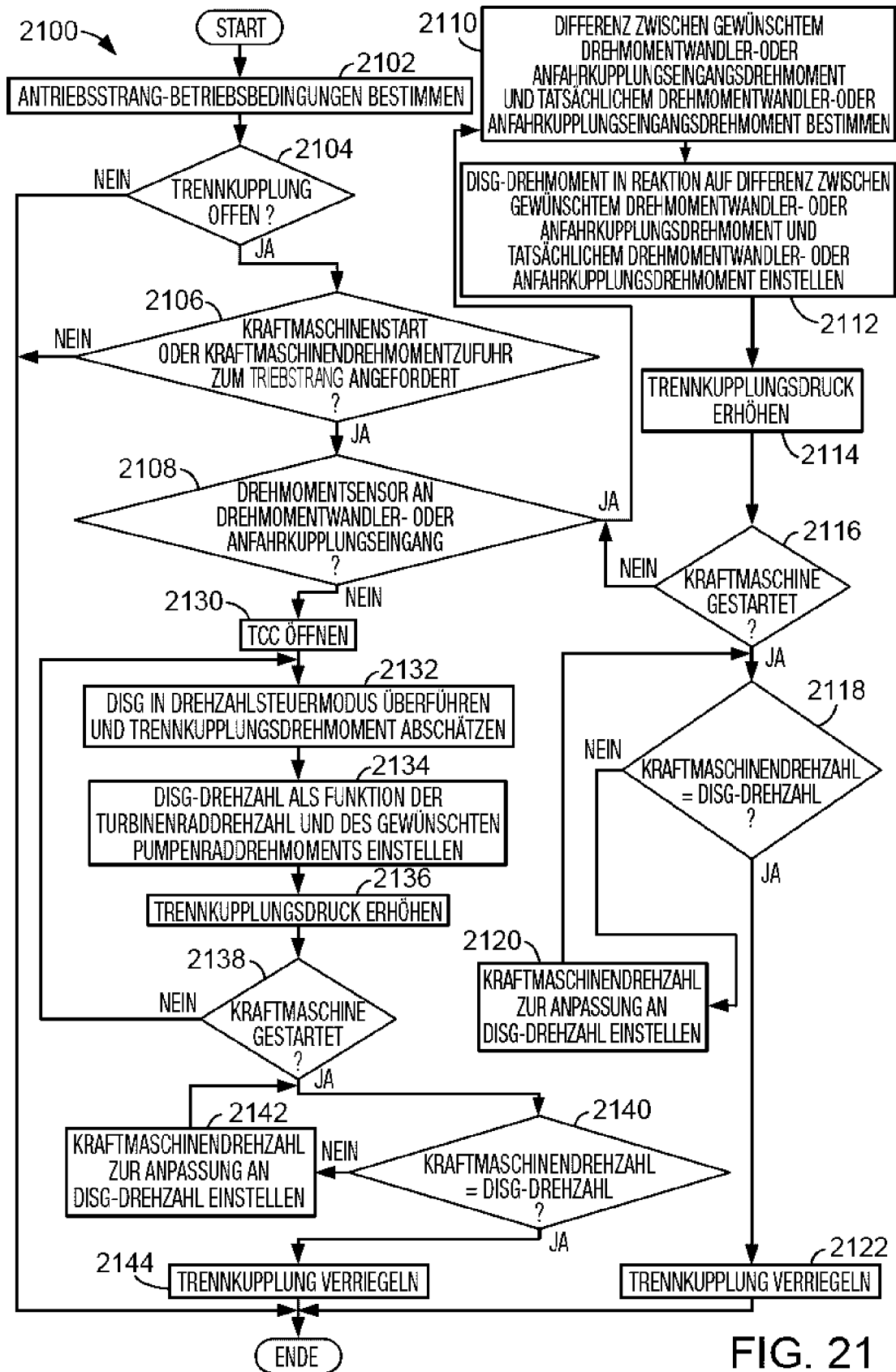


FIG. 21

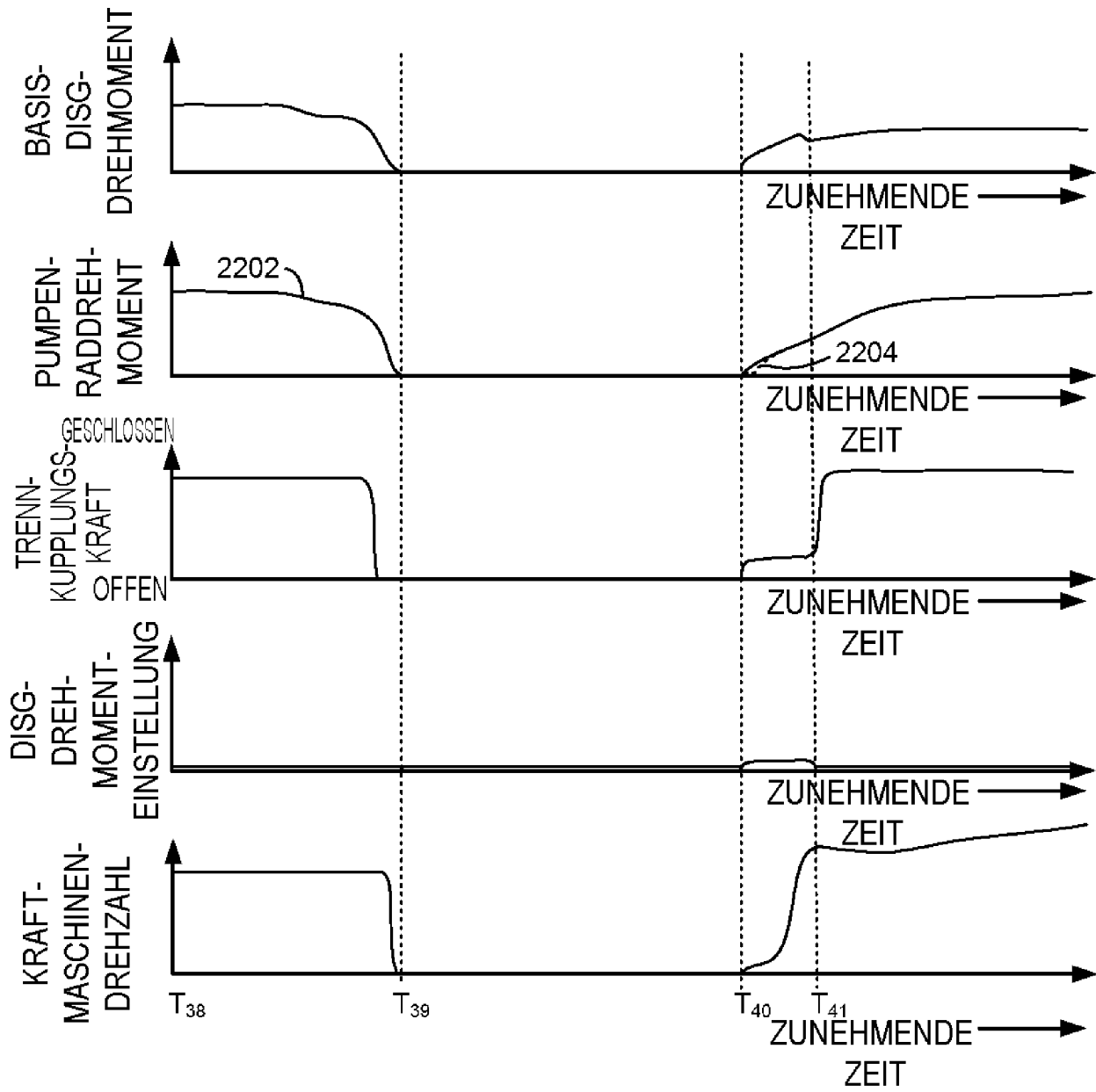
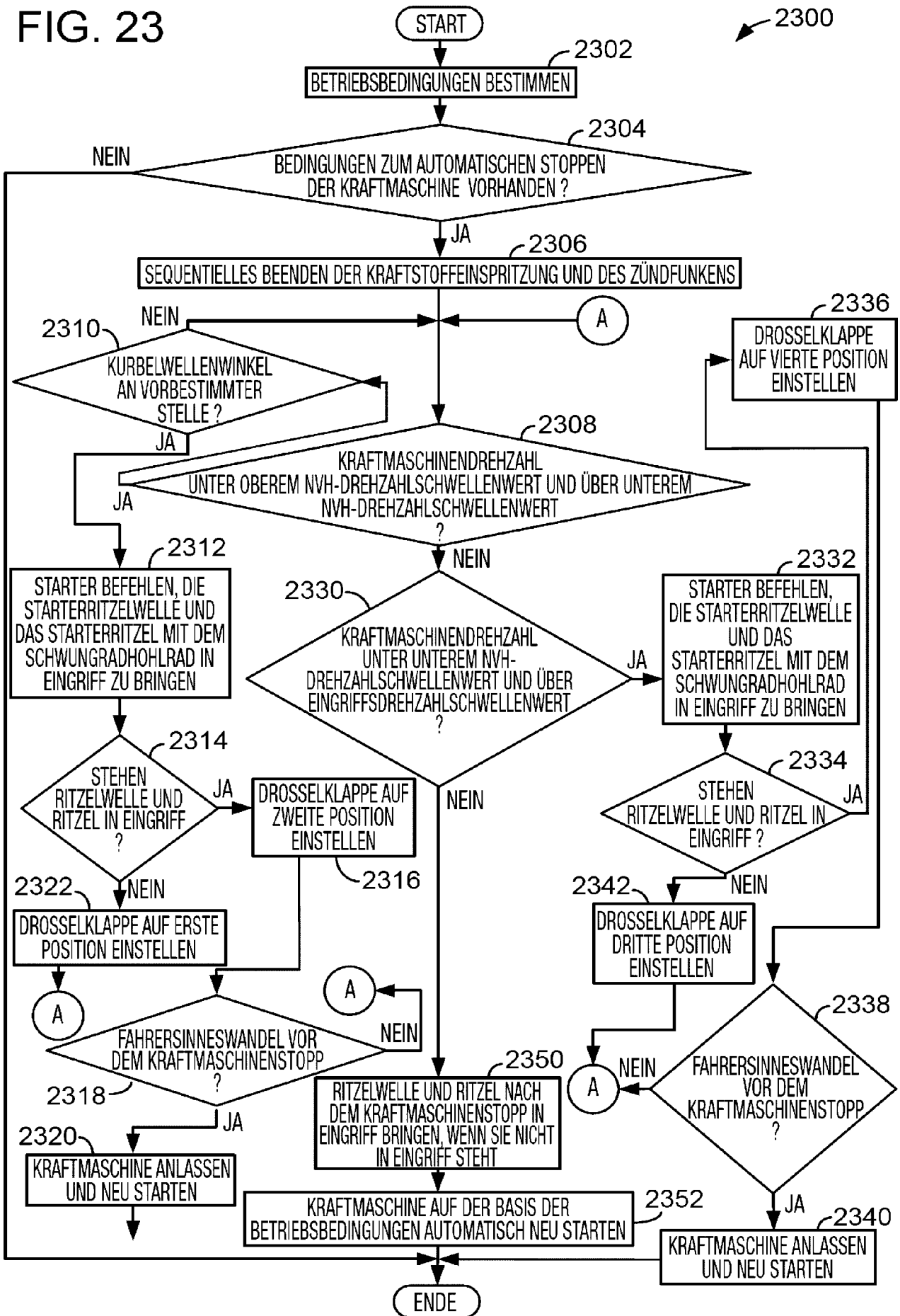
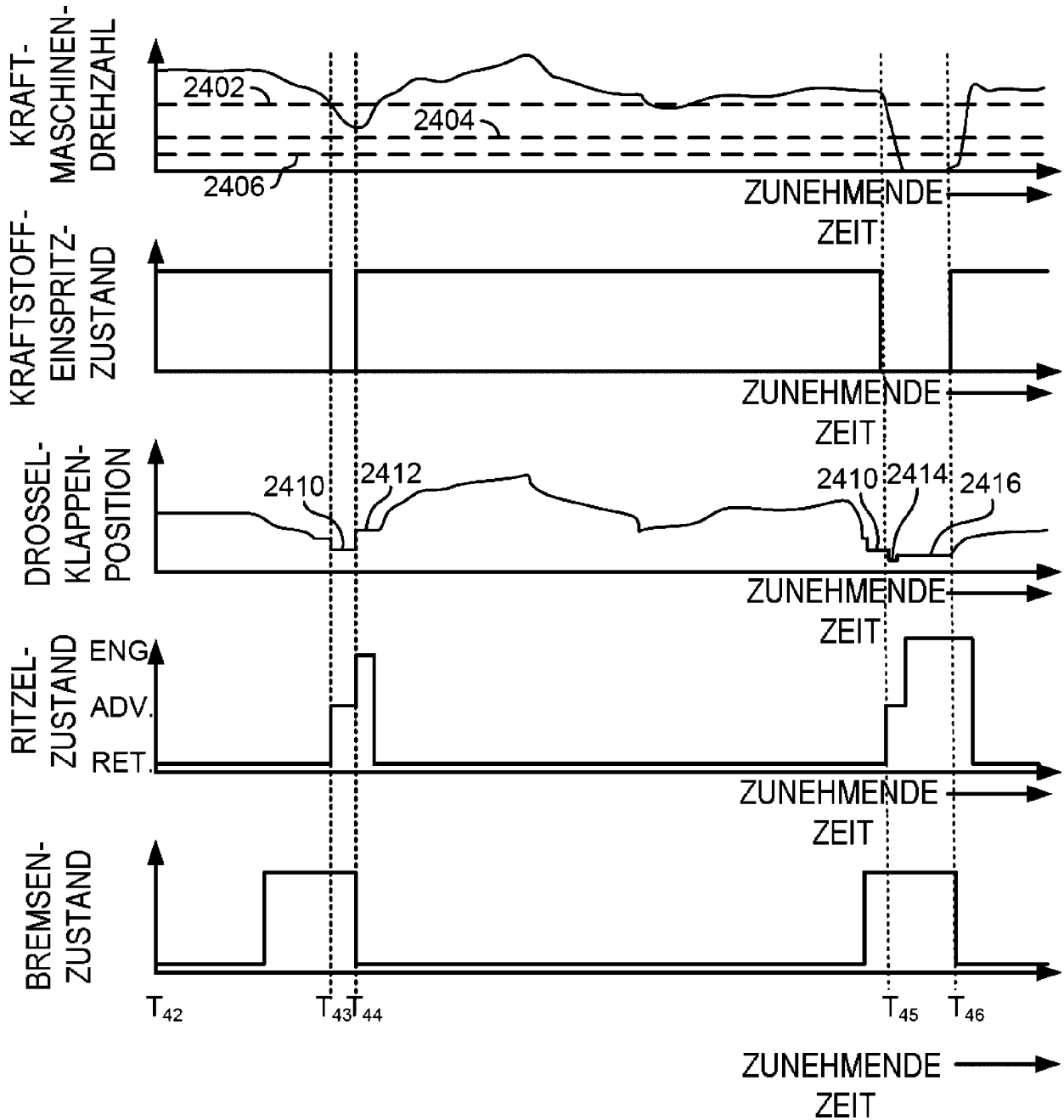


FIG. 22

FIG. 23





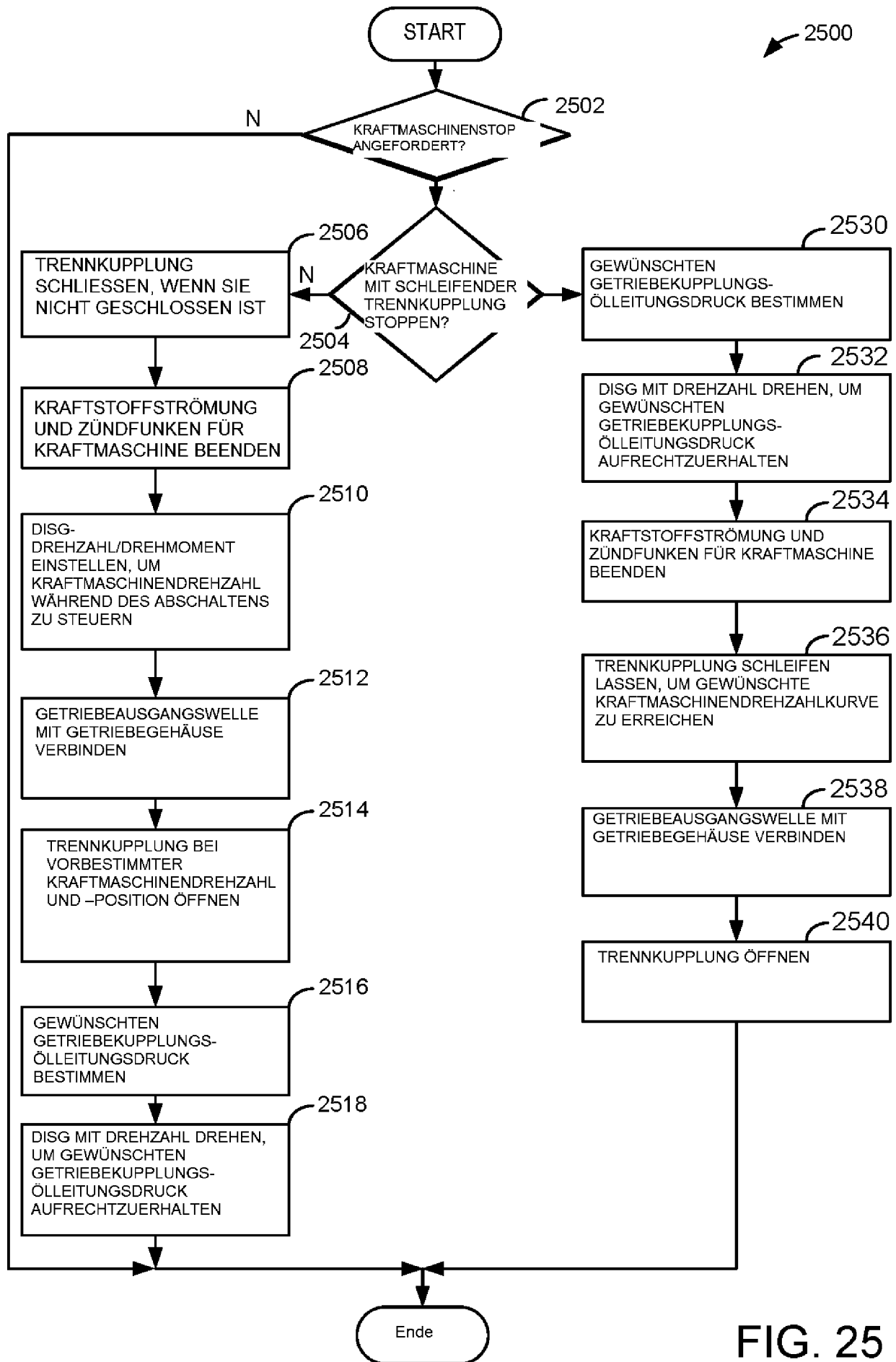


FIG. 25

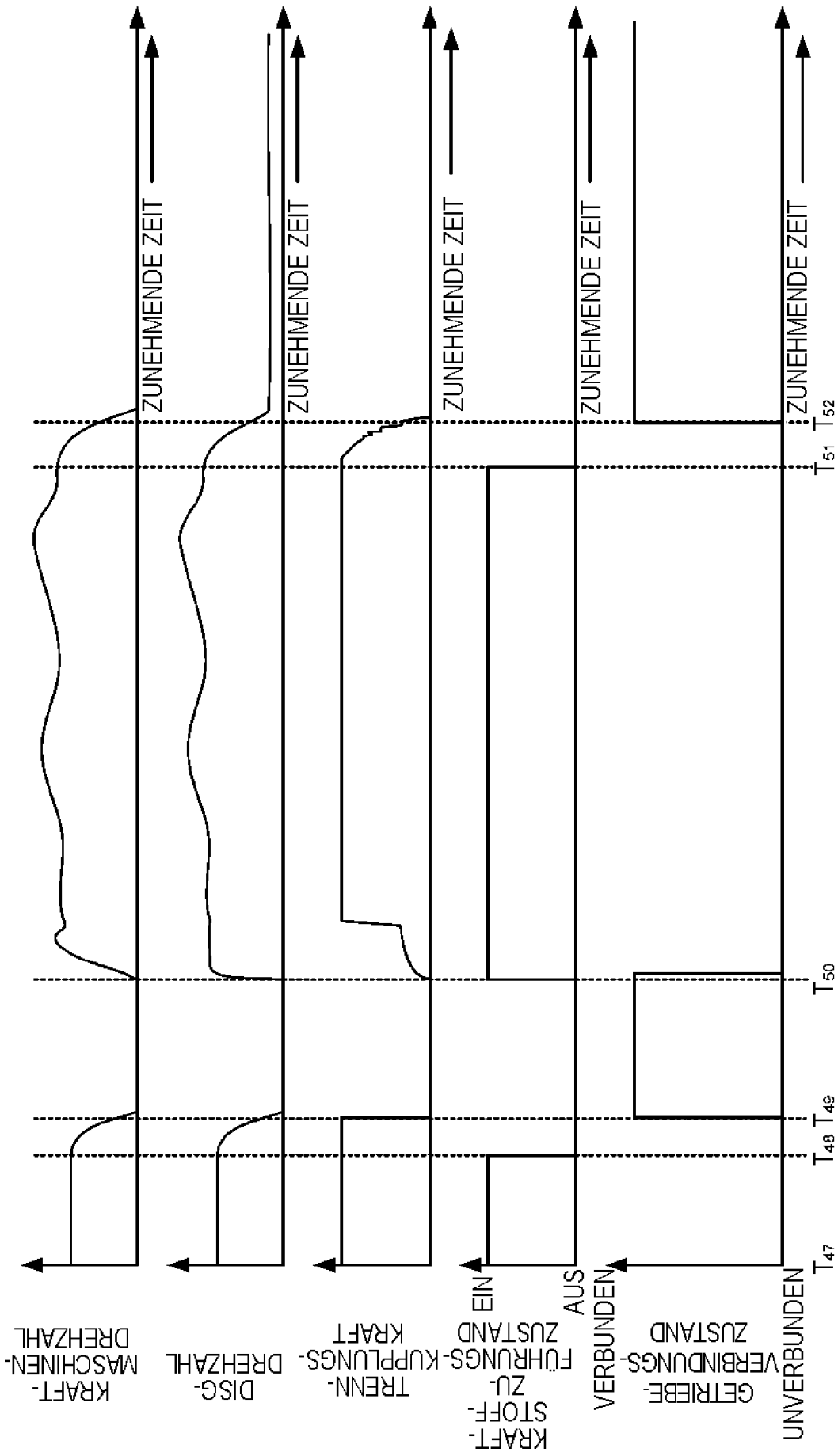


FIG. 26

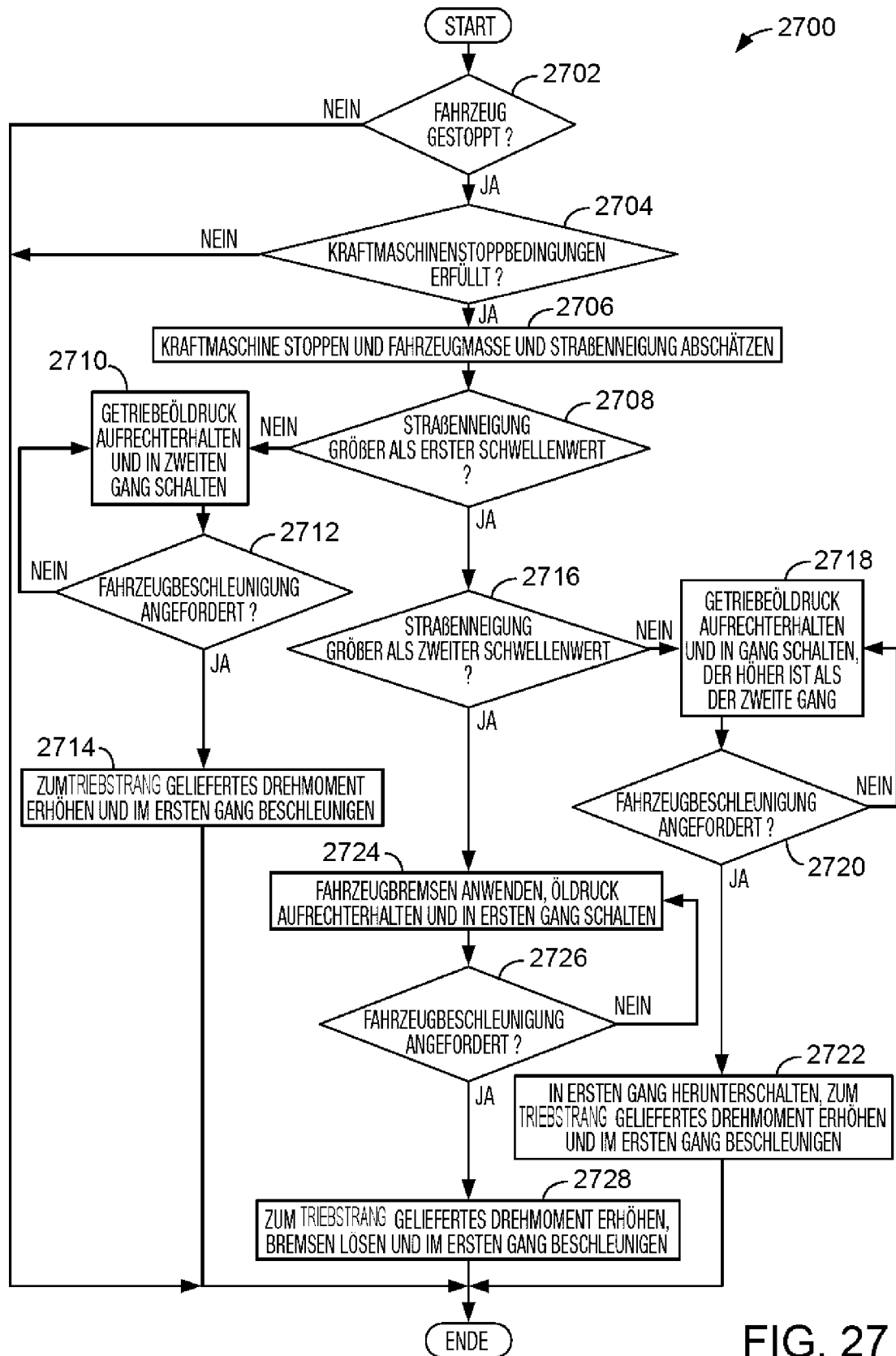


FIG. 27

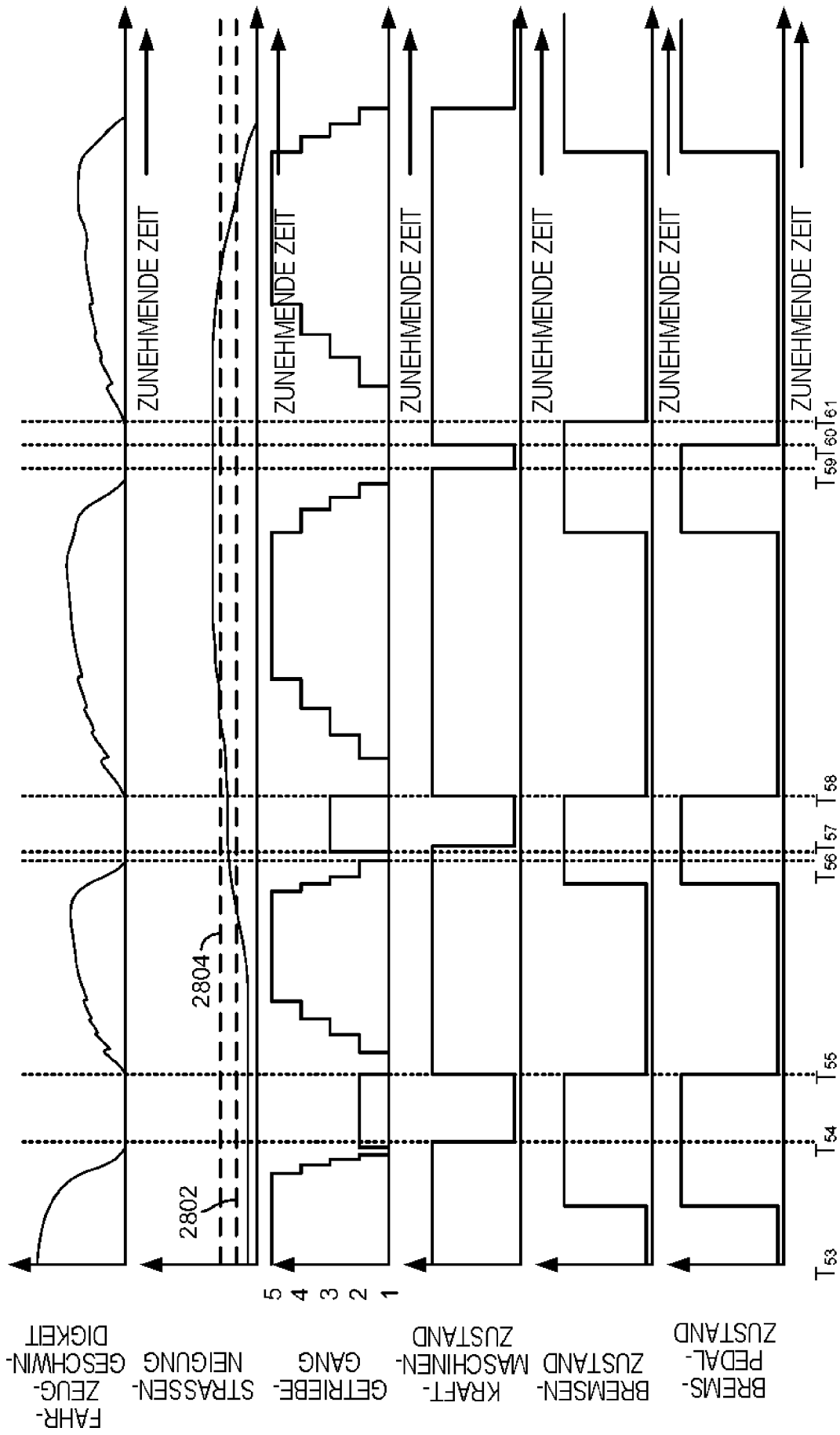


FIG. 28

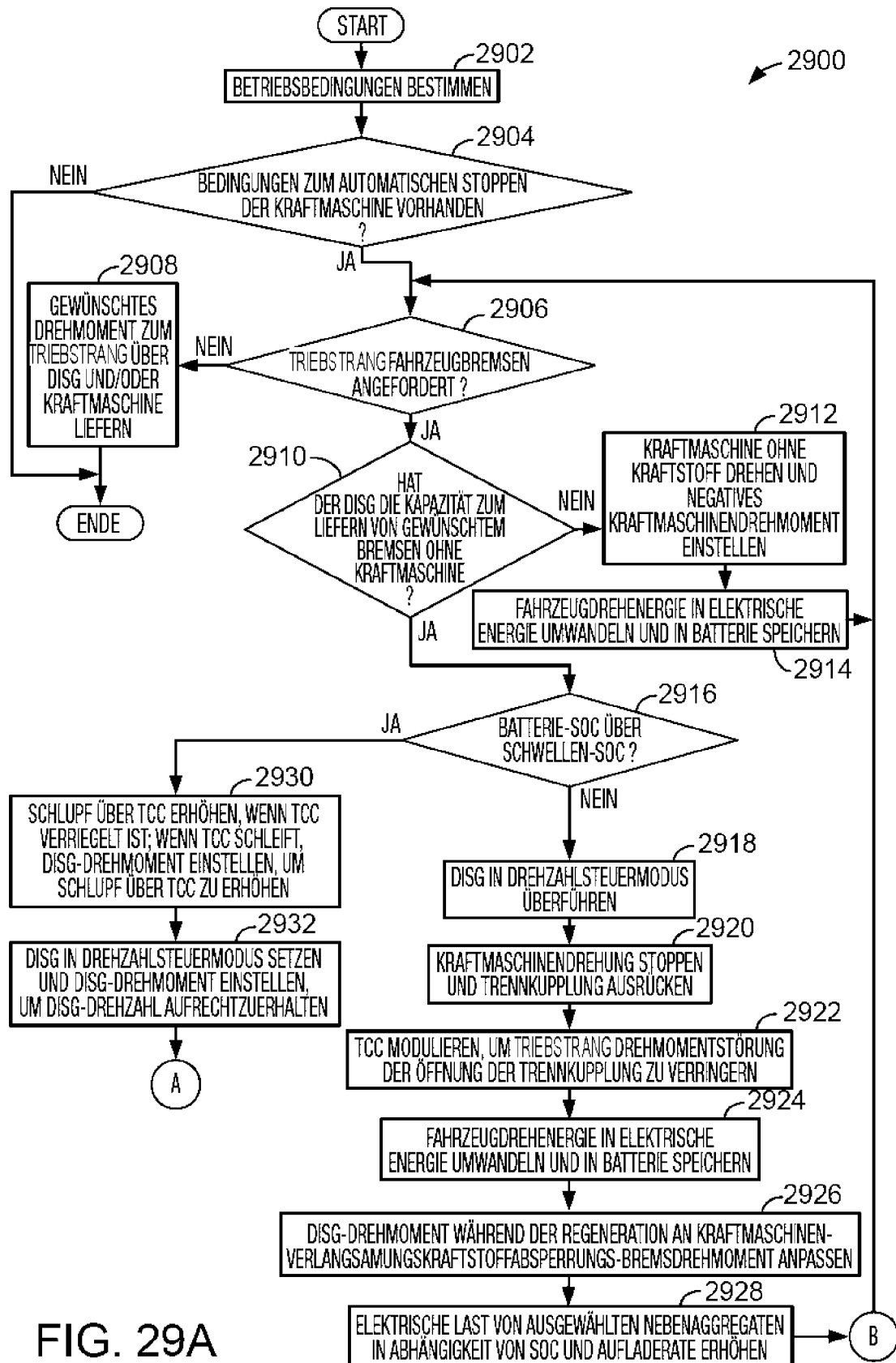


FIG. 29A

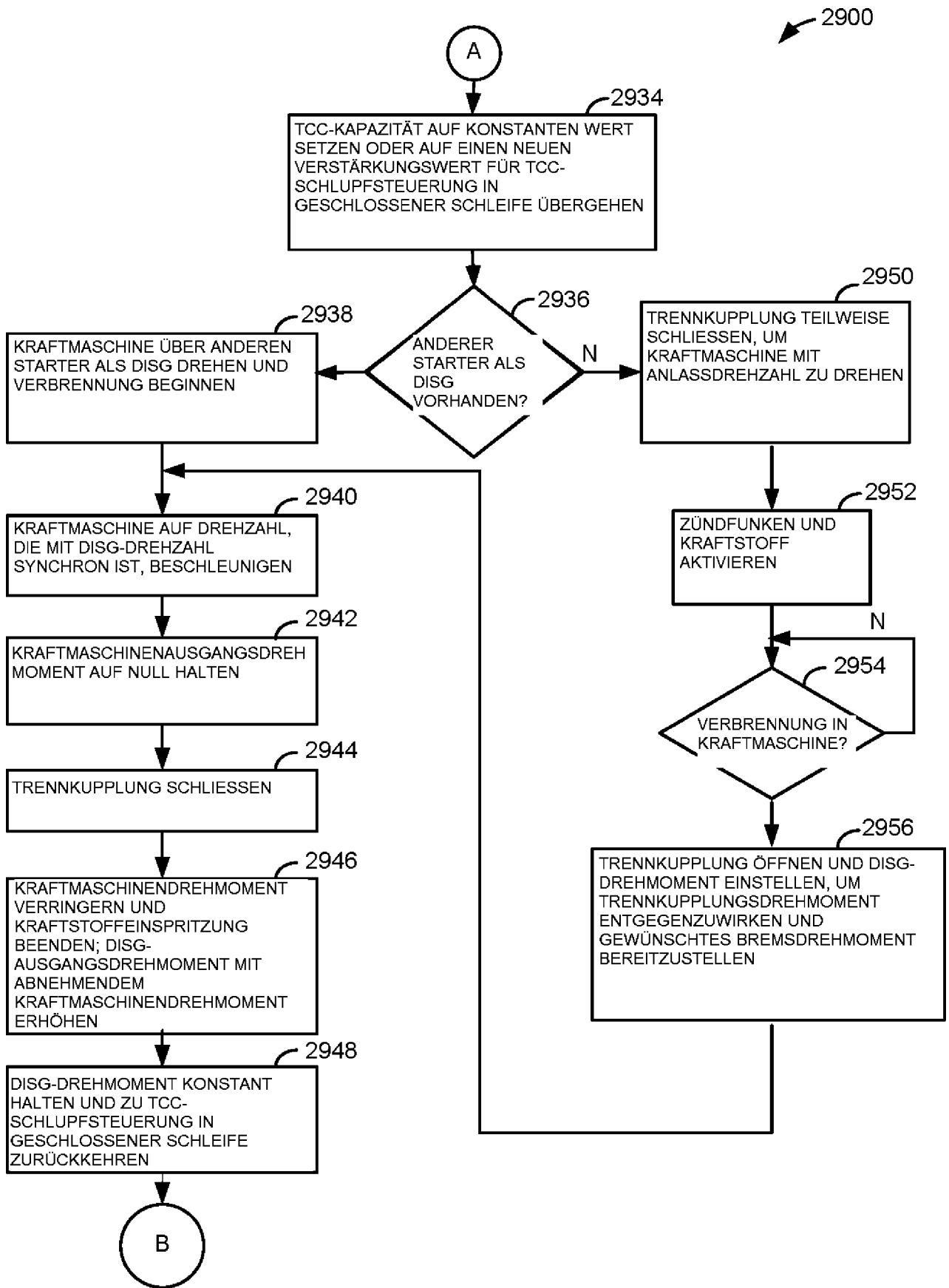


FIG. 29B

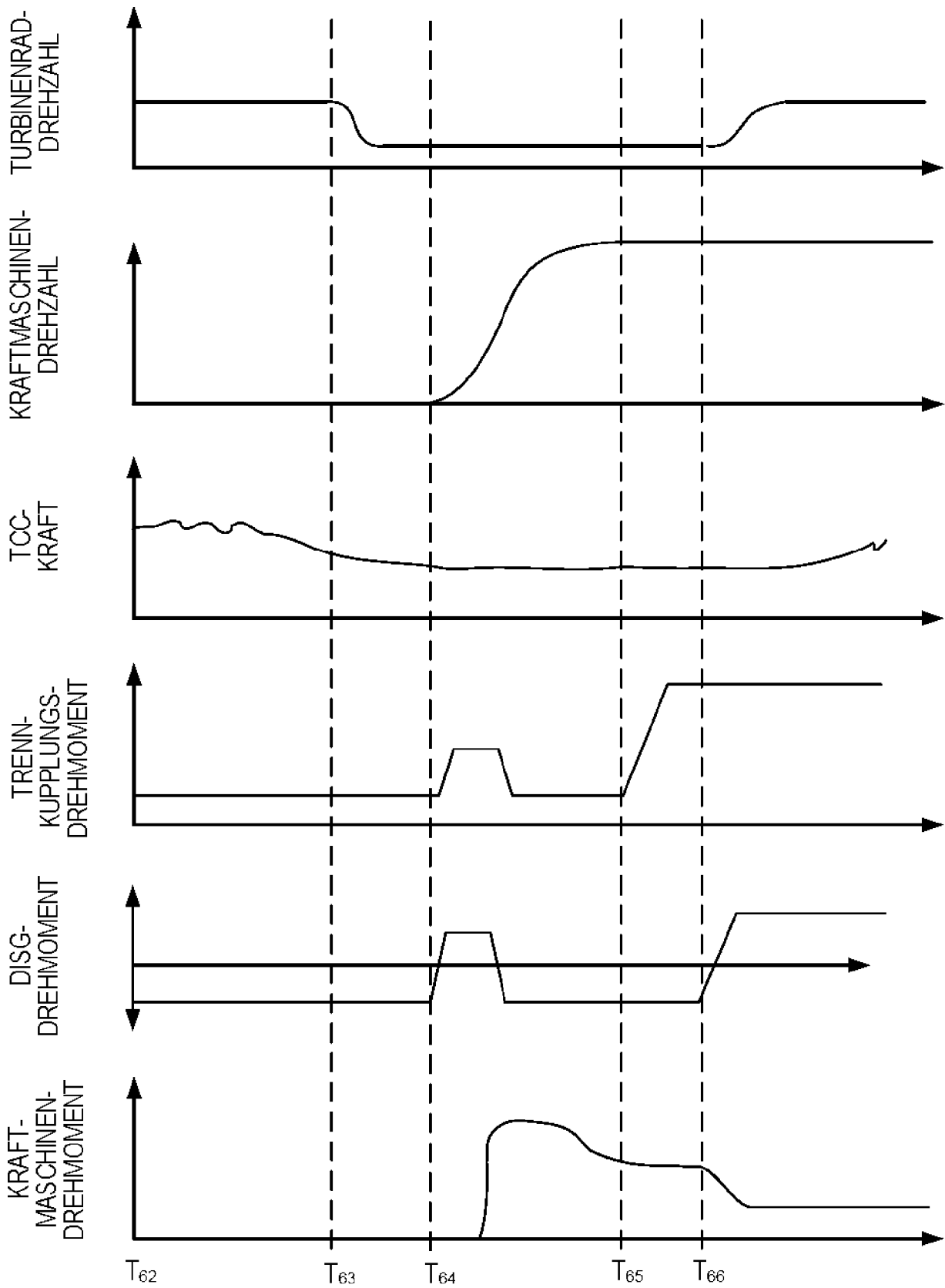


FIG. 30

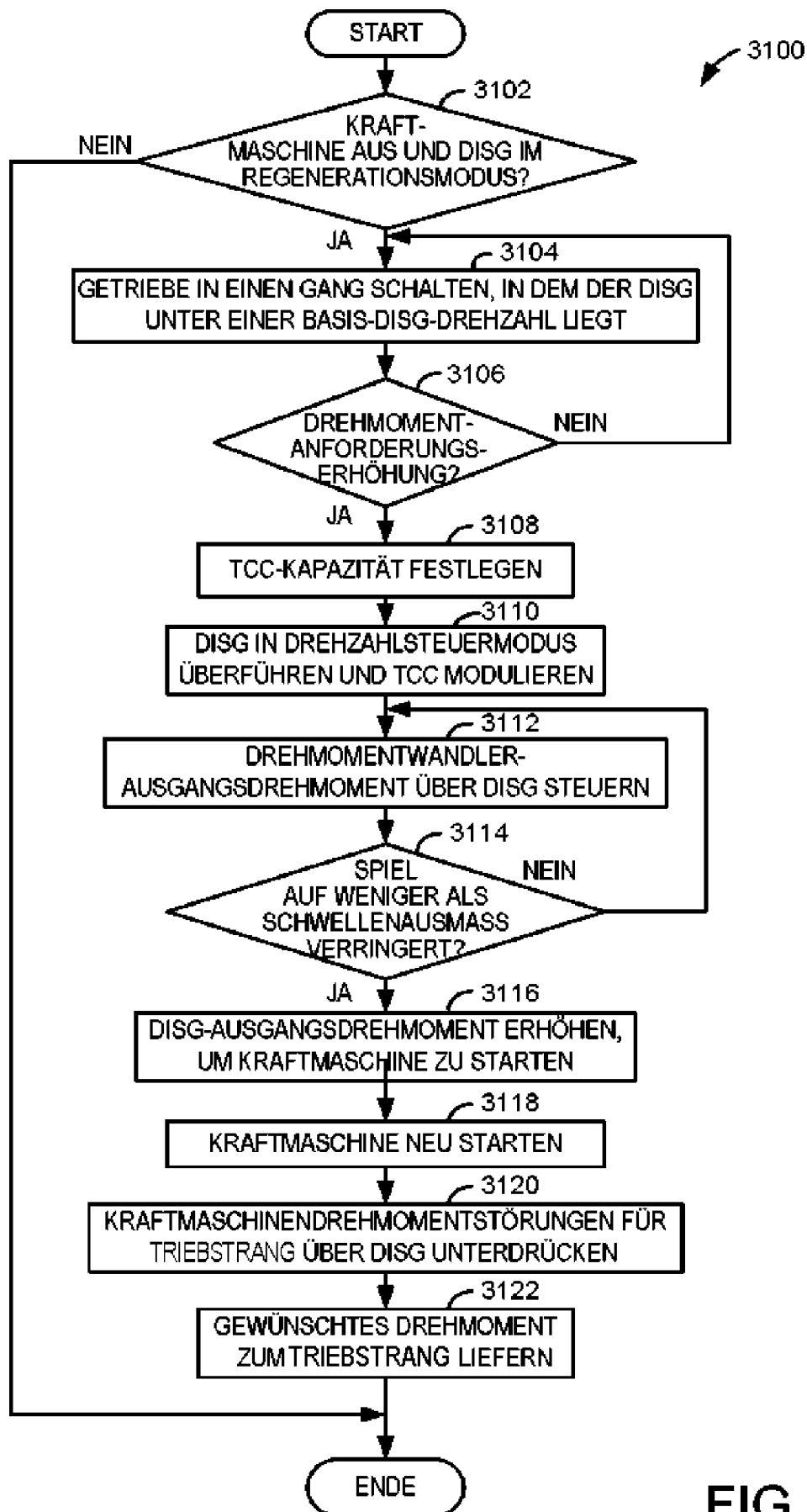


FIG. 31

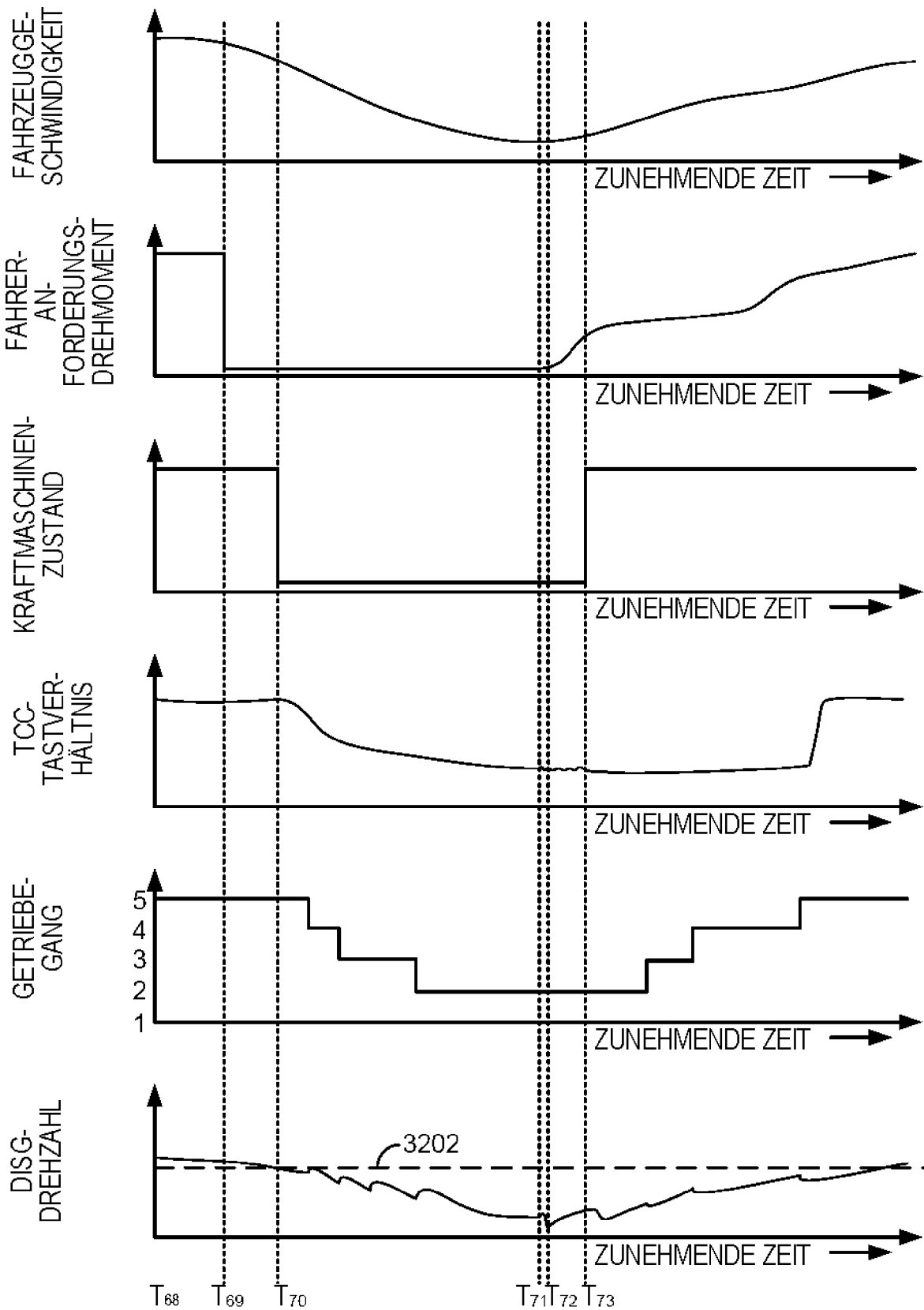


FIG. 32

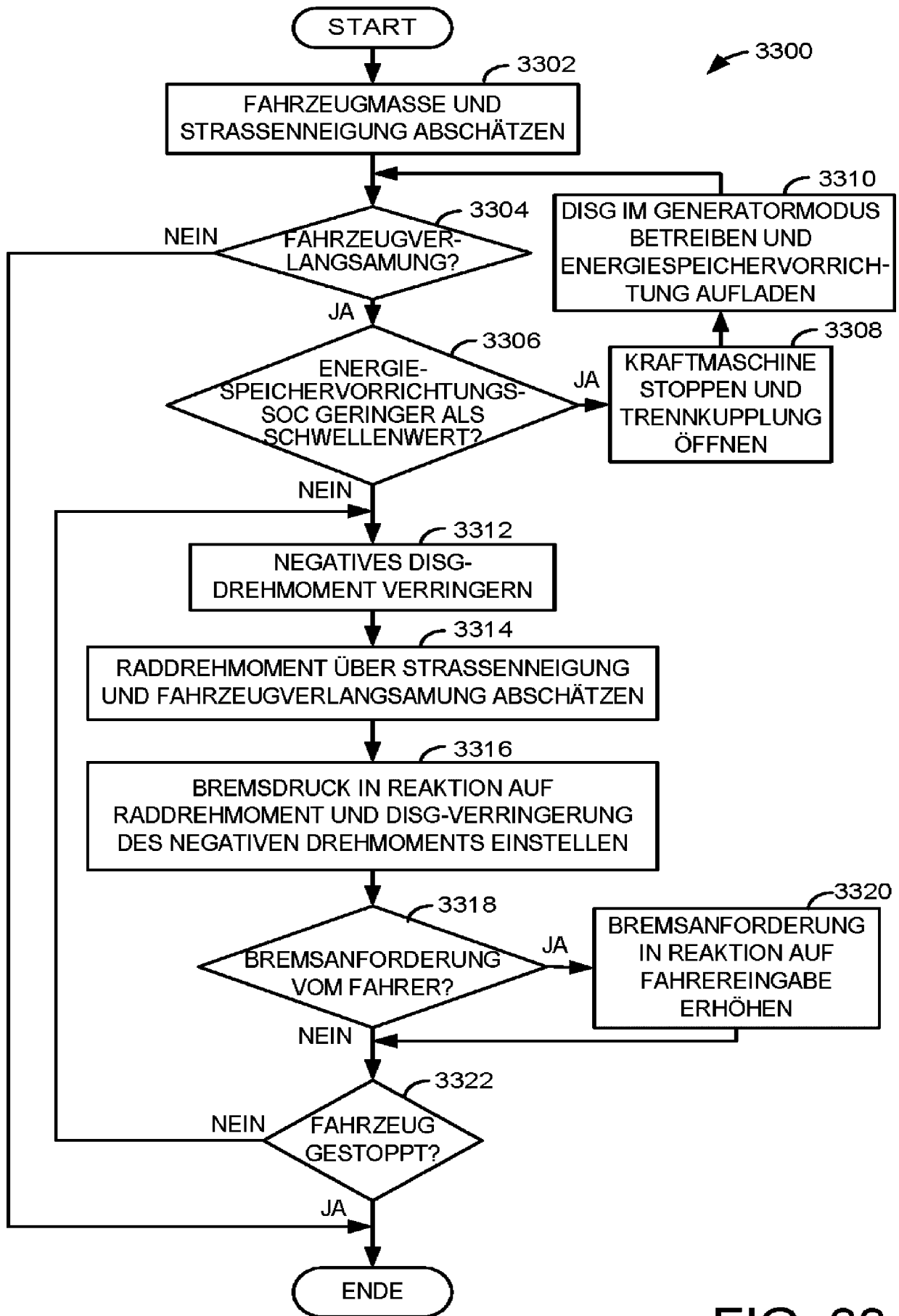


FIG. 33

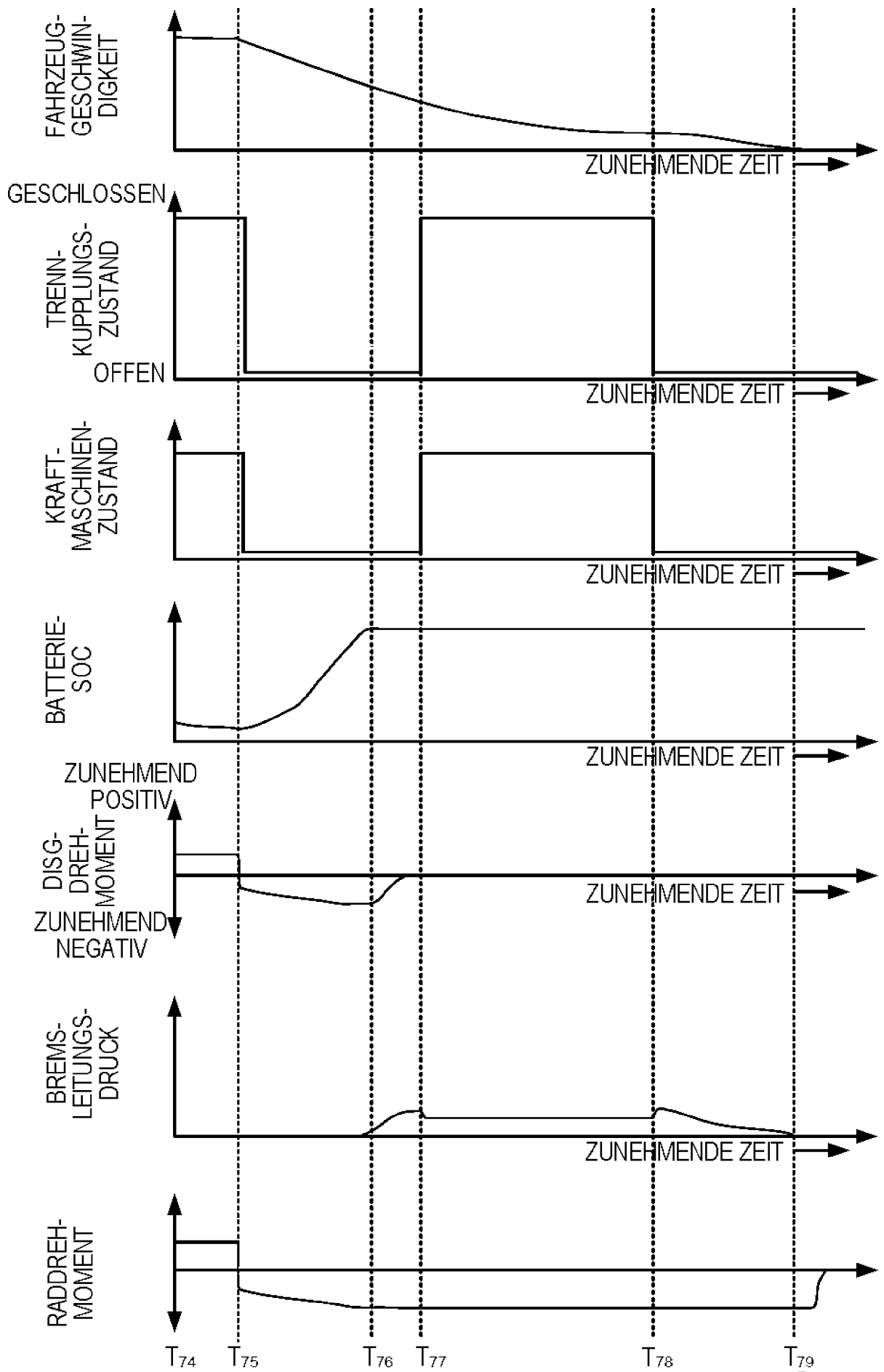


FIG. 34

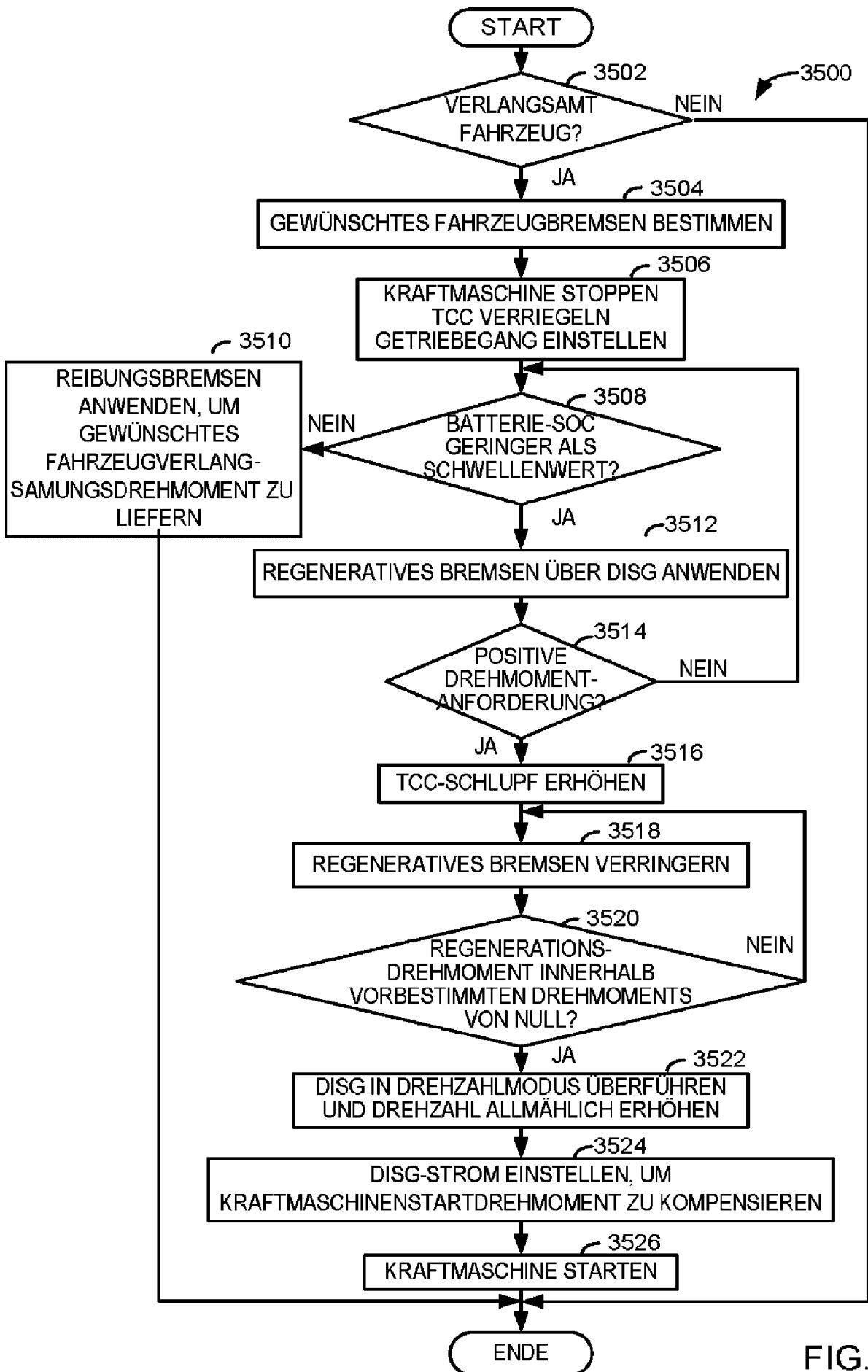
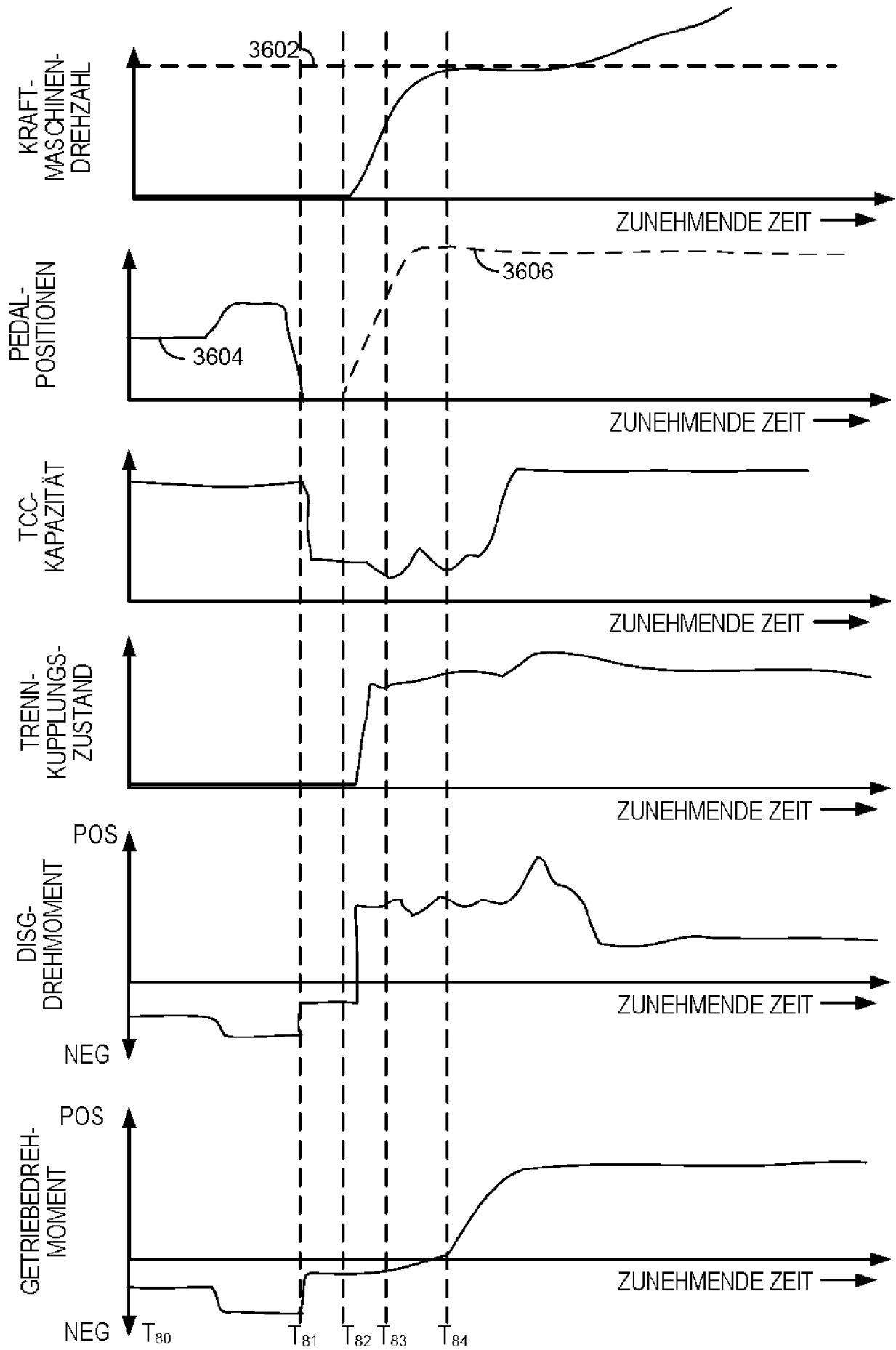


FIG. 35

FIG. 36



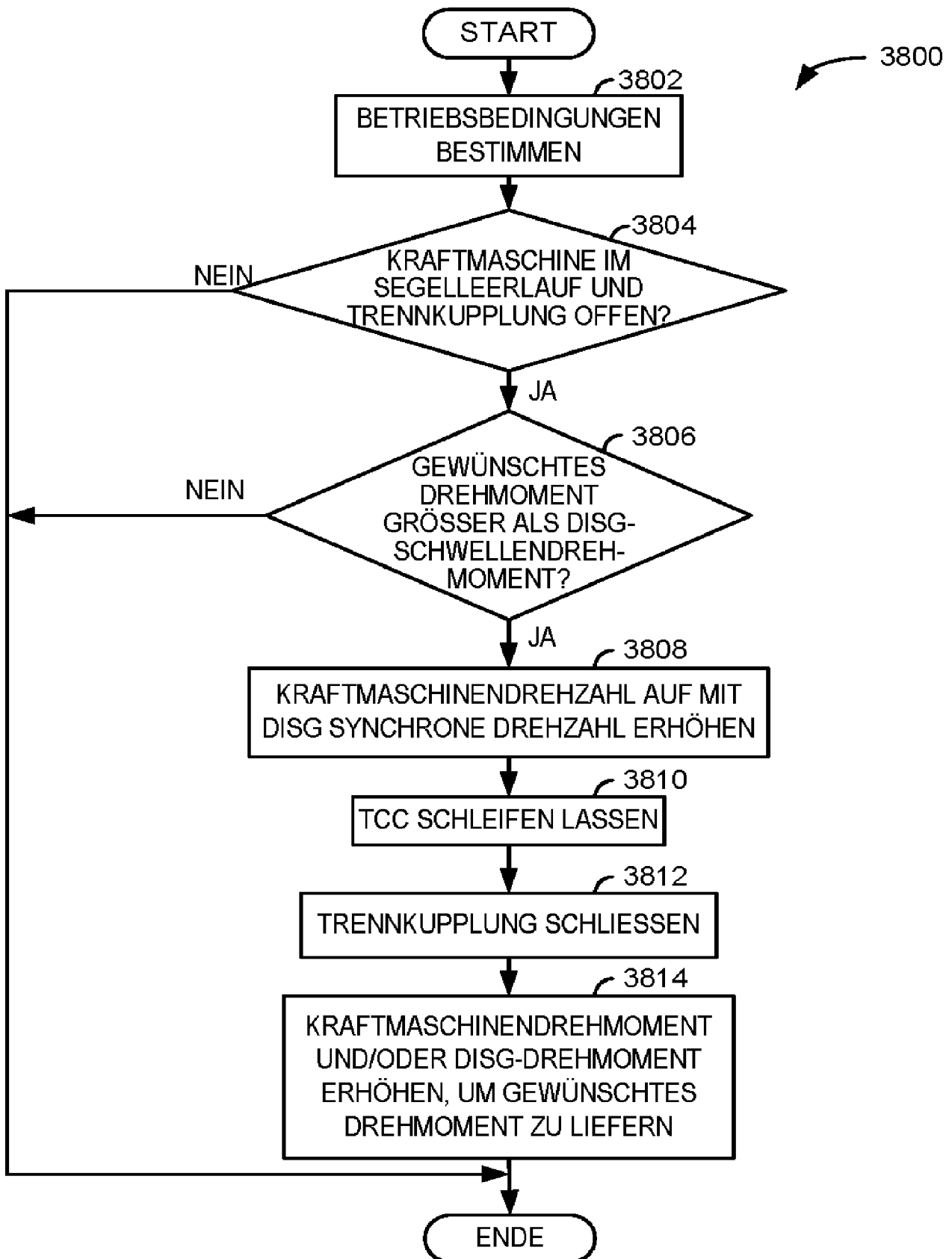


FIG. 38

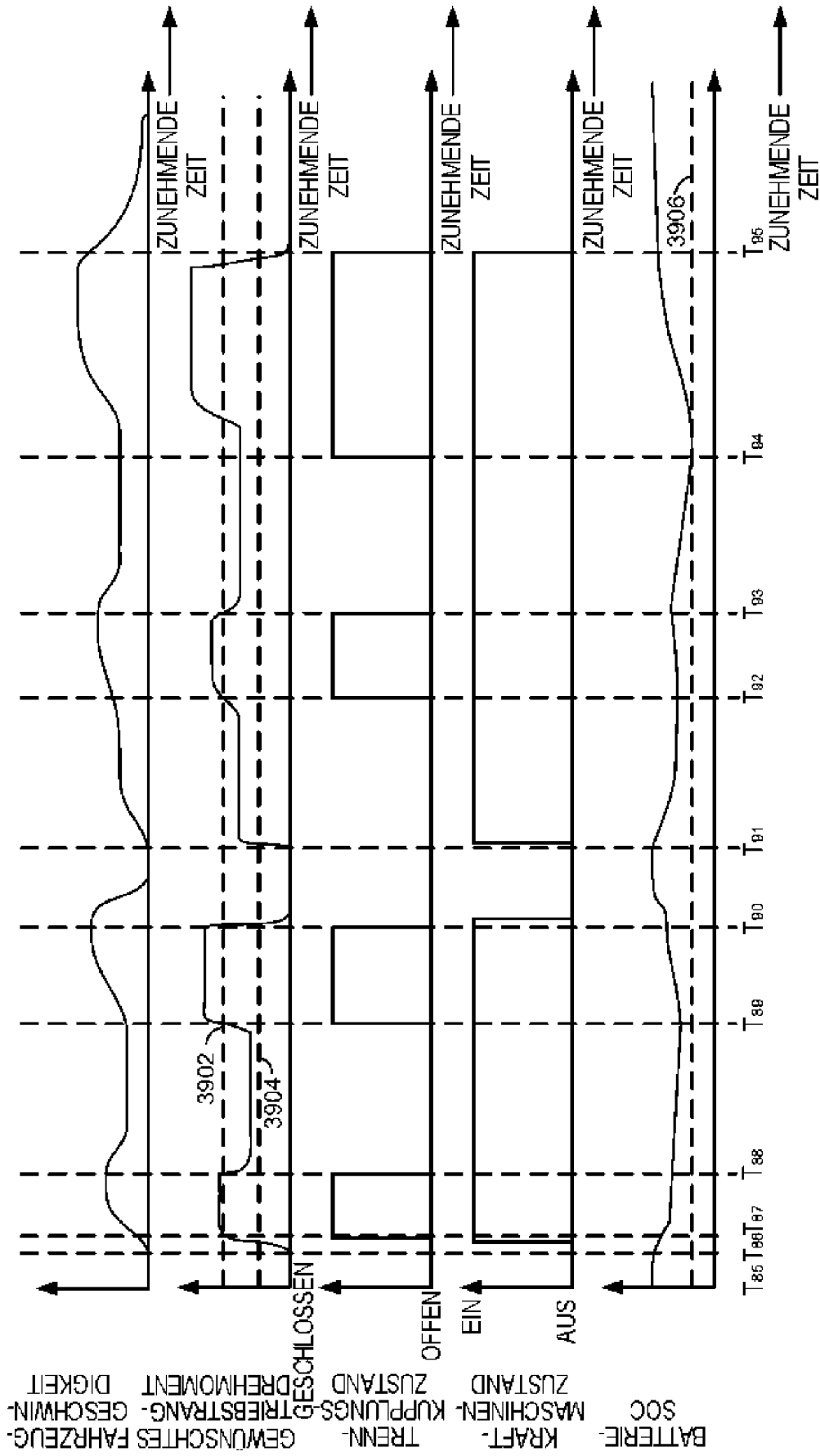


FIG. 39

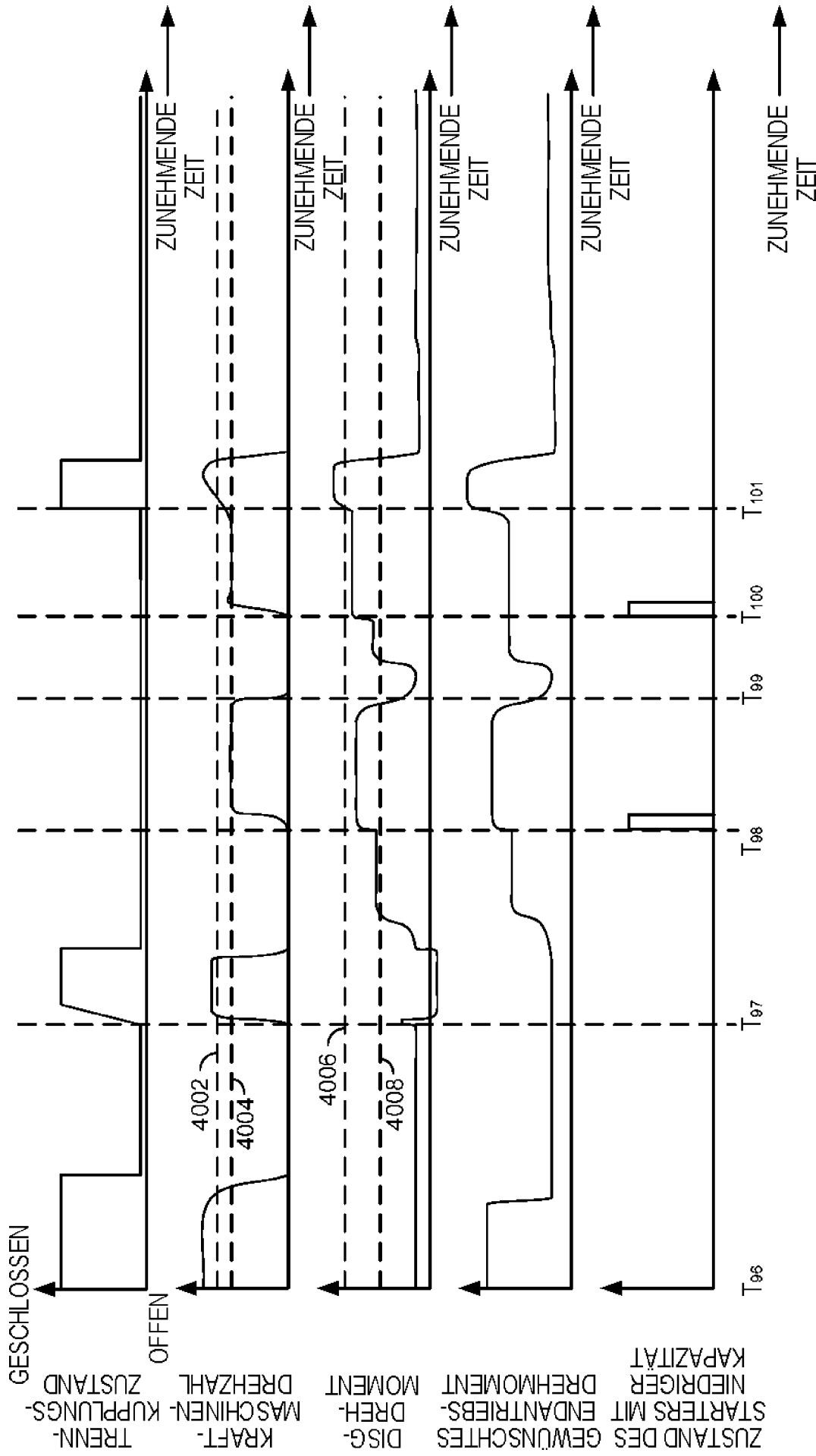


FIG. 40

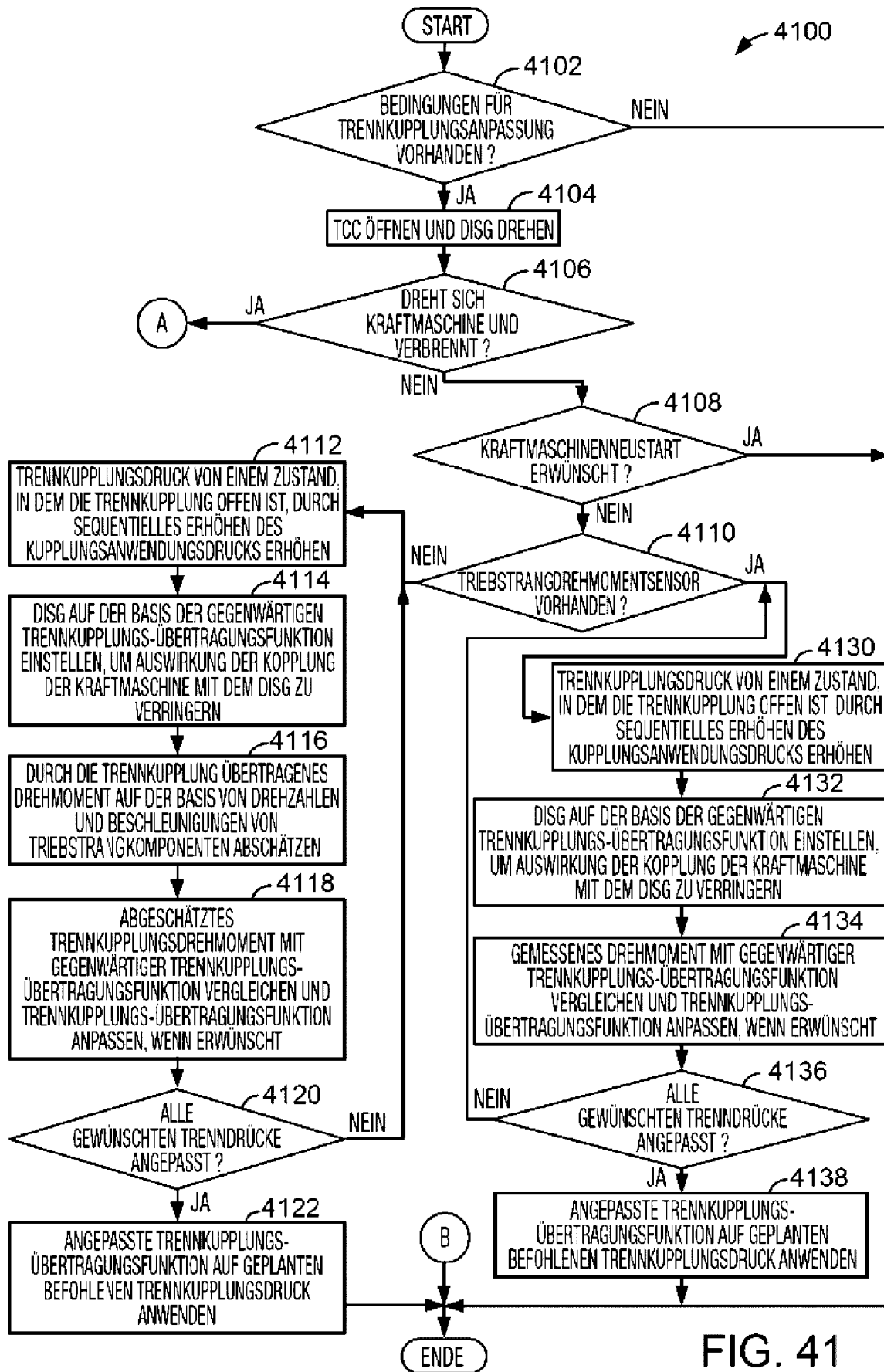


FIG. 41

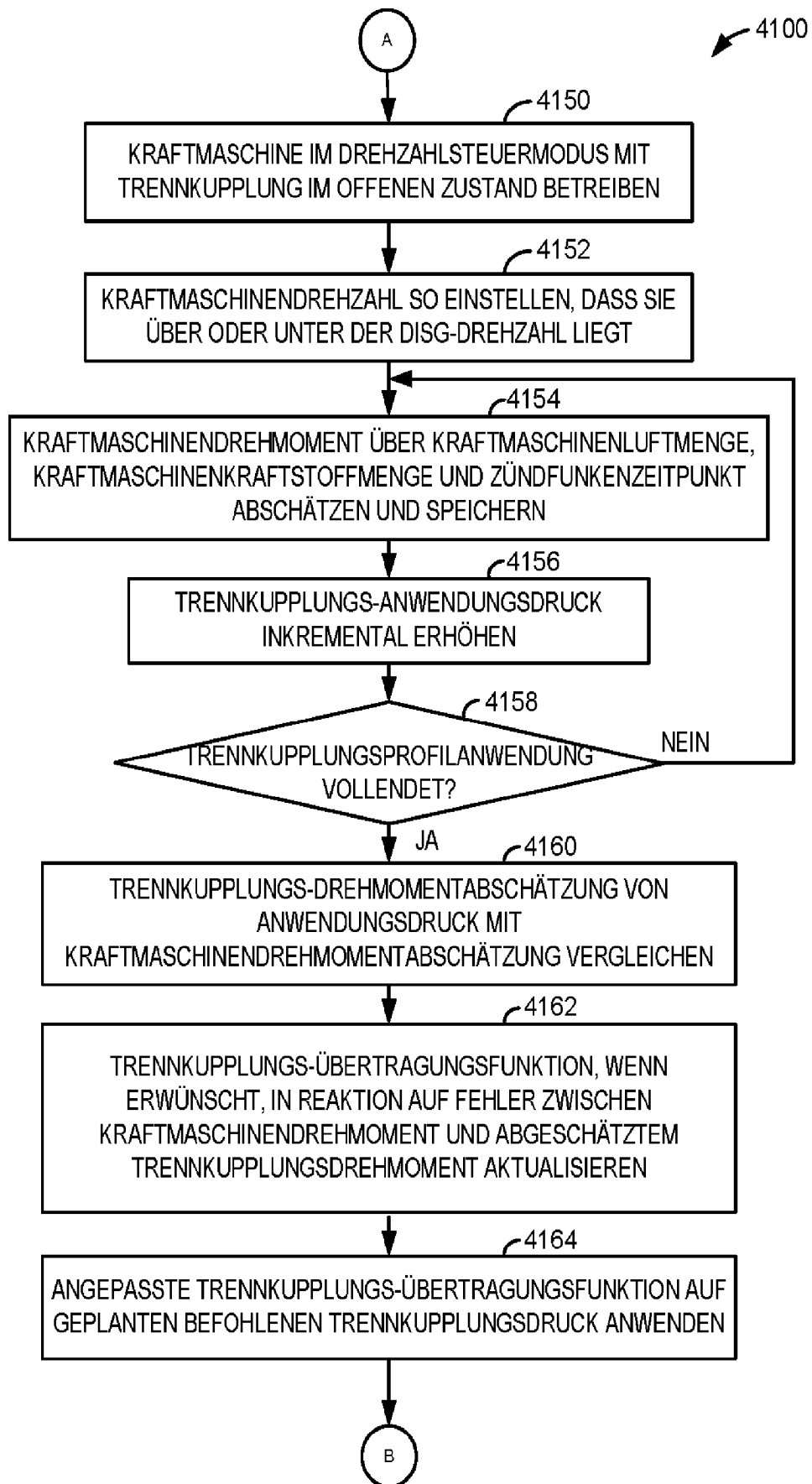


FIG. 42

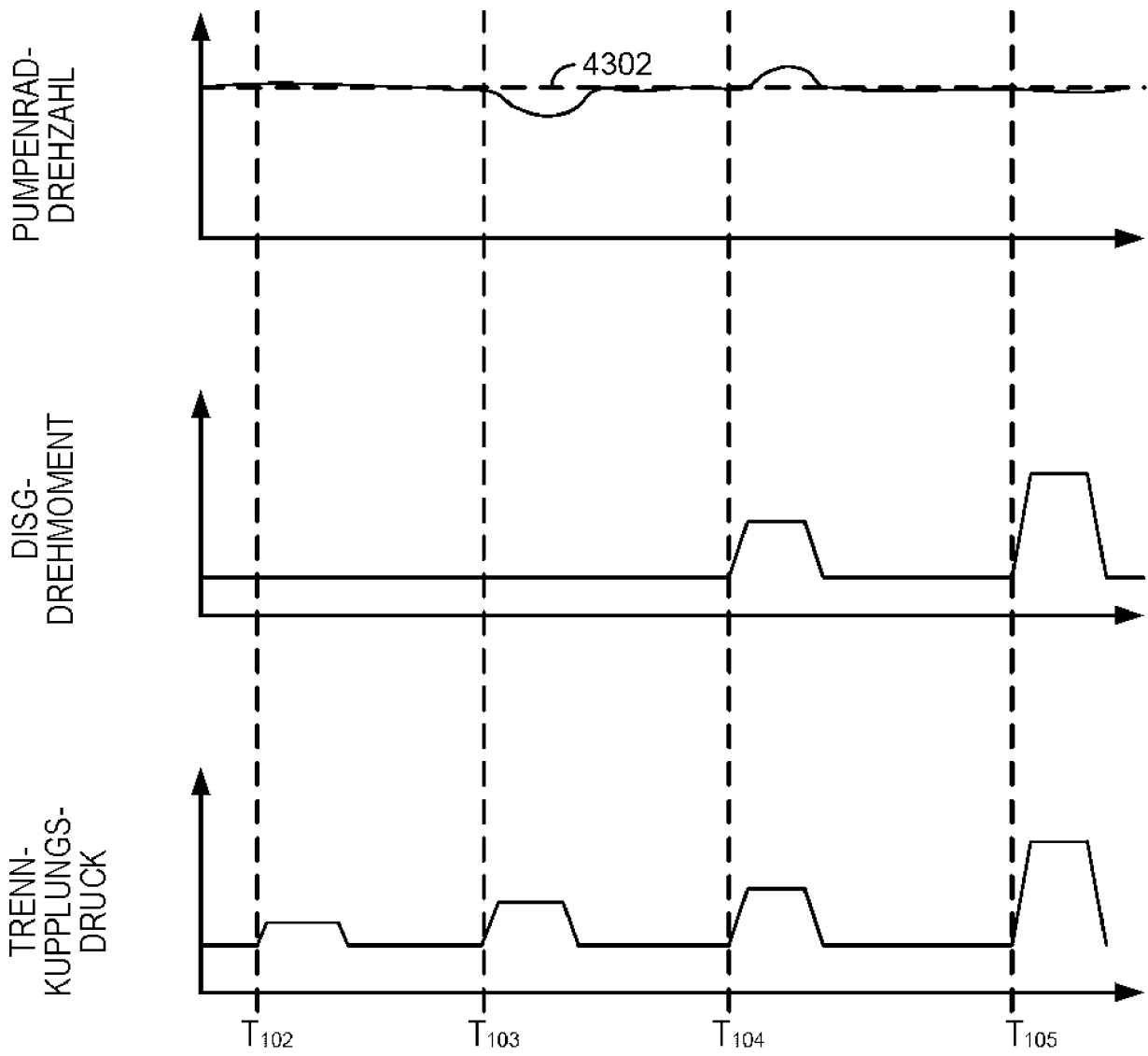


FIG. 43

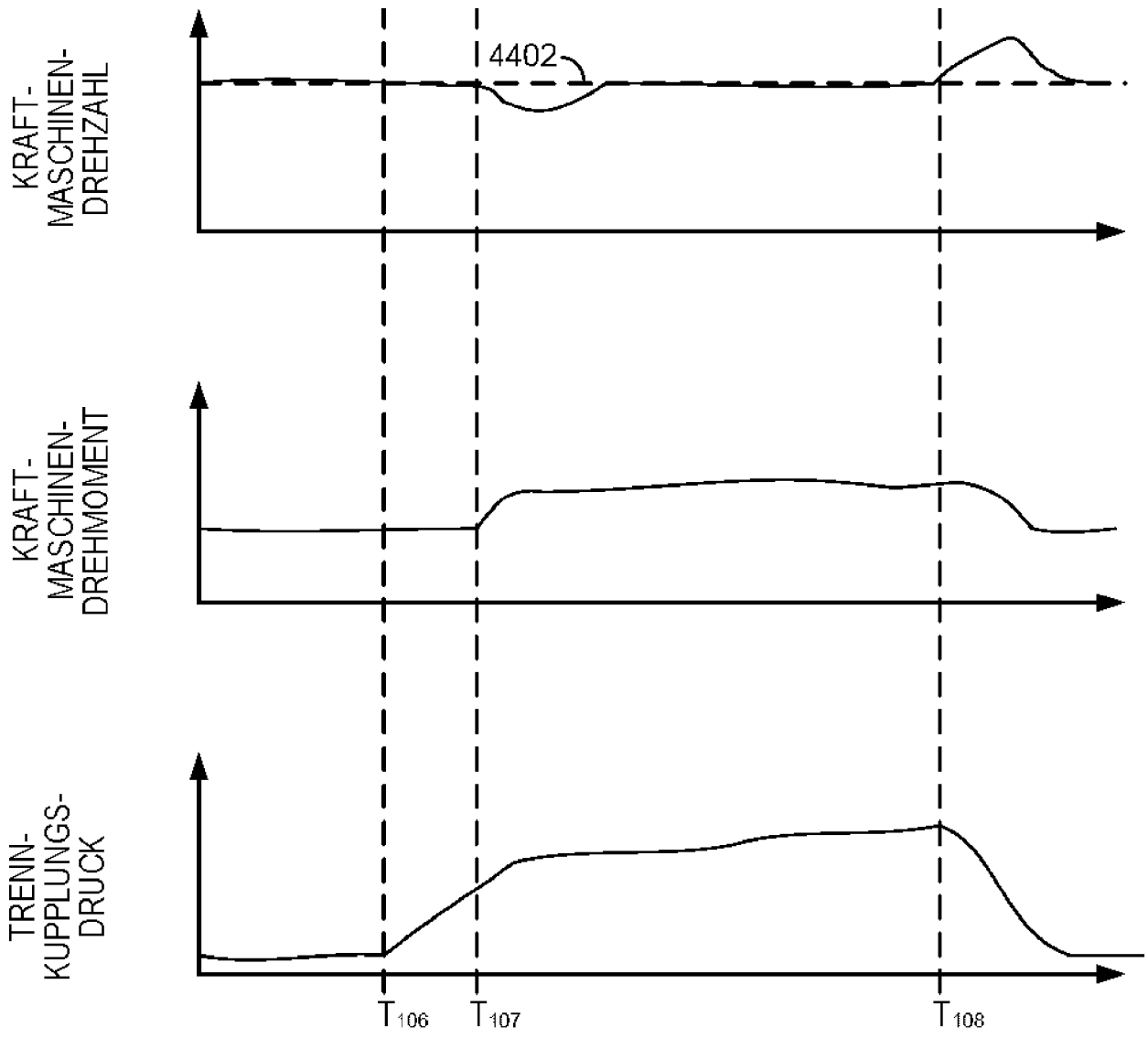


FIG. 44

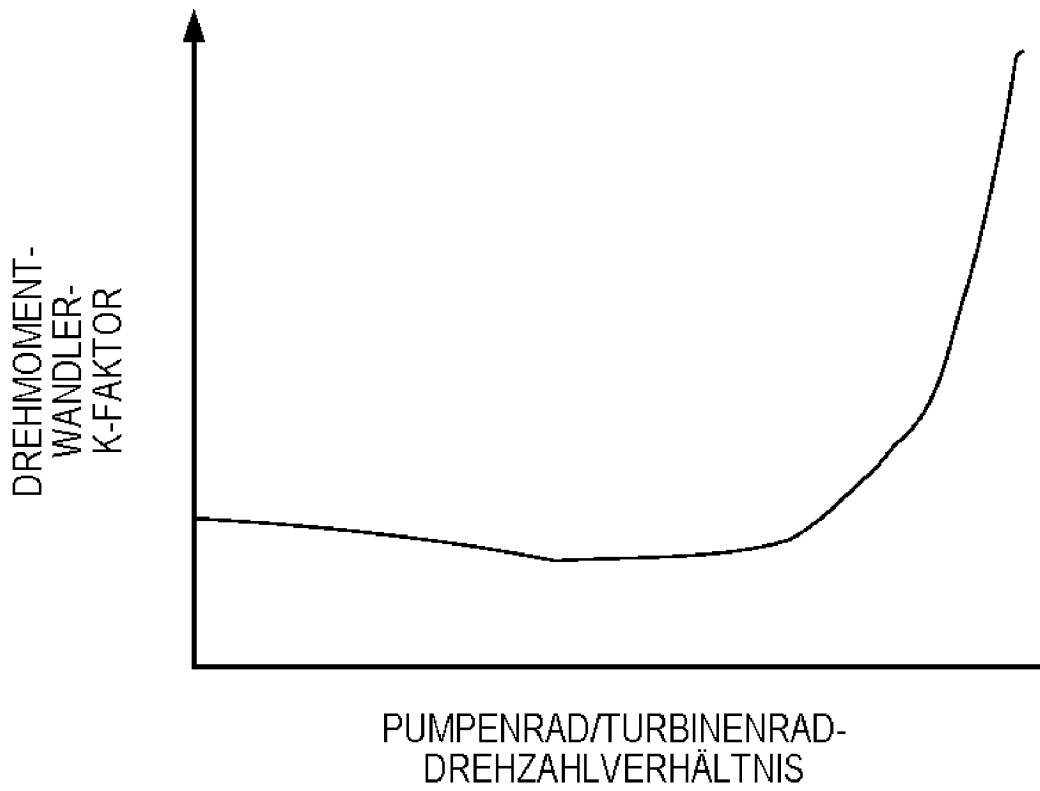


FIG. 45

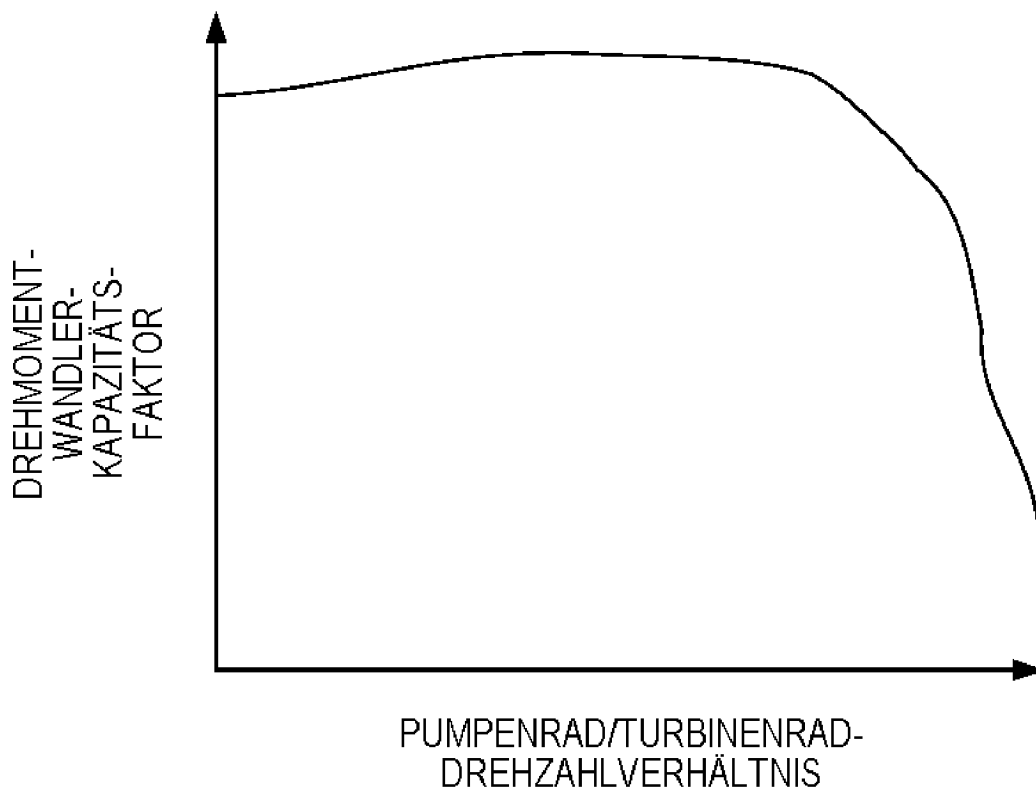


FIG. 46

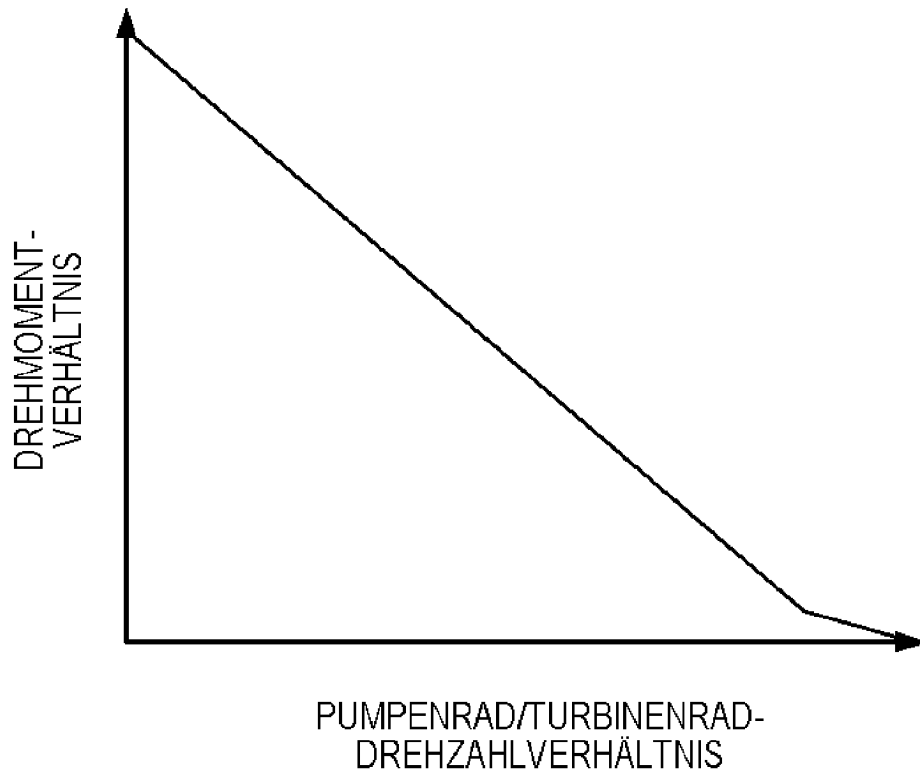


FIG. 47

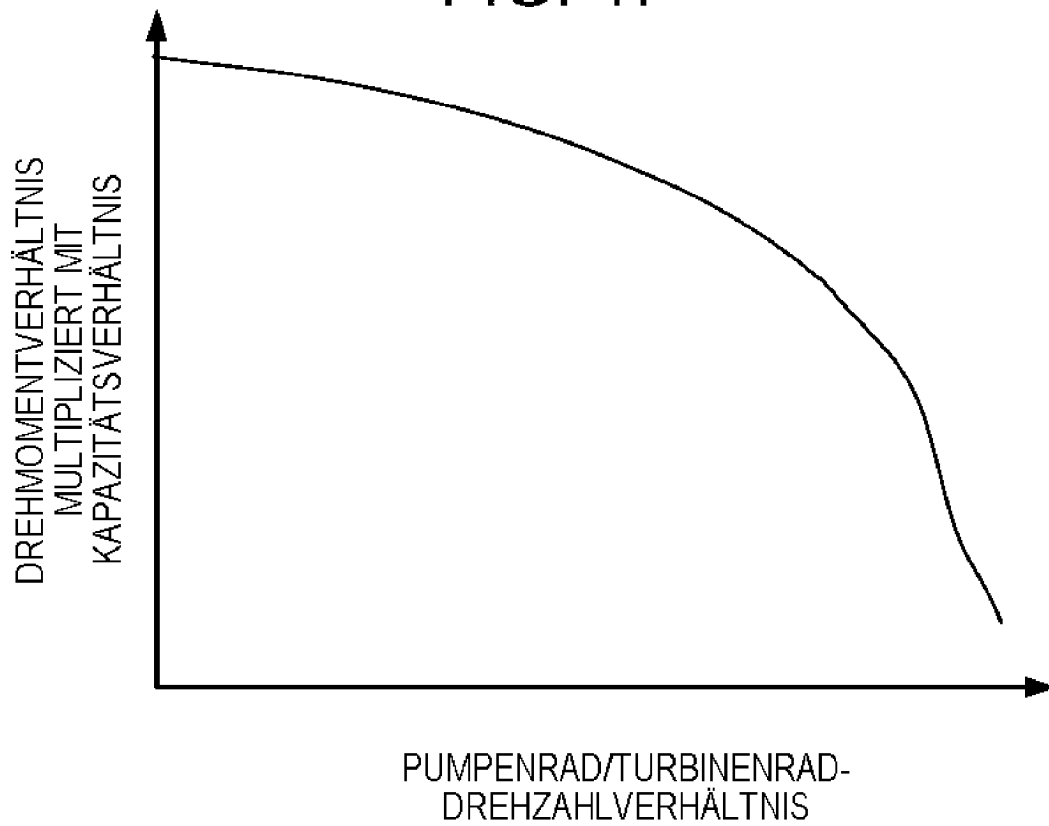


FIG. 48