



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 022 082 A1** 2008.12.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 022 082.5**

(22) Anmeldetag: **05.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **18.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B60W 20/00** (2006.01)

B60W 10/06 (2006.01)

B60W 10/08 (2006.01)

F02D 45/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/762,272 **13.06.2007** **US**

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

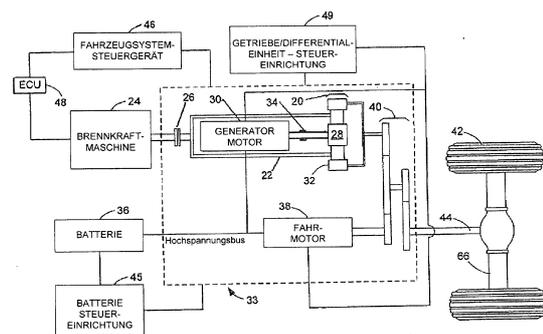
(74) Vertreter:
Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel, 80538 München

(72) Erfinder:
Martin, Douglas Raymond, Canton, Mich., US; Badillo, Ed, Brownstown, Mich., US; Gartner, Paul M., Oshtemo, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Dynamische Zuteilung von Antriebsdrehmoment**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs in einem Fahrzeug vorgesehen. Der Antriebsstrang umfasst einen elektrischen Antrieb und eine Brennkraftmaschine. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen von Drehmoment zum Antreiben des Fahrzeugs sowohl von dem elektrischen Antrieb als auch von der Brennkraftmaschine, wobei das Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines zulässigen Bereichs verändert wird; und bei Betreiben der Brennkraftmaschine an einem Rand des Bereichs das Anpassen des Bereichs beruhend darauf, ob eine ausgewählte Betriebsbedingung durch die Brennkraftmaschine vorgesehen werden kann.



Beschreibung

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Hintergrund und kurze Darlegung

[0001] Bei manchen Fahrzeugen, beispielsweise Hybridfahrzeugen, kann ein übergeordnetes Systemsteuergerät mehrere Kraft- und/oder Antriebsquellen zum Antreiben des Fahrzeugs steuern. Das Steuergerät kann zum Beispiel unter den verschiedenen Quellen eine Gesamtantriebsforderung abhängig von den Betriebsbedingungen unterschiedlich zuteilen.

[0002] In einem Beispiel ist ein von dem Steuergerät beim Zuteilen der Forderung unter den verschiedenen Quellen berücksichtigter Faktor der verfügbare Leistungsbereich der einzelnen Quellen. Eine Brennkraftmaschine kann zum Beispiel eine veränderliche maximale Drehmomentleistung, die von Betriebsbedingungen abhängt, aufweisen, und diese kann sich bei Alterung der Brennkraftmaschine etc. weiter ändern. Wenn sich der Bereich von dem vorhergesagten weiter verändert, kann die von dem Steuergerät vorgenommene Zuteilung dazu führen, dass die Brennkraftmaschine unter ihrer Spitzenleistung arbeitet oder weniger als vom Steuergerät gefordert liefert. Ein solcher Betrieb kann die Fahrzeugleistung und die Kraftstoffwirtschaftlichkeit beeinflussen. Wenn des Weiteren die Brennkraftmaschine überbeansprucht wird, kann sie für verschiedene Bedingungen, beispielsweise Kraftstoffdampfspülen, ungenügend Unterdruck vorsehen.

[0003] Die vorliegenden Erfinder haben erkannt, dass ein Bereich des verfügbaren maximalen Brennkraftmaschinendrehmoments basierend auf Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine präzise geschätzt werden kann. In einer Ausführung wird ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs in einem Fahrzeug vorgesehen. Der Antriebsstrang umfasst einen elektrischen Antrieb und eine Brennkraftmaschine. Das Verfahren umfasst das Vorsehen von Drehmoment zum Antreiben des Fahrzeugs sowohl von dem elektrischen Antrieb als auch von der Brennkraftmaschine, wobei Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines zulässigen Bereichs verändert wird; und das Betreiben der Brennkraftmaschine am Rand des Bereichs, wobei das Anpassen des Bereichs darauf beruht, ob eine gewählte Betriebsbedingung von der Brennkraftmaschine vorgesehen werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, das Antriebsdrehmoment unter den verschiedenen Quellen des Hybridfahrzeugs präziser zuzuteilen und dadurch einen verbesserten Fahrzeugbetrieb zu erreichen. In einem bestimmten Beispiel ist es möglich, den verfügbaren Ausgangsdrehmomentbereich der Brennkraftmaschine adaptiv an die Fahrzeugbetriebsbedingungen anzupassen und Produktionsschwankung, Brennkraftmaschinenalterung etc. zu berücksichtigen.

[0004] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Diagramm einer Brennkraftmaschine in einem beispielhaften Hybridantriebsstrang eines Hybridelektrofahrzeugs.

[0005] [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm einer Brennkraftmaschine, eines Einlasssystems und eines Auslasssystems des Fahrzeugs von [Fig. 1](#).

[0006] [Fig. 3](#) ist ein schematisches Diagramm einer beispielhaften Ausführung eines Kraftstoffsystems des Fahrzeugs von [Fig. 1](#).

[0007] [Fig. 4](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Zuteilen eines geforderten Antriebsdrehmoments unter einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, wobei der Drehmomentbefehl der Brennkraftmaschine innerhalb eines zulässigen Bereichs gehalten wird.

[0008] [Fig. 5](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Steuern der Anpassung des zulässigen Bereichs der Drehmomentbefehle der Brennkraftmaschine basierend auf Brennkraftmaschinenleistung bei Bedingungen weit offener Drossel.

[0009] [Fig. 6](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Steuern der Anpassung des zulässigen Bereichs der Drehmomentbefehle der Brennkraftmaschine, die während eines Kraftstoffdampfspülbetriebs gefordert werden können.

[0010] [Fig. 7A–Fig. 7B](#) zeigen eine Änderung des Brennkraftmaschinendrehmoments und des Drehmomentanpassungswerts im zeitlichen Verlauf, wobei graphisch eine Umsetzung des in [Fig. 4](#) gezeigten Verfahrens dargestellt wird.

[0011] [Fig. 8A–Fig. 8C](#) zeigen eine Änderung des Drehmomentanpassungswerts bei Unterdruck bzw. des Brennkraftmaschinendrehmoments im zeitlichen Verlauf, wobei graphisch eine Umsetzung des in [Fig. 4](#) gezeigten Verfahrens dargestellt wird.

Eingehende Beschreibung der dargestellten Ausführungsformen

[0012] Die vorliegende Offenbarung kann Fahrzeuge betreffen, die zwei oder mehr unterschiedliche Kraftquellen umfassen, beispielsweise Hybridelektrofahrzeuge (HEV). [Fig. 1](#) zeigt eine mögliche Konfiguration, insbesondere eine (geteilte) Konfiguration eines parallelen/seriellen Hybridfahrzeugs. Es können aber verschiedene andere Hybridkonfigurationen verwendet werden, beispielsweise seriell, parallel, integrierter Starter/Drehstromgenerator etc.

[0013] Bei einem HEV verbindet ein Planetenradatz **20** mechanisch ein Trägerrad **22** mittels einer

Einwegkupplung **26** mit einer Brennkraftmaschine **24**. Der Planetenradsatz **20** verbindet auch ein Sonnenrad **28** mechanisch mit einem Generatormotor **30** und einem Ring(abtriebs)rad **32**. Der Generatormotor **30** bindet auch mechanisch an eine Generatorbremse **34** an und ist mit einer Batterie **36** elektrisch verbunden. Ein Fahrmotor **38** ist mit dem Ringrad **32** des Planetenradsatzes **20** mittels eines zweiten Radsatzes **40** mechanisch gekoppelt und ist mit der Batterie **36** elektrisch verbunden. Das Ringrad **32** des Planetenradsatzes **20** und der Fahrmotor **38** sind mittels einer Abtriebswelle **44** mechanisch mit Antriebsrädern **42** gekoppelt.

[0014] Der Planetenradsatz **20** teilt die abgegebene Energie der Brennkraftmaschine **24** in einen seriellen Pfad von der Brennkraftmaschine **24** zu dem Generatormotor **30** und einen parallelen Pfad von der Brennkraftmaschine **24** zu den Antriebsrädern **42**. Die Brennkraftmaschinendrehzahl kann durch Verändern der Aufteilung zu dem seriellen Pfad bei Beibehalten der mechanischen Verbindung durch den parallelen Pfad gesteuert werden. Der Fahrmotor **38** verstärkt durch den zweiten Radsatz **40** die Brennkraftmaschinenleistung zu den Antriebsrädern **42** an dem parallelen Pfad **42**. Der Fahrmotor **38** bietet auch die Möglichkeit, Energie direkt aus dem seriellen Pfad zu nutzen, wobei er im Wesentlichen mit von dem Generatormotor **30** erzeugter Leistung läuft. Dies reduziert Verluste in Verbindung mit dem Umwandeln von Energie in und aus chemischer Energie in der Batterie **36** und lässt die gesamte Brennkraftmaschinenenergie minus Umwandlungsverlusten die Antriebsräder **42** erreichen.

[0015] Ein Fahrzeugsteuergerät (VSC, kurz vom engl. Vehicle System Controller) **46** steuert viele Komponenten in dieser HEV-Konfiguration durch Anbinden an das Steuergerät jeder Komponente. Eine Brennkraftmaschinen-Steuereinrichtung (ECU) **48** bindet mittels einer festverdrahteten Schnittstelle (weitere Einzelheiten siehe in [Fig. 2](#)) an die Brennkraftmaschine **24** an. In einem Beispiel können die ECU **48** und das VSC **46** in der gleichen Einheit untergebracht werden, sind aber eigentlich separate Steuergeräte. Alternativ können sie das gleiche Steuergerät sein oder in separaten Einheiten untergebracht sein. Das VSC **46** steht mit der ECU **48** sowie einer Batteriesteuereinrichtung (BCU) **45** und einer Getriebe/Differentialeinheit-Steuereinrichtung (TMU) **49** durch ein Kommunikationsnetz, beispielsweise ein so genanntes Controller Area Network (CAN, ein lokales Netzwerk für Fahrzeugüberwachungscomputer) **33**, in Verbindung. Die BCU **45** bindet mittels einer Hardwareschnittstelle an die Batterie **46** an. Die TMU **49** steuert den Generatormotor **30** und den Fahrmotor **38** mittels einer festverdrahteten Schnittstelle. Die Steuereinrichtungen **46**, **48**, **45** und **49** sowie das Controller Area Network **33** können einen oder mehrere Mikroprozessoren, Rechner oder Zen-

tralrechner; eine oder mehrere maschinell lesbare Speichervorrichtungen; ein oder mehrere Speichersteuerungseinrichtungen; und ein oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen zur Kommunikation mit verschiedenen Sensoren, Aktoren und Steuerschaltungen umfassen.

[0016] Es versteht sich, dass [Fig. 1](#) nur eine Konfiguration eines HEV zeigt. Es können aber verschiedene Fahrzeugarten mit einer Hilfskraftquelle verwendet werden. Zum Beispiel kann die vorliegende Offenbarung bei einem Brennstoffzellen-HEV, einem Benzin-HEV, einem Ethanol-HEV, einem E85-HEV, einem Wasserstoffbrennkraftmaschinen-HEV etc. brauchbar sein.

[0017] [Fig. 2](#) zeigt eine beispielhafte Brennkraftmaschine **24** und eine Abgasanlage, die mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten HEV-System verwendet werden kann. Die Brennkraftmaschine **24** mit mehreren Zylindern, wovon ein Zylinder in [Fig. 2](#) gezeigt wird, wird durch das elektronische Brennkraftmaschinensteuergerät **48** gesteuert. Die Brennkraftmaschine **24** umfasst einen Brennraum **29** und Zylinderwände **31** mit einem darin positionierten und mit einer Pleuellwelle **39** verbundenen Pleuellwelle **35**. Der Brennraum **29** wird mit dem Ansaugkrümmer **43** und einem Abgaskrümmer **47** mittels eines Einlassventils **52** bzw. eines Auslassventils **54** in Verbindung stehend gezeigt. Jedes Einlass- und Auslassventil wird durch eine elektromechanisch gesteuerte Ventilschleife und eine Ankeranordnung **53** betrieben. Die Ankertemperatur wird durch einen Temperatursensor **51** bestimmt. Die Ventilstellung wird durch einen Stellungssensor **50** ermittelt. In einem alternativen Beispiel weist jeder der Ventilaktoren für die Ventile **52** und **54** einen Stellungssensor und einen Temperatursensor auf. In einer alternativen Ausführung können nockenbetätigte Ventile mit oder ohne veränderliche Nockensteuerzeiten oder veränderlichen Ventilhub verwendet werden.

[0018] Der Ansaugkrümmer **43** wird ebenfalls mit einem damit gekoppelten Kraftstoffeinspritzventil **65** zum Zuführen von flüssigem Kraftstoff proportional zur Pulsbreite des Signals FPW von dem Steuergerät **48** gezeigt. Kraftstoff wird dem Kraftstoffeinspritzventil **65** durch ein (nicht dargestelltes) Kraftstoffsystem mit einem Kraftstofftank, Kraftstoffpumpe und einem (nicht dargestellten) Verteilerrohr zugeführt. Alternativ kann die Brennkraftmaschine so ausgelegt sein, dass der Kraftstoff direkt in den Brennkraftmaschinenzylinder eingespritzt wird, was dem Fachmann als Direkteinspritzung bekannt ist. Zudem wird der Ansaugkrümmer **43** mit einer optionalen elektronischen Drossel **125** in Verbindung stehend gezeigt.

[0019] Eine verteilerlose Zündanlage **88** liefert dem Brennraum **29** mittels einer Zündkerze **92** als Reaktion auf das Steuergerät **48** einen Zündfunken. Ein

Universal-Abgassauerstoffsensoren (UEGO) **76** wird mit dem Abgaskrümmern **47** stromaufwärts des Katalysators **70** gekoppelt gezeigt. Alternativ kann ein Zweizustandssauerstoffsensoren an Stelle des UEGO-Sensors **76** treten. Ein Zweizustandsabgassauerstoffsensoren **98** wird mit dem Abgaskrümmern **47** stromabwärts des Katalysators **70** gekoppelt gezeigt. Alternativ kann der Sensor **98** auch ein UEGO-Sensoren sein. Die Katalysatortemperatur wird durch einen Temperatursensoren **77** gemessen und/oder basierend auf Betriebsbedingungen wie Brennkraftmaschinendrehzahl, Last, Lufttemperatur, Brennkraftmaschinentemperatur und/oder Luftstrom oder Kombinationen derselben geschätzt. Der Katalysator **70** kann in einem Beispiel mehrere Katalysatorbricks umfassen. In einem anderen Beispiel können mehrere Schadstoffbegrenzungsvorrichtungen, jeweils mit mehreren Bricks, verwendet werden. Der Katalysator **70** kann in einem Beispiel ein Dreiwegekatalysator sein.

[0020] In [Fig. 2](#) wird das Steuergerät **48** als herkömmlicher Mikrocomputer mit einem Mikroprozessor (CPU) **102**, Input/Output-Ports **104**, einem Festspeicher **106**, einem Arbeitsspeicher **108**, einem batteriegestützten Speicher **110** und einem herkömmlichen Datenbus gezeigt. Das Steuergerät **48** wird gezeigt, wie es von den mit der Brennkraftmaschine **24** verbundenen Sensoren verschiedene Signale zusätzlich zu den zuvor erläuterten Signalen empfängt, darunter: Brennkraftmaschinenkühltemperatur (ECT) von einem mit einem Kühlmantel **114** gekoppelten Temperaturfühler **112**; einen mit einem Gaspedal gekoppelten Stellungssensoren **119**; eine Messung eines Brennkraftmaschinendruckes (MAP) von einem mit dem Ansaugkrümmer **43** gekoppelten Drucksensoren **122**; eine Messung (ACT) einer Brennkraftmaschinenluftmengentemperatur oder Krümmertemperatur von einem Temperatursensoren **117**; und einen Brennkraftmaschinenstellungssensoren von einem Hall-Geber **118**, der die Stellung der Kurbelwelle **39** erfasst. In einer Ausgestaltung der vorliegenden Beschreibung erzeugt der Brennkraftmaschinenstellungssensoren **118** eine vorbestimmte Anzahl an gleichmäßig beabstandeten Pulsen pro Umdrehung der Kurbelwelle, woraus Brennkraftmaschinendrehzahl (U/min) ermittelt werden kann.

[0021] In einer alternativen Ausführung kann eine Direkteinspritzbrennkraftmaschine verwendet werden, wobei das Einspritzventil **65** in einem Brennraum **29** entweder in dem Zylinderkopf ähnlich der Zündkerze **92** oder an der Seite des Brennraums positioniert ist.

[0022] Unter Bezug nun auf [Fig. 3](#) wird eine beispielhafte Ausführung eines Kraftstoffsystems gezeigt. Das Kraftstoffsystem **200** umfasst einen Kraftstoffspeichertank **202**. Kraftstoff kann von dem Kraftstoffspeichertank **202** durch das Kraftstoffzufuhrrohr

206 mittels der Kraftstoffpumpe **204** zu dem Verteilerrohr **208** gepumpt werden. Das Verteilerrohr **208** kann gemäß einem Signal FWP von dem Steuergerät **48** Kraftstoff zu den Kraftstoffeinspritzventilen **65** zerstäuben, um in die Kanäle des Zylinders/der Zylinder der Brennkraftmaschine **24** eingespritzt zu werden. Der Kraftstofftank **202** umfasst ein Füllrohr **210** zum Aufnehmen von Kraftstoff. Das Kraftstofffüllrohr **210** kann so ausgelegt sein, dass es sich weg von dem Kraftstofftank **202** zur Außenkante der Karosserie des Fahrzeugs erstreckt, so dass es zum Füllen des Kraftstofftanks für einen Fahrzeugbediener zugänglich ist. Das Kraftstofffüllrohr **210** kann mit einem Tankdeckel **212** versehen sein, der während des Füllens des Kraftstofftanks abgenommen werden kann. Der Tankdeckel **212** kann dafür ausgelegt sein, bei Verbinden mit dem Kraftstofffüllrohr **210** eine dampfdichte Abdichtung zu erzeugen, so dass ein Austreten von Kraftstoffdampf aus dem Kraftstofffüllrohr und dem Kraftstofftank verhindert werden kann. Ein Tankdeckelsensoren **214** kann in einer Seitenwand des Kraftstofffüllrohrs **210** positioniert sein. Der Tankdeckelsensoren **214** kann Signale an das Steuergerät **48** senden, die anzeigen, dass der Tankdeckel **210** abgenommen wurde oder dass sich der Tankdeckel in einer Ausrichtung befindet, die das Kraftstoffrohr **210** abdichtet.

[0023] Der Stand des flüssigen Kraftstoffs in dem Kraftstofftank **202** kann durch das Steuergerät **48** mit Hilfe von Sensormessungen ermittelt werden. In manchen Ausführungen kann zum Beispiel eine Vorrichtung zum Messen des Stands flüssigen Kraftstoffs (nicht dargestellt), die auf der Oberfläche des flüssigen Kraftstoffs in dem Tank schwimmt, das Volumen des flüssigen Kraftstoffs im Tank ermitteln. Weiterhin kann in manchen Ausführungen ein Sensoren **216** Kraftstofftankdruck messen, und ein Stand flüssigen Kraftstoffs kann aus dieser Druckmessung abgeleitet werden. Ein Hinweis auf den Stand des flüssigen Kraftstoffs kann dem Fahrer basierend auf der Ermittlung mittels Messung und/oder Berechnung geliefert werden. Das Steuergerät **48** kann basierend auf den erhaltenen Messungen und/oder der Ermittlung einen Messwert des Kraftstoffstands erzeugen, der von einem vollen Kraftstofftank zu einem leeren Kraftstofftank reichen kann. Der Hinweis kann dem Fahrzeugbediener mittels einer Kraftstoffstandanzeige angezeigt werden, die von dem Fahrzeugbediener zum Zweck des Füllens des Kraftstofftanks genutzt werden kann.

[0024] Das Kraftstoffsystem **200** umfasst weiterhin einen Kraftstoffdampfbehälter **220**, der mittels einer Entlüftungsleitung **218** an den Kraftstofftank **202** anbindet. Um Druck in dem Kraftstofftank **202** zu regeln, kann Kraftstoffdampf von dem Kraftstofftank **202** durch die Entlüftungsleitung **218** zu dem Kraftstoffdampfbehälter **220** strömen. Der Kraftstoffdampfbehälter **220** kann in den Behälter strömenden Kraft-

stoffdampf zurückhalten, während er durch den Behälter gefilterte Luft mittels einer (nicht dargestellten) Entlüftung an die Atmosphäre entlüften lässt. In manchen Ausführungen kann der Kraftstoffdampfbehälter Kraftstoffdampf mit Aktivkohle filtern. Der Kraftstoffdampf kann an der Aktivkohle anhaften, bis der Kraftstoffdampf gespült wird.

[0025] Als Reaktion auf verschiedene Betriebsbedingungen und Vorgänge kann eine Sättigung des Kraftstoffdampfbehälters eintreten. In einem Beispiel kann das Kraftstofftankfüllen in dem Kraftstofftank vorhanden Kraftstoffdampf in den Behälter zwingen, was Behältersättigung bewirkt. Als anderes Beispiel können Wärme und/oder Druck, die während Fahrzeugbetrieb erzeugt werden, ein Verdampfen flüssigen Kraftstoffs bewirken, was Kraftstoffdampf erzeugt, der in den Behälter befördert werden kann, was Sättigung hervorruft.

[0026] Um eine Übersättigung des Kraftstoffdampfbehälters und eine Freisetzung von Kraftstoffdampf an die Atmosphäre zu verringern, kann der Kraftstoffdampf durch Steuerung eines Spülventils **222** aus dem Kraftstoffdampfbehälter **220** gespült werden. Kraftstoffdampf kann mit Hilfe eines Brennkraftmaschinenunterdrucks, der während Brennkraftmaschinenbetrieb erzeugt wird, aus dem Kraftstoffdampfbehälter gespült werden. In einem Beispiel kann Brennkraftmaschinenunterdruck durch Betätigen eines Drosselventils **125** erzeugt werden, und bei Betätigung des Spülventils **222** kann sich Kraftstoffdampf von dem Kraftstoffdampfbehälter **220** in den Ansaugkrümmer bewegen und kann zur Verbrennung in den Zylinder/die Zylinder eindringen. Durch Einleiten von Kraftstoffdampf in den Zylinder/die Zylinder und nicht an die Atmosphäre kann die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verbessert und die Emissionen können reduziert werden. Weiterhin kann ein Kraftstoffdampfspülen so ausgeführt werden, dass die Verbrennung des Kraftstoffdampfs der Brennkraftmaschine Drehmoment liefert, das den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine aufrechterhält. Demgemäß kann das Steuergerät **48** das Spülventil **222** und das Drosselventil **125** zusammenwirkend steuern, um einen geeigneten Brennkraftmaschinenunterdruck zu erzeugen, der ein Spülen von Kraftstoffdampf aus dem Kraftstoffdampfbehälter und dessen Verbrennen in dem Zylinder/den Zylindern ermöglicht. Bei dem beispielhaften Kraftstoffsystem kann Kraftstoffdampf aus dem Kraftstofftank und Behälter gespült werden, um Kraftstofftankdruck ohne wesentliche Abnahme des Brennstoffwirkungsgrads zu regeln, ohne Kraftstoffdampf an die Atmosphäre freizusetzen.

[0027] Es versteht sich, dass andere Auslegungen zum Entlüften und Spülen von Kraftstoffdampf in dem vorstehend erläuterten Kraftstoffsystem implementiert werden können. Zum Beispiel können zusätzliche Entlüftungsleitungen und/oder Behälter verwen-

det werden, um Kraftstoffdampf zu filtern und zurückzuhalten. Als weiteres Beispiel kann ein System zum Spülen von Kraftstoffdampf mehrere Spülventile umfassen.

[0028] [Fig. 4–Fig. 6](#) zeigen beispielhafte Flussdiagramme, die beispielhafte Ansätze zum Betreiben eines Hybridantriebsstrangs eines Fahrzeugs veranschaulichen. [Fig. 4](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Zuteilen eines geforderten Antriebsdrehmoments zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, wobei der Brennkraftmaschinendrehmomentbefehl innerhalb eines zulässigen Bereichs gehalten wird. Zunächst ermittelt ein Verfahren **400** bei **402**, ob die Drehmomentsteuerung angeordnet wurde. Wenn die Antwort Ja lautet, ermittelt das Verfahren **400** bei **404** basierend auf einer Fahrerforderung ein gefordertes Antriebsstrangdrehmoment. Dann teilt das Verfahren **400** bei **406** basierend auf Betriebsbedingungen das geforderte Antriebsstrangdrehmoment in ein Sollbrennkraftmaschinendrehmoment und/oder ein Elektroantriebsdrehmoment auf. Das Elektroantriebsdrehmoment kann ein Drehmoment von einem Motor, beispielsweise einem Fahrmotor **38** sein, der in [Fig. 1](#) gezeigt wird.

[0029] Als Nächstes umfasst das Verfahren **400** bei **408** das Ermitteln eines maximal verfügbaren Brennkraftmaschinendrehmoments oder eines maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments für die aktuellen Betriebsbedingungen. Das maximal zulässige Brennkraftmaschinendrehmoment kann beruhend auf den Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen, beispielsweise Brennkraftmaschinendrehzahl, Last, Dampfspülung, etc., ermittelt oder geschätzt werden. Das maximal zulässige Drehmoment kann abhängig von Betriebsbedingungen schwanken. Wie aber nachstehend näher beschrieben wird, kann das maximal zulässige Drehmoment durch Lernen tatsächlicher Betriebsbedingungen präzise geschätzt werden.

[0030] Als Nächstes ermittelt das Verfahren **400** bei **410**, ob das Solldrehmoment der Brennkraftmaschine größer als das maximal zulässige Drehmoment ist. Wenn die Antwort Nein lautet, kann die Brennkraftmaschine das Solldrehmoment liefern. Somit passt das Verfahren **400** bei **414** Betriebsparameter der Brennkraftmaschine an, um das Solldrehmoment der Brennkraftmaschine vorzusehen. Wenn die Antwort Ja lautet, umfasst das Verfahren bei **412** das Beschränken des Solldrehmoments der Brennkraftmaschine auf das maximal zulässige Drehmoment und das Anpassen des elektrischen Antriebs und/oder Getriebes, um das Solldrehmoment auszugleichen. Zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren **400** von Schritt **412** zu Schritt **414** weitergehen, wo die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine weiter angepasst werden können, um das Solldrehmoment der Brennkraftmaschine vorzusehen.

[0031] Eine Brennkraftmaschine kann abhängig von Betriebsbedingungen eine veränderliche maximale Drehmomentleistung aufweisen. Das maximal zulässige Brennkraftmaschinendrehmoment kann aber geschätzt und dann unter bestimmten Betriebsbedingungen angepasst werden. [Fig. 5](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Steuern der Anpassung des zulässigen Bereichs der Drehmomentbefehle der Brennkraftmaschine basieren auf Brennkraftmaschinenleistung zum Beispiel bei Bedingungen weit offener Drossel. Zunächst ermittelt ein Verfahren **500** bei **502**, ob ein Lernen des maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments aktiviert ist oder ob die Betriebsbedingung für das adaptive Lernen des maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments erfüllt ist. In einem Beispiel kann die Betriebsbedingung eine Bedingung sein, bei der die Brennkraftmaschine nicht bei einer weit offenen Drossel arbeitet. In einem anderen Beispiel kann die Bedingung eine Bedingung sein, bei der kein Kraftstoffdampfspülen ausgeführt wird. Wenn die Antwort Ja lautet, ermittelt das Verfahren **500** bei **504** weiterhin, ob die Brennkraftmaschine bei dem maximal zulässigen Drehmoment mit einem Soll Drehmoment arbeitet. Lautet die Antwort Ja, passt (z. B. steigert oder senkt) das Verfahren **500** bei **506** einen maximal zulässigen Drehmomentbereich für die aktuellen Betriebsbedingungen basierend darauf, ob das Soll Drehmoment der Brennkraftmaschine tatsächlich mit dem Betrieb weit offener Drossel erreicht wird, an.

[0032] In manchen Ausführungen kann die Anpassung des maximal zulässigen Drehmoments auf einem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment basieren, das beruhend auf den Betriebsbedingungen ermittelt wird. Eine präzise Schätzung des maximal zulässigen Drehmoments kann schwierig sein, da verschiedene Variablen die Genauigkeit der Drehmomentschätzung beeinflussen können. Die Variablen umfassen eine Beschleunigungszeit von null bis 60 Meilen/Stunde, Leistungssteuerung, Verzögerungen bei Gaswegnehmen, Brennkraftmaschinentemperatur bei steilem Gefällen etc., sind aber nicht hierauf beschränkt. Weiterhin kann es bei manchen Bedingungen schwierig sein, die Wirkung einiger Variablen auf die maximale Drehmomentvorhersage zu schätzen. Die Variablen umfassen Brennkraftmaschinenverschleiß, Strömungsdrosselung des Luftfilters, Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit, Beschränkungen des Einlasskanals, Zündwinkel und Kraftstoffart, sind aber nicht hierauf beschränkt. Jede dieser Variablen hat eine direkte Auswirkung auf das maximale Drehmoment, das eine Brennkraftmaschine erzeugen kann, d. h. auf das maximal zulässige Drehmoment. Die Wirkungen können auf die Änderung der maximalen Luftströmfähigkeit in die Brennkraftmaschine zurückzuführen sein. Es kann unmöglich sein, die Wirkung individuell für jede Variable oder kollektiv für mehr als eine Variable präzise zu quantifizieren. Das maximal zulässige Drehmoment kann aber ba-

sierend auf einer Betriebsbedingung, beispielsweise dem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment und tatsächlichem Unterdruck in einem Ansaugkrümmer der Brennkraftmaschine, angepasst werden, bis das geschätzte zulässige Drehmoment im Wesentlichen nahe dem maximal zulässigen Drehmoment ist. In manchen Ausführungen kann das maximal zulässige Drehmoment zum Beispiel basierend auf einer Drehmomentforderung von einem Steuergerät geschätzt werden. Das Steuergerät, beispielsweise das Fahrzeugsystemsteuergerät **46** oder das Brennkraftmaschinensteuergerät **48**, die vorstehend beschrieben wurden, können so ausgelegt werden, dass sie das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ermitteln. Die Ermittlung kann basierend auf einer Drehmomentforderung des Fahrzeugs, beispielsweise einer Fahrerforderung, erfolgen. In manchen Ausführungen kann die Fahrerforderung auf einer Pedalstellung beruhen, die von einem in [Fig. 2](#) gezeigten Stellungssensor **119** gemessen wird. Es versteht sich, dass verschiedene Drehmomentforderungen des Fahrzeugs zum Schätzen des maximal zulässigen Drehmoments der Brennkraftmaschine durch das Steuergerät verwendet werden können.

[0033] Ein Ansatz zum Ermitteln des maximal zulässigen Drehmoments ist das Anpassen des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments mit Hilfe eines Drehmomentanpassungswerts, wobei der Drehmomentanpassungswert basierend auf einer Betriebsbedingung verändert wird. In manchen Ausführungen kann der Drehmomentanpassungswert eine Funktion einer Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine sein. Der Drehmomentanpassungswert kann aus mehreren möglichen Drehmomentanpassungswerten gewählt werden, die verschiedenen Brennkraftmaschinendrehzahlen entsprechen. In manchen Ausführungen kann der Drehmomentanpassungswert so innerhalb eines Bereichs festgelegt werden, dass er in dem Bereich von -20 bis $+20$ Newtonmeter (Nm) fällt. Der Drehmomentanpassungswert kann in einem Speicher des Steuergeräts, beispielsweise dem Fahrzeugsystemsteuergerät **46** oder dem Brennkraftmaschinensteuergerät **48**, in einer Matrix gespeichert werden. In manchen Ausführungen kann der Drehmomentanpassungswert in einem batteriegestützten Speicher (KAM) des Steuergeräts gespeichert werden. Der Drehmomentanpassungswert kann während Neustartens der Brennkraftmaschine verfügbar sein und dann während Fahrzeugbetrieb angepasst oder aktualisiert werden, wie nachstehend beschrieben wird.

[0034] Alternativ kann dem Drehmomentanpassungswert ein Anfangswert gegeben werden, der in dem vorstehend beschriebenen Bereich festgelegt ist, und kann während Fahrzeugbetrieb angepasst oder aktualisiert werden.

[0035] In einem Beispiel kann das Verändern des Drehmomentanpassungswerts auf einem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment beruhen. Das tatsächliche Drehmoment kann ein Drehmoment sein, das die Brennkraftmaschine als Reaktion auf einen Befehl des Steuergeräts erzeugen kann. In manchen Ausführungen kann das tatsächliche Drehmoment durch eine geeignete Messung ermittelt werden. Zum Beispiel kann bei einem Hybridelektrofahrzeug das tatsächliche Drehmoment durch einen Generator (z. B. durch den in [Fig. 1](#) gezeigten Generator **30**) des Fahrzeugs gemessen werden. In manchen Ausführungen kann das tatsächliche Drehmoment basierend auf tatsächlichen Brennkraftbetrieben, beispielsweise einer in das Brennkraftmaschinensystem eindringenden Luftstrommenge, entweder durch eine Messung oder eine Schätzung des Luftstroms in einem Ansaugkrümmer ermittelt werden. In manchen Ausführungen kann das tatsächliche Drehmoment durch Modellieren basierend auf Brennkraftmaschinenbetriebsparametern, beispielsweise Brennkraftmaschinen-drehzahl, Kraftstoffeinspritzung, Zündzeit, etc., ermittelt werden.

[0036] Das Verändern des Drehmomentanpassungswerts kann weiterhin beruhend auf einer Ermittlung, ob eine Forderung nach dem maximalen Drehmoment stabil ist, ausgeführt werden, somit kann das maximale Drehmoment angepasst werden oder der Drehmomentanpassungswert kann basierend auf dem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment verändert werden. Der folgende Algorithmus kann bei Forderung des maximalen Drehmoments zum Konfigurieren eines Zeitgebers, TQ_MAXREQ_TMR, verwendet werden, um einen Zeitraum zu zählen:

```
WENN (emp_tq_eng_des >= TQE_MAXALLOW -
small_offset)
DANN TQ_MAXREQ_TMR = TQ_MAXREQ_TMR +
delta_timet
SONST TQ_MAXREQ_TMR = 0.0
```

wobei emp_tq_eng_des das geforderte Drehmoment oder das maximal zulässige Drehmoment ist, das von dem Steuergerät als Reaktion auf die Forderung geschätzt wird, TQE_MAXALLOW das maximal zulässige Drehmoment der Brennkraftmaschine ist, small_offset vorbestimmter Wert ist und delta_time ein Zeitinkrement ist, beispielsweise 0,1 Sekunden. Die Forderung nach dem maximalen Drehmoment ist stabil, wenn der Zeitgeber eine Schwellenzeit überschreitet. In einer Ausführung beträgt die Schwellenzeit 1,0 Sekunden, auch wenn sie auf verschiedene Werte eingestellt werden kann.

[0037] Nach der Ermittlung, dass die Forderung nach dem maximalen Drehmoment stabil ist, kann die Information über das von der Brennkraftmaschine erzeugte tatsächliche Drehmoment oder das Rückmeldungs-drehmoment zum Aktualisieren des Dreh-

momentanpassungswerts genutzt werden. In manchen Ausführungen kann der Drehmomentanpassungswert zum Beispiel gesenkt werden, wenn das tatsächliche Drehmoment unter dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment liegt. Das Senken des Drehmomentanpassungswerts über aufeinander folgende Zyklen hat die Wirkung des „Lernens niedriger Werte“ des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments.

[0038] In manchen Ausführungen kann das Senken des Drehmomentanpassungswerts weiterhin basierend auf einer Ermittlung ausgeführt werden, dass das tatsächliche Drehmoment kleiner als das maximal zulässige Drehmoment ist und dass eine Differenz des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments und des tatsächlichen Drehmoments einen vorbestimmten Betrag überschreitet. In einer Ausführung beträgt der vorbestimmte Betrag 3,0 Nm, wengleich verschiedene Werte verwendet werden können. Somit kann der folgende Algorithmus zum Ermitteln des Drehmomentanpassungswerts verwendet werden:

```
WENN (tq_maxreq_tmr >= 1 Sekunde)
UND (tqe_tq_fbk <= emp_tq_eng_des - 3 Nm)
DANN
tqe_max_kam[N] = tqe_max_kam[N] - tqmax_dec
wobei tqe_tq_fbk das Rückmeldungs-drehmoment
oder das von der Brennkraftmaschine erzeugte
tatsächliche Drehmoment ist, tqe_max_kam[N] der
Drehmomentanpassungswert ist und tqmax_dec ein
Inkrement des Drehmomentanpassungswerts ist. Typischerweise ist tqmax_dec ein positive Wert. In manchen Ausführungen kann tqmax_dec ein vorbestimmter Wert von 0,1 Nm oder weniger sein, wengleich andere Werte verwendet werden können.
```

[0039] Analog kann das maximal zulässige Drehmoment höher gelernt werden, wenn das von der Brennkraftmaschine erzeugte tatsächliche Drehmoment höher als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment, d. h. „Lernen nach oben“, ist. Der Drehmomentanpassungswert wird angehoben, wenn das tatsächliche Drehmoment größer als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist. In manchen Ausführungen kann das Anheben des Drehmomentanpassungswert basierend auf einer Ermittlung erfolgen, dass das geforderte maximale Drehmoment erzeugt werden kann Zum Beispiel kann das geforderte maximale Drehmoment erzeugt werden, wenn eine Differenz des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments und des tatsächlichen Drehmoments kleiner als ein vorbestimmter Betrag ist. In einer Ausführung beträgt der vorbestimmte Betrag 1,0 Nm, wengleich andere Werte verwendet werden können. Somit kann der folgende Algorithmus verwendet werden, um den Drehmomentanpassungswert zu ermitteln:

```
WENN (tq_maxreq_tmr >= 1 Sekunde)
UND (tqe_tq_fbk >= emp_tq_eng_des - 1 Nm)
```

DANN

$tqe_max_kam[N] = tqe_max_kam[N] + tqmax_inc$
wobei $tqmax_inc$ ein Inkrement des Drehmomentanpassungswerts ist. In manchen Ausführungen kann $tqmax_inc$ ein vorbestimmter Wert von 0,1 Nm oder weniger sein, wengleich andere Werte verwendet werden können.

[0040] Zu beachten ist, dass der Drehmomentanpassungswert unverändert bleiben kann, wenn ermittelt wird, dass das von der Brennkraftmaschine erzeugte tatsächliche Drehmoment im Wesentlichen nahe dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment liegt. In manchen Ausführungen kann eine solche Ermittlung auf dem vorstehend beschriebenen Algorithmus beruhen, wenn die Bedingung zum Lernen eines niedrigeren oder höheren maximal zulässigen Drehmoments nicht erfüllt ist.

[0041] Wenn der Drehmomentanpassungswert durch Lernen ermittelt wird, kann das maximal zulässige Drehmoment wie nachstehend durch Addieren des Drehmomentanpassungswerts zu dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment angepasst werden:

$TQE_MAXALLOW = tqe_maxallow_tmp + tqe_max_kam[N]$

wobei $TQE_MAXALLOW$ ein angepasstes maximal zulässiges Drehmoment ist und $tqe_maxallow_tmp$ ein aktuelles maximal zulässiges Drehmoment ist. Das aktuelle maximal zulässige Drehmoment kann das durch das Steuergerät geschätzte maximal zulässige Drehmoment sein.

[0042] Die Anpassung des maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments kann beruhend darauf ausgeführt werden, ob ein Solldrehmoment der Brennkraftmaschine mit Betrieb bei weit offener Drossel erreicht werden kann. In manchen Ausführungen kann das Lernen des Drehmomentanpassungswerts oder das Anpassen des maximal zulässigen Drehmoments ausgesetzt werden, wenn die Brennkraftmaschine nahe Bedingungen eines weit offenen Pedals arbeitet. Alternativ kann ein separater Satz an Drehmomentanpassungswerten gelernt werden, während die Brennkraftmaschine bei einem Betrieb mit weit offener Drossel arbeitet.

[0043] [Fig. 6](#) zeigt ein Übersichtsflussdiagramm zum Steuern der Anpassung des zulässigen Bereichs von Brennkraftmaschinendrehmomentbefehlen, die während des Betriebs des Kraftstoffdampfspülens gefordert werden können. Zunächst ermittelt das Verfahren **600** bei **602**, ob ein Kraftstoffdampfspülen ausgeführt wird. Lautet die Antwort Ja, geht das Verfahren **600** zu **604**, um zu ermitteln, ob die Dampfmenge größer als ein Grenzwert ist. Wenn die Antwort Ja lautet, ermittelt das Verfahren **600** bei **606** weiter, ob der Unterdruck zum Spülen von Kraftstoffdampf ausreicht. Lautet die Antwort Nein, passt das

Verfahren **600** bei **608** ein Brennkraftmaschinendrehmoment an, um den geforderten Unterdruck zu erfüllen. Unter dieser Bedingung kann das geforderte Drehmoment mit einem elektrischen Antrieb, beispielsweise einem Motor, ausgeglichen werden.

[0044] Als Nächstes umfasst das Verfahren bei **610** das Lernen eines maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments, um die Spülforderungen zu erfüllen. Das Lernen des maximal zulässigen Brennkraftmaschinendrehmoments kann auf einem tatsächlichen Unterdruck in dem Ansaugkrümmer der Brennkraftmaschine beruhen. In manchen Ausführungen kann das Steuergerät die Brennkraftmaschine nahe null Unterdruck betreiben, um einen optimalen Kraftstoffwirkungsgrad zu erreichen. Bei dem Hybridelektrofahrzeug kann die Brennkraftmaschine mit dem Öffnungsbetrag des Drosselventils in der Nähe des maximalen Öffnungsbetrags (weit offene Drossel (WOT)) betrieben werden, um den Kraftstoffwirkungsgrad der Brennkraftmaschine zu verbessern. Ein solcher Betrieb kann aber ein Problem für ein Kraftstoffsystem (z. B. Kraftstoffsystem **200** in [Fig. 3](#)), das Unterdruck benötigt, erzeugen. Wie vorstehend beschrieben kann zum Beispiel ein Kraftstoffdampfbehälter **220** Unterdruck benötigen, um Kraftstoffdampf in den Ansaugkrümmer der Brennkraftmaschine zu spülen. Das Problem lässt sich durch Anpassen des maximal zulässigen Drehmoments zum Erreichen des erforderlichen Spülunterdrucks lösen. Das Senken des Brennkraftmaschinendrehmoments kann den erforderlichen Spülunterdruck vorsehen. Somit kann das Anpassen des maximal zulässigen Drehmoments das Senken des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments durch Subtrahieren des Drehmomentanpassungswerts von dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment umfassen.

[0045] In manchen Ausführungen kann das Anpassen des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments nur ausgeführt werden, wenn der Unterdruck gefordert wird, so dass der normale Betrieb (z. B. nahe WOT) nicht unterbrochen wird. Es kann ein für Kraftstoffdampfspülung erforderlicher Schwellenunterdruck festgelegt werden und die Anpassung des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments kann ausgeführt werden, wenn der Schwellenunterdruck erfüllt ist. In manchen Ausführungen kann der Schwellenunterdruck in einem Bereich von 0,0 bis 0,1 Inch of Mercury liegen. Ein nachstehend gezeigter beispielhafter Algorithmus kann zum Ermitteln der Aktivierung der Dampfspülung und des erforderlichen Spülunterdrucks PG_VAC_REQ verwendet werden:

WENN ($PG_FUL_FRAC > threshold$) UND ($PCOMP_ENA = 1$)
DANN $PG_VAC_REQ = 2 \ln Hg$
SONST $PG_VAC_REQ = 0$
wobei hier PG_FUL_FRAC der eingeleitete Spül-

kraftstoffanteil ist und PCOMP_ENA anzeigt, ob eine Ausgleichsanpassung des Spülkraftstoffs aktiviert ist. In manchen Ausführungen kann die Forderung nach Aktivieren von Spülen beseitigt werden, um eine spürbare Änderung des Drehmoments während der Übergänge zu und von einem Spülen zu vermeiden. Zu beachten ist, dass jede Bedingung für ein Aktivieren beseitigt werden kann, um Spülen einzuleiten. Während in dem vorstehenden Algorithmus PG_VAC_REC auf 2,0 Inch of Mercury gesetzt ist, ist zu beachten, dass verschiedene Werte verwendet werden können und dass der Wert mit Betriebsbedingungen, Art der Brennkraftmaschine etc. angepasst werden kann. Zum Beispiel kann der erforderliche Spülunterdruck eine Funktion von PG_FUL_FRAC und der Drehzahl (N) der Brennkraftmaschine sein und kann somit aus mehreren möglichen PG_VAC_REQ Werten, die PG_FUL_FRAC und N entsprechen, gewählt werden.

[0046] Das Anpassen des maximal zulässigen Drehmoments kann durch Subtrahieren des Drehmomentanpassungswerts von dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment verwirklicht werden. Der Drehmomentanpassungswert hat typischerweise einen positiven Wert. Wenn der tatsächliche Unterdruck somit kleiner als der geforderte Spülunterdruck ist, kann der Drehmomentanpassungswert tqe_vac_kam angehoben werden. Auf diese Weise wird das maximal zulässige Drehmoment stärker gesenkt, so dass der erforderliche Spülunterdruck vorgelesen oder geschützt wird. Der folgende Algorithmus kann zum Anpassen des Drehmomentanpassungswerts verwendet werden:

WENN (BP – MAP_raw) < (PG_VAC_REQ)
DANN

$tqe_vac_kam = tqe_vac_kam + tqvac_inc$
wobei BP der Atmosphären- oder Luftdruck ist, MAP_raw der tatsächliche Krümmerunterdruck (MAP) ist und $tqvac_inc$ ein Drehmomentanpassungssinkrement ist, das ein Wert wie zum Beispiel 0,1 Nm oder 0,2 Nm sein kann. Die Druckdifferenz (BP – MAP_raw) zwischen dem Luftdruck und MAP ist der tatsächliche Unterdruck in dem Ansaugkrümmer. Der Luftdruck kann durch ein Barometer gemessen werden. Der MAP kann durch einen MAP-Sensor (z. B. den in [Fig. 2](#) gezeigten Drucksensor **122**) gemessen werden oder kann aus den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine gefolgert werden.

[0047] Das maximal zulässige Drehmoment kann angepasst werden, um weniger stark gesenkt zu werden, wenn der geforderte Spülunterdruck kleiner ist. In manchen Ausführungen kann der Drehmomentanpassungswert inkrementell gesenkt werden, wenn der tatsächliche Unterdruck größer als der erforderliche Spülunterdruck ist. Weiterhin kann das Senken des Drehmomentanpassungswerts auf einer Ermittlung erfolgen, dass die maximale Drehmomentforderung stabil ist, die Brennkraftmaschine das geforder-

te Drehmoment erzeugen kann und der tatsächliche Unterdruck zu hoch ist. Die Forderung nach dem maximalen Drehmoment kann zum Beispiel als stabil ermittelt werden, wenn die geforderte Zeit eine Schwellenzeit überschreitet. In einer Ausführung beträgt die Schwellenzeit 1,0 Sekunden. Der Unterdruck in dem Ansaugkrümmer ist zu hoch, wenn eine Differenz des tatsächlichen Unterdrucks und des erforderlichen Spülunterdrucks einen vorbestimmten Wert überschreitet. Somit kann der folgende Algorithmus zum Senken des Drehmomentanpassungswerts verwendet werden:

WENN (TQ_MAXREQ_TMR >= 1 Sekunde)

UND (BP – MAP_RAW) > (PG_VAC_REQ + Hysteresse)

UND (TQE_TQ_FBK >= emp_tq_eng_des – 1 Nm
DANN

$tqe_vac_kam = tqe_vac_kam - tqvac_dec$

wobei TQ_MAXREQ_TMR ein Zeitgeber zum Zählen eines Zeitraums, bei dem das maximale Drehmoment gefordert wird, ist, tqe_tq_fbk ein Rückmeldungs-drehmoment oder das von der Brennkraftmaschine erzeugte tatsächliche Drehmoment ist, emp_tq_eng_des das maximal zulässige Drehmoment ist, das von dem Steuergerät als Reaktion auf die Drehmomentforderung geschätzt wird, Hysteresse ein vorbestimmter Wert ist und $tqvac_dec$ ein Drehmomentanpassungswertinkrement ist. In manchen Ausführungen kann $tqvac_dec$ 0,1 oder 0,2 Inch of Mercury betragen und die Hysteresse beträgt zum Beispiel 0,2 oder 0,4 Inch of Mercury.

[0048] Wenn der Drehmomentanpassungswert durch das Lernen ermittelt wird, kann das maximal zulässige Drehmoment wie nachstehend durch Subtrahieren des Drehmomentanpassungswerts auf das aktuelle maximal zulässige Drehmoment oder das geschätzte maximal zulässige Drehmoment angepasst werden:

$TQE_MAXALLOW = tqe_maxallow_tmp - tqe_vac_kam$

[0049] Es versteht sich, dass die Verfahren **500** und **600** lediglich beispielhafte Ansätze zum Lernen des maximal zulässigen Drehmoments sind. Es können aber andere geeignete Mechanismen zum Lernen des maximal zulässigen Drehmoments beruhend auf einer Brennkraftmaschinenbetriebsbedingung verwendet werden. Zum Beispiel kann ein Proportional/Integral-Regler (PI) oder ein Proportional/Integral/Differentiell-Regler (PID) verwendet werden, um das maximal zulässige Drehmoment beruhend auf Rückmeldungs-drehmoment anzupassen.

[0050] [Fig. 7A–Fig. 7B](#) zeigen die Änderung des Brennkraftmaschinendrehmoments und des Drehmomentanpassungswerts im zeitlichen Verlauf, wobei schematisch eine Umsetzung von Verfahren **500** gezeigt wird. Wie in [Fig. 7A](#) dargestellt, zeigt Kurve A ein geschätztes maximal zulässiges Drehmoment

der Brennkraftmaschine an und zeigt, dass das geschätzte maximal zulässige Drehmoment im zeitlichen Verlauf unverändert bleibt, d. h. die Drehmomentforderung für die Brennkraftmaschine ist stabil. Kurve B zeigt ein tatsächliches von der Brennkraftmaschine erzeugtes Brennkraftmaschinendrehmoment an und zeigt, dass das tatsächliche Drehmoment geringer als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist.

[0051] [Fig. 7B](#) zeigt die Anpassung eines Drehmomentanpassungswerts beruhend auf dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment und dem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment, das in [Fig. 7A](#) gezeigt wird. Wie in [Fig. 7B](#) gezeigt, beginnt sich der Drehmomentanpassungswert bei Zeitpunkt t_1 zu verändern, wenn das tatsächliche Drehmoment kleiner als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist. Der Drehmomentanpassungswert ist negativ und sinkt inkrementell bis zum Zeitpunkt t_2 .

[0052] Als Reaktion auf die Veränderung des Drehmomentanpassungswert wird das maximal zulässige Drehmoment mit Hilfe des Verfahrens **500** angepasst. Kurve C in [Fig. 7A](#) zeigt, dass das angepasste maximal zulässige Drehmoment bis zum Zeitpunkt t_2 gesenkt wird, wo das angepasste maximal zulässige Drehmoment im Wesentlichen nahe dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment ist. In dem dargestellten Beispiel wird das maximal zulässige Drehmoment angepasst, bis es etwas höher als das tatsächliche Drehmoment ist. [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) zeigen die Situation, in der das maximal zulässige Drehmoment „nach unten gelernt“ wird, wenn das tatsächliche Drehmoment kleiner als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist. Analog kann das geschätzte maximal zulässige Drehmoment basierend auf einer Ermittlung, dass das tatsächliche Drehmoment höher als das maximal zulässige Drehmoment ist, inkrementell nach oben angepasst werden, d. h. „Lernen nach oben“. In einer solchen Situation kann der Drehmomentanpassungswert ein positiver Wert sein und kann inkrementell ansteigen, wenn die unter Bezug auf [Fig. 5](#) beschriebenen Bedingungen zum „Lernen nach oben“ erfüllt sind.

[0053] Wie vorstehend beschrieben ermöglicht das Verfahren **500** das dynamische Lernen des maximal zulässigen Drehmoments beruhend auf dem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment. Da das maximal zulässige Drehmoment präzise geschätzt werden kann, kann der Kraftstoffwirkungsgrad durch Betreiben der Brennkraftmaschine bei einem Drehmoment nahe dem geforderten Drehmoment verbessert werden. Bei einem Hybridelektrofahrzeug ermöglicht die präzise Schätzung des maximal zulässigen Drehmoments es dem Fahrzeugsystemsteuergerät, Drehmomentforderungen präzise zwischen der Brennkraftmaschine und der Batterie zu-

zuteilen. Auf diese Weise kann die Energie sowohl von der Brennkraftmaschine als auch von der Batterie effizient genutzt werden.

[0054] [Fig. 8A–Fig. 8C](#) zeigen die Änderung des Unterdrucks, den Drehmomentanpassungswert und das Brennkraftmaschinendrehmoment jeweils im zeitlichen Verlauf, wobei eine Umsetzung des Verfahrens **600** schematisch veranschaulicht wird. Kurve E zeigt einen geforderten Spülunterdruck und Kurve F zeigt einen tatsächlichen Unterdruck in einem Ansaugkrümmer einer Brennkraftmaschine. Wie in [Fig. 8A](#) gezeigt ist der tatsächliche Unterdruck von Zeitpunkt t_1 zu Zeitpunkt t_2 , kleiner als der geforderte Unterdruck, was anzeigt, dass für das Kraftstoffdampfspülen mehr Unterdruck erforderlich ist. Der Drehmomentanpassungswert ($tq_{e_vac_kam}$) kann mit Hilfe des Verfahrens **600** nach Informationen über den tatsächlichen Unterdruck und den erforderlichen Unterdruck durch das Steuergerät angepasst werden.

[0055] Die Veränderung des Drehmomentanpassungswerts entsprechend der Änderung des Unterdrucks wird in [Fig. 8B](#) gezeigt. Wie in [Fig. 8B](#) gezeigt nimmt der Drehmomentanpassungswert als Reaktion auf den tatsächlichen Unterdruck von t_1 zu t_2 inkrementell zu.

[0056] Die Anpassung des maximal zulässigen Drehmoments wird in [Fig. 8C](#) gezeigt. Kurve G zeigt das geschätzte maximale Drehmoment und Kurve H zeigt ein angepasstes maximales Drehmoment. Von t_1 zu t_2 wird das maximal zulässige Drehmoment durch Subtrahieren des Drehmomentanpassungswerts von dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment angepasst. Folglich wird das maximal zulässige Drehmoment gesenkt.

[0057] Das Steuergerät der Brennkraftmaschine betreibt die Brennkraftmaschine beruhend auf dem angepassten maximal zulässigen Drehmoment. Von Zeitpunkt t_2 wird der tatsächliche Unterdruck so gesteuert, dass er im Wesentlichen nahe dem geforderten Spülunterdruck ist, der in [Fig. 8A](#) gezeigt wird. Da die Bedingung zum Verändern des Drehmomentanpassungswerts nicht erfüllt ist, ändert sich der Drehmomentanpassungswert nicht, wie in [Fig. 8A](#) gezeigt wird. Dadurch bleibt das angepasste maximal zulässige Drehmoment unverändert, wie durch Kurve H in [Fig. 8C](#) gezeigt wird.

[0058] Wie vorstehend beschrieben kann die Umsetzung von Verfahren **600** den für Kraftstoffdampfspülen erforderlichen Unterdruck liefern. Auf diese Weise kann der erforderliche Spülunterdruck durch Steuern des maximal zulässigen Drehmoments für die Brennkraftmaschine verwirklicht werden. Somit müssen andere Ansätze, beispielsweise ständiges Beschränken der Drossel, zum Erreichen des erforderlichen

derlichen Spülunterdrucks nicht erforderlich sein.

[0059] Es versteht sich, dass die Reihenfolge der hierin näher dargelegten Abarbeitung nicht unbedingt erforderlich ist, um die Merkmale und Vorteile der hierin beschriebenen beispielhaften Ausführungen zu verwirklichen, sie aber für einfachere Veranschaulichung und Beschreibung vorgesehen wird. Einer oder mehrere der gezeigten Schritte, Maßnahmen und/oder Funktionen können abhängig von der verwendeten bestimmten Strategie wiederholt ausgeführt werden. Weiterhin können die beschriebenen Maßnahmen einen in ein maschinell lesbares Speichermedium, zum Beispiel in das Steuersystem der Brennkraftmaschine und/oder in das Fahrzeugsteuergerät, zu programmierenden Code graphisch darstellen.

[0060] Ferner versteht sich, dass die hierin offenbarten verschiedenen Ausführungen und Verfahren des Betriebs lediglich beispielhafter Natur sind und dass diese spezifischen Ausführungen nicht einschränkend zu betrachten sind, da zahlreiche Abänderungen möglich sind. Der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung umfasst alle neuartigen und nicht nahe liegenden Kombinationen und Unterkombinationen der verschiedenen Merkmale, Funktionen und/oder Eigenschaften, die hierin offenbart werden. Die folgenden Ansprüche zeigen insbesondere bestimmte Kombinationen und Unterkombinationen auf, welche als neuartig und nicht nahe liegend betrachtet werden. Diese Ansprüche können auf „ein“ Element oder „ein erstes“ Element oder eine Entsprechung desselben verweisen. Diese Ansprüche sind so zu verstehen, dass sie das Integrieren eines oder mehrerer solcher Elemente umfassen, wobei sie zwei oder mehrere dieser Elemente weder fordern noch ausschließen. Andere Kombinationen und Unterkombinationen der hierin offenbarten Merkmale, Funktionen, Elemente und/oder Eigenschaften können durch Abänderung der vorliegenden Ansprüche oder durch Vorlage neuer Ansprüche in dieser oder einer verwandten Anmeldung beansprucht werden. Solche Ansprüche werden, ob sie nun gegenüber dem Schutzzumfang der ursprünglichen Ansprüche breiter, enger, gleich oder unterschiedlich sind, ebenfalls als im Gegenstand der vorliegenden Offenbarung enthalten betrachtet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs in einem Fahrzeug, wobei der Antriebsstrang einen elektrischen Antrieb und eine Brennkraftmaschine umfasst, wobei das Verfahren umfasst: Bereitstellen von Drehmoment zum Antreiben des Fahrzeugs sowohl von dem elektrischen Antrieb als auch von der Brennkraftmaschine, wobei das Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines zulässigen Bereichs verändert wird; und

bei Betreiben der Brennkraftmaschine an einem Rand des Bereichs das Anpassen des Bereichs beruhend darauf, ob eine ausgewählte Betriebsbedingung durch die Brennkraftmaschine vorgesehen werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, welches weiterhin umfasst: das Beschränken eines von einem Fahrzeugsystemsteuergerät zu einem Brennkraftmaschinensteuergerät befohlenen Brennkraftmaschinendrehmoments, so dass es innerhalb des angepassten Bereichs liegt, sowie das Ausgleichen der Beschränkung des Brennkraftmaschinendrehmoments durch Anheben des Drehmoments von dem elektrischen Antrieb, um eine Fahrerforderung zu erfüllen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, welches weiterhin das Aussetzen des Anpassens des Bereichs bei Arbeiten nahe Bedingungen weit offenen Pedals umfasst, wobei die ausgewählte Betriebsbedingung ein Brennkraftmaschinendrehmoment ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, welches weiterhin das Aussetzen des Anpassens des Bereichs beruhend auf Brennkraftmaschinendrehmoment bei Spülen von mehr als einer ausgewählten Menge oder Konzentration an Kraftstoffdämpfen in die Brennkraftmaschine aus einem Kraftstoffsystem und Anpassen des Bereichs beruhend darauf, ob ein Unterdruckbetrag vorgesehen ist, umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgewählte Konzentration an Kraftstoffdämpfen eine vorbestimmte Kraftstoffdampfkonzentration ist, die beruhend auf einer Kraftstoffeinspritzventilanpassung während des Spülbetriebs ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich beruhend darauf angepasst wird, ob ein Solldrehmoment der Brennkraftmaschine bei Betrieb bei weit offener Drossel erreicht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich beruhend darauf angepasst wird, ob ein Solldrehmoment der Brennkraftmaschine bei Betrieb bei weit offener Drossel erreicht wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein adaptives Lernen der Anpassung in einem batteriestromgestützten Speicher eines Steuergeräts vorgesehen ist, wobei vorzugsweise das Anpassen des Bereichs bei Arbeiten fern eines Endes des Bereichs ausgesetzt wird.

9. System für ein Hybridfahrzeug mit einem Antriebsstrang, der einen elektrischen Antrieb und eine Brennkraftmaschine umfasst, mit:

einem Fahrzeugsystemsteuergerät, wobei das Fahrzeugsystemsteuergerät die Antriebszuteilung zwischen dem elektrischen Antrieb und der Brennkraftmaschine beruhend auf Betriebsbedingungen anpasst, wobei das Fahrzeugsystemsteuergerät einen Brennkraftmaschinenantriebsbefehl erzeugt und den Brennkraftmaschinenantriebsbefehl zu einem Brennkraftmaschinensteuergerät übermittelt, wobei der Brennkraftmaschinenantriebsbefehl innerhalb eines zulässigen Bereichs verändert wird; und dem Brennkraftmaschinensteuergerät, wobei das Brennkraftmaschinensteuergerät den Brennkraftmaschinenantriebsbefehl von dem Fahrzeugsystemsteuergerät empfängt und eine Brennkraftmaschinenleistung als Reaktion auf den Brennkraftmaschinenantriebsbefehl anpasst, wobei bei Arbeiten der Brennkraftmaschine an einem Rand des Bereichs der Bereich beruhend darauf angepasst wird, ob eine ausgewählte Betriebsbedingung durch die Brennkraftmaschine vorgesehen werden kann, so dass bei Senken des maximalen Brennkraftmaschinendrehmoments der Brennkraftmaschine das Fahrzeugsystemsteuergerät den zulässigen Bereich verringert und den elektrischen Antrieb anpasst, um die Verringerung des zulässigen Bereichs der Brennkraftmaschine auszugleichen.

10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennkraftmaschinenantriebsbefehl ein Brennkraftmaschinendrehmoment ist.

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das maximale Brennkraftmaschinendrehmoment aufgrund eines gedrosselten Luftstroms in die Brennkraftmaschine reduziert ist.

12. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Antrieb ein mit Rädern des Fahrzeugs gekoppelter elektrischer Antrieb ist.

13. System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpassen des Bereichs bei Arbeiten nahe Bedingungen weit offenen Pedals ausgesetzt ist.

14. System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpassen des Bereichs bei Spülen von mehr als einer ausgewählten Menge oder Konzentration an Kraftstoffdämpfen in die Brennkraftmaschine aus einem Kraftstoffsystem ausgesetzt ist, wobei der Bereich beruhend darauf, ob ein Unterdruckbetrag vorgesehen wird, angepasst wird.

15. System nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich beruhend darauf, ob ein Solldrehmoment der Brennkraftmaschine bei Betrieb bei weit offener Drossel erreicht wird, angepasst wird.

16. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Bereich beruhend darauf, ob ein

Solldrehmoment der Brennkraftmaschine bei Betrieb bei weit offener Drossel erreicht wird, angepasst wird.

17. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Fahrzeug, wobei das Fahrzeug ein Fahrzeugsystemsteuergerät umfasst, das zum Ermitteln eines geschätzten maximal zulässigen Drehmoments und zum Steuern der Brennkraftmaschine ausgelegt ist, wobei das Verfahren umfasst: Empfangen des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments von dem Fahrzeugsystemsteuergerät; Ermitteln eines Drehmomentanpassungswerts; Verändern des Drehmomentanpassungswerts beruhend auf dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment und einem von der Brennkraftmaschine erzeugten tatsächlichen Drehmoment; und Anpassen des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments gemäß dem Drehmomentanpassungswert.

18. Verfahren nach Anspruch 17, welches weiterhin umfasst: Steuern der Brennkraftmaschine beruhend auf dem angepassten maximal zulässigen Drehmoment.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Anpassen des geschätzten maximal zulässigen Drehmoments das Addieren des Drehmomentanpassungswerts zu dem geschätzten maximal zulässigen Drehmoment umfasst.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Verändern des Drehmomentanpassungswerts das Senken des Drehmomentanpassungswerts um ein vorbestimmtes Inkrement, wenn das tatsächliche Drehmoment kleiner als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist, und das Anheben des Drehmomentanpassungswerts um das vorbestimmte Inkrement, wenn das tatsächliche Drehmoment größer als das geschätzte maximal zulässige Drehmoment ist, umfasst.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

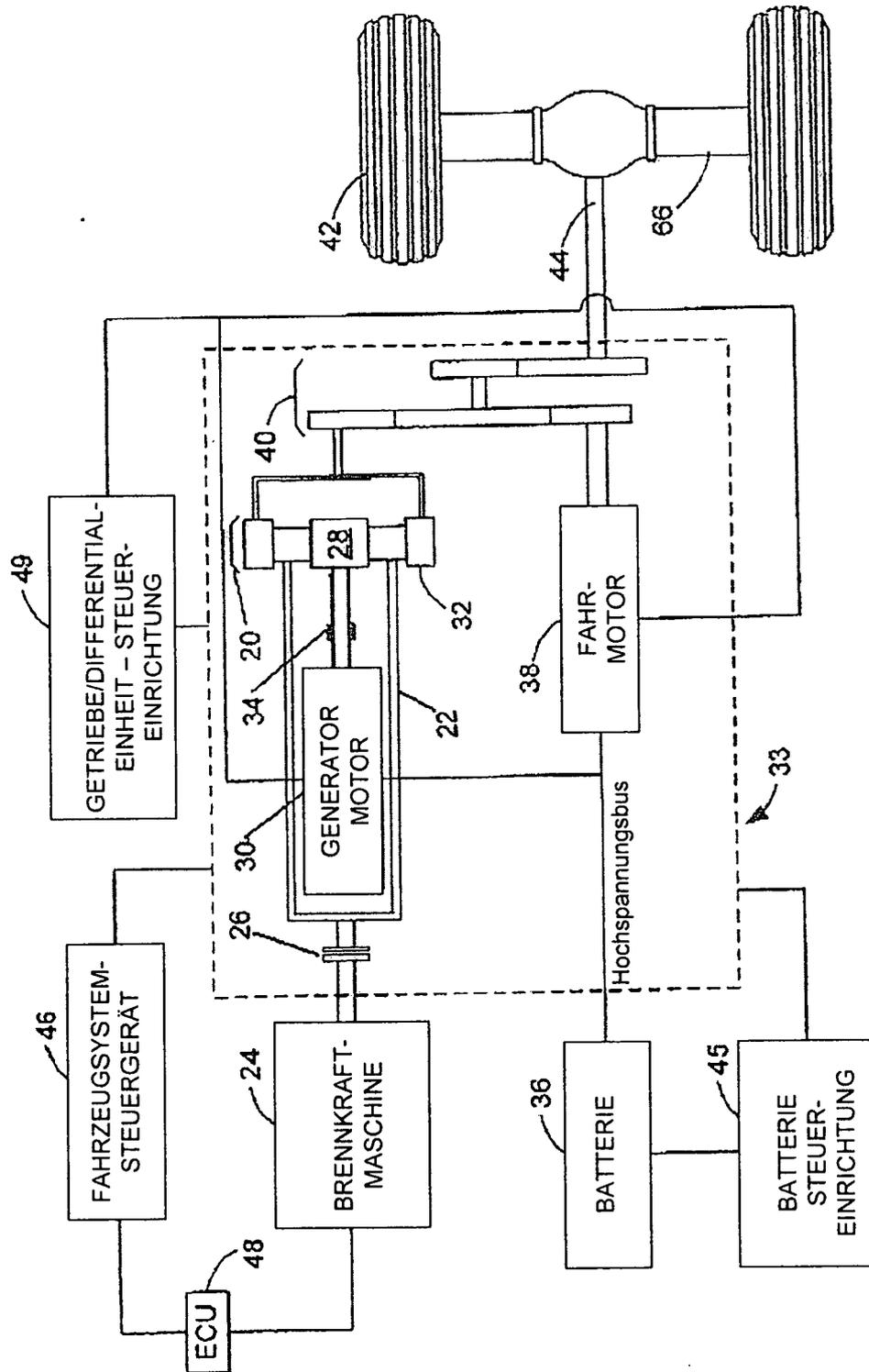


FIG. 1

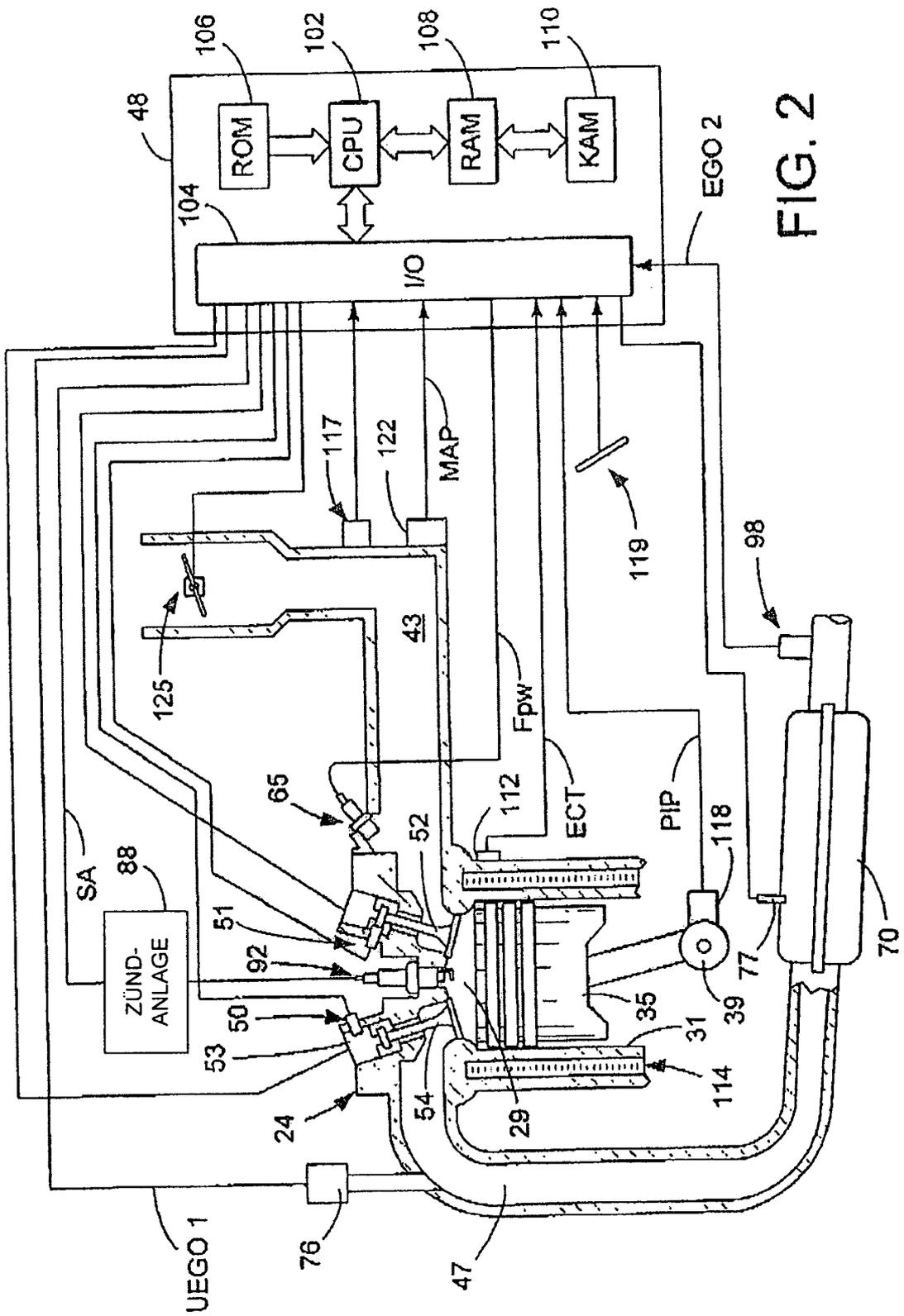


FIG. 2

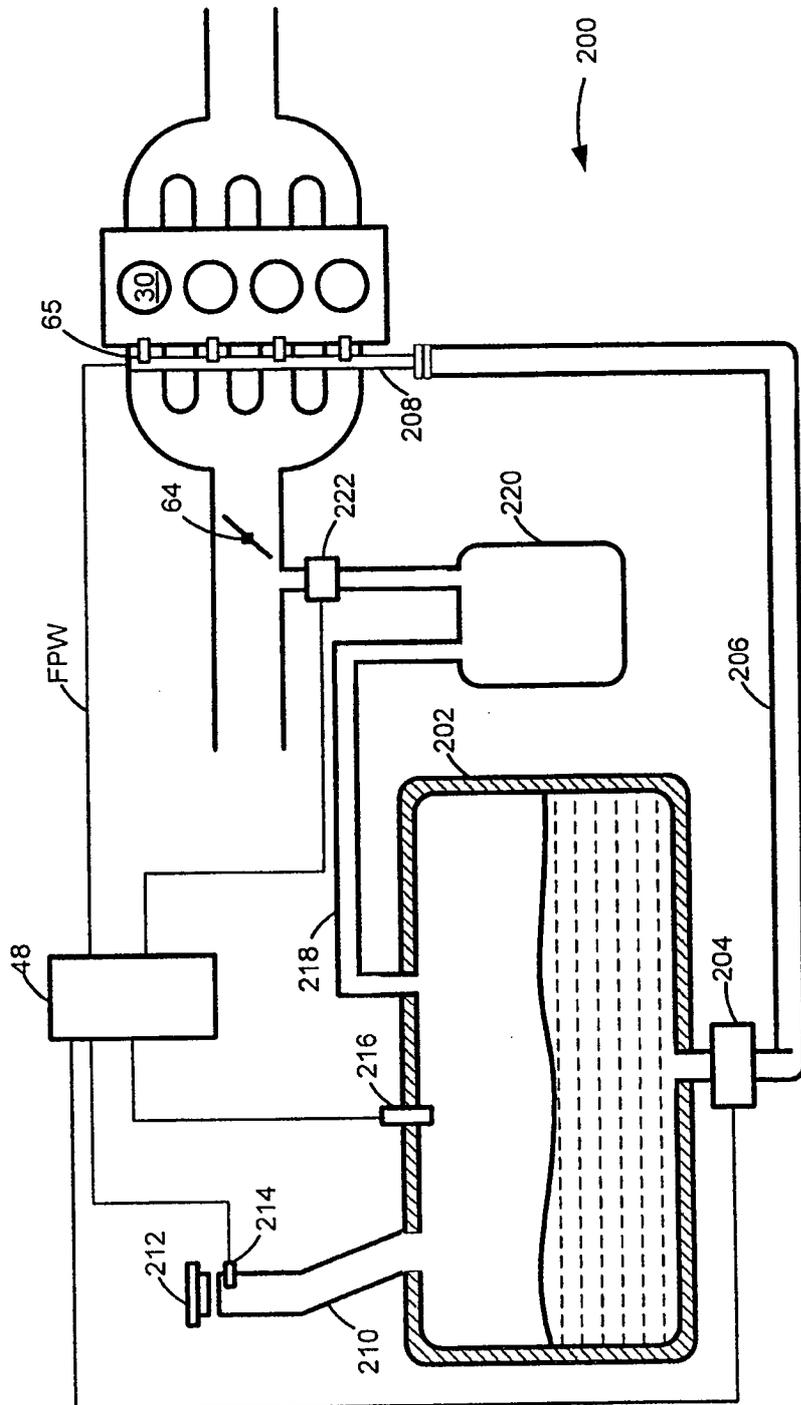


Fig. 3

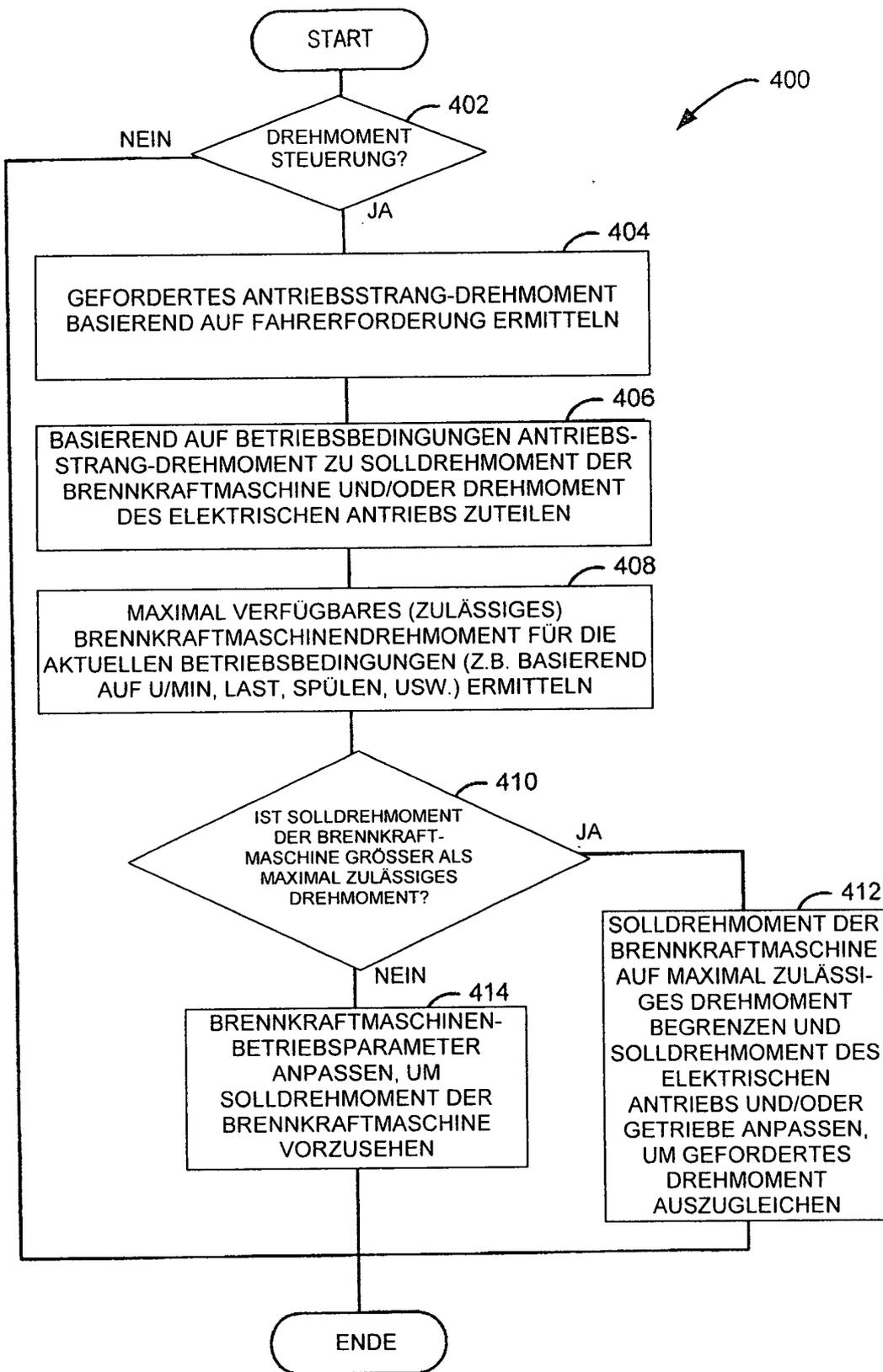


FIG. 4

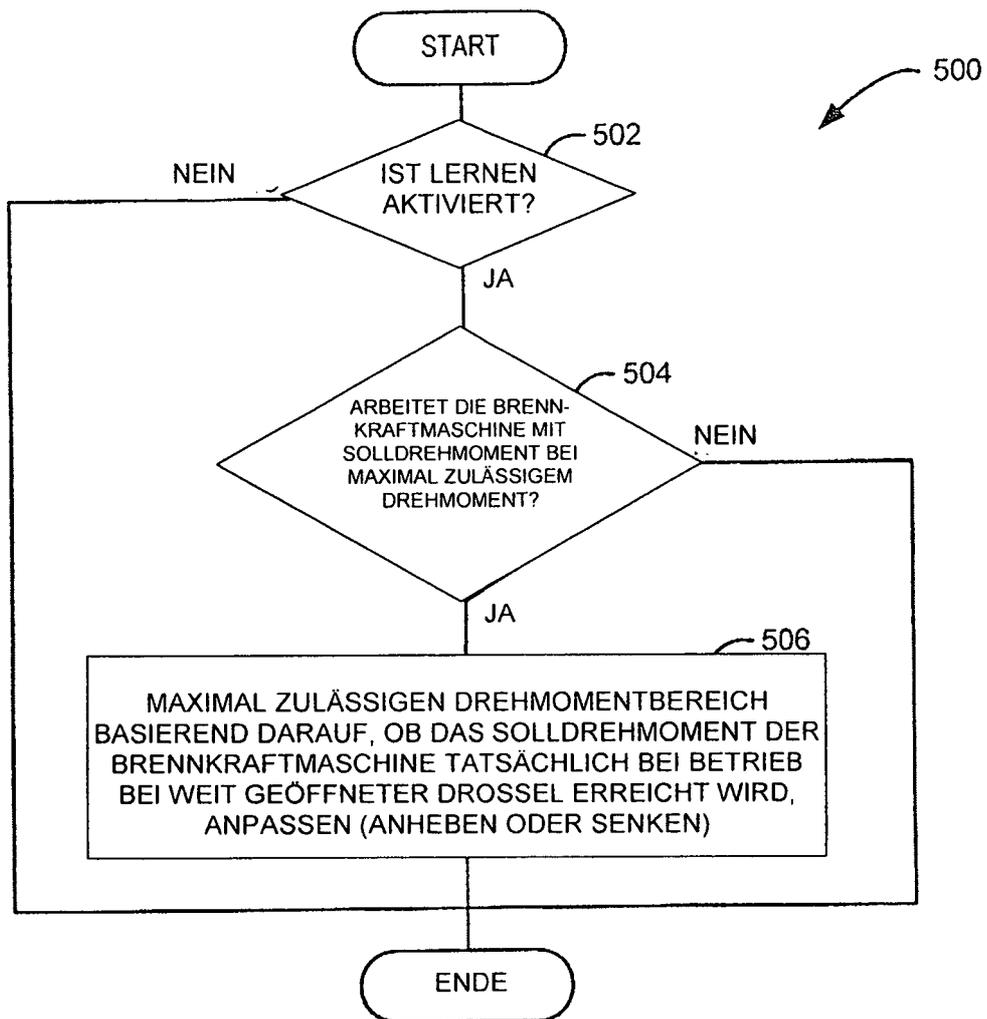


FIG. 5

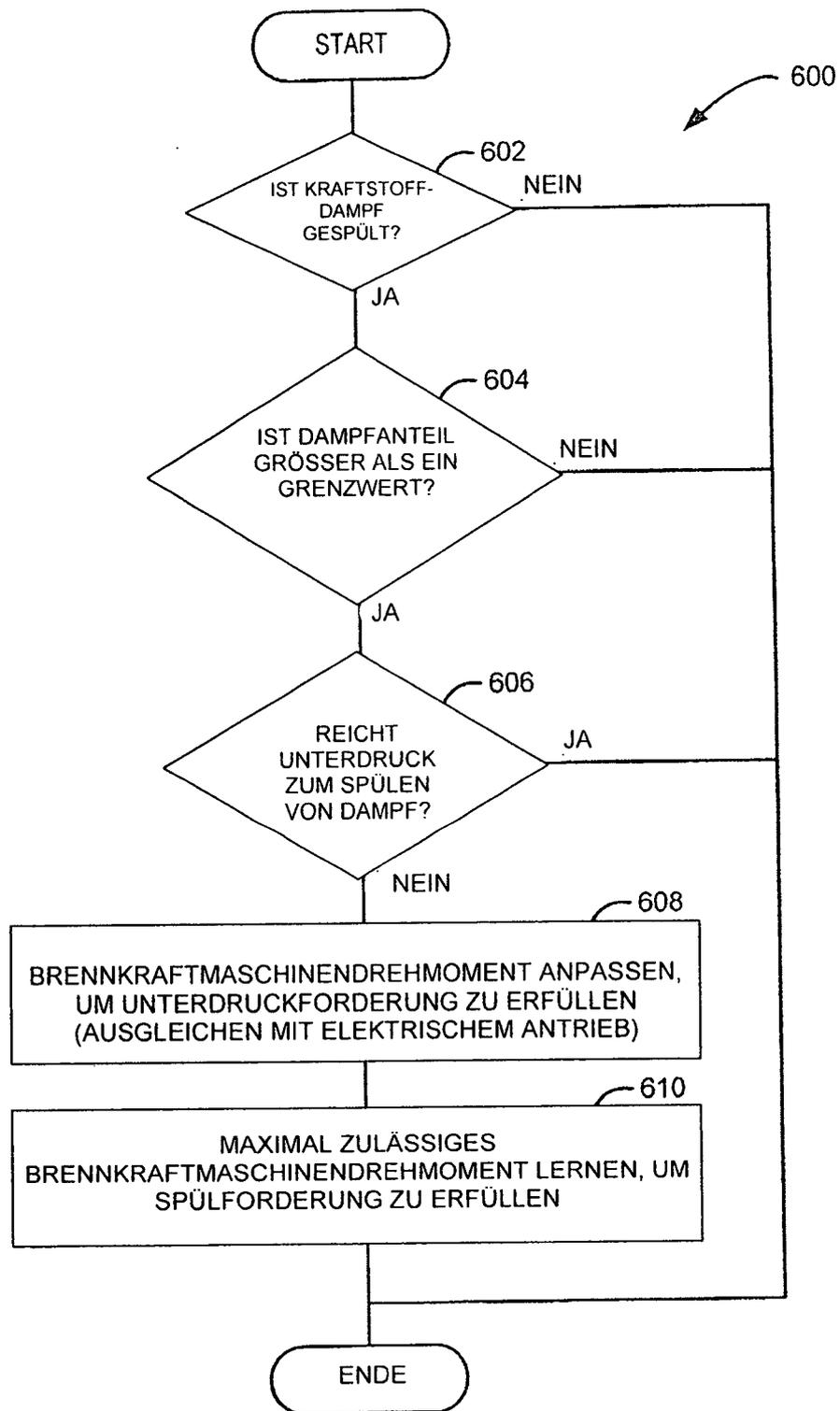


FIG. 6

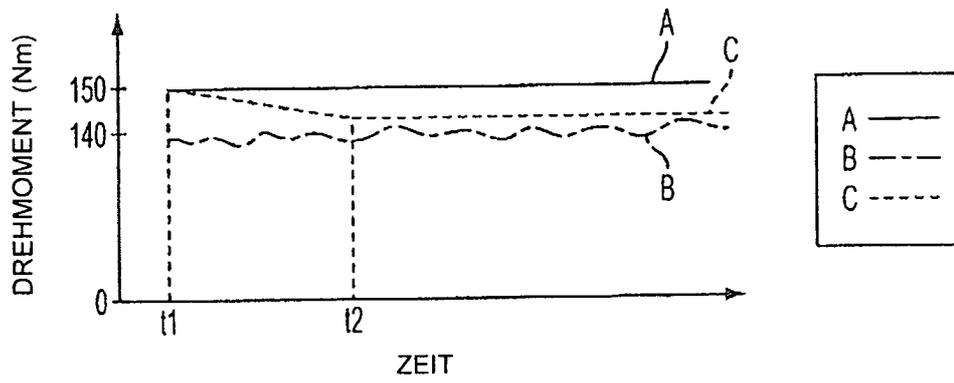


FIG. 7A

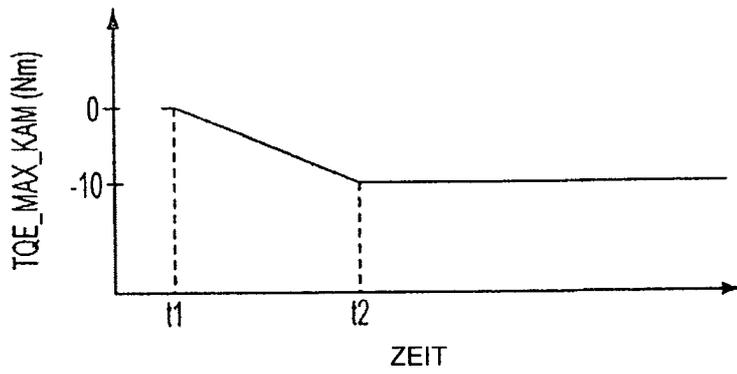


FIG. 7B

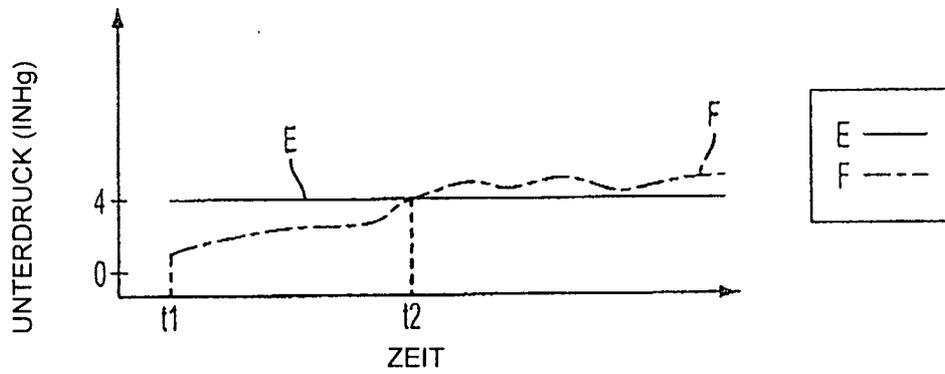


FIG. 8A

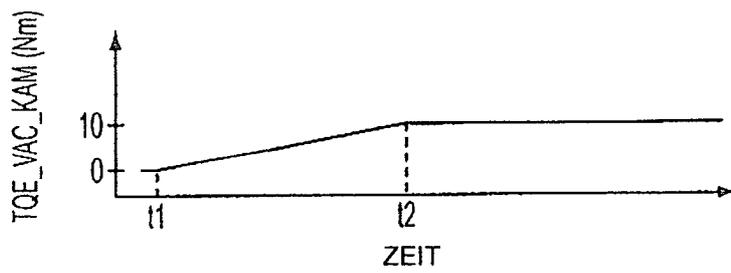


FIG. 8B

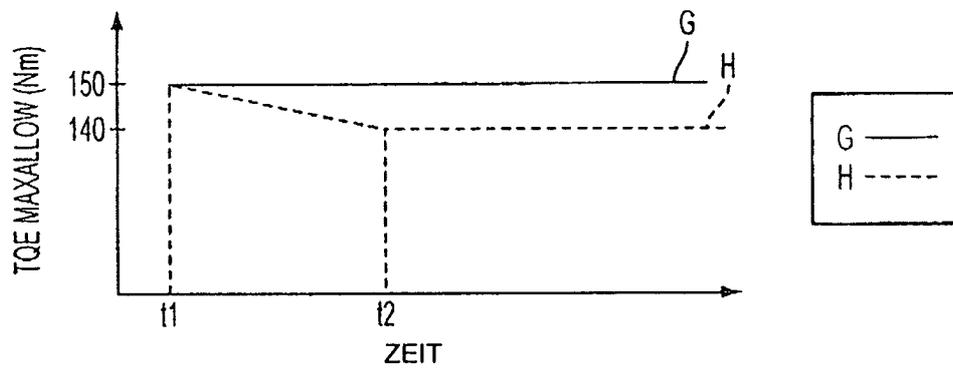


FIG. 8C