



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 111 841.2**  
 (22) Anmeldetag: **05.05.2023**  
 (43) Offenlegungstag: **16.11.2023**

(51) Int Cl.: **B60W 20/15 (2016.01)**  
**B60W 10/06 (2006.01)**  
**B60W 10/08 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**17/663,606**                      **16.05.2022**      **US**

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

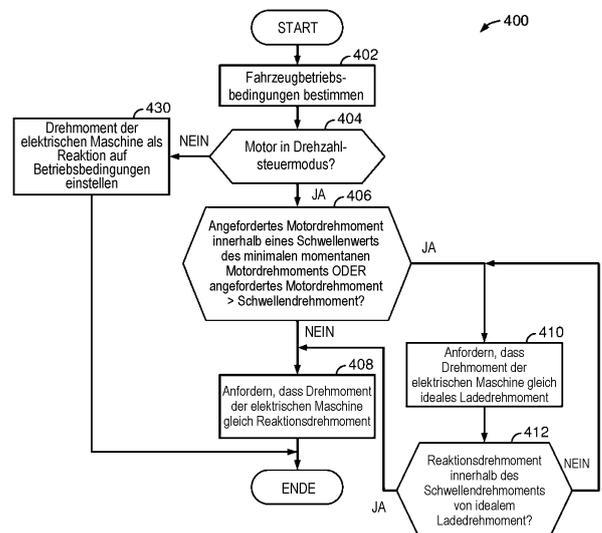
(74) Vertreter:  
**PATERIS Theobald Elbel & Partner, Patentanwälte,  
 PartmbB, 14059 Berlin, DE**

(72) Erfinder:  
**Panhans, Justin, Detroit, MI, US; Gadre, Ameya  
 Vivek, Ypsilanti, MI, US; Sebastian, Arun,  
 Dearborn, MI, US; Syed, Fazal Urrahman, Canton,  
 MI, US; Lee, Minku, Canton, MI, US; Connolly,  
 Francis Thomas, Ann Arbor, MI, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM DETEKTIEREN UND KORRIGIEREN VON  
 MOTORDREHZAHLSYÜBERLADUNG**

(57) Zusammenfassung: Es werden Systeme und Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs mit einer Brennkraftmaschine vorgestellt. In einem Beispiel wird die Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus betrieben und das Drehmoment einer elektrischen Maschine wird so eingestellt, dass eine Möglichkeit einer Motordrehzahlsteuerung reduziert werden kann.



**Beschreibung**

## GEBIET DER TECHNIK

**[0001]** Die vorliegende Beschreibung betrifft Verfahren und ein System zum Korrigieren einer Sättigung einer Motordrehzahlsteuerung für ein Hybridfahrzeug. Die Verfahren und das System können auf Hybridfahrzeuge angewendet werden, die einen Motor beinhalten, der in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

**[0002]** Ein Motor eines Hybridfahrzeugs kann während ausgewählter Fahrzeugbetriebsbedingungen in einem Drehzahlsteuermodus betrieben werden. Der Motor kann gesteuert werden, um eine angeforderte oder gewünschte Drehzahl (z. B. eine Motorleerlaufdrehzahl) zu erreichen, während er im Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Insbesondere kann das Motordrehmoment so eingestellt werden, dass die Motordrehzahl einer angeforderten Motordrehzahl entspricht. Es wird zugelassen, dass sich das Motordrehmoment ändert, sodass die Motordrehzahl der angeforderten Motordrehzahl entsprechen kann, obwohl eine auf den Motor aufgebrachte Last geändert wird. Der Motor kann jedoch die angeforderte Drehzahl erreichen, ohne ein Drehmoment zu erzeugen, das ausreichend ist, um die Traktionsbatterie des Fahrzeugs zu laden, während der Motor im Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Zusätzlich kann es möglich sein, dass eine elektrische Maschine in der Kraftübertragung des Hybridfahrzeugs die Drehzahlsteuerung des Motors derart anregt, dass der Motor mehr als einen gewünschten Drehmomentbetrag erzeugt. Daher kann es wünschenswert sein, eine Art und Weise zum Reduzieren einer Möglichkeit bereitzustellen, dass der Motor mehr oder weniger Drehmoment als gewünscht erzeugen kann, während er im Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

## KURZDARSTELLUNG

**[0003]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben die vorstehend genannten Probleme erkannt und ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung entwickelt, das Folgendes umfasst: Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; und Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Ladedrehmoment als Reaktion darauf, dass sich ein Zustand eines angeforderten Brennkraftmaschinendrehmoments innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment.

**[0004]** Durch Einstellen des Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Ladedrehmoment als Reaktion auf das angeforderte Motordrehmoment kann es möglich sein, eine Möglichkeit zu reduzieren, dass eine Motordrehzahlsteuerung gesättigt wird, sodass das Motordrehmoment nicht ausreicht, um eine Traktionsbatterie zu laden. Zusätzlich kann der in dieser Schrift beschriebene Ansatz verhindern, dass der Motor einen großen Drehmomentbetrag erzeugt und bei weniger effizienten Betriebsbedingungen betrieben wird.

**[0005]** Die vorliegende Beschreibung kann mehrere Vorteile bereitstellen. Insbesondere kann sich durch den Ansatz der Hybridkraftübertragungsbetrieb verbessern, während ein Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Ferner kann der Ansatz das Laden einer Traktionsbatterie verbessern, während ein Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Zusätzlich kann der Ansatz die Motoreffizienz verbessern, während der Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

**[0006]** Die vorstehenden Vorteile und andere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Beschreibung erschließen sich ohne Weiteres aus der folgenden detaillierten Beschreibung, wenn diese für sich oder in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet wird.

**[0007]** Es versteht sich, dass die vorstehende Kurzdarstellung bereitgestellt ist, um in vereinfachter Form eine Auswahl an Konzepten vorzustellen, die in der detaillierten Beschreibung ausführlicher beschrieben werden. Sie ist nicht dazu gedacht, wichtige oder maßgebliche Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu identifizieren, dessen Umfang einzig durch die Patentansprüche definiert ist, die auf die detaillierte Beschreibung folgen. Des Weiteren ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf Umsetzungen begrenzt, die vorstehend oder in einem beliebigen Teil dieser Offenbarung angeführte Nachteile beseitigen.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0008]** Die in dieser Schrift beschriebenen Vorteile werden durch die Lektüre eines Beispiels für eine Ausführungsform, das in dieser Schrift als die detaillierte Beschreibung bezeichnet wird, umfassender ersichtlich, wenn dieses allein oder unter Bezugnahme auf die Zeichnungen herangezogen wird, in denen Folgendes gilt:

**Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines Motors;

**Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer Kraftübertragung eines Hybridfahrzeugs, die den Motor aus **Fig. 1** beinhaltet;

**Fig. 3** zeigt eine beispielhafte Sequenz eines Motors, der in einem Drehzahlsteuermodus gemäß dem Verfahren aus **Fig. 4** arbeitet; und

**Fig. 4** zeigt ein Verfahren zum Betreiben eines Motors eines Hybridfahrzeugs in einem Drehzahlsteuermodus.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0009]** Die vorliegende Beschreibung betrifft das Verbessern des Betriebs einer Kraftübertragung eines Hybridfahrzeugs mit einem Motor, der in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Der Motor kann in einem Hybridfahrzeug beinhaltet sein, das eine elektrische Maschine, wie etwa einen integrierten Startergenerator (ISG), beinhaltet. Die elektrische Maschine kann positives Drehmoment zum Antreiben des Hybridfahrzeugs oder ein negatives Drehmoment zum Laden einer Traktionsbatterie zuführen. Der Motor kann von der Art sein, die in **Fig. 1** gezeigt ist. Der Motor kann Teil eines Hybridantriebsstrangs oder einer Hybridkraftübertragung sein, wie in **Fig. 2** gezeigt. Verläufe ausgewählter Fahrzeugvariablen sind in **Fig. 3** für eine Betriebssequenz gezeigt, bei der ein Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird. Ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung eines Hybridfahrzeugs, wenn ein Motor im Drehzahlsteuermodus betrieben wird, ist in **Fig. 4** gezeigt.

**[0010]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** wird eine Brennkraftmaschine 10, die eine Vielzahl von Zylindern umfasst, von denen in **Fig. 1** ein Zylinder gezeigt ist, durch eine elektronische Steuerung 12 (z. B. eine Motorsteuerung) gesteuert. Der Motor 10 besteht aus einem Zylinderkopf 35 und einem Zylinderblock 33, die eine Brennkammer 30 und Zylinderwände 32 beinhalten. Ein Kolben 36 ist darin positioniert und bewegt sich über eine Verbindung mit einer Pleuellwelle 40 hin und her. Ein Pleuellrad 97 und ein Pleuellrad 99 sind an die Pleuellwelle 40 gekoppelt. Ein Pleuellrad 96 (z. B. eine elektrische Niederspannungsmaschine (mit weniger als 30 Volt betrieben)) beinhaltet eine Pleuellwelle 98 und ein Pleuellrad 95. Die Pleuellwelle 98 kann das Pleuellrad 95 selektiv vorrücken, um das Pleuellrad 99 in Eingriff zu nehmen. Der Pleuellrad 96 kann direkt an dem vorderen Teil des Motors oder dem hinteren Teil des Motors montiert sein. In einigen Beispielen kann der Pleuellrad 96 der Pleuellwelle 40 über einen Pleuellrad oder eine Kette selektiv Drehmoment zuführen. In einem Beispiel befindet sich der Pleuellrad 96 in einem Grundzustand, wenn er nicht mit der Pleuellrad in Eingriff steht. Die Brennkammer 30 steht der Darstellung nach mit einem Pleuellrad 44 und einem Pleuellrad 48 über ein entsprechendes Pleuellrad 52 und Pleuellrad 54 in Verbindung. Jedes Pleuellrad und Pleuellrad kann durch einen Pleuellrad 51 und einen Pleuellrad 53 betrieben werden. Die Position des Pleuellrad 51 kann durch

einen Pleuellrad 55 bestimmt werden. Die Position des Pleuellrad 53 kann durch einen Pleuellrad 57 bestimmt werden. Das Pleuellrad 52 kann durch eine Pleuellrad 59 selektiv angeschaltet und abgeschaltet werden. Das Pleuellrad 54 kann durch eine Pleuellrad 58 selektiv angeschaltet und abgeschaltet werden. Die Pleuellrad 58 und 59 können hydraulische und/oder elektromechanische Vorrichtungen sein.

**[0011]** Eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung 66 ist der Darstellung nach dazu positioniert, Kraftstoff direkt in den Zylinder 34 einzuspritzen, was dem Fachmann als Direkteinspritzung bekannt ist. Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 66 gibt proportional zu der Impulsbreite von der Steuerung 12 flüssigen Kraftstoff ab. Der Kraftstoff wird durch ein Kraftstoffsystem (nicht gezeigt), das einen Kraftstofftank, eine Kraftstoffpumpe und einen Kraftstoffverteiler (nicht gezeigt) beinhaltet, an die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 66 abgegeben. In einem Beispiel kann ein zweistufiges Hochdruckkraftstoffsystem verwendet werden, um höhere Kraftstoffdrücke zu generieren.

**[0012]** Zusätzlich kommuniziert der Pleuellrad 44 der Darstellung nach mit einem Pleuellrad 42. Eine optionale elektronische Pleuellrad 62 stellt eine Position einer Pleuellrad 64 ein, um Luftströmung von dem Pleuellrad 42 zu dem Pleuellrad 44 zu steuern. In einigen Beispielen können die Pleuellrad 62 und die Pleuellrad 64 derart zwischen dem Pleuellrad 52 und dem Pleuellrad 44 positioniert sein, dass die Pleuellrad 62 eine Pleuellrad 43 ist. Ein Pleuellrad 43 reinigt Luft, die in den Pleuellrad 42 eintritt.

**[0013]** Ein verteilerloses Zündsystem 88 stellt der Brennkammer 30 als Reaktion auf die Steuerung 12 über eine Zündkerze 92 einen Zündfunken bereit. Der Darstellung nach ist eine Pleuellrad 126 (Universal Exhaust Gas Oxygen sensor - UEGO-Sonde) 126 stromaufwärts eines pleuellrad 70 an den Pleuellrad 48 gekoppelt. Alternativ kann die UEGO-Sonde 126 durch eine binäre Pleuellrad ersetzt sein.

**[0014]** Der pleuellrad 70 kann in einem Beispiel mehrere pleuellrad 70 beinhalten. In einem anderen Beispiel können mehrere pleuellrad 70 verwendet werden. Bei dem pleuellrad 70 kann es sich in einem Beispiel um einen pleuellrad handeln. Die Temperatur des pleuellrad 70 (z. B. des pleuellrad) kann über einen pleuellrad 72 überwacht werden.

**[0015]** Die Steuerung 12 kann Eingabedaten von einer Mensch-Maschine-Schnittstelle 160 empfan-

gen und dieser Ausgabedaten bereitstellen. Die Mensch-Maschine-Schnittstelle 160 kann eine Touchscreen-Anzeige, eine Tastatur oder eine andere bekannte Schnittstelle sein. Die Steuerung 12 kann über die Mensch-Maschine-Schnittstelle 160 Systemstatusinformationen bereitstellen und anzeigen. Ein menschlicher Benutzer kann Anforderungen für Antriebsstrang- und Fahrgastraumklimatisierungssteuerungen in die Mensch-Maschine-Schnittstelle 160 eingeben.

**[0016]** Die Steuerung 12 ist in **Fig. 1** als herkömmlicher Mikrocomputer gezeigt, der Folgendes beinhaltet: eine Mikroprozessoreinheit 102, Eingangs-/Ausgangsanschlüsse 104, Festwertspeicher 106 (z. B. nicht transitorischen Speicher), Direktzugriffsspeicher 108, Keep-Alive-Speicher 110 und einen herkömmlichen Datenbus. Die Steuerung 12 empfängt der Darstellung nach verschiedene Signale von an den Motor 10 gekoppelten Sensoren, die zusätzlich zu den vorstehend erörterten Signalen folgende beinhalten: Motorkühlmitteltemperatur (engine coolant temperature - ECT) von einem an eine Kühlhülse 114 gekoppelten Temperatursensor 112; einen Positionssensor 134, der an ein Fahrerbedarfpedal 130 gekoppelt ist, zum Erfassen einer durch einen Fuß 132 ausgeübten Kraft; einen Positionssensor 154, der an ein Bremspedal 150 gekoppelt ist, zum Erfassen einer durch einen Fuß 152 ausgeübten Kraft; eine Messung des Motorkrümmersdrucks (manifold pressure - MAP) von einem Drucksensor 122, der an den Ansaugkrümmer 44 gekoppelt ist; einen Motorpositionssensor von einem Positionssensor 118, der die Position der Kurbelwelle 40 erfasst; eine Messung der Luftmasse, die in den Motor eintritt, von einem Sensor 120; und eine Messung der Drosselposition von einem Sensor 68. Auch der Luftdruck kann zum Verarbeiten durch die Steuerung 12 erfasst werden (Sensor nicht gezeigt). In einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Beschreibung erzeugt der Positionssensor 118 bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle eine vorbestimmte Anzahl gleichmäßig beabstandeter Impulse, anhand derer die Motordrehzahl (UpM) bestimmt werden kann.

**[0017]** Während des Betriebs durchläuft jeder Zylinder innerhalb des Motors 10 typischerweise einen Viertaktzyklus, wobei der Zyklus den Ansaugtakt, den Verdichtungstakt, den Arbeitstakt und den Ausstoßtakt beinhaltet. Während des Ansaugtakts schließt sich im Allgemeinen das Auslassventil 54, und das Einlassventil 52 öffnet sich. Luft wird über den Ansaugkrümmer 44 in die Brennkammer 30 eingebracht und der Kolben 36 bewegt sich zur Unterseite des Zylinders, um das Volumen innerhalb der Brennkammer 30 zu erhöhen. Die Position, an welcher der Kolben 36 nahe der Unterseite des Zylinders und am Ende seines Takts ist (z. B., wenn die Brennkammer 30 ihr größtes Volumen aufweist),

wird von einem Fachmann typischerweise als unterer Totpunkt (UT) bezeichnet.

**[0018]** Während des Verdichtungstakts sind das Einlassventil 52 und das Auslassventil 54 geschlossen. Der Kolben 36 bewegt sich in Richtung des Zylinderkopfes, um die Luft innerhalb der Brennkammer 30 zu verdichten. Der Punkt, an dem sich der Kolben 36 am Ende seines Takts und dem Zylinderkopf am nächsten befindet (z. B., wenn die Brennkammer 30 ihr geringstes Volumen aufweist), wird vom Fachmann üblicherweise als oberer Totpunkt (OT) bezeichnet. In einem in dieser Schrift nachfolgend als Einspritzung bezeichneten Prozess wird Kraftstoff in die Brennkammer eingebracht. In einem in dieser Schrift nachfolgend als Zündung bezeichneten Prozess wird der eingespritzte Kraftstoff durch bekannte Zündmittel, wie etwa die Zündkerze 92, gezündet, was zur Verbrennung führt.

**[0019]** Während des Arbeitstakts drücken die sich ausdehnenden Gase den Kolben 36 zurück zum UT. Die Kurbelwelle 40 wandelt die Kolbenbewegung in ein Drehmoment der Drehwelle um. Schließlich öffnet sich während des Ausstoßtakts das Auslassventil 54, um das verbrannte Luft-Kraftstoff-Gemisch an den Abgaskrümmer 48 freizusetzen, und kehrt der Kolben zum OT zurück. Es ist zu beachten, dass das Vorstehende lediglich als Beispiel gezeigt ist und dass die Zeitsteuerungen für das Öffnen und/oder Schließen des Einlass- und Auslassventils variieren können, wie etwa, um eine positive oder negative Ventilüberschneidung, ein spätes Schließen des Einlassventils oder verschiedene andere Beispiele bereitzustellen.

**[0020]** **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm eines Fahrzeugs 225, das einen Antriebsstrang oder eine Kraftübertragung 200 beinhaltet. Der Antriebsstrang aus **Fig. 2** beinhaltet den in **Fig. 1** gezeigten Motor 10. Der Antriebsstrang 200 beinhaltet der Darstellung nach eine Fahrzeugsystemsteuerung 255, eine Steuerung 12, eine Steuerung 252 der elektrischen Maschine, eine Getriebesteuerung 254, eine Energiespeichervorrichtungsteuerung 253 und eine Bremssteuerung 250. Die Steuerungen können über ein Controller Area Network (CAN) 299 kommunizieren. Zusätzlich kann die Fahrzeugsystemsteuerung 255 mit einem Kommunikationssystem 256 (z. B. einem Sendeempfänger) kommunizieren, sodass das Fahrzeug 225 über ein Mobilfunknetzwerk, Satelliten, ein Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikationsnetzwerk oder ein anderes Funkfrequenzkommunikationssystem mit einem entfernten Server (nicht gezeigt) kommunizieren kann. Jede der Steuerungen kann anderen Steuerungen Informationen bereitstellen, wie etwa Leistungsausgangsgrenzwerte (z. B. ein nicht zu überschreitender Leistungsausgang der gesteuerten Vorrichtung oder Komponente), Leistungeingangsgrenzwerte (z. B. ein

nicht zu überschreitender Leistungseingang der gesteuerten Vorrichtung oder Komponente), ein Leistungsausgang der gesteuerten Vorrichtung, Sensor- und Aktordaten, Diagnoseinformationen (z. B. Informationen hinsichtlich eines beeinträchtigten Getriebes, Informationen hinsichtlich eines beeinträchtigten Motors, Informationen hinsichtlich einer beeinträchtigten elektrischen Maschine, Informationen hinsichtlich beeinträchtigter Bremsen). Ferner kann die Fahrzeugsystemsteuerung 255 der Steuerung 12, der Steuerung 252 der elektrischen Maschine, der Getriebesteuerung 254 und der Bremssteuerung 250 Befehle bereitstellen, um Fahreingabeanforderungen und andere Anforderungen, die auf Fahrzeugbetriebsbedingungen basieren, zu erfüllen.

**[0021]** Zum Beispiel kann die Fahrzeugsystemsteuerung 255 als Reaktion darauf, dass ein Fahrer (menschlich oder autonom) ein Fahrerbedarfpedal freigibt, und auf die Fahrzeuggeschwindigkeit eine gewünschte Radleistung oder ein gewünschtes Radleistungs-niveau anfordern, um eine gewünschte Rate der Fahrzeuggeschwindigkeitsreduzierung bereitzustellen. Die angeforderte gewünschte Radleistung kann dadurch bereitgestellt werden, dass die Fahrzeugsystemsteuerung 255 eine erste Bremsleistung von der Steuerung 252 der elektrischen Maschine und eine zweite Bremsleistung von der Steuerung 12 anfordert, wobei die erste und die zweite Leistung eine gewünschte Kraftübertragungsbremsleistung an Fahrzeugrädern 216 bereitstellen. Die Fahrzeugsystemsteuerung 255 kann zudem eine Reibungsbremsleistung über die Bremssteuerung 250 anfordern. Die Bremsleistungen können als negative Leistungen bezeichnet werden, da sie die Kraftübertragung und die Radrotation verlangsamen. Durch positive Leistung können die Drehzahl der Kraftübertragung und die Raddrehung beibehalten oder erhöht werden.

**[0022]** In anderen Beispielen kann das Aufteilen des Steuerns der Antriebsstrangvorrichtungen anders aufgeteilt sein als in **Fig. 2** gezeigt. Zum Beispiel kann eine einzelne Steuerung an die Stelle der Fahrzeugsystemsteuerung 255, der Steuerung 12, der Steuerung 252 der elektrischen Maschine, der Getriebesteuerung 254 und der Bremssteuerung 250 treten. Alternativ können die Fahrzeugsystemsteuerung 255 und die Steuerung 12 eine einzelne Einheit sein, während die Steuerung 252 der elektrischen Maschine, die Getriebesteuerung 254 und die Bremssteuerung 250 eigenständige Steuerungen sind.

**[0023]** In diesem Beispiel kann der Antriebsstrang 200 durch den Motor 10 und eine elektrische Maschine 240 mit Leistung versorgt werden. In anderen Beispielen kann der Motor 10 weggelassen sein. Der Motor 10 kann mit einem in **Fig. 1** gezeigten

Motorstartsystem oder über die elektrische Maschine 240, auch bekannt als integrierter Startergenerator (integrated starter/generator - ISG), gestartet werden. Ferner kann die Leistung des Motors 10 über einen Leistungsaktor 204, wie etwa eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung, eine Drossel usw., eingestellt werden.

**[0024]** Der Darstellung nach beinhaltet die Kraftübertragung 200 eine Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie. Die Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie kann eine höhere Spannung (z. B. 48 Volt) als die Speichervorrichtung 263 für elektrische Energie (z. B. 12 Volt) ausgeben. Ein DC/DC-Wandler 245 kann den Austausch von elektrischer Energie zwischen einem Hochspannungsbus 291 und einem Niederspannungsbus 292 ermöglichen. Der Hochspannungsbus 291 ist elektrisch an die Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie mit höherer Spannung gekoppelt. Der Niederspannungsbus 292 ist elektrisch an die Speichervorrichtung 263 für elektrische Energie mit niedrigerer Spannung und Sensoren/Aktoren/Nebenverbraucher 279 gekoppelt. Die Sensoren/Aktoren/Nebenverbraucher 279 können unter anderem Widerstandsheizelemente der vorderen und hinteren Windschutzscheibe, Vakuumpumpen, Lüfter der Klimaanlage und Leuchten beinhalten. Ein Wechselrichter 247 wandelt DC-Leistung in AC-Leistung um und umgekehrt, um zu ermöglichen, dass Leistung zwischen der elektrischen Maschine 240 und der Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie übertragen wird.

**[0025]** Eine Motorausgabeleistung kann durch ein Zweimassenschwungrad 215 an einen Eingang oder eine erste Seite einer Kraftübertragungsausrückkupplung 235 übertragen werden. Die Kraftübertragungsausrückkupplung 236 kann über Fluid (z. B. Öl), das über eine Pumpe 283 mit Druck beaufschlagt wird, hydraulisch betätigt werden. Eine Position eines Ventils 282 (z. B. eines Leitungsdrucksteuerventils) kann moduliert werden, um einen Druck (z. B. einen Leitungsdruck) von Fluid zu steuern, das einem Drucksteuerventil 281 der Kraftübertragungsausrückkupplung zugeführt werden kann. Eine Position eines Ventils 281 kann moduliert werden, um einen Druck von Fluid zu steuern, das der Kraftübertragungsausrückkupplung 235 zugeführt wird. Die stromabwärtige oder zweite Seite 234 der Ausrückkupplung 236 ist der Darstellung nach mechanisch an eine Eingangswelle 237 der elektrischen Maschine gekoppelt.

**[0026]** Die elektrische Maschine 240 kann betrieben werden, um dem Antriebsstrang 200 Leistung bereitzustellen oder in einem Regenerationsmodus Antriebsstrangleistung in elektrische Energie umzuwandeln, die in der Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie gespeichert wird. Die elektrische

Maschine 240 steht in elektrischer Verbindung mit der Energiespeichervorrichtung 262. Die elektrische Maschine 240 weist eine höhere Ausgangsleistungskapazität auf als der in **Fig. 1** gezeigte Anlasser 96. Ferner treibt die elektrische Maschine 240 den Antriebsstrang 200 direkt an oder wird direkt durch den Antriebsstrang 200 angetrieben. Es existieren keine Riemen, Zahnräder oder Ketten, um die elektrische Maschine 240 an den Antriebsstrang 200 zu koppeln. Vielmehr dreht sich die elektrische Maschine 240 mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Antriebsstrang 200. Die Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie (z. B. eine Hochspannungsbatterie oder -leistungsquelle, die als Traktionsbatterie bezeichnet werden kann) kann eine Batterie, ein Kondensator oder ein Induktor sein. Die stromabwärtige Seite der elektrischen Maschine 240 ist über eine Welle 241 mechanisch an das Pumpenrad 285 des Drehmomentwandlers 206 gekoppelt. Die stromaufwärtige Seite der elektrischen Maschine 240 ist mechanisch an die Ausrückkupplung 236 gekoppelt. Die elektrische Maschine 240 kann dem Antriebsstrang 200 über Betreiben als Elektromotor oder Generator, wie durch die Steuerung 252 der elektrischen Maschine angewiesen, eine positive Leistung oder eine negative Leistung bereitstellen.

**[0027]** Der Drehmomentwandler 206 beinhaltet ein Turbinenrad 286, um Leistung an eine Eingangswelle 270 auszugeben. Die Eingangswelle 270 koppelt den Drehmomentwandler 206 mechanisch an ein Automatikgetriebe 208. Der Drehmomentwandler 206 beinhaltet außerdem eine Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung (TCC - torque converter bypass lock-up clutch) 212. Leistung wird direkt von dem Pumpenrad 285 an das Turbinenrad 286 übertragen, wenn die TCC überbrückt ist. Die TCC wird durch die Steuerung 254 elektrisch betätigt. Alternativ kann die TCC hydraulisch überbrückt werden. In einem Beispiel kann der Drehmomentwandler als Komponente des Getriebes bezeichnet werden.

**[0028]** Wenn die Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung 212 vollständig ausgekuppelt ist, überträgt der Drehmomentwandler 206 über eine Fluidübertragung zwischen dem Drehmomentwandler-turbinenrad 286 und dem Drehmomentwandler-pumpenrad 285 Motorleistung an das Automatikgetriebe 208, wodurch eine Drehmomentvervielfachung ermöglicht wird. Dagegen wird, wenn die Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung 212 vollständig in Eingriff ist, die Motorleistung über die Drehmomentwandlerkupplung direkt an eine Eingangswelle 270 des Automatikgetriebes 208 übertragen. Alternativ kann die Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung 212 teilweise eingekuppelt sein, wodurch ermöglicht wird, dass der direkt an das Getriebe übertragene Leistungsbetrag eingestellt wird. Die Getriebesteuerung 254 kann dazu konfiguriert sein, den durch die

Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung 212 übertragenen Leistungsbetrag durch Einstellen der Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung als Reaktion auf verschiedene Motorbetriebsbedingungen oder basierend auf einer fahrerbasierten Motorbetriebsanforderung einzustellen.

**[0029]** Der Drehmomentwandler 206 beinhaltet zudem eine Pumpe 283, die Fluid mit Druck beaufschlagt, um die Ausrückkupplung 236, eine Vorwärtskupplung 210 und Gangkupplungen 211 zu betreiben. Die Pumpe 283 wird über das Pumpenrad 285 angetrieben, das sich mit einer gleichen Drehzahl wie die elektrische Maschine 240 dreht.

**[0030]** Das Automatikgetriebe 208 beinhaltet die Gangkupplungen 211 (z. B. für die Gänge 1-10) und die Vorwärtskupplung 210. Das Automatikgetriebe 208 ist ein Getriebe mit festen Übersetzungsverhältnissen. Alternativ kann das Automatikgetriebe 208 ein stufenloses Getriebe sein, das eine Fähigkeit aufweist, ein Getriebe mit festen Übersetzungsverhältnissen und feste Übersetzungsverhältnisse zu simulieren. Die Gangkupplungen 211 und die Vorwärtskupplung 210 können selektiv eingekuppelt werden, um ein Verhältnis von einer tatsächlichen Gesamtzahl an Drehungen der Eingangswelle 270 zu einer tatsächlichen Gesamtzahl an Drehungen der Räder 216 zu ändern. Die Gangkupplungen 211 können über Einstellen von Fluid, das den Kupplungen zugeführt wird, über Schaltsteuermagnetventile 209 in Eingriff oder außer Eingriff gebracht werden. Die Leistungsausgabe von dem Automatikgetriebe 208 kann zudem an die Räder 216 weitergegeben werden, um das Fahrzeug über die Ausgangswelle 260 anzutreiben. Insbesondere kann das Automatikgetriebe 208 eine Eingabeleistungsleistung an der Eingangswelle 270 als Reaktion auf eine Fahrbedingung des Fahrzeugs übertragen, bevor eine Ausgabeleistungsleistung an die Räder 216 übertragen wird. Die Getriebesteuerung 254 schaltet die TCC 212, die Gangkupplungen 211 und die Vorwärtskupplung 210 selektiv an oder kuppelt diese ein. Die Getriebesteuerung schaltet zudem die TCC 212, die Gangkupplungen 211 und die Vorwärtskupplung 210 selektiv ab oder kuppelt diese aus.

**[0031]** Eine Reibungskraft kann auf die Räder 216 ausgeübt werden, indem Reibungsbremsen 218 in Eingriff gebracht werden. In einem Beispiel können die Reibungsbremsen 218 für die Räder 216 als Reaktion darauf, dass ein menschlicher Fahrer mit seinem Fuß auf ein Bremspedal (nicht gezeigt) drückt, und/oder als Reaktion auf Anweisungen innerhalb der Bremssteuerung 250 in Eingriff gebracht werden. Ferner kann die Bremssteuerung 250 die Reibungsbremsen 218 als Reaktion auf Informationen und/oder Anforderungen betätigen, die durch die Fahrzeugsystemsteuerung 255 erfolgen. Auf die gleiche Weise kann eine Reibungskraft

auf die Räder 216 reduziert werden, indem die Reibungsbremsen 218 als Reaktion darauf, dass der menschliche Fahrer den Fuß von einem Bremspedal nimmt, als Reaktion auf Bremssteuerungsanweisungen und/oder Fahrzeugsystemsteuerungsanweisungen und/oder -informationen gelöst werden. Zum Beispiel können die Fahrzeugbremsen als Teil eines automatisierten Motorstoppvorgangs über die Steuerung 250 eine Reibungskraft auf die Räder 216 ausüben. Ein Bremsmoment kann in Abhängigkeit von der Bremspedalposition bestimmt werden.

**[0032]** Als Reaktion auf eine Anforderung zum Erhöhen einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs 225 kann die Fahrzeugsystemsteuerung eine Fahrerbedarfsleistung oder Leistungsanforderung von einem Fahrerbedarfspedal oder einer anderen Vorrichtung erlangen. Die Fahrzeugsystemsteuerung 255 weist dann einen Anteil der angeforderten Fahrerbedarfsleistung dem Motor und den restlichen Anteil der elektrischen Maschine zu. Die Fahrzeugsystemsteuerung 255 fordert die Motorleistung von der Steuerung 12 und die Leistung der elektrischen Maschine von der Steuerung 252 der elektrischen Maschine an. Wenn die Leistung der elektrischen Maschine zuzüglich der Motorleistung kleiner als ein Eingabeleistungsgrenzwert des Getriebes (z. B. ein nicht zu überschreitender Schwellenwert) ist, wird die Leistung an den Drehmomentwandler 206 abgegeben, der dann zumindest einen Anteil der angeforderten Leistung an die Getriebeeingangswelle 270 weitergibt. Die Getriebesteuerung 254 überbrückt selektiv die Drehmomentwandlerüberbrückungskupplung 212 und kuppelt Gänge über die Gangkupplungen 211 als Reaktion auf Schaltpläne und TCC-Überbrückungspläne ein, die auf der Eingangswellenleistung und der Fahrzeuggeschwindigkeit basieren können. Bei einigen Bedingungen, bei denen gewünscht sein kann, die Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie zu laden, kann eine Ladeleistung (z. B. eine negative Leistung der elektrischen Maschine) angefordert werden, während eine Fahrerbedarfsleistung ungleich null vorliegt. Die Fahrzeugsystemsteuerung 255 kann eine erhöhte Motorleistung anfordern, um die Ladeleistung zu überwinden, um die Fahrerbedarfsleistung zu erfüllen.

**[0033]** Als Reaktion auf eine Anforderung, das Fahrzeug 225 zu verlangsamen und eine Nutzbremmung bereitzustellen, kann die Fahrzeugsystemsteuerung basierend auf der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Bremspedalposition eine negative gewünschte Radleistung (z. B. gewünschte oder angeforderte Antriebsstrangradleistung) bereitstellen. Die Fahrzeugsystemsteuerung 255 weist dann der elektrischen Maschine 240 und dem Motor 10 einen Anteil der negativen gewünschten Radleistung zu. Die Fahrzeugsystemsteuerung kann zudem einen Teil der angeforderten Bremsleistung den Reibungs-

bremsen 218 (z. B. gewünschte Reibungsbremsradleistung) zuweisen. Ferner kann die Fahrzeugsystemsteuerung die Getriebesteuerung 254 darüber benachrichtigen, dass sich das Fahrzeug in einem Nutzbremmsmodus befindet, sodass die Getriebesteuerung 254 die Gänge basierend auf einem einzigartigen Schaltplan wechselt, um den Regenerationswirkungsgrad zu erhöhen. Der Motor 10 und die elektrische Maschine 240 können der Getriebeeingangswelle 270 eine negative Leistung zuführen, wobei jedoch die durch die elektrische Maschine 240 und den Motor 10 bereitgestellte negative Leistung durch die Getriebesteuerung 254 begrenzt sein kann, die einen Grenzwert für die negative Getriebeeingangswellenleistung (z. B. einen nicht zu überschreitenden Schwellenwert) ausgibt. Ferner kann die negative Leistung der elektrischen Maschine 240 basierend auf Betriebsbedingungen der Speichervorrichtung 262 für elektrische Energie, durch die Fahrzeugsystemsteuerung 255 oder die Steuerung 252 der elektrischen Maschine begrenzt (z. B. auf weniger als einen Schwellenwert für eine negative Schwellenleistung beschränkt) sein. Ein beliebiger Teil der gewünschten negativen Radleistung, der aufgrund von Grenzwerten des Getriebes oder der elektrischen Maschine nicht durch die elektrische Maschine 240 bereitgestellt werden kann, kann dem Motor 10 und/oder den Reibungsbremsen 218 zugewiesen werden, sodass die gewünschte Radleistung durch eine Kombination aus negativer Leistung (z. B. absorbierter Leistung) über die Reibungsbremsen 218, den Motor 10 und die elektrische Maschine 240 bereitgestellt wird.

**[0034]** Dementsprechend kann die Leistungssteuerung der verschiedenen Antriebsstrangkomponenten durch die Fahrzeugsystemsteuerung 255 überwacht werden, wobei eine lokale Leistungssteuerung für den Motor 10, das Automatikgetriebe 208, die elektrische Maschine 240 und die Reibungsbremsen 218 über die Steuerung 12, die Steuerung 252 der elektrischen Maschine, die Getriebesteuerung 254 und die Bremssteuerung 250 bereitgestellt wird.

**[0035]** Als ein Beispiel kann eine Motorleistungsausgabe durch Einstellen einer Kombination aus Zündzeitsteuerung, Kraftstoffimpulsbreite, Kraftstoffimpulstaktung und/oder Luftladung, durch Steuern von Drosselöffnung und/oder Ventilzeitsteuerung, Ventilhub und Ladung für mit einem Turbolader oder mit einem Kompressor aufgeladene Motoren gesteuert werden. Im Fall eines Dieselmotors kann die Steuerung 12 die Motorleistungsausgabe durch Steuern einer Kombination aus Kraftstoffimpulsbreite, Kraftstoffimpulstaktung und Luftladung steuern. Eine Motorbremsleistung oder negative Motorleistung kann durch Rotieren des Motors bereitgestellt werden, wobei der Motor Leistung generiert, die nicht ausreicht, um den Motor zu rotieren. Somit kann der Motor eine Bremsleistung durch

Betreiben mit geringer Leistung beim Verbrennen von Kraftstoff, mit einem oder mehreren abgeschalteten Zylindern (die z. B. keinen Kraftstoff verbrennen) oder wenn alle Zylinder abgeschaltet sind und während sich der Motor dreht, erzeugen. Der Betrag an Motorbremsleistung kann über ein Einstellen der Motorventilzeitsteuerung eingestellt werden. Die Motorventilzeitsteuerung kann eingestellt werden, um die Motorverdichtungsarbeit zu erhöhen oder zu verringern. Ferner kann die Motorventilzeitsteuerung eingestellt werden, um die Motorausdehnungsarbeit zu erhöhen oder zu verringern. In sämtlichen Fällen kann die Motorsteuerung Zylinder für Zylinder durchgeführt werden, um die Motorleistungsausgabe zu steuern.

**[0036]** Die Steuerung 252 der elektrischen Maschine kann die Leistungsausgabe und die Erzeugung elektrischer Energie von der elektrischen Maschine 240 steuern, indem sie den Strom einstellt, der zu und von Rotor- und/oder Ankerwicklungen der elektrischen Maschine fließt, wie es im Fachgebiet bekannt ist.

**[0037]** Die Getriebesteuerung 254 empfängt eine Getriebeeingangswellenposition über einen Positionssensor 271. Die Getriebesteuerung 254 kann die Getriebeeingangswellenposition durch Differenzieren eines Signals vom Positionssensor 271 oder Zählen einer Anzahl bekannter Winkelabstandsimpulse über ein vorher festgelegtes Zeitintervall hinweg in Eingangswellendrehzahl umwandeln. Die Getriebesteuerung 254 kann das Drehmoment der Getriebeausgangswelle von einem Drehmomentensensor 272 aufnehmen. Alternativ kann der Sensor 272 ein Positionssensor oder ein Drehmoment- und ein Positionssensor sein. Wenn der Sensor 272 ein Positionssensor ist, kann die Steuerung 254 Wellenpositionsimpulse über ein vorbestimmtes Zeitintervall hinweg zählen, um die Getriebeabtriebswellengeschwindigkeit zu bestimmen. Die Getriebesteuerung 254 kann auch die Getriebeausgangswellengeschwindigkeit differenzieren, um eine Rate der Drehzahländerung der Getriebeausgangswelle zu bestimmen. Die Getriebesteuerung 254, die Steuerung 12 und die Fahrzeugsystemsteuerung 255 können auch zusätzliche Getriebeinformationen von Sensoren 277 empfangen, die unter anderem Drucksensoren der Pumpenausgabeleitung, Hydraulikdrucksensoren des Getriebes (z. B. Fluidrucksensoren der Gangkupplungen), einen Getriebefluidtemperatursensor, Temperatursensoren der elektrischen Maschine, Gangwahlhebelsensoren und Umgebungstemperatursensoren beinhalten können. Die Getriebesteuerung 254 kann zudem eine angeforderte Gangeingabe von einem Gangschalthebel 290 (z. B. einer Mensch-Maschine-Schnittstellenvorrichtung) empfangen. Der Gangschalthebel 290 kann Positionen für die Gänge 1-N

(wobei N eine obere Gangzahl ist), D (Fahren) und P (Parken) beinhalten.

**[0038]** Die Bremssteuerung 250 empfängt Raddrehzahlinformationen über einen Raddrehzahlsensor 221 und Bremsanforderungen von der Fahrzeugsystemsteuerung 255. Die Bremssteuerung 250 kann auch Bremspedalpositionsinformationen von dem in **Fig. 1** gezeigten Bremspedalsensor 154 direkt oder über das CAN 299 empfangen. Die Bremssteuerung 250 kann als Reaktion auf einen Radleistungsbefehl von der Fahrzeugsystemsteuerung 255 Bremsung bereitstellen. Die Bremssteuerung 250 kann zudem ein Antiblockier- und Fahrzeugstabilitätsbremsen bereitstellen, um das Bremsen und die Stabilität des Fahrzeugs zu verbessern. Demnach kann die Bremssteuerung 250 der Fahrzeugsystemsteuerung 255 eine Radleistungsbegrenzung (z. B. einen nicht zu überschreitenden Schwellenwert für die negative Radleistung) bereitstellen, sodass die negative Leistung der elektrischen Maschine nicht dazu führt, dass die Radleistungsbegrenzung überschritten wird. Zum Beispiel wird, falls die Steuerung 250 eine Begrenzung für die negative Radleistung von 50 Nm ausgibt, die Leistung der elektrischen Maschine eingestellt, um weniger als 50 Nm (z. B. 49 Nm) negative Leistung an den Rädern bereitzustellen, was eine Berücksichtigung der Getriebeübersetzung beinhaltet.

**[0039]** Somit stellt das System aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** ein System bereit, das Folgendes umfasst: einen Motor; eine elektrische Maschine; eine Kraftübertragungsaustrückkupplung, die in einer Kraftübertragung zwischen dem Motor und der elektrischen Maschine positioniert ist; und eine Steuerung, die ausführbare Anweisungen beinhaltet, die in nicht transitorischem Speicher gespeichert sind und die Steuerung dazu veranlassen, ein Drehmoment der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment einzustellen. In einem ersten Beispiel beinhaltet das System, dass das Reaktionsdrehmoment ein Drehmomentbetrag ist, um ein Drehmomentwandlerpumpenrad bei einer angeforderten Drehzahl zu drehen, abzüglich eines tatsächlichen Motordrehmoments. In einem zweiten Beispiel, das das erste Beispiel beinhaltet, beinhaltet das System, dass das Reaktionsdrehmoment einen Drehmomentbetrag für eine elektrische Maschine beinhaltet, um elektrische Nebenaggregate des Fahrzeugs mit der angeforderten Drehzahl anzutreiben. In einem dritten Beispiel, das eines oder beide des ersten und zweiten Beispiels beinhaltet, beinhaltet das System, dass die Steuerung das Drehmoment der elektrischen Maschine auf das spezifizierte Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf einstellt, dass ein erster Zustand oder ein zweiter Zustand nicht vorhanden ist. In einem vierten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis dritten Beispiels beinhaltet, kann,

beinhaltet das System, dass der erste Zustand ist, dass sich ein angefordertes Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet. In einem fünften Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis vierten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das System, dass der zweite Zustand ist, dass das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer als ein zweites Schwellendrehmoment ist. In einem sechsten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis fünften Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das System, dass das zweite Schwellendrehmoment auf einem erwarteten maximalen Ladedrehmoment basiert.

**[0040]** Unter nunmehriger Bezugnahme auf **Fig. 3** ist eine prophetische Kraftübertragungsbetriebssequenz gezeigt. Die Betriebssequenz aus **Fig. 3** kann über das System aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** in Zusammenarbeit mit den Verfahren aus **Fig. 4** bereitgestellt werden. Die vertikalen Linien bei den Zeitpunkten  $t_0$ - $t_3$  stellen relevante Zeitpunkte während der Betriebssequenz dar. Die Verläufe sind zeitlich aufeinander abgestimmt. Die Sequenz aus **Fig. 3** kann durchgeführt werden, wenn die Kraftübertragungsausrückkupplung vollständig geschlossen ist, sodass die elektrische Maschine 240 an den Motor 10 gekoppelt ist.

**[0041]** Der erste Verlauf von oben in **Fig. 3** ist ein Verlauf eines Zustands eines Motorsteuermodus im Zeitverlauf. Die vertikale Achse stellt den Motorsteuermodus dar und der Motor wird in einem Drehzahlsteuermodus betrieben, wenn sich die Kurve 302 auf einem höheren Niveau nahe dem Pfeil der vertikalen Achse befindet. Der Motor wird in einem Drehmomentsteuermodus betrieben, wenn sich die Kurve 302 auf einem Niveau nahe der horizontalen Achse befindet. Die horizontale Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite des Verlaufs zur rechten Seite des Verlaufs zu. Die Kurve 302 stellt den Motorsteuermoduszustand dar.

**[0042]** Der zweite Verlauf von oben in **Fig. 3** ist ein Verlauf des Drehmoments der elektrischen Maschine (z. B. der elektrischen Maschine 240 aus **Fig. 2**) im Zeitverlauf. Die vertikale Achse stellt das Drehmoment der elektrischen Maschine dar und der Betrag des Drehmoments nimmt in der Richtung des Pfeils der vertikalen Achse zu. Der Betrag des Drehmoments der elektrischen Maschine ist auf dem Niveau der horizontalen Achse null. Die horizontale Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite des Verlaufs zur rechten Seite des Verlaufs zu. Die Kurve 304 stellt das Drehmoment der elektrischen Maschine dar.

**[0043]** Die Linie 350 stellt ein angefordertes Reaktionsdrehmoment dar, das durch die elektrische

Maschine (z. B. 240 aus **Fig. 2**) bereitgestellt wird. Das angeforderte Reaktionsdrehmoment der elektrischen Maschine kann über die folgende Gleichung geschätzt werden:

$$T_{\text{react}} = T_{\text{Imp\_est}} - T_{\text{eng\_act}}$$

wobei  $T_{\text{react}}$  das angeforderte Reaktionsdrehmoment ist,  $T_{\text{Imp\_est}}$  eine Schätzung eines Drehmomentbetrags ist, der erforderlich ist, um das Drehmomentwandlerpumpenrad mit einer gewünschten Drehzahl zu drehen, und  $T_{\text{eng\_act}}$  ein tatsächlicher Betrag des Drehmoments ist, der durch den Motor erzeugt und an die Hybridkraftübertragung abgegeben wird.

**[0044]** Die Linie 352 stellt ein ideales oder spezifiziertes Ladedrehmoment dar, das darüber erzeugt werden kann, dass die elektrische Maschine Drehmoment von der Kraftübertragung bei der gegenwärtigen Drehzahl des Motors und der elektrischen Maschine verbraucht. Das ideale oder spezifizierte Ladedrehmoment kann über die folgende Gleichung geschätzt werden:

$$T_{\text{charg}} = T_{\text{Eng\_eff}} - T_{\text{loss}}$$

wobei  $T_{\text{charg}}$  das ideale Ladedrehmoment ist, das von der elektrischen Maschine angefordert wird,  $T_{\text{Eng\_eff}}$  ein Drehmoment bei der gegenwärtigen Motordrehzahl ist, bei der der Motor am effizientesten arbeitet, und  $T_{\text{loss}}$  das Drehmoment ist, um Motor- und Drehverluste der Kraftübertragung an der Getriebeeingangswelle zu überwinden, um den Motor und die elektrische Maschine bei ihrer gegenwärtigen Drehzahl zu drehen (z. B. einer angeforderten Drehzahl, wenn der Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird).

**[0045]** Der dritte Verlauf von oben in **Fig. 3** ist ein Verlauf eines angeforderten Motordrehmoments im Zeitverlauf. Die vertikale Achse stellt das angeforderte Motordrehmoment dar und das angeforderte Motordrehmoment nimmt in Richtung des Pfeils der vertikalen Achse zu. Die horizontale Achse stellt die Zeit dar und die Zeit nimmt von der linken Seite des Verlaufs zur rechten Seite des Verlaufs zu. Die Kurve 306 stellt das angeforderte Motordrehmoment dar. Die Linie 360 stellt ein einstellbares Schwellendrehmoment dar, das auf einem maximalen erwarteten Ladedrehmoment basiert, das der Motor an die elektrische Maschine abgeben kann, um die Traktionsbatterie zu laden, während sich der Motor im Drehzahlsteuermodus befindet. Linie 362 stellt ein minimales momentanes Motordrehmoment dar, das ein geringstes Brennkraftmaschinendrehmoment für eine gegenwärtige Brennkraftmaschinendrehzahl ist, bei dem die Brennkraftmaschine nicht fehlzündet oder eine Verbrennungsstabilität unter einem Schwellenverbrennungsstabilitätsniveau aufweist.

**[0046]** Zum Zeitpunkt  $t_0$  läuft der Motor (z. B. dreht sich und verbrennt Kraftstoff) und der Motor wird in einem Drehmomentsteuermodus betrieben (z. B. wird zugelassen, dass die Motordrehzahl variiert, und wird das Motordrehmoment eingestellt, um einem angeforderten Motordrehmoment zu entsprechen). Das Drehmoment der elektrischen Maschine befindet sich auf dem Niveau eines Reaktionsdrehmoments, das wie zuvor erwähnt bestimmt werden kann. Das angeforderte Motordrehmoment ist größer als das einstellbare Schwellendrehmoment, das auf dem maximal erwarteten Ladedrehmoment basiert.

**[0047]** Zum Zeitpunkt  $t_1$  wird der Motormodus vom Drehmomentsteuermodus in den Drehzahlsteuermodus umgeschaltet. Dem Motor wird eine angeforderte Motorleerlaufdrehzahl (nicht gezeigt) befohlen. Da das angeforderte Motordrehmoment größer als das einstellbare Schwellendrehmoment 360 ist, wird das Drehmoment der elektrischen Maschine auf das ideale Ladedrehmoment 352 befohlen. Das angeforderte Motordrehmoment beginnt, reduziert zu werden, da weniger Motordrehmoment benötigt wird, um das Reaktionsdrehmoment zu überwinden, das durch die elektrische Maschine erzeugt wird.

**[0048]** Zwischen Zeitpunkt  $t_1$  und Zeitpunkt  $t_2$  bleibt der Motor im Drehzahlsteuermodus und das Drehmoment der elektrischen Maschine wird auf das ideale oder spezifizierte Ladedrehmoment 352 reduziert. Kurz nachdem das Drehmoment der elektrischen Maschine auf das ideale Ladedrehmoment reduziert wurde, wird das Motordrehmoment auf ein Niveau reduziert, das nahe dem minimalen momentanen Motordrehmoment liegt. Das durch die elektrische Maschine bereitgestellte angeforderte Reaktionsdrehmoment beginnt kurz vor Zeitpunkt  $t_2$ , reduziert zu werden. Das angeforderte Reaktionsdrehmoment kann als Reaktion auf eine reduzierte elektrische Last verringert werden, die durch elektrische Leistungsverbraucher des Fahrzeugs (z. B. beheizte Windschutzscheiben, Klimasteuersysteme, Beleuchtungssysteme, Infotainmentsysteme usw.) bereitgestellt wird.

**[0049]** Zum Zeitpunkt  $t_2$  liegt das angeforderte Reaktionsdrehmoment innerhalb einer Schwellenmenge des Drehmoments des idealen Ladedrehmoments. Daher wird das Drehmoment der elektrischen Maschine auf das angeforderte Reaktionsdrehmoment eingestellt. Da der Motor im Drehzahlsteuermodus betrieben wird, bewirkt die erhöhte Last auf den Motor, dass die Motordrehzahlsteuerung zusätzliches Drehmoment von dem Motor anfordert. Das angeforderte Motordrehmoment erhöht sich auf einen Wert, der zwischen dem minimalen momentanen Motordrehmoment und dem einstellbaren Schwellendrehmoment liegt, das auf einem maximalen erwarteten Ladedrehmoment basiert, das der Motor an die elektrische Maschine abgeben kann,

um die Traktionsbatterie zu laden, während sich der Motor im Drehzahlsteuermodus befindet.

**[0050]** Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird der Motorbetriebsmodus von der Drehzahlsteuerung in die Drehmomentsteuerung umgeschaltet. Das Drehmoment der elektrischen Maschine bleibt bei dem angeforderten Reaktionsdrehmoment und das angeforderte Motordrehmoment wird erhöht, um das Fahrerbedarfsdrehmoment (nicht gezeigt) zu erfüllen.

**[0051]** Auf diese Weise kann die Motordrehzahlsteuerung vermeiden, bei einem minimalen momentanen Motordrehmoment gesättigt zu werden, sodass die elektrische Maschine die Traktionsbatterie laden kann. Zusätzlich kann die Motordrehzahlsteuerung vermeiden, große Mengen an Motordrehmoment anzufordern, während der Motor im Drehzahlsteuermodus betrieben wird, sodass ein ineffizienter Motorbetrieb vermieden werden kann.

**[0052]** Unter nunmehriger Bezugnahme auf **Fig. 4** ist ein Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs gezeigt. Das Verfahren kann zumindest teilweise als ausführbare Anweisungen umgesetzt sein, die in Steuerungsspeicher in dem System aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** gespeichert sind. Ferner kann das Verfahren Handlungen beinhalten, die in der physischen Welt vorgenommen werden, um einen Betriebszustand des Systems aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** umzuwandeln. Zusätzlich kann das Verfahren die in **Fig. 3** gezeigte Betriebssequenz bereitstellen.

**[0053]** Bei 402 bestimmt das Verfahren 400 Fahrzeugbetriebsbedingungen. Die Fahrzeugbetriebsbedingungen können über Empfangen von Sensordaten, wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, in eine Steuerung bestimmt werden. Die Fahrzeugbetriebsbedingungen können unter anderem Motorbetriebsmodus, Getriebefluidtemperatur, angefordertes Motordrehmoment, angefordertes Drehmoment der elektrischen Maschine, Kraftübertragungsausrückkupplungszustand, Umgebungslufttemperatur, Motordrehzahl, Fahrzeuggeschwindigkeit, Motor-temperatur und Fahrerbedarfsdrehmoment oder -leistung beinhalten. Das Verfahren 400 geht zu 404 über, nachdem die Fahrzeugbetriebsbedingungen bestimmt wurden.

**[0054]** Bei 404 beurteilt das Verfahren 400, ob der Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird oder nicht. Das Verfahren 400 kann auf Grundlage eines Werts einer Variablen im Steuerungsspeicher beurteilen, ob der Motor in einem Drehzahlsteuermodus betrieben wird oder nicht. Wenn zum Beispiel ein Wert der Variable eins oder wahr ist, lautet die Antwort Ja und geht das Verfahren 400 zu 406 über. Andernfalls, wenn der Wert null oder falsch ist, lautet die Antwort Nein und geht das Verfahren 400 zu 430 über. Wenn der Motor in einem Drehzahl-

teuermodus betrieben wird, stellt ein Drehzahlsteueralgorithmus in der Steuerung 12 das Motordrehmoment so ein, dass die Motordrehzahl einer angeforderten Motordrehzahl entspricht, unabhängig davon, ob die angeforderte Motordrehzahl eine Konstante ist oder sich ändert. Das Verfahren 400 kann die Kraftübertragungsausrückkupplung schließen, bevor der Motor im Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

**[0055]** Bei 430 stellt das Verfahren 400 das Drehmoment der elektrischen Maschine (z. B. 240 aus **Fig. 2**) als Reaktion auf Fahrzeugbetriebsbedingungen ein. Insbesondere kann das Verfahren 400 das Drehmoment der elektrischen Maschine als Reaktion auf ein Fahrerbedarfsdrehmoment oder eine Fahrerbedarfsleistung einstellen. Die elektrische Maschine kann als alleinige Antriebsquelle oder in Kombination mit der Brennkraftmaschine betrieben werden, um das Fahrerbedarfsdrehmoment zu erfüllen. Zusätzlich kann die elektrische Maschine in einem Generatormodus betrieben werden, wenn Fahrerbedarfsdrehmoment und Drehmoment zum Wiederaufladen der Traktionsbatterie über den Motor bereitgestellt werden können. Das Verfahren 400 geht zum Ende über.

**[0056]** Bei 406 beurteilt das Verfahren 400, ob das angeforderte Motordrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Motordrehmoments liegt (z. B. eines niedrigsten Brennkraftmaschinendrehmoments für eine gegenwärtige Brennkraftmaschinendrehzahl, bei der die Brennkraftmaschine nicht fehlzündet oder eine Verbrennungsstabilität aufweist, die kleiner als ein Schwellenverbrennungsstabilitätsniveau ist) ODER das angeforderte Motordrehmoment größer als ein Schwellendrehmoment ist, das auf einem maximalen Ladedrehmoment basiert, während sich der Motor im Drehzahlsteuermodus befindet (z. B. ein maximaler Betrag an Motordrehmoment, der zum Laden der Traktionsbatterie angewandt werden kann). Die Bedingungen von 406 können über die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$(T_{EngReq} > T_{Engmin} - T_{Thres1} \text{ AND } T_{EngReq} < T_{Engmin} + T_{Thres1}) \text{ OR } T_{EngReq} > T_{Thres2}$$

wobei  $T_{EngReq}$  das angeforderte Motordrehmoment ist,  $T_{Engmin}$  das minimale momentane Motordrehmoment ist,  $T_{Thres1}$  ein erster Schwellendrehmomentbetrag ist, AND ein logischer „und“-Operator ist, OR ein logischer „oder“-Operator ist und  $T_{Thres2}$  ein zweiter Drehmomentschwellenwertbetrag ist. Wenn das Verfahren 400 beurteilt, dass das angeforderte Motordrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Motordrehmoments liegt ODER das angeforderte Motordrehmoment größer als ein Schwellendrehmoment ist, das auf einem maximalen Ladedrehmo-

ment basiert, während sich der Motor im Drehzahlsteuermodus befindet, lautet die Antwort Ja und geht das Verfahren 400 zu 410 über. Andernfalls lautet die Antwort Nein und geht das Verfahren 400 zu 408 über.

**[0057]** Bei 408 fordert das Verfahren 400 an, dass das Drehmoment der elektrischen Maschine (z. B. 240 aus **Fig. 2**) gleich einem Reaktionsdrehmoment ist. Das Reaktionsdrehmoment kann über die folgende Gleichungen bestimmt werden:

$$T_{React} = T_{Imp} - T_{Engact}$$

wobei  $T_{React}$  das Reaktionsdrehmoment ist,  $T_{Imp}$  das Drehmoment ist, das erforderlich ist, um den Drehmomentwandler bei der gegenwärtigen Drehzahl des Motors und der elektrischen Maschine zu drehen, und  $T_{Engact}$  das tatsächliche Drehmoment ist, das durch den Motor an der Motorkurbelwelle erzeugt wird. Das Verfahren 400 geht zum Ende über, nachdem die Drehmomentausgabe der elektrischen Maschine so eingestellt wurde, dass sie dem Reaktionsdrehmoment entspricht.

**[0058]** Bei 410 stellt das Verfahren 400 das Drehmoment der elektrischen Maschine (z. B. 240 aus **Fig. 2**) so ein, dass es gleich dem idealen Ladedrehmoment  $T_{charg}$  ist. Das Verfahren 400 geht zu 412 über.

**[0059]** Bei 412 beurteilt das Verfahren 400, ob das Reaktionsdrehmoment  $T_{React}$  innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags des idealen Ladedrehmoments  $T_{charg}$  liegt. Die Bedingungen von 412 können über die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$(T_{React} > T_{charg} - T_{Thres3} \text{ AND } T_{React} < T_{charg} + T_{Thres3})$$

wobei  $T_{Thres3}$  ein dritter Schwellendrehmomentbetrag ist und wobei die verbleibenden Variablen wie zuvor beschrieben sind. Beurteilt das Verfahren 400, dass das Reaktionsdrehmoment  $T_{React}$  innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags des idealen Ladedrehmoments  $T_{charg}$  liegt, lautet die Antwort Ja und geht das Verfahren 400 zu 408 über. Andernfalls lautet die Antwort Nein und kehrt das Verfahren 400 zu 410 zurück.

**[0060]** Auf diese Weise kann das Verfahren 400 die Drehmomentausgabe der elektrischen Maschine so einstellen, dass eine Batterie geladen werden kann oder dass das Drehmoment des Motors unter einem Schwellendrehmoment bleibt, das auf einem maximalen erwarteten Ladedrehmoment basiert.

**[0061]** Somit stellt das Verfahren aus **Fig. 4** ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung bereit, das Folgendes umfasst: Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; und Ein-

stellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Ladedrehmoment als Reaktion darauf, dass sich ein Zustand eines angeforderten Brennkraftmaschinendrehmoments innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer ist als ein Schwellendrehmoment. In einem ersten Beispiel umfasst das Verfahren ferner Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass es nicht wahr ist, dass sich das angeforderte Motordrehmoment innerhalb des Schwellendrehmomentbetrags des minimalen momentanen Motordrehmoments befindet oder das angeforderte Motordrehmoment größer als das Schwellendrehmoment ist. In einem zweiten Beispiel, das das erste Verfahren beinhalten kann, umfasst das Verfahren ferner Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass sich das spezifizierte Reaktionsdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmoments des spezifizierten Ladedrehmoments befindet. In einem dritten Beispiel, das eines oder beide des ersten und zweiten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass das spezifizierte Reaktionsdrehmoment von elektrischen Fahrzeuglasten abhängig ist. In einem vierten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis dritten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass eine Drehzahl der Brennkraftmaschine eingestellt wird, um einer angeforderten Drehzahl im Drehzahlsteuermodus zu entsprechen. In einem fünften Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis vierten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass Drehmoment der Brennkraftmaschine für die Brennkraftmaschine eingestellt wird, um der angeforderten Drehzahl zu entsprechen. In einem sechsten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis fünften Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass das spezifizierte Ladedrehmoment auf einem Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine bei einer gegenwärtigen Brennkraftmaschinendrehzahl basiert. In einem siebten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis sechsten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass das minimale momentane Brennkraftmaschinendrehmoment das geringste Brennkraftmaschinendrehmoment für eine gegenwärtige Brennkraftmaschinendrehzahl ist, bei dem die Brennkraftmaschine nicht fehlzündet oder eine Verbrennungsstabilität unter einem Schwellenverbrennungsstabilitätsniveau aufweist.

**[0062]** Das Verfahren aus **Fig. 4** stellt zudem ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung bereit, das Folgendes umfasst: Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer

elektrischen Maschine auf ein erstes Drehmoment als Reaktion darauf, dass ein Reaktionsdrehmoment einer elektrischen Maschine innerhalb eines Schwellendrehmoments eines spezifizierten Ladedrehmoments liegt, während die Brennkraftmaschine im Drehzahlsteuermodus betrieben wird; und Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein zweites Drehmoment als Reaktion darauf, dass ein Reaktionsdrehmoment einer elektrischen Maschine nicht innerhalb eines Schwellendrehmoments eines spezifizierten Ladedrehmoments liegt, während die Brennkraftmaschine in dem Drehzahlsteuermodus betrieben wird. In einem ersten Beispiel beinhaltet das Verfahren, dass das erste Drehmoment das Reaktionsdrehmoment ist. In einem zweiten Beispiel, das das erste Beispiel beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass das zweite Drehmoment ein spezifiziertes Ladedrehmoment ist. In einem dritten Beispiel, das eines oder beide des ersten und zweiten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass die elektrische Maschine in einer Kraftübertragung zwischen einer Ausrückkupplung und einem Getriebe positioniert ist. In einem vierten Beispiel, das eines oder mehrere des ersten bis dritten Beispiels beinhalten kann, beinhaltet das Verfahren, dass die Brennkraftmaschine auf eine Leerlaufdrehzahl befohlen wird, wenn sie im Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

**[0063]** Es ist anzumerken, dass die in dieser Schrift beinhaltenen beispielhaften Steuer- und Schätzroutinen mit verschiedenen Motor- und/oder Fahrzeugsystemkonfigurationen verwendet werden können. Ferner können die in dieser Schrift beschriebenen Verfahren eine Kombination aus Handlungen, die durch eine Steuerung in der physischen Welt vorgenommen werden, und Anweisungen innerhalb der Steuerung sein. Zumindest Teile der in dieser Schrift offenbarten Steuerverfahren und -routinen können als ausführbare Anweisungen in dauerhaftem Speicher gespeichert sein und durch das Steuersystem ausgeführt werden, das die Steuerung in Kombination mit den verschiedenen Sensoren, Aktoren und anderer Motorhardware beinhaltet. Die spezifischen in dieser Schrift beschriebenen Routinen können eine oder mehrere einer beliebigen Anzahl von Verarbeitungsstrategien darstellen, wie etwa ereignisgesteuert, unterbrechungssteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen. Demnach können verschiedene veranschaulichte Handlungen, Vorgänge und/oder Funktionen in der veranschaulichten Sequenz oder parallel durchgeführt oder in einigen Fällen weggelassen werden. Gleichermaßen ist die Verarbeitungsreihenfolge nicht zwangsläufig erforderlich, um die Merkmale und Vorteile der in dieser Schrift beschriebenen Ausführungsbeispiele zu erzielen, sondern zur Vereinfachung der Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt. Eine(r) oder mehrere der veranschau-

lichten Handlungen, Vorgänge und/oder Funktionen kann/können abhängig von der bestimmten verwendeten Strategie wiederholt durchgeführt werden. Ferner können die beschriebenen Handlungen, Vorgänge und/oder Funktionen grafisch Code darstellen, der in nicht transitorischem Speicher des computerlesbaren Speichermediums in dem Motorsteuersystem einprogrammiert werden soll, in dem die beschriebenen Handlungen durch das Ausführen der Anweisungen in einem System ausgeführt werden, das die verschiedenen Motorhardwarekomponenten in Kombination mit der elektronischen Steuerung beinhaltet.

**[0064]** Damit ist die Beschreibung abgeschlossen. Beim Lesen derselben durch den Fachmann würden diesem viele Veränderungen und Abwandlungen ersichtlich werden, ohne vom Wesen und Umfang der Beschreibung abzuweichen. Zum Beispiel könnten 13-, 14-, 15-, V6-, V8-, V10- und V 12-Motoren, die in Erdgas-, Benzin-, Diesel- oder alternativen Kraftstoffkonfigurationen betrieben werden, die vorliegende Beschreibung vorteilhaft nutzen.

**[0065]** Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung: Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; und Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Ladedrehmoment als Reaktion darauf, dass sich ein Zustand eines angeforderten Brennkraftmaschinendrehmoments innerhalb eines ersten Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer ist als ein zweites Schwellendrehmoment.

**[0066]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass es nicht wahr ist, dass sich der Zustand des angeforderten Brennkraftmaschinendrehmoments innerhalb des ersten Schwellendrehmomentbetrags des minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer ist als ein zweites Schwellendrehmoment ist.

**[0067]** In einem Aspekt der Erfindung beinhaltet das Verfahren Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass sich das spezifizierte Reaktionsdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmoments des spezifizierten Ladedrehmoments befindet.

**[0068]** In einem Aspekt der Erfindung ist das spezifizierte Reaktionsdrehmoment von elektrischen Fahrzeuglasten abhängig.

**[0069]** In einem Aspekt der Erfindung wird eine Drehzahl der Brennkraftmaschine eingestellt, um einer angeforderten Drehzahl im Drehzahlsteuermodus zu entsprechen.

**[0070]** In einem Aspekt der Erfindung wird das Drehmoment der Brennkraftmaschine für die Brennkraftmaschine eingestellt, um einer angeforderten Drehzahl zu entsprechen.

**[0071]** In einem Aspekt der Erfindung basiert das spezifizierte Ladedrehmoment auf einem Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine bei einer gegenwärtigen Brennkraftmaschinendrehzahl.

**[0072]** In einem Aspekt der Erfindung ist das minimale momentane Brennkraftmaschinendrehmoment das geringste Brennkraftmaschinendrehmoment für eine gegenwärtige Brennkraftmaschinendrehzahl, bei dem die Brennkraftmaschine nicht fehlzündet oder eine Verbrennungsstabilität unter einem Schwellenverbrennungsstabilitätsniveau aufweist.

**[0073]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein System bereitgestellt, das Folgendes aufweist: einen Motor; eine elektrische Maschine; eine Kraftübertragungsausrückkupplung, die in einer Kraftübertragung zwischen dem Motor und der elektrischen Maschine positioniert ist; und eine Steuerung, die ausführbare Anweisungen beinhaltet, die in nicht transitorischem Speicher gespeichert sind und die Steuerung dazu veranlassen, ein Drehmoment der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment einzustellen.

**[0074]** Gemäß einer Ausführungsform ist das spezifizierte Reaktionsdrehmoment ein Drehmomentbetrag, um ein Drehmomentwandlerpumpenrad bei einer angeforderten Drehzahl zu drehen, abzüglich eines tatsächlichen Motordrehmoments.

**[0075]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Erfindung ferner gekennzeichnet durch zusätzliche Anweisungen zum Schließen der Kraftübertragungsausrückkupplung vor dem Einstellen des Drehmoments der elektrischen Maschine auf das spezifizierte Reaktionsdrehmoment.

**[0076]** Gemäß einer Ausführungsform stellt die Steuerung ein Drehmoment der elektrischen Maschine auf das spezifizierte Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf ein, dass ein erster Zustand oder ein zweiter Zustand nicht vorhanden ist.

**[0077]** Gemäß einer Ausführungsform ist der erste Zustand, dass sich ein angefordertes Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet.

**[0078]** Gemäß einer Ausführungsform ist der zweite Zustand, dass das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer als ein zweites Schwellendrehmoment ist.

**[0079]** Gemäß einer Ausführungsform basiert das zweite Schwellendrehmoment auf einem erwarteten maximalen Ladedrehmoment.

**[0080]** Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung: Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein erstes Drehmoment als Reaktion darauf, dass ein Reaktionsdrehmoment der elektrischen Maschine innerhalb eines Schwellendrehmoments eines spezifizierten Ladedrehmoments liegt, während die Brennkraftmaschine im Drehzahlsteuermodus betrieben wird; und Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein zweites Drehmoment als Reaktion darauf, dass das Reaktionsdrehmoment der elektrischen Maschine nicht innerhalb des Schwellendrehmoments des spezifizierten Ladedrehmoments liegt, während die Brennkraftmaschine in dem Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

**[0081]** In einem Aspekt der Erfindung ist das erste Drehmoment das Reaktionsdrehmoment.

**[0082]** In einem Aspekt der Erfindung ist das zweite Drehmoment ein spezifiziertes Ladedrehmoment.

**[0083]** In einem Aspekt der Erfindung ist die elektrische Maschine in der Kraftübertragung zwischen einer Ausrückkupplung und einem Getriebe positioniert.

**[0084]** In einem Aspekt der Erfindung wird eine Brennkraftmaschine auf eine Leerlaufdrehzahl befohlen, während sie im Drehzahlsteuermodus betrieben wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Kraftübertragung, umfassend:  
Betreiben einer Brennkraftmaschine in einem Drehzahlsteuermodus; und  
Einstellen eines angeforderten Drehmoments einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Ladedrehmoment als Reaktion darauf, dass sich ein Zustand eines angeforderten Brennkraftmaschi-

nendrehmoments innerhalb eines ersten Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer als ein zweites Schwellendrehmoment ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass es nicht wahr ist, dass sich der Zustand des angeforderten Brennkraftmaschinendrehmoments innerhalb des ersten Schwellendrehmomentbetrags des minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet oder das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer als ein zweites Schwellendrehmoment ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend Einstellen des angeforderten Drehmoments der elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf, dass sich das spezifizierte Reaktionsdrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmoments des spezifizierten Ladedrehmoments befindet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das spezifizierte Reaktionsdrehmoment von elektrischen Fahrzeuglasten abhängig ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Drehzahl der Brennkraftmaschine eingestellt wird, um einer angeforderten Drehzahl im Drehzahlsteuermodus zu entsprechen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Drehmoment der Brennkraftmaschine für die Brennkraftmaschine eingestellt wird, um einer angeforderten Drehzahl zu entsprechen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das spezifizierte Ladedrehmoment auf einem Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine bei einer gegenwärtigen Brennkraftmaschinendrehzahl basiert.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das minimale momentane Brennkraftmaschinendrehmoment das geringste Brennkraftmaschinendrehmoment für eine gegenwärtige Brennkraftmaschinendrehzahl ist, bei dem die Brennkraftmaschine nicht fehlzündet oder eine Verbrennungsstabilität unter einem Schwellenverbrennungsstabilitätsniveau aufweist.

9. System, umfassend:  
einen Motor;  
eine elektrische Maschine;  
eine Kraftübertragungsausrückkupplung, die in einer Kraftübertragung zwischen dem Motor und der elektrischen Maschine positioniert ist; und

eine Steuerung, die in einem nicht transitorischen Speicher gespeicherte ausführbare Anweisungen beinhaltet, die die Steuerung dazu veranlassen, ein Drehmoment einer elektrischen Maschine auf ein spezifiziertes Reaktionsdrehmoment einzustellen.

10. System nach Anspruch 9, wobei das spezifizierte Reaktionsdrehmoment ein Drehmomentbetrag ist, um ein Drehmomentwandlerpumpenrad bei einer angeforderten Drehzahl zu drehen, abzüglich eines tatsächlichen Motordrehmoments.

11. System nach Anspruch 10, ferner umfassend zusätzliche Anweisungen zum Schließen der Kraftübertragungsausrückkupplung vor dem Einstellen des Drehmoments der elektrischen Maschine auf das spezifizierte Reaktionsdrehmoment.

12. System nach Anspruch 9, wobei die Steuerung ein Drehmoment der elektrischen Maschine auf das spezifizierte Reaktionsdrehmoment als Reaktion darauf einstellt, dass ein erster Zustand oder ein zweiter Zustand nicht vorhanden ist.

13. System nach Anspruch 12, wobei der erste Zustand ist, dass sich ein angefordertes Brennkraftmaschinendrehmoment innerhalb eines Schwellendrehmomentbetrags eines minimalen momentanen Brennkraftmaschinendrehmoments befindet.

14. System nach Anspruch 13, wobei der zweite Zustand ist, dass das angeforderte Brennkraftmaschinendrehmoment größer als ein zweites Schwellendrehmoment ist.

15. System nach Anspruch 14, wobei das zweite Schwellendrehmoment auf einem erwarteten maximalen Ladedrehmoment basiert.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

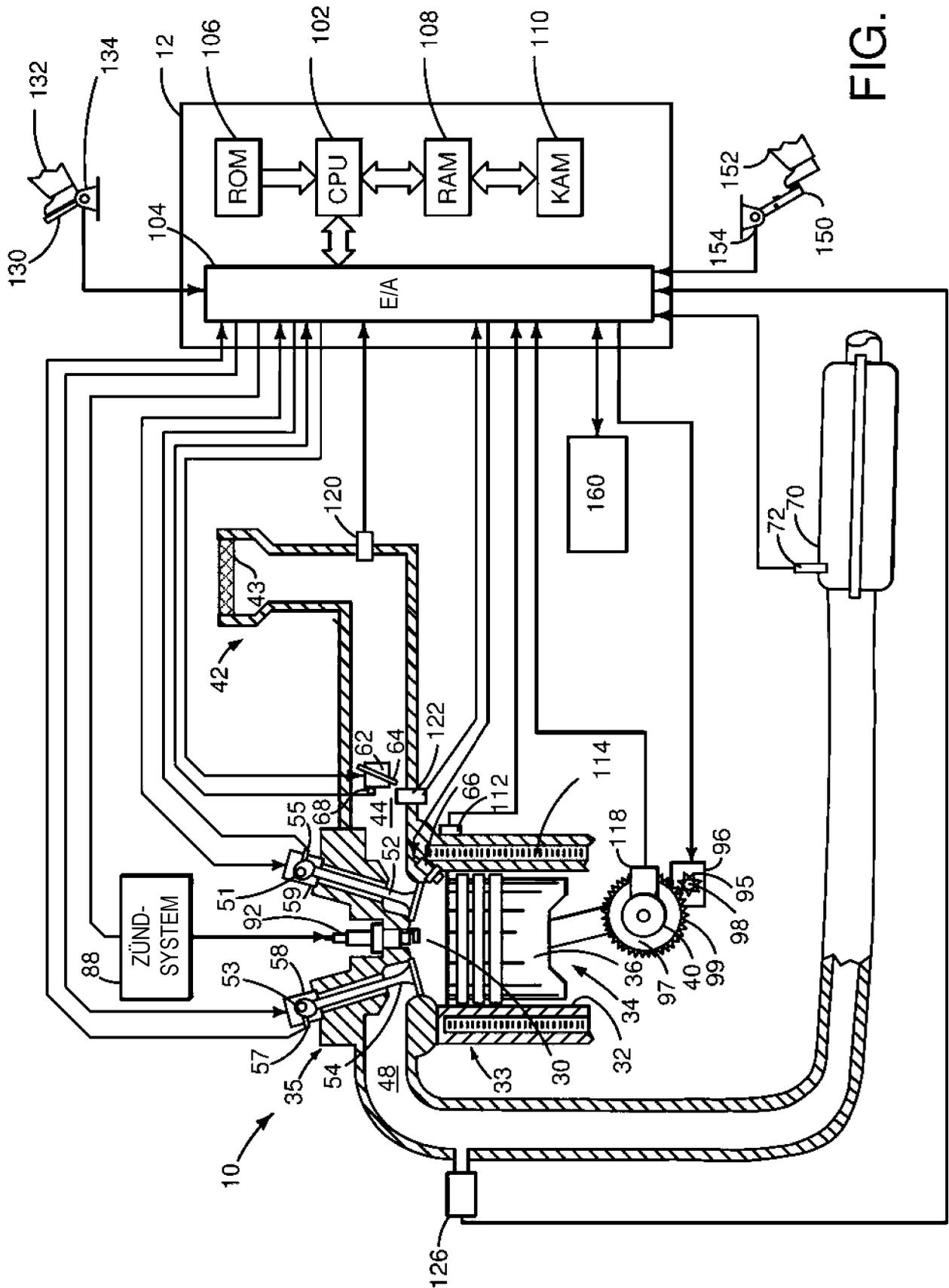


FIG. 1

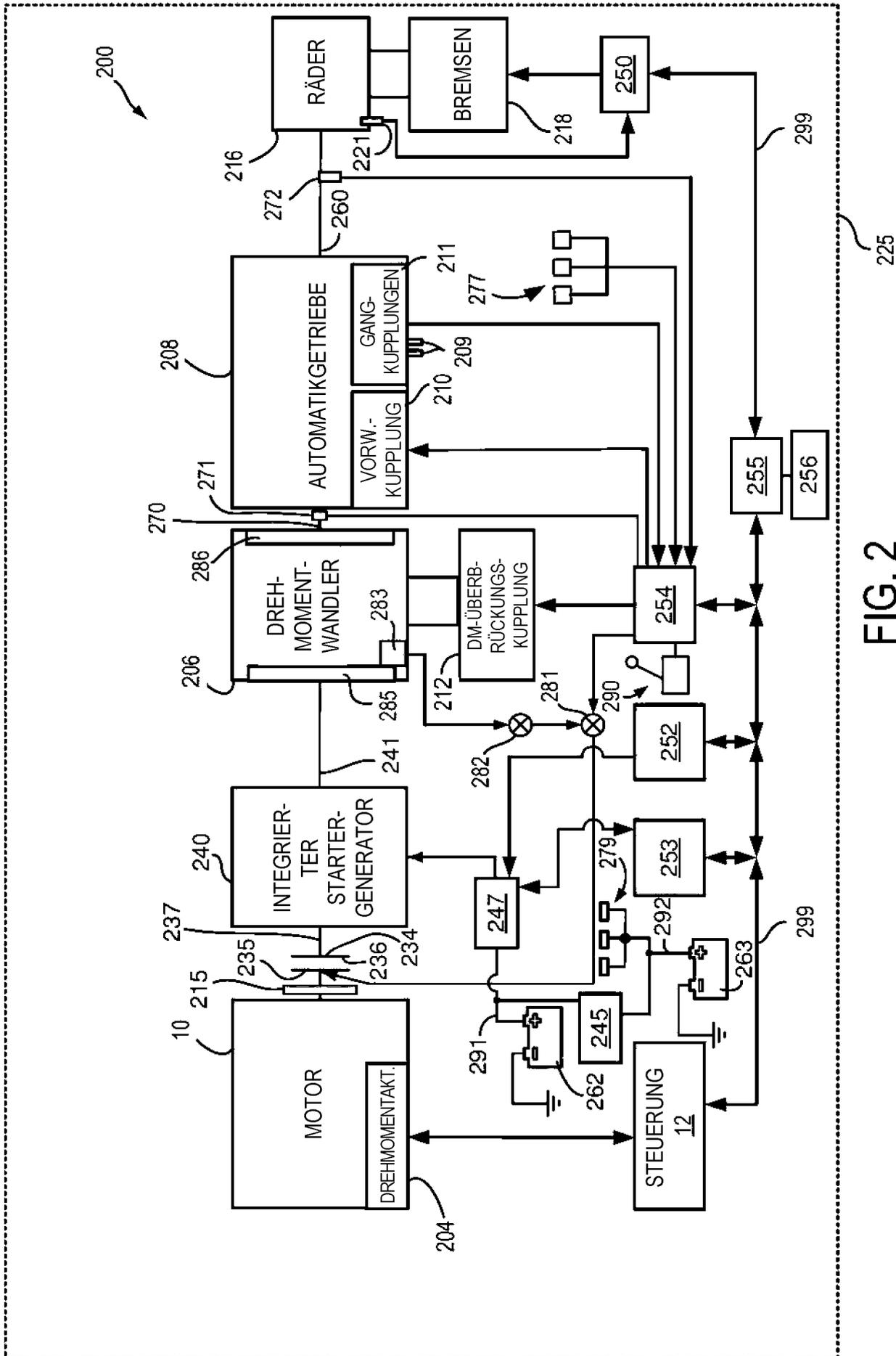


FIG. 2

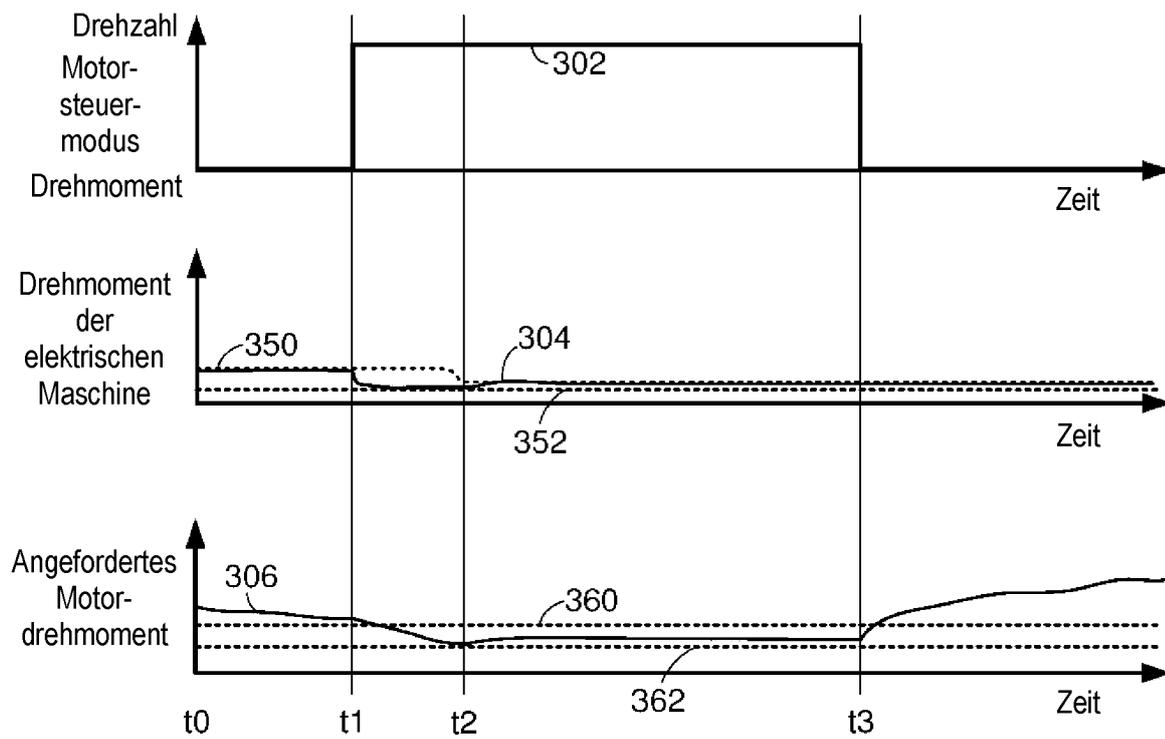


FIG. 3

FIG. 4

