



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 215 101.2**

(22) Anmeldetag: **01.08.2013**

(43) Offenlegungstag: **05.02.2015**

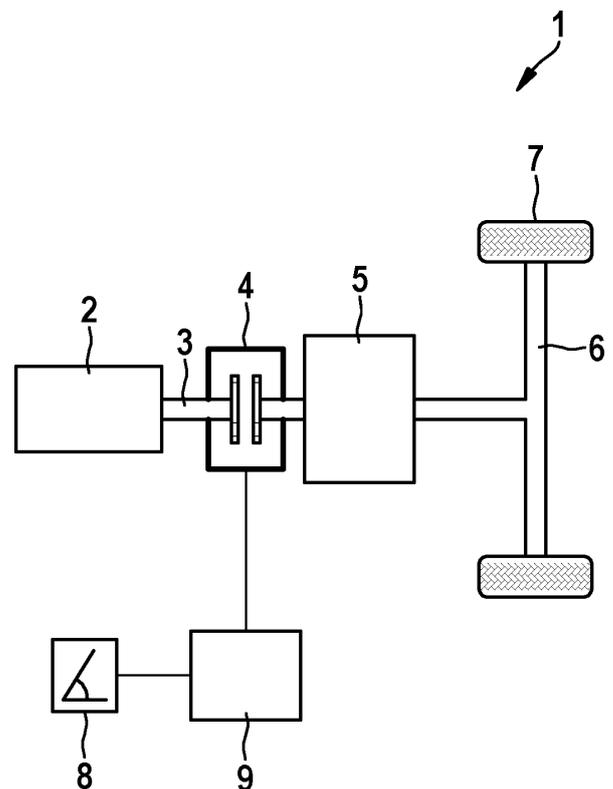
(51) Int Cl.: **F16D 48/06 (2006.01)**

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Vogelgesang, Markus, 71726 Benningen, DE;
Schnitzer, Manuel, 72657 Altenriet, DE; Hoefle,
Stefan, 75031 Eppingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Ankupplung eines Verbrennungsmotors bei einem Verzögerungsvorgang**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einkuppeln eines Antriebsmotors (2) an einen Antriebsstrang, umfassend die folgenden Schritte:

- Ermitteln eines Drehzahlunterschieds (n_{diff}) zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite einer Kupplung (4); und
- Ansteuern der Kupplung (4) durch Vorgabe eines zu übertragenden Soll-Kupplungsmoments ($M_{\text{Kupplung_soll}}$) abhängig von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet von Antriebssystemen, insbesondere Verfahren zum Betreiben von Kupplungsvorgängen in Antriebssträngen von Kraftfahrzeugen.

Stand der Technik

[0002] Im Rahmen der zunehmenden Automatisierung vieler Funktionen in Kraftfahrzeugen kann auch die Funktion des Ankuppelns eines Verbrennungsmotors an einen Antriebsstrang mithilfe einer Kupplung automatisch gesteuert durchgeführt werden. Dies ist insbesondere bei automatischen oder teilautomatisierten Getrieben in Kraftfahrzeugen der Fall.

[0003] Befindet sich ein Fahrzeug im Segelbetrieb, d. h. das Fahrzeug rollt bei abgekuppeltem Verbrennungsmotor, so muss bei entsprechendem Trigger durch eine Funktion, z. B. durch eine Fahrerassistenzfunktion, der Verbrennungsmotor wieder mit dem Antriebsstrang verbunden werden. Beim Segeln des Fahrzeugs ist die Kupplung geöffnet und die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors ist von der Getriebeeingangsdrehzahl unabhängig und weicht im Allgemeinen von dieser ab. Nach dem Ankuppeln des Verbrennungsmotors ist die Kupplung geschlossen und die Motordrehzahl entspricht der Getriebeeingangsdrehzahl.

[0004] Das Triggern des Einkuppelns des Verbrennungsmotors kann beispielsweise nach dem Betätigen des Bremspedals durch den Fahrer oder aufgrund einer Anforderung eines Bremsvorgangs durch ein Fahrerassistenzsystem oder dergleichen erfolgen, da ein Schließen des Antriebsstrangs sowie ein anschließendes Mitdrehen bzw. Mitschleppen des Verbrennungsmotors im Schubbetrieb beispielsweise zur Unterstützung des Bremsvorgangs gewünscht sein kann. Auch kann der Verbrennungsmotor entsprechend einer Anforderung angekuppelt und zusätzliche Energie für das Laden einer Batterie bereitgestellt werden.

[0005] Weiterhin kann ein Einkuppeln des Verbrennungsmotors dadurch gefordert sein, dass ein zusätzliches Antriebsmoment zum Aufbau eines Unterdrucks für einen Bremskraftverstärker oder dergleichen benötigt wird.

[0006] Das Ankuppeln des Verbrennungsmotors an den Antriebsstrang wird bei nicht optimaler Regelung vom Fahrer als Ruckeln wahrgenommen, was in der Regel eine Beeinträchtigung des Fahrkomforts darstellt.

[0007] Beispielsweise kann ein Steuerverfahren für Kraftfahrzeuge mit automatisierter Kupplungsvorrichtung vorgesehen werden. Ein Einkuppeln aus einem Segelbetrieb des Kraftfahrzeugs erfolgt, indem vor dem Schließen der Kupplung zum Verlassen des Segelbetriebs die Drehzahl der Abtriebswelle des Getriebes detektiert und die Motordrehzahl so geregelt wird, dass die beiden Drehzahlen übereinstimmen bzw. aneinander angeglichen werden.

[0008] Aus der Druckschrift DE 10 2010 003 673 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs bekannt, in dem bei einem Freilaufbetrieb eine Gangempfehlung bereitgestellt und eine aktuelle Drehzahl des Antriebsmotors auf eine empfohlene Drehzahl beschleunigt wird, die bei einer aktuellen Geschwindigkeitssituation des Kraftfahrzeugs der Gangempfehlung entspricht.

[0009] Man kann weiterhin zum Einkuppeln eines Verbrennungsmotors an einen Abtriebsstrang aus einem Segelzustand vorsehen, die Drehzahl der Ausgangswelle des Verbrennungsmotors gemäß einem vom Fahrer vorgegebenen Antriebsenergieverlauf zu erhöhen.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Erfindungsgemäß sind ein Verfahren zum Einkuppeln eines Antriebsmotors, insbesondere eines Verbrennungsmotors, an einen Antriebsstrang gemäß Anspruch 1 sowie die Vorrichtung, das Antriebssystem und das Computerprogramm gemäß den nebengeordneten Ansprüchen vorgesehen.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Verfahren zum Einkuppeln eines Antriebsmotors an einen Antriebsstrang vorgesehen, das die folgenden Schritte umfasst:

- Ermitteln eines Drehzahlunterschieds zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite einer Kupplung; und
- Ansteuern der Kupplung durch Vorgabe eines zu übertragenden Soll-Kupplungsmoments abhängig von dem Drehzahlunterschied.

[0013] Beim Einkuppeln eines Verbrennungsmotors (Antriebsmotors) wird dieser durch die Kupplung angeschleppt bzw. von einer Leerlaufdrehzahl beschleunigt, so dass sich die Motordrehzahl der Getriebeeingangsdrehzahl angleicht. Das anliegende Kupplungsmoment ist für den Fahrer als Verzögerung des Kraftfahrzeugs spürbar. Daher darf aus Komfortgründen zum einen das Kupplungsmoment nicht zu hoch werden und zum anderen sollte es keine Momentensprünge geben, da diese als ruckarti-

ge Änderung der Längsbeschleunigung wahrgenommen werden. Momentensprünge entstehen durch schlagartige Sollwertänderungen sowie durch einen nicht stetigen Übergang von Kupplungsmoment zu Verbrennerschleppmoment.

[0014] Gemäß dem obigen Verfahren ist vorgesehen, das Anschleppen bzw. Beschleunigen des Verbrennungsmotors gemäß einem gesteuerten Drehzahlgradientenverlauf vorzunehmen, um dadurch ein komfortables und ruckfreies Schließen des Antriebsstranges aus einem Segelbetrieb, d. h. bei abgekuppelten Verbrennungsmotor, zu ermöglichen. Insbesondere wird dadurch das komfortable und ruckfreie Anschleppen des Verbrennungsmotors aus einem Stillstand ermöglicht, wie es beispielsweise in der Regel bei einem Start/Stopp-Segelbetrieb vorkommt. Auch wenn sich der Verbrennungsmotor bei abgekuppeltem Antriebsstrang im Leerlauf befindet, ermöglicht das obige Verfahren ein verbessertes Einkuppeln, bei dem Ruckeln bzw. signifikante Änderungen der Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeugs vermieden werden können.

[0015] Das obige Verfahren sieht vor, das Übertragungsmoment basierend auf einer Vorgabe eines Drehzahlgradienten sowie basierend auf einem Reglereingriff vorzugeben. Durch die Vorgabe des Drehzahlgradienten anstelle der Drehzahl wird ein hoher Komfort im Fahrbetrieb erreicht, da kein Ruckeln bzw. keine sprunghafte Änderung des Drehzahlgradienten auftreten kann.

[0016] Weiterhin kann das Ansteuern der Kupplung abhängig von dem Drehzahlunterschied oberhalb eines vorgegebenen unteren Drehzahlschwellenwerts durchgeführt werden.

[0017] Es kann vorgesehen sein, dass unterhalb des vorgegebenen unteren Drehzahlschwellenwerts das Ansteuern der Kupplung gemäß einem vorgegebenen konstanten Soll-Kupplungsmoment durchgeführt wird.

[0018] Gemäß einer Ausführungsform kann das Ansteuern der Kupplung abhängig von dem Drehzahlunterschied unterhalb eines vorgegebenen oberen Drehzahlschwellenwerts, der insbesondere von einer Drehzahl an der Ausgangsseite der Kupplung abhängt, durchgeführt werden.

[0019] Weiterhin kann oberhalb des vorgegebenen oberen Drehzahlschwellenwerts das Ansteuern der Kupplung gemäß einem kontinuierlich steigenden Soll-Kupplungsmoment durchgeführt werden.

[0020] Es kann vorgesehen sein, dass das Ansteuern der Kupplung abhängig von dem Drehzahlunterschied gemäß einem vorgegebenen, von dem Drehzahlunterschied abhängigen Gradientenverlauf der

Motordrehzahl durchgeführt wird, wobei der Gradientenverlauf der Motordrehzahl ein durch ein Trägheitsmoment des Antriebsmotors bewirktes Zusatzmoment erfordert, das durch das Soll-Kupplungsmoment angefordert wird.

[0021] Es kann eine Regelung vorgesehen sein, um Abweichungen eines Ist-Motordrehzahlgradienten von einem Soll-Motordrehzahlgradienten, der durch den Gradientenverlauf der Motordrehzahl vorgegeben ist, auszugleichen.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Vorrichtung, insbesondere eine Steuereinheit, zum Einkuppeln eines Antriebsmotors an einen Antriebsstrang vorgesehen, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist, um:

- einen Drehzahlunterschied zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite einer Kupplung zu ermitteln; und
- die Kupplung abhängig von dem Drehzahlunterschied so anzusteuern, dass ein Soll-Kupplungsmoment übertragen wird.

[0023] Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Antriebssystem vorgesehen, umfassend:

- einen Antriebsmotor;
- einen Antriebsstrang;
- eine Kupplung zum Kuppeln des Antriebsmotors an den Antriebsstrang, um ein Kupplungsmoment zu übertragen; und
- die obige Vorrichtung.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0024] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems mit einem Antriebsstrang mit einer Kupplung zur automatischen Einkuppelung eines Verbrennungsmotors;

[0026] Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Einkuppeln eines Verbrennungsmotors an einen Antriebsstrang;

[0027] Fig. 3 eine schematische Funktionsdarstellung zur Ermittlung eines Soll-Übertragungsmoments der Kupplung; und

[0028] Fig. 4 ein Drehzahlmomentdiagramm zur Veranschaulichung der Verläufe von Kupplungsmoment, Drehzahl, angefordertem Bremsmoment und Verbrennungsmotormoment.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0029] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Antriebssystems **1** für ein Kraftfahrzeug. Das Antriebssystem **1** umfasst einen Verbrennungsmotor **2** als Antriebsmotor, der über eine Antriebswelle **3** mit einer Kupplung **4** und einem Getriebe **5**, die zusammen einen Antriebsstrang bilden, verbunden ist. Abtriebsseitig des Getriebes **5** ist dieses über eine Antriebsachse **6** mit Antriebsrädern **7** verbunden.

[0030] Das Antriebssystem **1** kann je nach Betriebszustand des Kraftfahrzeugs in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden. Im Normalbetrieb ist die Kupplung **4** geschlossen, so dass der Verbrennungsmotor **2** über das Getriebe **5** und die Antriebsachse **6** die Antriebsräder **7** antreibt. In einem Leerlaufsegelbetrieb befindet sich der Verbrennungsmotor **2** im Leerlauf und die Kupplung **4** ist geöffnet. In diesem Fall rollt das Fahrzeug aufgrund seiner eigenen kinetischen Energie im Leerlauf-Segelmodus. In einem Start/Stop-Segelbetrieb ist der Verbrennungsmotor **2** abgeschaltet und im Stillstand und die Kupplung **4** geöffnet, so dass das Fahrzeug ebenfalls aufgrund seiner kinetischen Energie rollt.

[0031] Wird ein Bremsengriff durch Betätigen eines Bremspedals **8** von einem Fahrer angefordert oder wird ein Bremsengriff von einem Fahrerassistenzsystem automatisch angefordert, so kann bei einem Start/Stop-Segelbetrieb, in dem der Verbrennungsmotor **2** abgeschaltet ist, ein Teil des Bremsmoments durch ein Anschleppen des Verbrennungsmotors **2** bzw. durch einen Schubbetrieb des Verbrennungsmotors **2** bereitgestellt werden. Dadurch können Bremsbeläge der Fahrzeugbremsen (nicht gezeigt) geschont werden. Auch kann es aus anderen Gründen erforderlich sein, den Segelbetrieb zu verlassen und die Kupplung **4** zu schließen.

[0032] Beim Schließen der Kupplung **4** ist es notwendig, während eines Übergangs die Drehzahl des Verbrennungsmotors **2** an die Getriebeeingangsdrehzahl n_{Getriebe} eingangsseitig des Getriebes **5** anzugleichen. Damit das Angleichen der Drehzahl möglichst ruckelfrei, d. h. mit einem hohen Komfort für den Fahrer erfolgt, ist es notwendig, das Kupplungsmoment der Kupplung **4**, d. h. das Moment, das durch die Kupplung **4** übertragen wird, vorzugeben. Dazu ist eine Steuereinheit **9** vorgesehen, die die Kupplung **4** entsprechend einem vorgegebenen Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ mithilfe eines (nicht gezeigten) Aktuators in der Kupplung **4** ansteuert.

[0033] Anhand des Flussdiagramms der Fig. 2 wird nachfolgend ein Verfahren zum Ermitteln des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$ ausführlich beschrieben. Das Funktionsdiagramm der Fig. 3 verdeutlicht die Ermittlung des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$, um einen möglichst ruckelfreien Über-

gang von einem Segelbetrieb zu einem Normalbetrieb des Antriebssystems **1** zur Verfügung zu stellen.

[0034] In einem ersten Abfrageschritt S1 wird überprüft, ob die Kupplung **4** während eines Segelbetriebs eingekuppelt werden soll, um z. B. ein Bremsmoment durch einen Schubbetrieb des Verbrennungsmotors **2** zu erreichen. Wird in Schritt S1 eine Anforderung für ein Einkuppeln des Antriebsstrangs festgestellt (Alternative: Ja), so wird das Verfahren mit Schritt S2 fortgesetzt; andernfalls (Alternative: Nein) wird zu Schritt S1 zurückgesprungen.

[0035] In dem Abfrageschritt S2 wird abgefragt, ob sich der Verbrennungsmotor **2** im Leerlauf oder im Stillstand befindet. Befindet sich der Verbrennungsmotor **2** im Leerlauf (Alternative: 1), so wird das Verfahren mit Schritt S5 fortgesetzt; andernfalls, d. h. wenn sich der Motor im Stillstand befindet (Alternative: 2), wird das Verfahren mit Schritt S3 fortgesetzt.

[0036] In Schritt S3 wird vorgesehen, dass der Verbrennungsmotor **2** durch ein teilweises Schließen der Kupplung **4** angedreht wird. Dafür wird ein konstantes Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ gestellt, bis einer der Zylinder den oberen Totpunkt erreicht und ein unterer Drehzahlschwellenwert, z. B. eine Drehzahl zwischen 100 und 200 U/min, insbesondere 150 U/min, erreicht ist.

[0037] Dies wird in Schritt S4 abgefragt. Wird in Schritt S4 festgestellt, dass der obere Totpunkt in einem der Zylinder sowie der vorgegebene untere Drehzahlschwellenwert erreicht ist (Alternative: Ja), so wird das Verfahren mit Schritt S5 fortgesetzt; andernfalls (Alternative: Nein) wird zu Schritt S3 zurückgesprungen. Alternativ kann auch nur das Erreichen oder Überschreiten des Drehzahlschwellenwerts abgefragt werden.

[0038] Das Überschreiten des ersten oberen Totpunkts eines Zylinders des Verbrennungsmotors **2** ist kritisch, da aufgrund des hohen Verdichtungs moments und der geringen kinetischen Energie des Verbrennungsmotors **2** ein hohes Kupplungsmoment benötigt wird. Dieser Vorgang kann bei Kraftfahrzeugen mit einer Direkteinspritzung von Kraftstoff in den Verbrennungsraum oder durch eine Kraftstoffvorlagerung während des Motorauslaufs unterstützt werden. Dies hat den Effekt, dass in der ersten Phase ein niedrigeres Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ vorgegeben werden kann, da die zeitbasierte Verbrennung das Überschreiten des ersten oberen Totpunkts in dem betreffenden Zylinder unterstützt. Alternativ kann diese Phase auch durch eine zusätzliche Startereinheit (nicht gezeigt), wie z. B. einen Anlasser, unterstützt bzw. ohne Vorgabe des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$, d. h. bei einem Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ von Null, durchgeführt werden.

[0039] Befindet sich das Antriebssystem **1** in einem Leerlaufsegelbetrieb, so befindet sich der Verbrennungsmotor **2** im Leerlauf, so dass die vorgegebene Drehzahlschwelle bereits überschritten ist. In diesem Fall wird das Verfahren, wie in Schritt S2 vorgesehen, mit Schritt S5 fortgesetzt.

[0040] Im Schritt S5 wird in einer zweiten Phase das Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ gemäß dem Funktionsdiagramm der **Fig. 3** eingestellt. Die Basis des einzustellenden Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$ bildet ein errechnetes bzw. vorgegebenes Schleppmoment M_{schlepp} des Verbrennungsmotors **2**. Das Schleppmoment M_{schlepp} kann durch eine Momentenstruktur berechnet werden, die in der Motorsteuerung vorgesehen ist. Dabei können z. B. die Motorreibung und angekuppelte Nebenaggregate berücksichtigt werden.

[0041] Mithilfe eines Korrekturkennfelds **11** wird das Schleppmoment M_{schlepp} korrigiert und ein korrigiertes Schleppmoment M_{schlepp} bereitgestellt.

[0042] Weiterhin wird ein Zusatzmoment M_Z bereitgestellt, das dem Trägheitsmoment des Verbrennungsmotors **2** entspricht, wenn dieser mit einem vorbestimmten Drehzahlgradienten dn/dt beschleunigt wird. Das Zusatzmoment M_Z wird dem korrigierten Schleppmoment M_{schlepp} in einem Additionsglied **12** hinzuaddiert. Das Zusatzmoment M_Z ergibt sich durch Multiplikation eines vorgegebenen Trägheitsmoments J_{Motor} des Verbrennungsmotors **2** mit einem Soll-Drehzahlgradienten dn_{soll}/dt in einem Multiplikationsglied **14**. Der Soll-Drehzahlgradient dn_{soll}/dt ergibt sich aus einem vorgegebenen Beschleunigungskennfeld **13**, das abhängig von der Drehzahldifferenz n_{diff} zwischen einer Motordrehzahl des Verbrennungsmotors **2** und einer Getriebeeingangsdrehzahl n_{Getriebe} des Getriebes **5** den Soll-Drehzahlgradienten dn_{soll}/dt vorgibt. Dabei kann vorgesehen sein, dass der vorgegebene Soll-Drehzahlgradienten dn_{soll}/dt abnimmt, wenn die Drehzahldifferenz n_{diff} abnimmt.

[0043] Es ist weiterhin eine Regeleinheit **15** vorgesehen, die ausgebildet ist, um den Soll-Drehzahlgradienten dn_{soll}/dt einzuregulieren. Dazu wird ein Ist-Drehzahlgradient dn_{ist}/dt bereitgestellt und eine Differenz dn_{diff}/dt zwischen dem Soll-Drehzahlgradienten dn_{soll}/dt und dem Ist-Drehzahlgradienten dn_{ist}/dt aus einem Differenzglied **16** einem Regelungsglied **17** bereitgestellt. Das Regelungsglied **17** kann einen proportionalen Anteilregler und einen Integralanteilregler umfassen. Die Ausgangsgröße des Regelungsglieds **17** wird einem zweiten Additionsglied **18** zugeführt, in dem die Ausgangsgröße S des Regelungsglieds **17** der Summe aus Zusatzmoment M_Z und dem korrigierten Schleppmoment M_{schlepp} hinzuaddiert wird. Als Ergebnis erhält man das Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$, gemäß dem der Aktuator in der Kupp-

lung **4** angesteuert wird, um dort das entsprechende Übertragungsmoment in der Kupplung **4** einzustellen. Die Regeleinheit **15** wird vorgesehen, um Ungenauigkeiten der Modellierung auszugleichen. Das Regelungsglied **17** liefert einen Drehmomentenbeitrag in Abhängigkeit von der Abweichung der Soll- und Ist-Drehzahlgradienten.

[0044] In einem nächsten Schritt S6 wird überprüft, ob eine Drehzahldifferenz zwischen der Motordrehzahl und der Getriebeeingangsdrehzahl n_{Getriebe} einen bestimmten vorgegebenen Drehzahldifferenzschwellenwert unterschritten hat (bzw. einen vorgegebenen oberen Drehzahlschwellenwert überschritten hat). Ist dies der Fall (Alternative: Ja), so wird das Verfahren mit Schritt S7 fortgesetzt; andernfalls (Alternative: Nein) wird zu Schritt S5 zurückgesprungen.

[0045] Weiterhin wird in Schritt S7 überprüft, ob das Unterschreiten des vorgegebenen Drehzahlschwellenwerts während einer vorgegebenen Dauer erfolgt ist. Ist dies der Fall (Alternative: Ja), so wird in Schritt S8 durch kontinuierliche vorgegebene Erhöhung des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$ bzw. durch Vorgabe eines Gradientenverlaufs des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$, z. B. eines konstanten Gradienten, die restliche Drehzahldifferenz in einer dritten Phase eliminiert. Andernfalls (Alternative: Nein) wird zu Schritt S5 zurückgesprungen.

[0046] In **Fig. 4** sind die Verläufe des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$, des Motormoments M_{Motor} , der Motordrehzahl n_{Motor} , der Getriebeeingangsdrehzahl n_{Getriebe} , des vom Fahrer angeforderten Bremsmomentes M_{Brems} während einer Einkupplung bzw. eines Schließens der Kupplung **4** und des Schubmoments M_{Motor} des Verbrennungsmotors **2** über der Zeit t aufgetragen. Ausgehend von einem Segelbetrieb (Phase SB) des Kraftfahrzeugs, in dem sich der Verbrennungsmotor **2** im Stillstand befindet, fordert der Fahrer durch Betätigen des Bremspedals **8** ein Bremsmoment M_{Brems} an, das durch die gestrichelte Linie dargestellt ist.

[0047] In der ersten Phase P1 wird das angeforderte Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ schnell auf einen konstanten Wert $M_{\text{Kupplung_soll}}^*$ des Soll-Kupplungsmoments $M_{\text{Kupplung_soll}}$ erhöht, bis ein Kolben in einem Zylinder den oberen Totpunkt erreicht hat und der Verbrennungsmotor **2** eine Motordrehzahl n_{Motor} erreicht hat, die gleich oder größer als ein vorgegebener Motordrehzahl-Schwellenwert ist. Ist dies erreicht, so wird in der Phase P2 entsprechend dem in dem Funktionsdiagramm der **Fig. 3** beschriebenen Verfahren der Drehzahlgradient dn/dt gemäß einem vorgegebenen Verlauf gesteuert bzw. durch die Regeleinheit **15** eingeregelt. Man erkennt, dass sich während der zweiten Phase P2 der Verlauf der Motordrehzahl n_{Motor} an die Getriebeeingangsdrehzahl n_{Getriebe} annähert und gegen Ende der zwei-

ten Phase P2 sich an diese asymptotisch annähert. Hat die Drehzahldifferenz einen vorgegebenen Drehzahldifferenzschwellenwert unterschritten, so wird gemäß einem vorgegebenen Gradienten das Soll-Kupplungsmoment $M_{\text{Kupplung_soll}}$ in der dritten Phase P3 erhöht, bis die Kupplung **4** vollständig geschlossen ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010003673 A1 [0008]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einkuppeln eines Antriebsmotors (2) an einen Antriebsstrang, umfassend die folgenden Schritte:

- Ermitteln eines Drehzahlunterschieds (n_{diff}) zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite einer Kupplung (4); und
- Ansteuern der Kupplung (4) durch Vorgabe eines zu übertragenden Soll-Kupplungsmoments ($M_{Kupplung_soll}$) abhängig von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ansteuern der Kupplung (4) abhängig von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}) oberhalb eines vorgegebenen unteren Drehzahlschwellenwerts durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei unterhalb des vorgegebenen unteren Drehzahlschwellenwerts das Ansteuern der Kupplung (4) gemäß einem vorgegebenen konstanten Soll-Kupplungsmoment ($M_{Kupplung_soll}^*$) durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Ansteuern der Kupplung (4) abhängig von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}) unterhalb eines vorgegebenen oberen Drehzahlschwellenwerts, der insbesondere von einer Drehzahl an der Ausgangsseite der Kupplung (4) abhängt, durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei oberhalb des vorgegebenen oberen Drehzahlschwellenwerts das Ansteuern der Kupplung (4) gemäß einem kontinuierlich steigenden Soll-Kupplungsmoment ($M_{Kupplung_soll}$) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Ansteuern der Kupplung (4) abhängig von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}) gemäß einem vorgegebenen, von dem Drehzahlunterschied (n_{diff}) abhängigen Gradientenverlauf der Motordrehzahl durchgeführt wird, wobei der Gradientenverlauf der Motordrehzahl ein durch ein Trägheitsmoment des Antriebsmotors (2) bewirktes Zusatzmoment erfordert, das durch das Soll-Kupplungsmoment ($M_{Kupplung_soll}$) angefordert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei eine Regelung vorgesehen ist, um Abweichungen eines Ist-Motordrehzahlgradienten (dn_{ist}/dt) von einem Soll-Motordrehzahlgradienten (dn_{soll}/dt), der durch den Gradientenverlauf der Motordrehzahl vorgegeben ist, auszugleichen.

8. Vorrichtung (9), insbesondere Steuereinheit, zum Einkuppeln eines Antriebsmotors (2) an einen Antriebsstrang, wobei die Vorrichtung (9) ausgebildet ist, um:

- einen Drehzahlunterschied (n_{diff}) zwischen einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite einer Kupplung (4) zu ermitteln; und
- die Kupplung (4) abhängig von dem Drehzahlunterschied so anzusteuern, dass ein Soll-Kupplungsmoment ($M_{Kupplung_soll}$) übertragen wird.

9. Antriebssystem (1) umfassend:

- einen Antriebsmotor (2);
- einen Antriebsstrang;
- eine Kupplung (4) zum Kuppeln des Antriebsmotors (2) an den Antriebsstrang, um ein Kupplungsmoment zu übertragen; und
- eine Vorrichtung (9) nach Anspruch 8.

10. Computerprogramm, welches dazu eingerichtet ist, alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 auszuführen.

11. Elektronisches Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist.

12. Elektronische Steuereinheit, welche ein elektronisches Speichermedium nach Anspruch 11 aufweist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

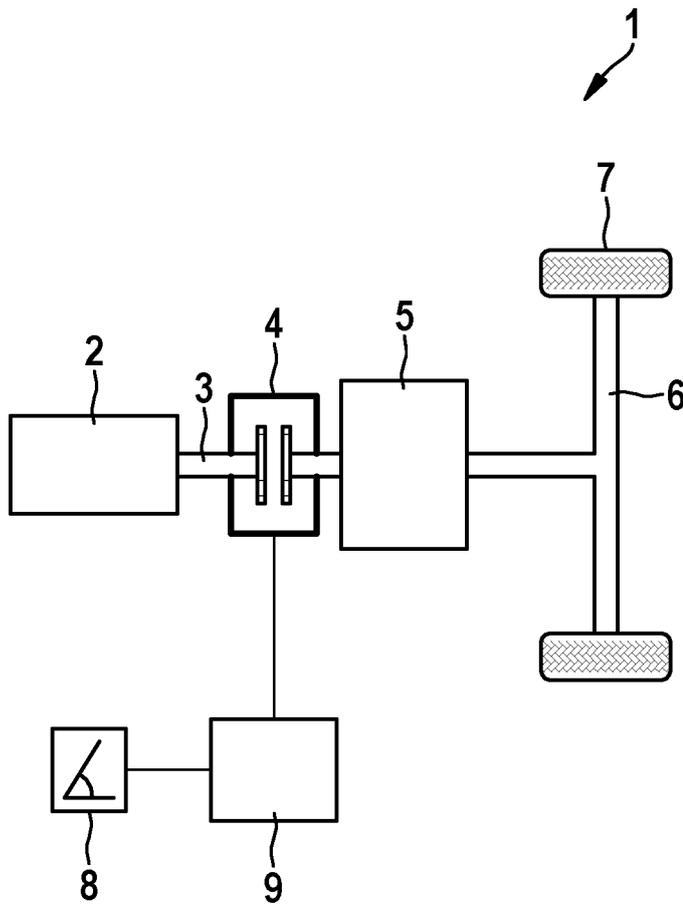
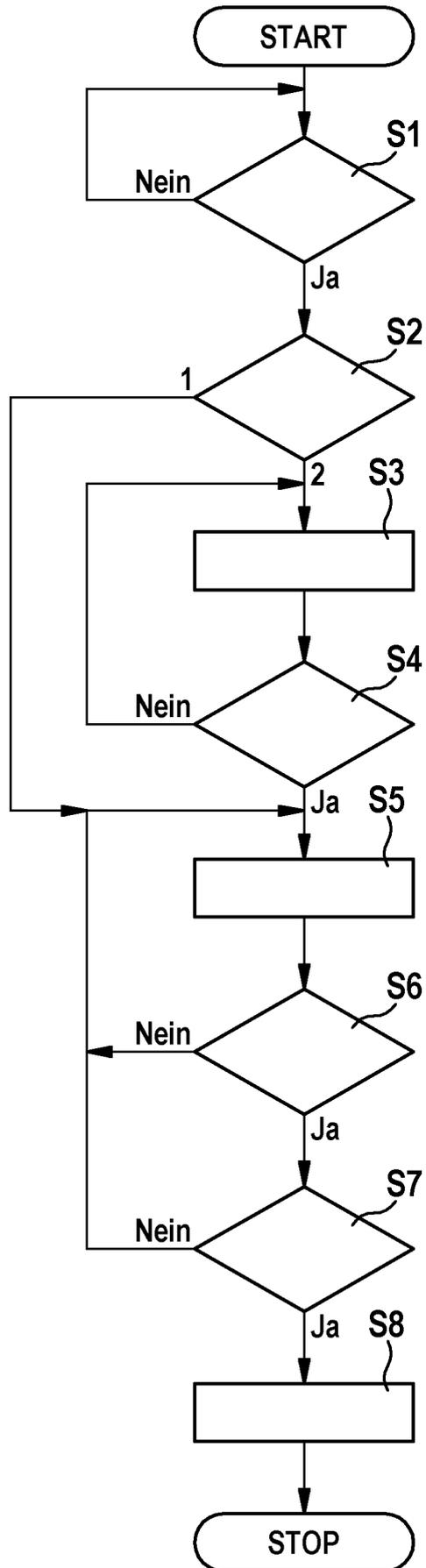


Fig. 1



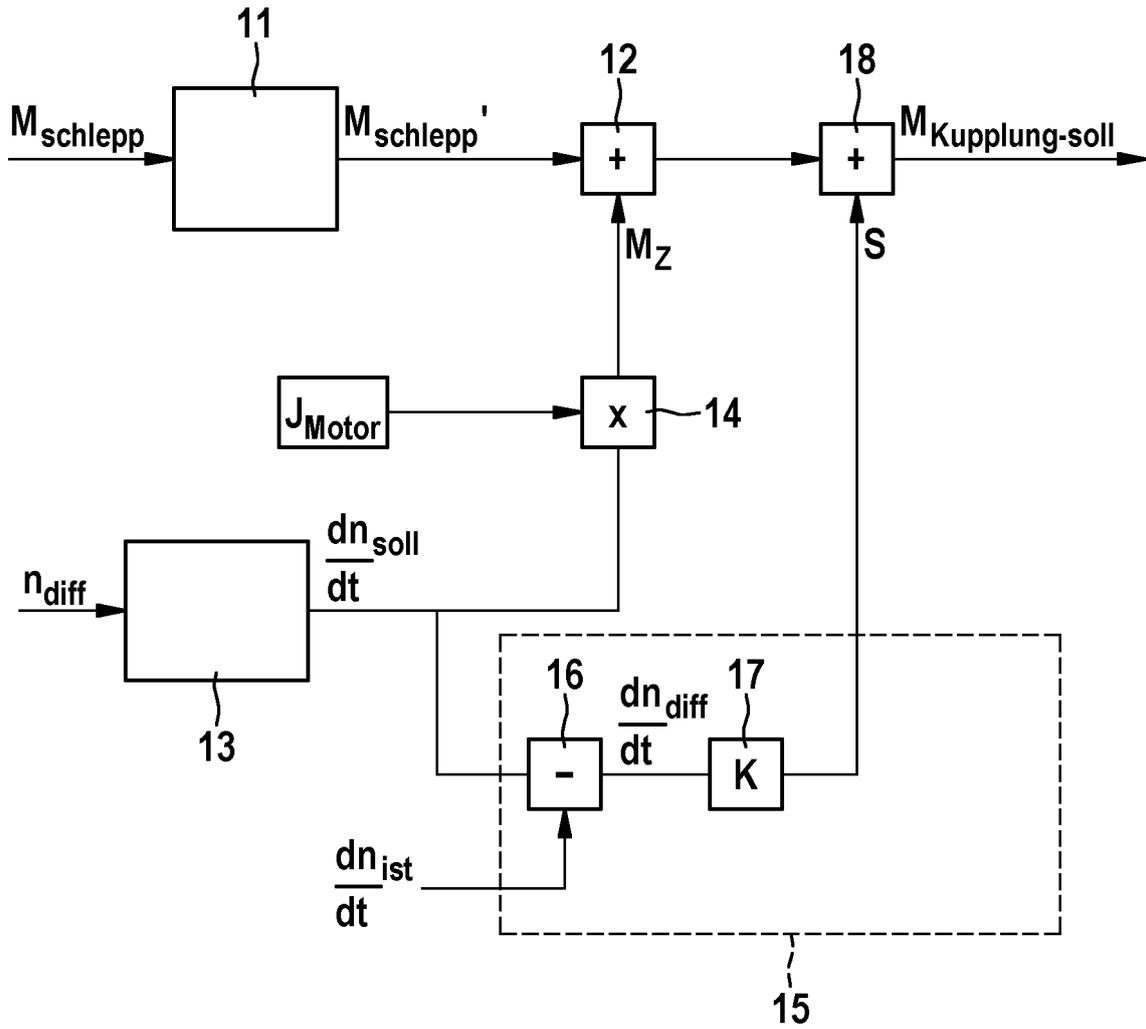


Fig. 3

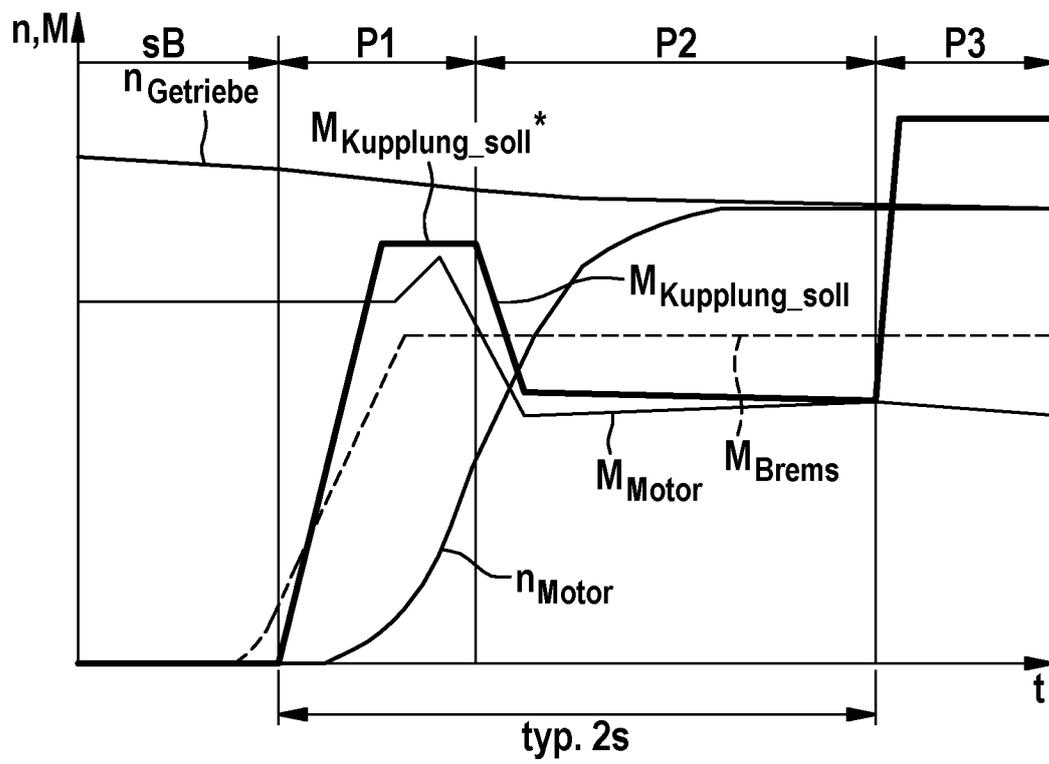


Fig. 4