



(11)

EP 3 138 720 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
B60K 26/02 (2006.01) F02D 11/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16001656.4**

(22) Anmeldetag: **27.07.2016**

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANPASSUNG EINER FAHRPEDALKENNLINIE

METHOD AND DEVICE FOR CUSTOMIZATION OF A DRIVING PEDAL CHARACTERISTIC CURVE
PROCEDE ET DISPOSITIF DESTINES A L'ADAPTATION D'UNE LIGNE DE REFERENCE DE PEDALE DE CONDUITE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **02.09.2015 DE 102015011558**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.2017 Patentblatt 2017/10

(73) Patentinhaber: **MAN Truck & Bus SE**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Heyes, Daniel**
81247 München (DE)
• **Drimml, Peter**
85221 Dachau (DE)

- **Huber, Martin**
81243 München (DE)
- **Jerg, Stefan**
85737 Ismaning (DE)
- **Kohrs, Christian**
73207 Plochingen (DE)

(74) Vertreter: **v. Bezold & Partner Patentanwälte - PartG mbB**
Akademiestraße 7
80799 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/110758 DE-A1-102009 002 373
US-A1- 2003 172 906 US-A1- 2008 245 338
US-A1- 2015 134 230

EP 3 138 720 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug, bei dem während eines Fahrbetriebs eine den Zusammenhang zwischen Fahrpedalweg und einem angeforderten Motorsolldrehmoment beschreibende Fahrpedalkennlinie angepasst wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung, die zur Durchführung des Verfahrens ausgebildet ist.

[0002] Bei heutigen Kraftfahrzeugen wird die Drehmomentansteuerung des Antriebsmotors üblicherweise elektronisch geregelt. Eine mechanische Kopplung zwischen Fahrpedal und Antriebsmotor entfällt. Hierzu ist, wie in Figur 4 dargestellt, das Fahrpedal mit einem Pedalwertgeber 1 ausgerüstet, der den Fahrpedalweg 2 ermittelt und einer Recheneinheit 40 zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung stellt. Diese Recheneinheit 40 bestimmt mit zusätzlichen Fahrzeugdaten 3 (z. B. einer aktuellen Motordrehzahl) das Motorsolldrehmoment 8, das vom Antriebsmotor 9 angefordert wird.

[0003] Typischerweise sind auf der Recheneinheit 40 vorab bestimmte Fahrpedalkennlinien abgelegt, die dem Fahrpedalweg 2 ein Motorsolldrehmoment 8 zuordnen. Die Fahrpedalkennlinien können dabei situationsabhängig oder fahrerinitiiert an Zielkriterien hinsichtlich Agilität, Dosierbarkeit, Sicherheit und Kraftstoffverbrauch angepasst werden. Ein entsprechendes Verfahren ist beispielsweise aus der EP 1 334 862 A2 bekannt.

[0004] Die Offenlegungsschrift DE 10 2010 041 544 A1 schlägt für einen kraftstoffeffizienten Fahrzeugbetrieb vor, die Fahrpedalkennlinie bei kleinen Fahrpedalwegen degressiv auszulegen. Dadurch wird das Fahrzeug weniger beschleunigt. Die Fahrweise wird beruhigt, und anschließende Bremsmanöver werden reduziert.

[0005] Ist der Antriebsmotor als Verbrennungskraftmaschine ausgeführt, geht dieses Verfahren zu Lasten des Motorwirkungsgrads. Insbesondere für schwere Nutzfahrzeuge, die ein deutlich geringes Verhältnis von Motorleistung zur Fahrzeugmasse aufweisen, zeichnet sich eine wirtschaftliche Fahrweise durch Beschleunigungsmanöver mit hohem Motorwirkungsgrad aus. Da Verbrennungskraftmaschinen typischerweise einen hohen Motorwirkungsgrad bei hohen Motordrehmomenten nahe der Vollastkennlinie erreichen, wäre in diesem Fall eine progressivere Fahrpedalkennlinie sinnvoller.

[0006] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2008 011 607 A1 ist ein weiteres Verfahren zur situationsabhängigen Anpassung der Fahrpedalcharakteristik in einem Fahrzeug bekannt, bei dem in Abhängigkeit von das Umfeld des Fahrzeugs beschreibenden Informationen der Zusammenhang zwischen Fahrpedalstellung und angefordertem Motormoment modifiziert wird. Insbesondere wird vorgeschlagen, dass die Änderung des Motormoments gegenüber einem linearen Zusammenhang von Fahrpedalstellung und angefordertem Motormoment progressiv oder degressiv modifiziert wird.

[0007] Aus der Offenlegungsschrift US 2008/245338

A1 ist ein Verfahren zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug bekannt, gemäß dem eine Fahrpedalkennlinie angepasst wird, um zwischen einer verbrauchsreduzierten Betriebsart und einer Normalbetriebsart umzuschalten.

[0008] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik in einem Fahrzeug bereitzustellen, mit dem Nachteile herkömmlicher Techniken vermieden werden können. Die Aufgabe der Erfindung ist es insbesondere, ein derartiges Verfahren bereitzustellen, das eine verbrauchsoptimale und/oder motorwirkungsgradoptimale Fahrweise unterstützt bzw. mit dem der Antriebsmotor bei manueller Fahrweise in einem möglichst effizienten Kennfeldbereich betrieben werden kann.

[0009] Diese Aufgaben werden durch Verfahren und Vorrichtungen mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Anwendungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und werden in der folgenden Beschreibung unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert.

[0010] Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Verfahren zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug bereitgestellt, bei dem während eines Fahrbetriebs eine den Zusammenhang zwischen Fahrpedalweg und einem angeforderten Motorsolldrehmoment des Antriebsmotors beschreibende Fahrpedalkennlinie angepasst wird.

[0011] Das Verfahren umfasst die Bestimmung eines Motorwunschkrehmoments, insbesondere eines Motorwunschkrehmoments, das einen verbrauchsoptimierten Betrieb des Kraftfahrzeugs und/oder einen hohen Motorwirkungsgrad ermöglicht, falls es als Motorsolldrehmoment momentan angefordert werden würde. Das Motorwunschkrehmoment entspricht daher einem momentanen Wert für ein Motorsolldrehmoment, der als Motordrehmomentvorgabe für den Antriebsmotor aus Motorwirkungsgrad- und/oder Verbrauchsgesichtspunkten erwünscht, d. h. besonders vorteilhaft wäre. Das momentane Motorwunschkrehmoment ist von dem momentanen Motorsolldrehmoment, das durch den aktuellen Fahrpedalweg und die aktuelle Kennlinie festgelegt ist, zu unterscheiden. Die Bestimmung des Motorwunschkrehmoments erfolgt vorzugsweise fortlaufend im Fahrbetrieb, so dass in kurzen Zeitabständen jeweils ein momentanes Motorwunschkrehmoment ermittelt wird.

[0012] Um es dem Fahrer des Kraftfahrzeugs bei manueller Fahrweise, bei der der Fahrer durch Vorgabe eines Fahrpedalwegs ein Motorsolldrehmoment anfordert, zu erleichtern, das Kraftfahrzeug verbrauchsoptimiert und/oder motorwirkungsgradoptimiert zu betreiben, kann die Fahrpedalkennlinie in Abhängigkeit von dem bestimmten Motorwunschkrehmoment angepasst werden. Die Anpassung erfolgt dabei derart, dass die angepasste Fahrpedalkennlinie in einem Bereich der Kennlinie, der ein dem bestimmten Motorwunschkrehmoment entsprechendes Motorsolldrehmoment enthält, einen im

Vergleich zur unangepassten Fahrpedalkennlinie abgeflachten Verlauf aufweist bzw. in diesem Bereich degressiv modifiziert ist. Mit anderen Worten ist eine durchschnittliche Steigung der modifizierten Kennlinie in einem den Wert des Motorwunschkrehmomentes umgebenden Bereich geringer als die Steigung der ursprünglichen (nicht angepassten) Kennlinie in diesem Bereich. Durch diese Anpassung der Kennlinie vergrößert sich der Bereich des Fahrpedalwegs, dem die Fahrpedalkennlinie ein Motorsolldrehmoment zuordnet, das dem Motorwunschkrehmoment entspricht oder nahe an diesem liegt. Der Fahrer kann so leichter einen Betriebspunkt des Antriebsmotors ansteuern, indem dieser mit hohem Wirkungsgrad und/oder einer hohen Verbrauchseffizienz betrieben wird.

[0013] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahren wird die Kennlinie somit im Fahrbetrieb fortlaufend oder zumindest regelmäßig so angepasst, dass über einen weiten Fahrpedalweg, d. h. zumindest über einen weiteren Fahrpedalweg als bei unangepasster Kennlinie, ein Motorsolldrehmoment gestellt wird, das zu einem hohen Motorwirkungsgrad und/oder einer hohen Verbrauchseffizienz führt.

[0014] Das Motorwunschkrehmoment kann in Abhängigkeit von mindestens einem Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs, insbesondere in Abhängigkeit von dem Wirkungsgrad des Antriebsmotors, vorzugsweise mit Hilfe vorab bestimmter Kennfelder ermittelt werden.

[0015] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird das Motorwunschkrehmoment in Abhängigkeit von einer momentanen Motordrehzahl und einer vorab bestimmten Kennlinie bestimmt, wobei die Kennlinie jeder Motordrehzahl dasjenige Motordrehmoment zuordnet, für das der spezifische Verbrauch minimal und/oder der Motorwirkungsgrad maximal ist. Diese Kennlinie wird im Stand der Technik auf als B_{emin} -Linie bezeichnet. Diese Variante bietet den Vorteil, dass das für den jeweiligen Betriebszustand aktuelle Motorwunschkrehmoment mit geringem rechnerischen Aufwand bestimmt werden kann und mittels einer derart angepassten Kennlinie es dem Fahrer erleichtert wird, über den Fahrpedalweg ein Motorsolldrehmoment anzufordern, das zu einem hohen Motorwirkungsgrad führt.

[0016] Das Motorwunschkrehmoment kann jedoch auch in Abhängigkeit von einer Streckeninformation betreffend einen vorausliegenden Streckenabschnitt des Kraftfahrzeugs bestimmt werden. Die Streckeninformation kann beispielsweise ein Höhenprofil oder einen erwarteten Geschwindigkeitsverlauf auf dem vorausliegenden Streckenabschnitt angeben.

[0017] Erfindungsgemäß wird in Abhängigkeit von einer vorausschauenden Streckeninformation für einen vorausliegenden Streckenabschnitt des Kraftfahrzeugs eine Motorsolldrehmomenttrajektorie für den vorausliegenden Streckenabschnitt und/oder Zeithorizont bestimmt, die unter Berücksichtigung vorgegebener Randbedingungen den Kraftstoffverbrauch minimiert. Ferner wird das Motorwunschkrehmoment in Abhängigkeit von

der bestimmten Motorsolldrehmomenttrajektorie festgelegt. Das momentane Motorwunschkrehmoment entspricht dann jeweils dem Wert der Motordrehmomenttrajektorie, die der aktuellen Fahrposition zugeordnet ist. Eine Randbedingung kann beispielsweise eine zeitliche Randbedingung sein, z. B. in Form einer Mindestzeit, in der der vorausliegende Streckenabschnitt durchfahren werden soll.

[0018] Diese Variante bietet den Vorteil, dass vorausliegende Streckeninformationen berücksichtigt werden, so dass der Gesamtverbrauch über den vorausliegenden Streckenabschnitt besser optimiert werden kann. Auf diese Weise kann beispielsweise ein Motorwunschkrehmoment vorgegeben werden, das aus Motorwirkungsgradgesichtspunkten zum aktuellen Zeitpunkt zwar nicht optimal ist, aber im Hinblick auf den prädictierten optimalen Motordrehmomentverlauf beim Durchfahren der Strecke insgesamt zu einem verbrauchsoptimalen Betrieb des Antriebsmotors führen würde.

[0019] Verfahren zur prädictiven verbrauchsoptimierten Bestimmung einer Motorsolldrehmomenttrajektorie, d. h. zur Vorausberechnung eines auf dem vorausliegenden Streckenabschnitt aus Verbrauchsgesichtspunkten optimierten Verlaufs des Motordrehmoments, sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt und daher nicht näher erläutert, siehe beispielsweise Stephan Terwen, Vorausschauende Längsregelung schwerer Lastkraftwagen, Schriften des Instituts für Regelungs- und Steuerungssysteme, Karlsruher Institut für Technologie, Band 06, ISBN 978-3-86644-481-2 (z. B. Abb. 2.12 auf Seite 37 mit entsprechender Beschreibung).

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt kann die angepasste Kennlinie im Bereich des abgeflachten Verlaufs einen plateauartigen Verlauf aufweisen. Die Kennlinie weist somit in dem Bereich um das Motorwunschkrehmoment keine oder nur eine kleine Steigung auf.

[0021] Ferner kann zumindest ein Teil des abgeflachten Verlaufs in einem Bereich zwischen 30 % und 80 % des Fahrpedalwegs liegen. Ferner kann der abgeflachte Verlauf zumindest einen Bereich von 50 % bis 60 % des Fahrpedalwegs umfassen und/oder nicht den Bereich von 0 % bis 30 % umfassen, so dass der Fahrer bei geringen Fahrpedalauslenkungen weiterhin die Möglichkeit hat, die Fahrzeugbeschleunigung gefühlvoll zu dosieren. Ferner kann der Bereich des abgeflachten Verlaufs mindestens 15 %, weiter vorzugsweise mindestens 30 % des Fahrpedalwegs umfassen.

[0022] Insgesamt kann die angepasste Kennlinie einen S-förmigen Verlauf aufweisen, insbesondere mit einem degressiv ausgelegten ersten Abschnitt bei kleinen Fahrpedalwegen, einem mittleren progressiv ausgelegten Abschnitt und einem plateauartigen Endabschnitt, der den Wert des Fahrerwunschkrehmoments umfasst.

[0023] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante erstreckt sich der abgeflachte Bereich, insbesondere der plateauartige Verlauf, bis zum Endbereich des Fahrpedalwegs, d. h. bis zu 100 % des Fahr-

pedalwegs, so dass das Motorsolldrehmoment auf das Motorwunschdrehmoment begrenzt ist. Diese Variante bietet den Vorzug, dass der Motor auch bei hoher Fahrpedalauslenkung mit hohem Motorwirkungsgrad betrieben wird.

[0024] Die Anpassung der Fahrpedalkennlinie muss dabei nicht kontinuierlich wirksam sein, sondern kann in geeigneten Situationen aktiviert werden und wieder deaktiviert werden, wenn keine geeignete Situation mehr vorliegt.

[0025] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Anpassung der Fahrpedalkennlinie in Abhängigkeit von einer Situationserkennung des Fahrzeugs und/oder der Umgebung aktivierbar und/oder deaktivierbar. Generell soll die Anpassung der Fahrpedalkennlinie nicht in Fahrsituationen erfolgen, in denen eine stärkere Beeinträchtigung des Fahrverhaltens vermieden werden soll, z. B. in kritischen Fahrsituationen.

[0026] Es ist insbesondere vorteilhaft, die Fahrpedallinie in Beschleunigungssituationen, nicht jedoch bei Konstantfahrt oder Verzögerungsfahrt anzupassen. Eine vorteilhafte Variante dieser Ausführungsform sieht daher vor, dass die Situationserkennung ermittelt, ob eine Beschleunigungssituation vorliegt und/oder ob eine Beschleunigungssituation bevorsteht, d. h. wahrscheinlich in Kürze erfolgt. Die Anpassung der Fahrpedalkennlinie wird gemäß dieser Variante aktiviert, falls eine Beschleunigungssituation vorliegt oder bevorsteht.

[0027] Beispielsweise kann eine Beschleunigungssituation vorliegen bzw. erkannt werden, wenn eine Fahrzeuglängsbeschleunigung einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet und eine Fahrzeuggeschwindigkeit eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit, z. B. 30 km/h, überschreitet. Die Mindestgeschwindigkeit stellt hierbei sicher, dass eine Kennlinienanpassung nicht bei Beschleunigungsvorgängen beim Anfahren, Rangieren etc. vorgenommen wird, da hier eine möglichst hohe Dosierbarkeit über das Fahrpedal erwünscht ist.

[0028] Ferner kann eine bevorstehende Beschleunigungssituation daran erkannt werden, dass eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit um mehr als einen vorgegebenen Differenzschwellenwert unterhalb einer Richtgeschwindigkeit oder Höchstgeschwindigkeit für einen Straßentyp, auf dem das Kraftfahrzeug momentan fährt, liegt. In diesem Fall ist es wahrscheinlich, dass der Fahrer zeitnah versuchen wird, auf die Richtgeschwindigkeit oder Höchstgeschwindigkeit zu beschleunigen.

[0029] Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug bereitgestellt, die ausgebildet ist, während eines Fahrbetriebs einen Zusammenhang zwischen Fahrpedalweg und einem angeforderten Motorsolldrehmoment beschreibende Fahrpedalkennlinie anzupassen. Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung ausgebildet, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen. Zur Vermeidung von Wiederholungen sollen rein verfahrensgemäß offenbarte Merkmale auch als funktionale Merk-

male der Vorrichtung und somit als vorrichtungsgemäß offenbart gelten und beanspruchbar sein.

[0030] Die Erfindung betrifft ferner ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, mit einer Vorrichtung wie in diesem Dokument offenbart.

[0031] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- 10 Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm zur Illustration einer Vorrichtung und eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 15 Figur 2 die Bestimmung des Motorwunschdrehmoments anhand eines Verbrauchskennfeldes und eine angepasste Fahrpedalkennlinie gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 20 Figur 3 eine angepasste Fahrpedalkennlinie gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
- 25 Figur 4 ein schematisches Blockdiagramm zur Illustration einer aus dem Stand der Technik bekannten Anpassung der Fahrpedalcharakteristik.

[0032] Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0033] Figur 1 illustriert anhand eines schematischen Blockdiagramms die Anpassung der Fahrpedalkennlinie.

[0034] Das Fahrpedal ist in an sich bekannter Weise mit einem Pedalwertgeber 1 ausgerüstet, der den vom Fahrer eingestellten Fahrpedalweg 2 ermittelt. Eine programmtechnisch eingerichtete Steuereinheit 40 empfängt fortlaufend im Fahrbetrieb den aktuell gestellten Fahrpedalweg 2 und steuert die Drehmomentansteuerung des Antriebsmotors elektronisch. In der Recheneinheit ist mindestens eine vorab bestimmte Fahrpedalkennlinie hinterlegt, die jedem Wert des Fahrpedalwegs ein entsprechendes Motorsolldrehmoment 8 zuordnet, das als Momentsolldrehmomentanforderung an den Antriebsmotor 9 übermittelt wird. Hierzu können noch zusätzliche Fahrzeugdaten 3 verwendet werden.

[0035] Die Steuereinheit 40 kann die mindestens eine hinterlegte Fahrpedalkennlinie anpassen. Die Anpassung der Fahrpedalkennlinie ist jedoch nur in geeigneten Fahrsituationen aktiviert, ansonsten deaktiviert. Hierzu ist die Steuereinheit 40 eingerichtet, entsprechend geeignete Fahrsituationen zu erkennen und die Anpassung der Fahrpedalkennlinie zu aktivieren, solange eine geeignete Fahrsituation vorliegt, und zu deaktivieren, falls keine geeignete Fahrsituation mehr vorliegt. Diese Funktionalität ist mit dem Bezugszeichen 6 gekennzeichnet und wird weiter unten noch detaillierter beschrieben.

[0036] Ist die Anpassung der Fahrpedalkennlinie durch die Situationserkennung 6 aktiviert, ist die Steuereinheit 40 eingerichtet, im Fahrbetrieb fortlaufend einen aktuellen Wert für ein Motorwunschkrehmoment 12 zu bestimmen. Diese Funktionalität der Steuereinheit ist in Figur 1 mit dem Bezugszeichen 5 bezeichnet und im linken Diagramm der Figur 2 näher erläutert. Das Verbrauchskennfeld 10 in Form eines Motordrehmoment/Motordrehzahl-Diagramms zeigt die dem spezifischen Kraftstoffverbrauch entsprechenden sogenannten "Muschelkurven" B_e , die Vollastkennlinie 11 und die sog. sog. Bemin-Kennlinie Bemin. Zur Bestimmung des Motorwunschkrehmoments ist in der Steuervorrichtung eine sog. B_{emin} -Kennlinie Bemin hinterlegt, die einer Motordrehzahl jeweils dasjenige Motordrehmoment zuordnet, für das der spezifische Verbrauch minimal bzw. der Motorwirkungsgrad maximal ist.

[0037] Im Fahrbetrieb empfängt die Steuereinheit 40 über die Eingangsdaten 3 fortlaufend die aktuelle Motordrehzahl n und bestimmt aus der Motordrehzahl n den zugeordneten Punkt P auf der B_{emin} -Kennlinie 11 bzw. das entsprechende aktuelle Motorwunschkrehmoment 12.

[0038] Anschließend erfolgt eine Anpassung der hinterlegten Fahrpedalkennlinie in Abhängigkeit von dem bestimmten Motorwunschkrehmoment 12. Diese Funktionalität der Steuereinheit ist mit dem Bezugszeichen 7 bezeichnet. Hierbei wird die ursprüngliche, d. h. nicht angepasste hinterlegte Fahrpedalkennlinie (nicht gezeigt) im Fahrbetrieb so angepasst, der der Bereich der Kennlinie um den Wert des Motorwunschkrehmoments einen im Vergleich zur unangepassten Fahrpedalkennlinie abgeflachten Verlauf 15 aufweist. Das rechte Diagramm der Figur 2 zeigt die angepasste Kennlinie. Das bestimmte Motorwunschkrehmoment 12 liegt mittig in einem Bereich b1, der nun einen im Vergleich zur unangepassten Kennlinie abgeflachten Verlauf 15 der Kennlinie 14 aufweist. Der dem Motorwunschkrehmoment 12 zugeordnete Fahrpedalweg ist mit dem Bezugszeichen 13 bezeichnet. Die Bereich b1 links und rechts vom Motorwunschkrehmoment 12 zeichnet sich durch eine geringe Steigung aus, insbesondere durch eine geringere Steigung als vor der Anpassung der Kennlinie. Der dem bestimmten Motorwunschkrehmoment 12 zugeordnete Fahrpedalweg 13 ist ca. mittig im abgeflachten Bereich b1 angeordnet. Dadurch kann der Fahrer über einen weiten Fahrpedalwegbereich b1 eine Motorsolldrehmomentvorgabe 8 erzeugen, die nahe am Motorwunschkrehmoment 12 ist. Dadurch wird eine motorwirkungsgradoptimierte Fahrweise unterstützt. Bei hohen Fahrpedalwegen steigt die Kennlinie wieder stärker an, so dass hier das volle Motordrehmoment (100 %) angefordert werden kann.

[0039] Alternativ kann die Fahrpedalkennlinienanpassung auch so ausgelegt sein, dass das maximal anforderbare Motorsolldrehmoment 8 auf das Motorwunschkrehmoment 12 begrenzt ist, was in Figur 3 dargestellt ist. Hier weist die Kennlinie 14a nach Erreichen des Mo-

torwunschkrehmoments einen geraden Verlauf 15a bis zum maximalen Fahrpedalweg (100 %) auf. Der Bereich b2 des abgeflachten Verlaufs erstreckt sich somit bis zu 100 % des Fahrpedalwegs. Gemäß dieser Variante wird auch bei hoher Fahrpedalauslenkung der Motor mit hohem Motorwirkungsgrad betrieben.

[0040] Da fortlaufend eine aktuelle Motordrehzahl n ermittelt wird und damit fortlaufend ein neues Motorwunschkrehmoment 12, wird somit die Fahrpedalkennlinie 14 bzw. 14a fortlaufend angepasst, so dass sich der abgeflachte Bereich 15, 15a der Kennlinie fortlaufend verschiebt.

[0041] Vorstehend wurde bereits erwähnt, dass die Fahrpedalkennlinienanpassung nur während bestimmter Fahrsituationen erfolgt, die mittels einer Situationserkennung 6 erkannt werden. Die Situationserkennung 6 ermöglicht die gezielte Anpassung der Fahrpedalkennlinie während besonders vorteilhaften Situationen und verhindert, dass die Fahrpedalkennlinie in Situationen angepasst wird, bei denen eine Beeinträchtigung des Fahrverhaltens zu erwarten ist.

[0042] Insbesondere ist es vorteilhaft, die Fahrpedalkennlinie in Beschleunigungssituationen anzupassen. Die Erkennung der Beschleunigungssituation kann direkt aus Fahrzeugdaten erfolgen. Beispielsweise kann die zeitliche Entwicklung der Fahrzeuggeschwindigkeit beobachtet oder/und die Bedieneingaben des Fahrers ausgewertet werden, um z. B. daraus abzuleiten, dass eine Fahrzeuglängsbeschleunigung vorliegt, die einen vorgegebenen Beschleunigungsschwellenwert überschreitet.

[0043] Alternativ können aus Umgebungsbedingungen Wahrscheinlichkeiten für eine zukünftige Beschleunigungssituation abgeleitet werden. Wird beispielsweise der Straßentyp bestimmt, auf dem sich das Fahrzeug aktuell befindet, kann eine für diesen Straßentyp typische Richtgeschwindigkeit mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit verglichen werden. Weichen die beiden Geschwindigkeiten erheblich voneinander ab, so ist eine Beschleunigungssituation wahrscheinlich.

[0044] Ebenfalls kann die Begrenzung des Motorsolldrehmoments auf das Motorwunschkrehmoment gemäß dem in Figur 3 gezeigten Beispiel mit einem solchen straßentypbasierten Verfahren in vorteilhaften Situationen erfolgen. Ist beispielsweise der Unterschied zwischen straßentypischer Richtgeschwindigkeit und Fahrzeuggeschwindigkeit klein, so kann anstatt einer Kennlinienanpassung gemäß Figur 2 eine Kennlinienanpassung gemäß Figur 3 erfolgen, bei der das maximal anforderbare Motorsolldrehmoment auf das Motorwunschkrehmoment gemäß der Kennlinie 14a begrenzt wird. In einer solchen Situation ist nur eine kleine Geschwindigkeitsdifferenz zur Richtgeschwindigkeit zu überbrücken, so dass eine Begrenzung der maximal anforderbaren Motorleistung auf das Motorwunschkrehmoment keine großen Komforteinbußen erzeugt.

Bezugszeichenliste

[0045]

1	Fahrpedal mit Pedalwertgeber	5
2	Fahrpedalweg (Ausgabewert des Pedalwertgebers)	
3	Eingangsdaten	
4, 40	Steuereinheit (Recheneinheit)	
5	Funktion zur Bestimmung Motorwunschkrehmoment	10
6	Funktion zur Situationserkennung	
7	Funktion zur Fahrpedalkennlinienanpassung	
8	Motorsolldrehmoment	
9	Antriebsmotor	15
10	Verbrauchskennfeld	
11	Volllastkennlinie	
12	Motorwunschkrehmoment	
13	Fahrpedalweg, der Motorwunschkrehmoment anfordert	20
14, 14a	Angepasste Fahrpedalkennlinie	
15, 15a	Abgeflachter Bereich	
B_{emin}	B_{emin} -Kennlinie	25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug, bei dem während eines Fahrbetriebs eine den Zusammenhang zwischen Fahrpedalweg (2) und einem angeforderten Motorsolldrehmoment (8) beschreibende Fahrpedalkennlinie angepasst wird, umfassend
 - a) eine Bestimmung eines Motorwunschkrehmoments (12), insbesondere eines Motorwunschkrehmoments, welches einen verbrauchsoptimierten Betrieb des Kraftfahrzeugs ermöglichen würde; und
 - b) eine Anpassung der Fahrpedalkennlinie in Abhängigkeit von dem bestimmten Motorwunschkrehmoment (12), derart, dass die angepasste Fahrpedalkennlinie (14; 14a) in einem Bereich (b1; b2), der ein dem bestimmten Motorwunschkrehmoment (12) entsprechendes Motorsolldrehmoment (13) enthält, einen im Vergleich zur unangepassten Fahrpedalkennlinie abgeflachten Verlauf (15; 15a) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** in Abhängigkeit von einer vorausschauenden Streckeninformation für einen vorausliegenden Streckenabschnitt des Kraftfahrzeugs eine Motorsolldrehmomenttrajektorie für den vorausliegenden Streckenabschnitt und/oder Zeithorizont bestimmt wird, die unter Berücksichtigung vorgegebener Randbedingungen den Kraftstoffverbrauch minimiert; und

dass das Motorwunschkrehmoment in Abhängigkeit von der bestimmten Motordrehmomenttrajektorie festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

(a) **dass** das Motorwunschkrehmoment (12) in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad des Antriebsmotors, vorzugsweise mit Hilfe vorab bestimmter Kennfelder, ermittelt wird; und/oder

(b) **dass** das Motorwunschkrehmoment (12) in Abhängigkeit von einer momentanen Motordrehzahl (n) und einer Kennlinie (B_{emin}) bestimmt wird, wobei die Kennlinie (B_{emin}) jeder Motordrehzahl dasjenige Motordrehmoment zuordnet, für das der spezifische Verbrauch minimal und/oder der Motorwirkungsgrad maximal ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

(a) **dass** die angepasste Kennlinie (14; 14a) im Bereich (b1; b2) des abgeflachten Verlaufs einen plateauartigen (15a) Verlauf aufweist; und/oder

(b) **dass** zumindest ein Teil des abgeflachten Verlaufs innerhalb eines Bereichs zwischen 30 % und 80 % des Fahrpedalwegs (p) liegt; und/oder

(c) **dass** der abgeflachte Verlauf (15; 15a) zumindest einen Bereich von 50 % bis 60 % des Fahrpedalwegs (p) umfasst; und/oder

(d) **dass** der Bereich (b1; b2) des abgeflachten Verlaufs mindestens 15 %, weiter vorzugsweise mindestens 30 %, des Fahrpedalwegs umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** sich der abgeflachte Bereich (15a), insbesondere der plateauartige Verlauf, bis zum Endbereich des Fahrpedalwegs erstreckt, so dass das Motorsolldrehmoment (8) auf das Motorwunschkrehmoment (12) begrenzt ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Anpassung der Fahrpedalkennlinie in Abhängigkeit von einer Situationserkennung des Fahrzeugs und/oder der Umgebung aktivierbar ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Situationserkennung ermittelt, ob eine Beschleunigungssituation vorliegt und/oder ob eine Beschleunigungssituation bevorsteht, und die Anpassung der Fahrpedalkennlinie aktiviert wird, falls eine Beschleunigungssituation vorliegt oder be-

vorsteht.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,**

(a) **dass** eine Beschleunigungssituation vorliegt, wenn eine Fahrzeuglängsbeschleunigung einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet und eine Fahrzeuggeschwindigkeit eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit überschreitet; und/oder

(b) **dass** eine Beschleunigungssituation bevorsteht, wenn eine aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit um mehr als einen vorgegebenen Differenzschwellenwert unterhalb einer Richtgeschwindigkeit oder Höchstgeschwindigkeit für einen Straßentyp, auf dem das Kraftfahrzeug momentan fährt, liegt.

8. Vorrichtung (4) zur Anpassung der Fahrpedalcharakteristik bei einem Kraftfahrzeug, die ausgebildet ist, während eines Fahrbetriebs eine den Zusammenhang zwischen Fahrpedalweg (2) und einem angeforderten Motorsolldrehmoment (8) beschreibende Fahrpedalkennlinie anzupassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (4) ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

9. Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, mit einer Vorrichtung (4) nach Anspruch 8.

Claims

1. A method for adapting the accelerator pedal characteristic in a motor vehicle, in which method, during driving operation, an accelerator pedal characteristic curve which describes the relationship between accelerator pedal travel (2) and a demanded setpoint engine torque (8) is adapted, comprising

a) a determination of a desired engine torque (12), in particular of a desired engine torque which would permit consumption-optimized operation of the motor vehicle; and

b) an adaptation of the accelerator pedal characteristic curve in a manner dependent on the determined desired engine torque (12), such that the adapted accelerator pedal characteristic curve (14; 14a) has, in a range (b1; b2) which includes a setpoint engine torque (13) corresponding to the particular desired engine torque (12), a flattened profile (15; 15a) in relation to the non-adapted accelerator pedal characteristic curve, **characterized**

in that, in a manner dependent on predicted

route information for a route section lying ahead of the vehicle, a setpoint engine torque trajectory for the route section and/or time horizon lying ahead is determined which, taking into consideration predefined boundary conditions, minimizes the fuel consumption; and **in that** the desired engine torque is set in a manner dependent on the determined engine torque trajectory.

2. The method according to Claim 1, characterized (a) in that the desired engine torque (12) is ascertained in a manner dependent on the efficiency of the drive engine, preferably with the aid of predetermined characteristic maps; and/or (b) in that the desired engine torque (12) is determined in a manner dependent on a present engine speed (n) and a characteristic curve (B_{emin}), wherein the characteristic curve (B_{emin}) assigns to each engine speed the engine torque for which the specific consumption is at a minimum and/or the engine efficiency is at a maximum.

3. The method according to any of the preceding claims, **characterized**

(a) **in that** the adapted characteristic curve (14; 14a) has a plateau-like (15a) profile in the range (b1; b2) of the flattened profile; and/or

(b) **in that** at least a part of the flattened profile lies within a range between 30% and 80% of the accelerator pedal travel (p); and/or

(c) **in that** the flattened profile (15; 15a) encompasses at least a range from 50% to 60% of the accelerator pedal travel (p); and/or

(d) **in that** the range (b1; b2) of the flattened profile encompasses at least 15%, more preferably at least 30%, of the accelerator pedal travel.

4. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the flattened region (15a), in particular the plateau-like profile, extends as far as the end region of the accelerator pedal travel, such that the setpoint engine torque (8) is limited to the desired engine torque (12).

5. The method according to any of the preceding claims, **characterized in that** the adaptation of the accelerator pedal characteristic curve is activatable in a manner dependent on an identification of a situation of the vehicle and/or of the surroundings.

6. The method according to Claim 5, **characterized in that** the identification of the situation ascertains whether an acceleration situation is present and/or whether an acceleration situation is impending, and the adaptation of the accelerator pedal characteristic curve is activated if an acceleration situation is

present or impending.

7. The method according to Claim 6, **characterized**

(a) **in that** an acceleration situation is present if a vehicle longitudinal acceleration exceeds a predefined threshold value and a vehicle speed exceeds a predefined minimum speed; and/or (b) **in that** an acceleration situation is impending if a present vehicle speed lies below a recommended speed or maximum speed for a road type on which the motor vehicle is presently travelling by more than a predefined difference threshold.

8. A device (4) for adapting the accelerator pedal characteristic in a motor vehicle, which device is designed to, during driving operation, adapt an accelerator pedal characteristic curve which describes the relationship between accelerator pedal travel (2) and a demanded setpoint engine torque (8), **characterized in that** the device (4) is designed to carry out the method according to any of the preceding claims.

9. A motor vehicle, in particular utility vehicle, having a device (4) according to Claim 8.

Revendications

1. Procédé d'adaptation de la caractéristique de pédale d'accélérateur dans un véhicule automobile, dans lequel, pendant un fonctionnement de conduite, une courbe caractéristique de pédale d'accélérateur décrivant la relation entre la course de pédale d'accélérateur (2) et un couple de consigne de moteur demandé (8) est adaptée, comportant

a) une détermination d'un couple souhaité de moteur (12), en particulier d'un couple souhaité de moteur qui permettrait un fonctionnement à consommation optimisée du véhicule automobile ; et

b) une adaptation de la courbe caractéristique de pédale d'accélérateur en fonction du couple souhaité de moteur déterminé (12), de telle sorte que la courbe caractéristique de pédale d'accélérateur adaptée (14 ; 14a) présente, dans une zone (bl ; b2) qui comporte le couple de consigne de moteur (13) correspondant au couple souhaité de moteur déterminé (12), une allure (15 ; 15a) aplatie par comparaison avec la courbe caractéristique de pédale d'accélérateur non adaptée, **caractérisé**

en ce qu'en fonction d'une information de trajet anticipée pour une section de trajet à venir du véhicule automobile, une trajectoire de couple de consigne de moteur pour la section de trajet

à venir et/ou un horizon temporel sont déterminés, laquelle trajectoire réduit au minimum la consommation de carburant en tenant compte de conditions aux limites prédéfinies ; et

en ce que le couple souhaité de moteur est défini en fonction de la trajectoire de couple de moteur déterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé (a) en ce que le couple souhaité de moteur (12) est déterminé en fonction du rendement du moteur de propulsion, de préférence à l'aide de champs caractéristiques préalablement déterminés ; et/ou (b) en ce que le couple souhaité de moteur (12) est déterminé en fonction d'un régime de moteur instantané (n) et d'une courbe caractéristique (B_{emin}), la courbe caractéristique (B_{emin}) associant à chaque régime de moteur le couple de moteur pour lequel la consommation spécifique est minimale et/ou le rendement de moteur est maximal.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé**

(a) **en ce que** la courbe caractéristique adaptée (14 ; 14a) présente, dans la zone (bl ; b2) de l'allure aplatie, une allure de type plateau (15a) ; et/ou

(b) **en ce qu'au** moins une partie de l'allure aplatie se situe dans une zone comprise entre 30 % et 80 % de la course de pédale d'accélérateur (p) ; et/ou

(c) **en ce que** l'allure aplatie (15 ; 15a) comporte au moins une zone de 50 % à 60 % de la course de pédale d'accélérateur (p) ; et/ou

(d) **en ce que** la zone (bl ; b2) de l'allure aplatie comporte au moins 15 %, plus préférablement au moins 30 %, de la course de pédale d'accélérateur.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone aplatie (15a), en particulier l'allure de type plateau, s'étend jusqu'à la zone finale de la course de pédale d'accélérateur, de sorte que le couple de consigne de moteur (8) soit limité au couple souhaité de moteur (12).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'adaptation de la courbe caractéristique de pédale d'accélérateur peut être activée en fonction d'une reconnaissance de situation du véhicule et/ou de l'environnement.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la reconnaissance de situation détermine si une situation d'accélération est présente et/ou si une situation d'accélération est imminente, et l'adaptation de la courbe caractéristique de pédale d'accéléra-

teur est activée dans le cas où une situation d'accélération est présente ou imminente.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé**

5

(a) **en ce qu'**une situation d'accélération est présente lorsqu'une accélération longitudinale de véhicule dépasse une valeur seuil prédéfinie et qu'une vitesse de véhicule dépasse une vitesse minimale prédéfinie ; et/ou

10

(b) **en ce qu'**une situation d'accélération est imminente lorsqu'une vitesse de véhicule actuelle est inférieure, de plus d'une valeur seuil de différence prédéfinie, à une vitesse recommandée ou à une vitesse maximale pour un type de route sur lequel le véhicule automobile roule actuellement.

15

8. Dispositif (4) d'adaptation de la caractéristique de pédale d'accélérateur dans un véhicule automobile, lequel est conçu pour, pendant un fonctionnement de conduite, adapter une courbe caractéristique de pédale d'accélérateur décrivant la relation entre la course de pédale d'accélérateur (2) et un couple de consigne de moteur demandé (8), **caractérisé en ce que** le dispositif (4) est conçu pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes.

20

25

9. Véhicule automobile, en particulier véhicule utilitaire, comprenant un dispositif (4) selon la revendication 8.

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

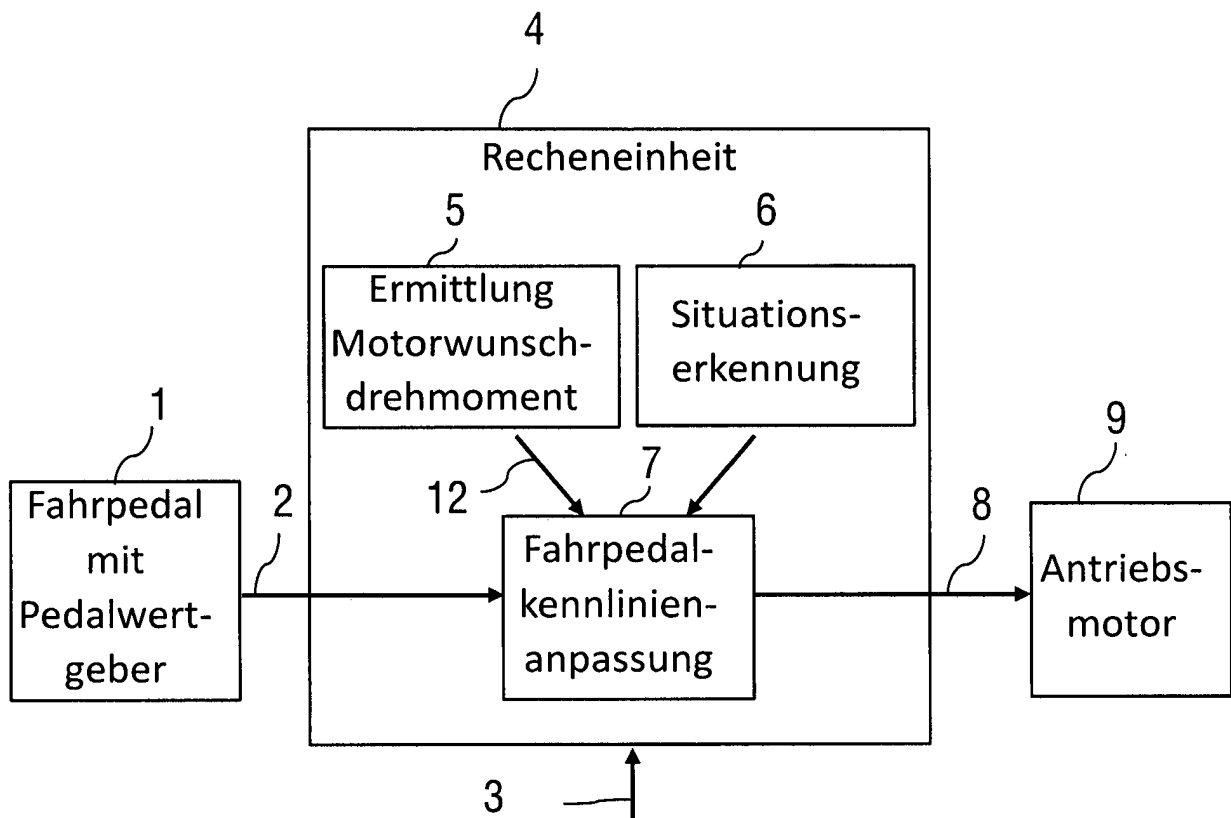


FIG. 2

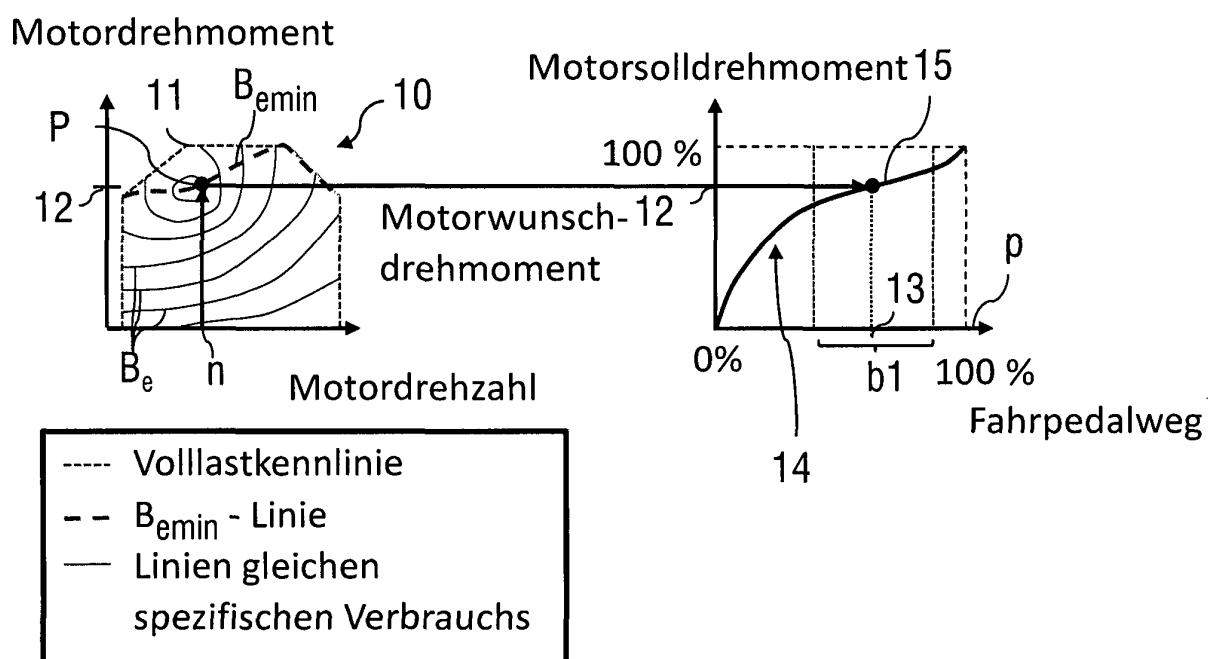


FIG. 3

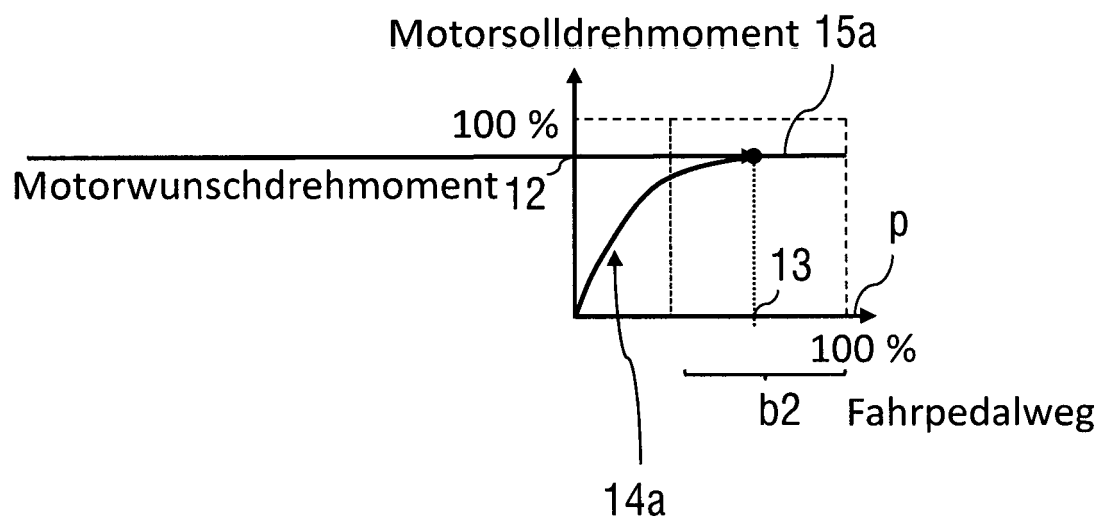
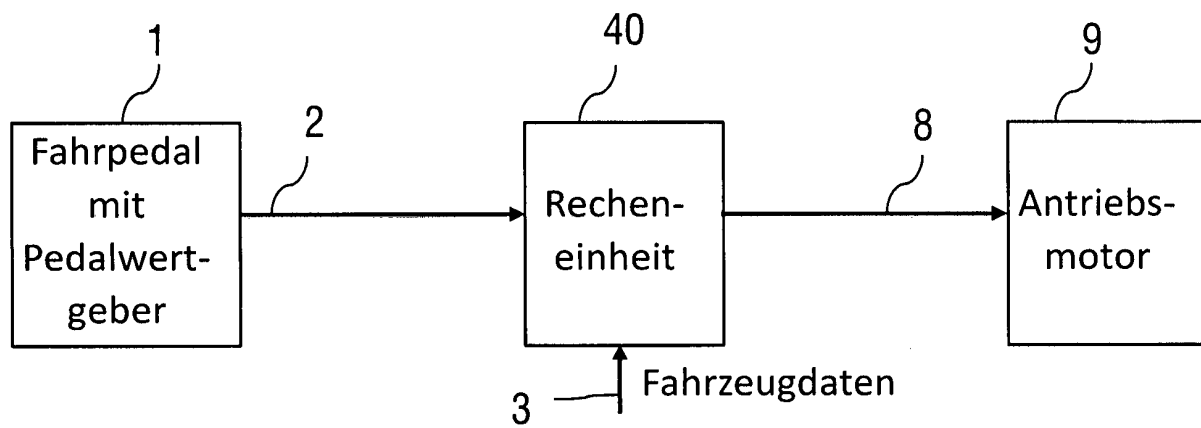


FIG. 4

Stand der Technik

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1334862 A2 [0003]
- DE 102010041544 A1 [0004]
- DE 102008011607 A1 [0006]
- US 2008245338 A1 [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Schriften des Instituts für Regelungs- und Steuerungssysteme. **STEPHAN TERWEN**. Vorausschauende Längsregelung schwerer Lastkraftwagen. Karlsruher Institut für Technologie, vol. 06, 37 [0019]