



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 114 639.6**
 (22) Anmeldetag: **02.06.2020**
 (43) Offenlegungstag: **29.07.2021**

(51) Int Cl.: **B60W 30/18 (2012.01)**
B60T 8/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2020-0009425 23.01.2020 KR

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE

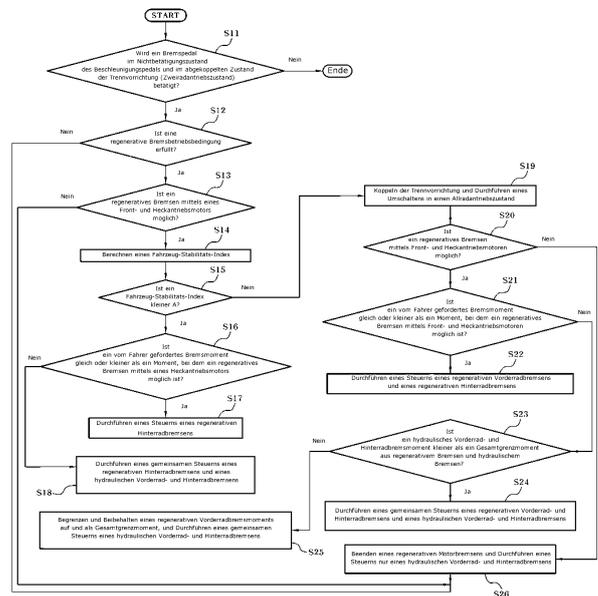
(71) Anmelder:
Hyundai Motor Company, Seoul, KR; Kia Motors Corporation, Seoul, KR

(72) Erfinder:
Kim, Gwi Chul, Anyang-si, Gyeonggi-do, KR

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und System zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und ein System zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs bereitgestellt. Wenn eine Trennvorrichtung (6) abgekoppelt wird/ist und ein Hilfsantriebsrad von einem Antriebssystem getrennt wird/ist, wird ein Fahrzeugbremsen mittels eines regenerativen Bremsens mittels eines Primärantriebsradmotor während eines Bremsens durchgeführt. Dann wird eine Trennvorrichtung (6) basierend auf einem Fahrzeugstabilitätszustand gekoppelt (z.B. geschlossen), und dann wird ein gleichzeitiges Bremsen mittels des Hilfsantriebsrads und des Primärantriebsrads durchgeführt.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und ein System zum Steuern eines Bremsens (z.B. Abbremsens) eines Fahrzeugs, und insbesondere, auf ein Verfahren und ein System zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs, das mit einer Trennvorrichtung (z.B., Abkoppelungsvorrichtung, z.B. Lasttrenner, z.B. Kupplungsvorrichtung, Kupplung) zum Reduzieren eines Schleppverlusts (z.B. Kraftübertragungsverlust, Antriebsverlust, Reibverlust, Verlust aufgrund von Widerstand) auf der Antriebsradseite und mit einer Antriebsvorrichtung (z.B. Antriebseinheit, Antriebsaggregat) mit einer regenerativen Steuerungsfunktion ausgestattet ist.

Beschreibung der bezogenen Technik

[0002] In letzter Zeit sind Allradantriebs-Elektrofahrzeuge (z.B. Allrad-Elektrofahrzeuge, Vierradantriebs-Elektrofahrzeuge, 4WD-Elektrofahrzeuge, engl.: four-wheel-drive (4WD) electric vehicles), die jeweils mit einer unabhängigen Antriebsvorrichtung für die Vorderräder und einer unabhängigen Antriebsvorrichtung für die Hinterräder ausgestattet sind, entwickelt worden. Die Antriebsvorrichtungen in dem Allradantriebs-Elektrofahrzeug sind in der Lage, einzeln oder gemeinsam entsprechend einer Fahrumgebungsbedingung betrieben zu werden. Alle Antriebsvorrichtungen für die Vorderräder und die Hinterräder können (Elektro-)Motoren sein, die mittels einer Batterie (z.B. Akku) betrieben werden. Insbesondere sind Allradantriebs-Elektrofahrzeuge Elektrofahrzeuge, die jeweils mit einem unabhängigen Antriebsmotor für die Vorderräder und einem unabhängigen Antriebsmotor für die Hinterräder ausgestattet sind, d.h. mit einem Frontantriebsmotor (z.B. Vorderradantriebsmotor, Frontmotor, Vorderachsenantriebsmotor) und einen Heckantriebsmotor (z.B. Hinterradantriebsmotor, Heckmotor, Hinterachsenantriebsmotor).

[0003] Gängige Allradantriebs-Elektrofahrzeuge werden in einem Zweiradantriebsmodus/Zweiradantriebsbetrieb (2WD-Modus/Betrieb, engl.: two-wheel drive (2WD) mode) als Standardantriebsmodus betrieben, bei dem ein Moment (z.B. Drehmoment) auf eine Achse für entweder zwei Vorderräder oder zwei Hinterräder übertragen wird, und, wenn eine Antriebskraft nicht ausreicht bzw. ungenügend ist, in einem Allradantriebs-(4WD)-Modus betrieben werden, bei dem ein Moment auf zwei Achsen für zwei Vorderräder und zwei Hinterräder übertragen wird. Die **Fig. 1A** und **Fig. 1B** sind Diagramme aus dem Stand der Technik, die jeweils einen Allradantrieb (4WD) ausgestattet mit einem Frontantriebsmotor, einem Heckantriebsmotor und einer Trennvorrichtung veranschaulichen. Die **Fig. 2** ist ein Diagramm aus dem Stand der Technik, das im Detail eine Antriebsstrangkonfiguration auf der Hilfsantriebsradseite und einen Zustand, bei dem Antriebssystemkomponenten angeordnet sind, bei dem in den **Fig. 1A** und **Fig. 1B** veranschaulichten Allradantriebs-Elektrofahrzeug veranschaulicht.

[0004] Die **Fig. 1A** und **Fig. 1B** zeigen, dass das Allradantriebs-Elektrofahrzeug mit einem Frontantriebsmotor („Vorderradmotor“) **2** zum Antreiben von Vorderrädern **1** und einem Heckantriebsmotor („Hinterradmotor“) **8** zum Antreiben von Hinterrädern **7** ausgestattet ist. Wie oben beschrieben kann das Allradantriebs-Elektrofahrzeug in dem Allradantriebs-(4WD)-Modus und in dem Zweiradantriebs-(2WD)-Modus betrieben werden. Ein Antriebsmotor und Antriebsräder, die nicht verwendet werden, wenn der Zweiradantrieb betrieben wird, werden/sind vorbestimmt.

[0005] Bei dem mit den unabhängigen Antriebsmotoren **2** und **8** für die Vorderräder und die Hinterräder ausgestatteten Allradantriebs-Elektrofahrzeug wird, wenn beim Fahren in dem Zweiradantriebsmodus nicht verwendete Antriebsräder als Hilfsantriebsräder bezeichnet werden, wenn die Hilfsantriebsräder nicht verwendet werden (z.B., bei einem Betrieb im 2WD-Modus) während des Fahrens, eine Umkehrantriebskraft (z.B. Rückwärtsantriebskraft, Antriebskraft in entgegengesetzter Richtung) von den Hilfsantriebsrädern **1** an einen Verzögerer **3** (z.B. Verzögerungsvorrichtung, Bremsvorrichtung, Getriebe, Wandler) übertragen, sodass ein Schleppverlust (z.B. Antriebsverlust, Reibungsverlust, Verlust aufgrund von Widerstand) auftreten kann. Folglich muss beim Fahren im Zweiradantriebs-Modus die Übertragung der Umkehrantriebskraft von den Hilfsantriebsrädern **1** blockiert (z.B. unterbunden, vermieden) werden, um dadurch einen Schleppverlust zu verhindern (z.B. zu reduzieren).

[0006] Dementsprechend kann eine Trennvorrichtung **6** (z.B. Abkoppelungsvorrichtung) an einer Antriebswelle **5** für die Hilfsantriebsräder **1** angebracht werden/sein. Bei dem Fahrzeug, bei dem die Trennvorrichtung **6** angebracht ist, wird/ist die Trennvorrichtung **6** an die Antriebswelle **5** gekoppelt bzw. mit dieser verbunden, um eine Kopplung (z.B. Verbindung) für eine Antriebskraftübertragung bei einem Betrieb im Allradantriebsmodus

herzustellen (z.B. aufzubauen, zu schließen), und wird/ist von der Antriebswelle **5** abgekoppelt (z.B. entkoppelt, getrennt), um die Kopplung für eine Antriebskraftübertragung bei einem Betrieb im Zweiradantriebsmodus zu lösen (z.B. zu öffnen).

[0007] Die **Fig. 1A** und **Fig. 1B** veranschaulichen jeweils das Elektrofahrzeug (z.B. Elektroauto), das mit einer Vorderrad-Trennvorrichtung **6** (z.B. Vorderrad-Abkoppelungsvorrichtung) ausgestattet ist. Bei dem veranschaulichten Fahrzeug sind die Vorderräder Hilfsantriebsräder. Die Vorderrad-Trennvorrichtung **6**, die die Kopplung (z.B. Verbindung) zur Antriebskraftübertragung herstellt (z.B. aufbaut) oder löst (z.B. freigibt, trennt, öffnet), ist zwischen dem Vorderrad **1**, das das Hilfsantriebsrad ist, und einer Vorderradantriebssystemkomponente, genauer gesagt, zwischen dem Vorderrad **1** und einem Differenzial **4**, angeordnet.

[0008] Wenn die Trennvorrichtung **6** in dem mit der Vorderrad-Trennvorrichtung **6** ausgestatteten Fahrzeug gekoppelt/geschlossen ist, kann das Fahrzeug im Allradantriebsmodus betrieben werden. In einem abgekoppelten (z.B. entkoppelten) Zustand der Vorderrad-Trennvorrichtung **6** kann das Fahrzeug in einem Hinterradantriebsmodus betrieben werden. Dementsprechend wird/ist die Trennvorrichtung **6** wahlweise gekoppelt (z.B. verbunden) oder abgekoppelt (z.B. getrennt), und folglich kann die Antriebskraftübertragungskopplung mit der Antriebswelle **5** hergestellt werden/sein (z.B. aufgebaut werden/sein) und geöffnet werden/sein. In diesem Fall koppelt (z.B. verbindet) die Trennvorrichtung **6** das Hilfsantriebsrad **1** und die Antriebssystemkomponente, wie beispielsweise den Verzögerer **3** (z.B. Verzögerungseinrichtung), der eine Antriebskraft überträgt, oder öffnet die Kopplung (z.B. Verbindung) zwischen diesen. Hierin beziehen sich die Antriebssystemkomponenten auf Komponenten, die eine Antriebskraft zum Betreiben eines Fahrzeugs erzeugen oder übertragen, und die Trennvorrichtung **6** kann als eine Klauenkupplung (z.B. Kupplungsverzahnung) realisiert sein.

[0009] Die **Fig. 1A** veranschaulicht einen Zustand, bei dem die Vorderrad-Trennvorrichtung (z.B. die Klauenkupplung) **6** im Betrieb des Zweiradantriebsmodus (Hinterradantriebsmodus) abgekoppelt (z.B. getrennt) wird/ist. Die **Fig. 1B** veranschaulicht einen Zustand, bei dem die Vorderrad-Trennvorrichtung (die Klauenkupplung) **6** im Betrieb des Allradantriebsmodus (Vierradantriebsmodus) gekoppelt wird/ist. In der **Fig. 2** wird ein Zustand gezeigt, bei dem die Antriebssystemkomponenten, wie z.B. der Antriebsmotor **2**, der Verzögerer **3** und das Differenzial **4**, die Trennvorrichtung (Klauenkupplung) **6** und das Fahrzeugrad **1** gekoppelt (z.B. verbunden) und angeordnet sind. Hierbei ist das Fahrzeugrad **1** ein Hilfsantriebsrad und kann ein Vorderrad in dem Fahrzeug in den **Fig. 1A** und **Fig. 1B** sein.

[0010] Der Antriebsmotor **2** in dem Elektrofahrzeug wird mit einer hohen Geschwindigkeit betrieben, wenn das Fahrzeug betrieben (z.B. angetrieben, z.B. gefahren) wird. Eine Geschwindigkeit des Antriebsmotors **2** wird/ist mittels des Verzögerers **3**, der mit dem Antriebsmotor **2** gekoppelt (z.B. verbunden) wird/ist, auf eine Geschwindigkeit, die zu dem Fahrzeugbetrieb passt, reduziert. Eine Rotationkraft (z.B. ein Rotationsmoment), die sich aus der Geschwindigkeitsreduzierung (z.B. einem Übersetzungsverhältnis) mittels des Verzögerers **3** ergibt, wird mittels des Differenzials **4** auf die Antriebswelle **5** übertragen, und folglich wird das Fahrzeug angetrieben. Andererseits werden optimale Steuerungstechnologien zum regenerativen Bremsen (z.B. Regenerativbremsen, Nutzbremsen, Nutzbremmung, Rekuperieren, Bremsenergieerückgewinnung) des Allradantriebs-Elektrofahrzeugs, das mit dem unabhängigen Antriebsmotor für die Vorderräder, dem unabhängigen Antriebsmotor für die Hinterräder und der Trennvorrichtung ausgestattet ist, benötigt, aber die optimalen Steuerungstechnologien für das regenerative Bremsen, welche Eigenschaften des mit der Trennvorrichtung **6** ausgerüsteten Allradantriebs-Elektrofahrzeugs widerspiegeln, sind noch nicht bekannt.

[0011] Für das Allradantriebs-Elektrofahrzeug, das mit dem unabhängigen Antriebsmotor für die Vorderräder, dem unabhängigen Antriebsmotor für die Hinterräder und der Trennvorrichtung ausgestattet ist, kann ein regenerativer Modus, bei dem kinetische Energie des Fahrzeugs mittels jedes Antriebsmotors zurückgewonnen (z.B. wiederverwendet, wiedererlangt) wird, wenn das Fahrzeug gebremst wird (z.B. abgebremst wird, langsamer wird) oder, wenn das Fahrzeug aufgrund einer Trägheitskraft (z.B. Massenkraft) im Leerlauf rollt (z.B. im Freilauf fährt), und bei dem daher eine Batterie (z.B. Akku, Energiespeichermedium) mit der resultierenden Energie geladen wird, ebenso durchgeführt werden. In dem regenerativen Modus, wenn die kinetische Energie des Fahrzeugs auf den Antriebsmotor mittels des Antriebsrads übertragen wird, arbeitet der Antriebsmotor als ein Generator (z.B. Stromerzeuger, Dynamo), und somit wird die Fahrzeugbatterie mit der resultierenden Energie (z.B. Leistung) mittels eines Inverters (z.B. Wandlers, Umwandlers) geladen.

[0012] Jedoch kann in dem Allradantriebs-Elektrofahrzeug, wenn die Trennvorrichtung **6** während eines Rollens des Fahrzeugs im Leerlauf nach einer Beschleunigung abgekoppelt wird/ist, ein Schleppverlust aufgrund des Hilfsantriebsrads (z.B. des Vorderrads in den Beispielen in den **Fig. 1A** und **Fig. 1B**) verhindert werden, um dadurch zu einer Verbesserung des Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrades beizutragen. Darüber hinaus, wenn

der Fahrer ein Bremspedal betätigt, um in solch einer Situation einen Bremsvorgang (z.B. ein Bremsen) einzuleiten, ist ein regeneratives Bremsen (z.B. Nutzbremsen) mittels des Hilfsantriebsrads nicht möglich. Anders ausgedrückt, wenn die Trennvorrichtung **6** abgekoppelt ist, während sich das Fahrzeug im Leerlauf fortbewegt (z.B. gleitet, rollt), wird ein Schleppverlust verhindert und somit kann eine zurückgelegte Strecke vergrößert werden (z.B. eine Reichweite erhöht werden). Jedoch, wenn das Bremspedal betätigt wird/ist, während die Trennvorrichtung **6** abgekoppelt wird/ist, ist das regenerative Bremsen nur mit dem Primärtriebsrad möglich (z.B. dem Hinterrad/den Hinterrädern in den Beispielen in den **Fig. 1A** und **Fig. 1B**), und das regenerative Bremsen mittels des Hilfsantriebsrads ist nicht möglich. Folglich wird eine Gesamtmenge des regenerativen Fahrzeugbremsens reduziert, sodass ein Brennstoffwirkungsgrad verschlechtert wird.

Kurzbeschreibung

[0013] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs bereitzustellen, das mit einer unabhängigen Antriebsvorrichtung (z.B. Antriebseinheit), die konfiguriert ist, Vorderräder anzutreiben, einer unabhängigen Antriebsvorrichtung (z.B. Antriebseinheit), die konfiguriert ist, Hinterräder anzutreiben, und einer Trennvorrichtung (z.B. Abkoppelungsvorrichtung), ausgestattet ist, wobei das Verfahren dazu verwendet werden kann, eine Fahrzeugstabilitäts- und Bremsleistung sicherzustellen und einen Anteil eines regenerativen Bremsens während eines Bremsvorgangs zu erhöhen und zu einer Verbesserung des Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrads beizutragen.

[0014] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann ein Verfahren bereitgestellt sein zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs, das eine unabhängige Antriebsvorrichtung (z.B. Antriebseinheit), die konfiguriert ist, um Vorderräder anzutreiben, eine unabhängige Antriebsvorrichtung (z.B. Antriebseinheit), die konfiguriert ist, um Hinterräder anzutreiben, und eine Trennvorrichtung, die in einer Antriebswelle angebracht ist und konfiguriert sein kann, eine Kopplung (z.B. Verbindung) zur Antriebskraftübertragung aufzubauen (z.B. herzustellen) und zu öffnen (z.B. zu trennen), aufweist, wobei das Steuerungsverfahren aufweisen kann: Ermitteln (z.B. mittels einer Steuerungsvorrichtung) eines aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf in dem Fahrzeug erfassten Informationen, Koppeln (z.B. Verbinden, Einkoppeln) oder Abkoppeln (z.B. Trennen) der Trennvorrichtung basierend auf dem ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung), und Durchführen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) eines regenerativen Bremsens der Vorder- und Hinterräder des Fahrzeugs oder entweder der Vorderräder oder der Hinterräder basierend auf einem Steuerungszustand der Trennvorrichtung. Bei dem Verfahren kann das Fahrzeug ein Allradantriebs-Elektrofahrzeug sein, das einen Frontantriebsmotor und einen Heckantriebsmotor als Antriebseinheiten aufweist und das eine Trennvorrichtung aufweist, die an einer Vorderradantriebswelle des Fahrzeugs angebracht ist.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs aufweisen: Ermitteln (z.B. mittels einer Steuerungsvorrichtung), ob ein Bremspedal betätigt wird/ist, während das Fahrzeug in einem Zustand betrieben wird, bei dem eine Trennvorrichtung abgekoppelt wird/ist, um die Kopplung (z.B. Verbindung) zur Antriebskraftübertragung zu trennen (z.B. zu öffnen, abzukoppeln, zu entkoppeln), Ermitteln (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) eines aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf in dem Fahrzeug ermittelten Informationen und Vergleichen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einem vorbestimmten (z.B. vordefinierten, voreingestellten) Referenzwert als Antwort auf ein Ermitteln, dass das Bremspedal betätigt wird/ist, Vergleichen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) eines vom Fahrer geforderten (z.B. verlangten, erforderlichen, benötigten, gewünschten) Bremsmoments mit einem Moment, bei dem ein regeneratives Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, wenn der ermittelte Fahrzeug-Stabilitäts-Index kleiner als der vorbestimmte Referenzwert ist, und Durchführen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments nur mittels Erzeugens eines regenerativen Hinterradbremsmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist.

[0016] Ferner kann ein Ermitteln des Fahrzeug-Stabilitäts-Index aus einer Fahrzeugverzögerung, einem Betrag (Maß) eines Hinterradschlupfs und einem Teilungsverhältnis zwischen einer Vorderradbremskraft und einer Hinterradbremskraft unter Verwendung von Gleichung 1 ermittelt werden:

Fahrzeug - Stabilitäts - Index = Fahrzeugverzögerung × Betrag des
Hinterradschlupfs × Teilungsverhältnis zwischen Vorderradbremskraft und Hinterradbremkraft,

Gleichung 1:

wobei, die Fahrzeugverzögerung eine momentane (z.B. aktuelle, derzeitige) reale (z.B. tatsächliche, reelle) Fahrzeugverzögerung ist, die mittels eines Sensors ermittelt wird, und das Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft ein Wert eines Verhältnisses der Vorderradbremskraft zu der Hinterradbremskraft ist.

[0017] Das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, kann ein Wert basierend auf der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit (z.B. mit der Fahrzeuggeschwindigkeit in Verbindung stehend, abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit) sein und aus einem Kurvenverlauf (z.B. in einem Kurvendiagramm) ermittelt (z.B. erhalten) werden, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist. Das Verfahren kann ferner aufweisen: Koppeln (z.B. Verbinden) der Trennvorrichtung (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung), wenn der ermittelte Fahrzeug-Stabilitäts-Index gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder größer als der Referenzwert ist, und ein zeitgleiches (z.B. simultanes, gemeinsames, annähernd zeitgleiches) Betreiben (z.B. Betätigen, Ausführen) (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) eines Bremsens (z.B. Abbremsens) der Vorderräder und eines Bremsens (z.B. Abbremsens) der Hinterräder, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment in einem Zustand, bei dem die Trennvorrichtung gekoppelt (z.B. verbunden) ist, zu erreichen.

[0018] Das Steuern (z.B. Betreiben, Betätigen) des Bremsens der Vorderräder und des Bremsens der Hinterräder kann aufweisen: Vergleichen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mit einem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der momentanen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert (z.B. das der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit entspricht), Durchführen des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) und Erreichen (z.B. Erlangen, Erzielen) des vom Fahrer geforderten Bremsmoments nur mittels Erzeugens eines regenerativen Vorderradbremsmoments und des regenerativen Hinterradbremsmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist.

[0019] Darüber hinaus kann das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, eine Summe aus einem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, und dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, sein. Das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, kann ein in Verbindung mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit stehender Wert sein und kann aus einem Kurvenverlauf (z.B. in einem Kurvendiagramm) ermittelt werden, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist. Das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, kann ein in Verbindung mit der momentanen (z.B. aktuellen) Fahrzeuggeschwindigkeit stehender Wert sein, und kann aus einem Kurvenverlauf (z.B. in einem Kurvendiagramm) ermittelt werden, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist.

[0020] Das Steuern (z.B. Betreiben, Betätigen) des Bremsens der Vorderräder und des Bremsens der Hinterräder kann ferner aufweisen: Vergleichen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) eines hydraulischen Vorder- und Hinterradbremsmoments mit einem vorbestimmten Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, und Durchführen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremmens und Erreichen (z.B. Erlangen) des vom Fahrer geforderten Bremsmoments als Antwort auf ein Ermitteln, dass das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment kleiner als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist, bei dem das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment mittels eines Subtrahierens des Moments, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, von dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment, erhalten werden kann.

[0021] Ferner kann das Steuern des Bremsens der Vorderräder und des Bremsens der Hinterräder aufweisen: Beschränken (z.B. Limitieren) und Beibehalten (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des regenerativen Vorderradbremsmoments auf und als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen während eines Erreichens des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mittels Durchführens des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremmens, wenn das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment

gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder größer als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist.

[0022] Bei dem Verfahren, während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens (z.B. nur) des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht wird, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Anteils (z.B. eines Betrags, z.B. eines Maßes) eines Betätigens des Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht (z.B. annähernd erreicht, sich dem Referenzwert nähert), kann die Trennvorrichtung gekoppelt werden/sein (z.B. verbunden werden/sein). Bei dem Begrenzen (z.B. Limitieren, Beschränken) und Erhalten (z.B. Aufrechterhalten, Beibehalten) des regenerativen Vorderradbremsmoments auf und als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen kann das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht (z.B. annähernd erreicht), beibehalten werden (z.B. erhalten bleiben).

[0023] Ferner, während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens (z.B. nur) des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht wird, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Anteils (z.B. eines Betrags, z.B. eines Maßes) eines Betätigens eines Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht, kann die Trennvorrichtung gekoppelt werden/sein (z.B. verbunden werden/sein). Bei dem Durchführen des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremens und des Erreichens des vom Fahrer geforderten Bremsmoments, kann das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht, beibehalten werden (z.B. erhalten bleiben).

[0024] Wenn die Trennvorrichtung gekoppelt (z.B. verbunden) wird/ist und basierend auf den in dem Fahrzeug erfassten (z.B. ermittelten, gesammelten) Informationen ermittelt wird (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung), dass ein Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, erreicht wird/ist, kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mit dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, verglichen werden. Wenn die Trennvorrichtung gekoppelt (z.B. verbunden) wird/ist und basierend auf den in dem Fahrzeug ermittelten Informationen ermittelt wird (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung), dass der Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, nicht erreicht wird/ist, kann ein hydraulisches Bremssteuern (z.B. hydraulische Bremssteuerung), das das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens (z.B. nur) des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremsmoments erreicht, durchgeführt werden.

[0025] Während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens (z.B. nur) des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht wird/ist, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Anteils (z.B. eines Betrags, z.B. eines Maßes) eines Betätigens eines Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht (z.B. annähernd erreicht), kann die Trennvorrichtung gekoppelt (z.B. verbunden) werden/sein. Bei dem Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mittels Erzeugens nur des regenerativen Vorderradbremsmoments und des regenerativen Hinterradbremsmoments, kann das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht, beibehalten werden (z.B. erhalten bleiben). Das Verfahren kann ferner aufweisen: Durchführen (z.B. mittels der Steuerungsvorrichtung) des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremens, und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist.

[0026] Bei einem Verfahren zum Steuern eines Bremsens (z.B. Abbremsens) eines Fahrzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung kann in einem Zweiradantriebszustand (2WD-Zustand), bei dem eine Trennvorrichtung abgekoppelt (z.B. entkoppelt, getrennt, geöffnet) ist und bei dem ein Hilfsantriebsrad folglich von einem Antriebssystem abgekoppelt (z.B. entkoppelt, getrennt) wird/ist, ein Fahrzeugbremsen mittels (z.B. nur) eines regenerativen Bremsens mittels eines Primärantriebsmotors während eines Bremsens (z.B. Bremsbetrieb, Bremsvorgang) durchgeführt werden. Danach kann die Trennvorrichtung gemäß einem Fahrzeugstabilitätszustand gekoppelt (z.B. verbunden, geschlossen) werden und ein Schalten in einen Allradantriebszustand (4WD-Zustand) ausgeführt werden. Dann kann ein gleichzeitiges Bremsen mittels des Hilfsantriebsrads und des Primärantriebsrads durchgeführt werden. Folglich kann das Verfahren die Fahrzeug-Stabilität- und Bremsleistung gewährleisten (z.B. sicherstellen) und zu einer Verbesserung des Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrads mittels eines Maximierens eines Anteils an regenerativem Bremsen beitragen.

[0027] Ein System zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs mit einer ersten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Vorderräder anzutreiben, einer zweiten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Hinterräder anzutreiben, und einer Trennvorrichtung, die in einer Antriebswelle angebracht ist und eine Kopplung zur Antriebsleistungsübertragung herstellt (z.B. aufbaut) oder löst (z.B. trennt, öffnet) kann aufweisen:

einen Speicher, der konfiguriert ist, Programmanweisungen zu speichern, und

einen Prozessor, der konfiguriert ist, die Programmanweisungen auszuführen, wobei die Programmanweisungen, wenn sie ausgeführt werden, konfiguriert sind zum:

Ermitteln eines aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf in dem Fahrzeug erfassten (z.B. ermittelten) Informationen,

Betreiben einer Fahrzeugsteuerungsvorrichtung (z.B. Fahrzeugsteuergerät) so, dass sie die Trennvorrichtung (6) basierend auf dem ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index koppelt (z.B. verbindet, schließt) oder entkoppelt (z.B. trennt, öffnet), und

Betreiben einer Bremssteuerungsvorrichtung, um ein gemeinsames regeneratives Bremsen der Vorder- und Hinterräder (2, 8) des Fahrzeugs oder für entweder die Vorderräder (2) oder die Hinterräder (8) basierend auf einem Steuerungszustand der Trennvorrichtung (6) durchzuführen.

Figurenliste

[0028] Die obigen und andere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden nun im Detail unter Bezugnahme auf bestimmte beispielhafte Ausführungsformen davon beschrieben, welche durch die beigefügten Zeichnungen dargestellt sind, welche nachstehend lediglich zur Veranschaulichung angegeben sind und folglich nicht beschränkend für die Erfindung sind, wobei:

Fig. 1A und **Fig. 1B** Diagramme sind, die jeweils ein Fahrzeug veranschaulichen, das mit einem Frontantriebsmotor, einem Heckantriebsmotor und einer Trennvorrichtung gemäß dem Stand der Technik ausgerüstet ist,

Fig. 2 ein Diagramm ist, das eine Antriebsstrangkonfiguration an der Hilfsantriebsradseite und einen Zustand, bei dem Antriebssystemkomponenten in dem Fahrzeug angeordnet sind, das in den **Fig. 1A** und **Fig. 1B** gemäß dem Stand der Technik veranschaulicht ist, im Detail veranschaulicht,

Fig. 3 ein Diagramm ist, das eine Konfiguration der Trennvorrichtung in dem Fahrzeug gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,

Fig. 4 ein Blockdiagramm ist, das eine Konfiguration eines Systems in dem Fahrzeug zum Durchführen einer Bremssteuerung gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,

Fig. 5 ein Ablaufdiagramm ist, das ein Bremssteuerungsverfahren gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,

Fig. 6 ein Diagramm ist, das einen Kurvenverlauf veranschaulicht, das eine M-V-(Moment-Geschwindigkeits)-Motorcharakteristik (engl.: motor T-N (torque-speed) characteristic) zeigt, die einen Wert eines Moments gemäß einer Fahrzeuggeschwindigkeit angibt, bei dem ein regeneratives Motorbremsen möglich ist, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 7 ein Diagramm ist, das veranschaulicht, dass wenn ein Fahrzeug-Stabilitäts-Index einen Referenzwert A erreicht, die Trennvorrichtung gekoppelt wird/ist und bei dem ein regeneratives Vorderradbremesen und ein regeneratives Hinterradbremesen dann gleichzeitig ausgeführt werden, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 8 ein Diagramm ist, das einen schrittweisen Bremsmomentzustand bei einem Bremssteuerungsverfahren gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht,

Fig. 9 bis **Fig. 12** Diagramme sind, die jeweils auf unterschiedliche Art und Weise ein Ändern einer Fahrzeugverzögerung und einen Zustand jeder Bremssteuerungsphase, die sich ergibt, wenn der Fahrer ein Bremspedal betätigt, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulichen, und

Fig. 13 ein Referenzdiagramm ist, das ein Fahrzeugverhalten, bei dem ein Hinterradblockieren aufgrund einer übermäßigen Hinterradbremskraft auftritt, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschreibt.

Detaillierte Beschreibung

[0029] Es ist zu verstehen, dass Begriffe wie „Fahrzeug“ oder „Fahrzeug-...“ oder irgendein ähnlicher Begriff, welcher hier verwendet wird, Kraftfahrzeuge im Allgemeinen einschließt wie z.B. Personenkraftfahrzeuge, einschließlich sogenannter Sportnutzfahrzeuge (SUV), Busse, Lastwagen, zahlreiche kommerzielle Fahrzeuge, sowie z.B. Wasserfahrzeuge, einschließlich einer Vielzahl an Booten und Schiffen, sowie auch z.B. Flugzeuge und dergleichen, und ferner auch Hybridfahrzeuge, elektrische Fahrzeuge, Plug-in Hybridelektrofahrzeuge, wasserstoffbetriebene Fahrzeuge und Fahrzeuge, die mit anderen alternativen Treibstoffen betrieben werden (z.B. Treibstoffen, welche aus anderen Ressourcen als Erdöl hergestellt werden). Ein sogenanntes Hybridfahrzeug, auf welches hier Bezug genommen wird, ist ein Fahrzeug, das zwei oder mehr Energiequellen hat, z.B. Fahrzeuge, welche sowohl mit Benzin als auch elektrisch betrieben werden.

[0030] Obwohl beispielhafte Ausführungsformen als eine Mehrzahl von Einheiten nutzend beschrieben werden, um die beispielhaften Vorgänge durchzuführen, ist es zu verstehen, dass die beispielhaften Vorgänge auch durch ein einziges Modul oder eine Mehrzahl von Modulen durchgeführt werden können. Es ist zusätzlich zu verstehen, dass sich der Begriff Steuerungsvorrichtung/Steuereinrichtung/Steuereinheit auf eine Hardware-Vorrichtung bezieht, welche einen Speicher und einen Prozessor aufweist. Der Speicher ist dazu eingerichtet, die Module zu speichern, und der Prozessor ist speziell dazu eingerichtet, die Module auszuführen, um einen oder mehr Vorgänge, welche weiter unten beschrieben werden, durchzuführen.

[0031] Darüber hinaus kann die Steuerlogik bzw. Steuerungsvorrichtung der vorliegenden Offenbarung als nicht-flüchtige, computerlesbare Medien/Daten auf einem computerlesbaren Medium ausgeführt sein, welche ausführbare Programmstrukturen aufweisen, die von einem Prozessor, der Steuerungsvorrichtung und dergleichen ausgeführt werden. Beispiele der computerlesbaren Medien weisen auf, sind aber nicht darauf beschränkt: ROMs, RAMs, Compact-Disc (CD)-ROMs, Magnetbänder, Disketten, Speicherlaufwerke, Chipkarten und optische Speichervorrichtungen. Das computerlesbare Aufzeichnungsmedium kann auch in netzwerkgekoppelten Computersystemen verteilt sein, sodass die computerlesbaren Medien/Daten in einer verteilten Art gespeichert sind und ausgeführt werden, z.B. durch einen Telematikserver oder einen CAN (Controller Area Network)-Bus.

[0032] Die hierin verwendete Terminologie dient lediglich dem Zweck des Beschreibens von bestimmten Ausführungsformen und ist nicht dazu gedacht, die Erfindung zu beschränken. Die wie hierin verwendeten Singularformen „ein“, „eine“ und „der“, „die“, „das“ sind dazu gedacht, auch die Pluralformen einzuschließen, außer der Kontext weist eindeutig auf etwas anderes hin. Ferner ist zu verstehen, dass die Begriffe „aufweisen“ und/oder „aufweisend“ bei Verwendung in dieser Beschreibung das Vorliegen von genannten Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Vorgängen, Elementen und/oder Komponenten davon spezifizieren, aber nicht die Anwesenheit oder den Zusatz von einem oder mehr anderen Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Vorgängen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschließen. Wie hierin verwendet, weist der Begriff „und/oder“ jede sowie alle Kombinationen von einem oder mehreren der dazugehörig aufgezählten Gegenstände auf.

[0033] Wenn es nicht anderweitig angegeben ist oder aus dem Kontext anderweitig klar ist, ist der hier verwendete Begriff „etwa / in etwa“ als „bei dieser Technik im Bereich der üblichen Toleranzen liegend“ zu verstehen, z.B. als zweifache Standardabweichung vom Mittelwert. „Etwa / in etwa“ kann verstanden werden als innerhalb von 10%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0,5%, 0,1%, 0,05% oder 0,01% des angegebenen Werts liegend. Außer es ist aus dem Kontext anderweitig klar, sind alle Zahlenwerte, welche hier bereitgestellt sind, mittels des Begriffs „etwa / in etwa“ modifiziert.

[0034] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben, dass ein Fachmann, an den sich die vorliegende Offenbarung richtet, in der Lage ist, diese ohne ungebührliche Experimente auszuführen. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die hierin beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt und sie kann in anderen beispielhaften Ausführungsformen realisiert sein.

[0035] Wenn der Ausdruck „ein bestimmtes Einzelelement aufweisend/umfassend“ oder „eine bestimmte Einzelkomponente aufweisend/umfassend“ durchgängig durch die Beschreibung verwendet wird, bedeutet dieser Ausdruck, wenn er nicht anderweitig beschrieben ist, „ferner irgendein Einzelelement aufweisend/umfassend“ oder „ferner irgendeine Einzelkomponente aufweisend/umfassend“, nicht jedoch „irgendein weiteres Einzelelement ausschließend“.

[0036] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens (z.B. Steuern eines Bremsvorgangs) eines Fahrzeugs. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Steuern des Bremsens eines Fahrzeugs, das eine unabhängige Antriebseinheit, die konfiguriert ist, um Vorderräder anzutreiben, und eine unabhängige Antriebseinheit, die konfiguriert ist, um Hinterräder anzutreiben, und eine Trennvorrichtung (Abkoppelungsvorrichtung), die in der Antriebswelle angebracht ist und eine Kopplung (z.B. Verbindung) zur Antriebskraftübertragung aufbaut (z.B. herstellt) und trennt (z.B. öffnet, z.B. löst), aufweisen kann.

[0037] Insbesondere wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs mit einer unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, um eine regenerative Bremsfunktion aufzuweisen, und ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Allradantriebs-Elektrofahrzeugs, das mit einer Trennvorrichtung zum Reduzieren eines Schleppverlusts an einer Hilfsantriebsradseite sowie mit einem Frontantriebsmotor und einem Heckantriebsmotor ausgestattet ist, bereitgestellt.

[0038] Ferner wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Allradantriebs-Elektrofahrzeugs, das mit einem Frontantriebsmotor, einem Heckantriebsmotor, und einer Trennvorrichtung ausgestattet ist, bereitgestellt, wobei das Verfahren in der Lage ist, eine Fahrzeug-Stabilität und Bremsleistung zu gewährleisten und einen Anteil eines regenerativen Bremsens während eines Bremsens zu erhöhen und folglich zu einer Verbesserung eines Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrades (z.B. einer verbesserten Ausnutzung des Brennstoffs) beizutragen. Gemäß der vorliegenden Erfindung, in einem Zustand, bei dem eine Trennvorrichtung abgekoppelt (z.B. entkoppelt, getrennt) wird/ist, und, bei der ein Hilfsantriebsrad daher von einem Antriebssystem abgekoppelt (z.B. getrennt) wird/ist, kann ein Fahrzeugbremsen nur mittels eines regenerativen Bremsens mittels eines Primärantriebsradmotors während eines Bremsens durchgeführt werden. Dann kann die Trennvorrichtung gemäß einem Fahrzeug-Stabilitäts-Zustand gekoppelt (z.B. verbunden, geschlossen) werden und dann kann ein regeneratives Bremsen gleichzeitig an dem Hilfsantriebsrad und dem Primärantriebsrad (z.B. mittels des Hilfsantriebsrads und des Primärantriebsrads) durchgeführt werden.

[0039] In der folgenden Beschreibung von beispielhaften Ausführungsformen sind Fahrzeuge, auf die ein Verfahren zum Steuern eines Bremsens gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet wird, allgemein bekannte Allradantriebs-Elektrofahrzeuge (z.B. 4WD-Elektrofahrzeuge), die mit einem Frontantriebsmotor, einem Heckantriebsmotor und einer Trennvorrichtung ausgestattet sind. Ein e-Allradantriebssystem (z.B. e-4WD-System) und eine Antriebsstrangkonfiguration für das Allradantriebs-Elektrofahrzeug werden im Folgenden in Bezug auf die zum Stand der Technik gehörenden **Fig. 1A** und **Fig. 1B** sowie 2 beschrieben.

[0040] Die **Fig. 3** ist ein Diagramm, das eine Konfiguration der Trennvorrichtung (z.B. Abkoppelungsvorrichtung) veranschaulicht. Eine Trennvorrichtung **6** kann an einer Antriebswelle **5** zwischen einer Verzögerungsvorrichtung **3** und einem Fahrzeuggrad (z.B. einem Hilfsantriebsrad) **1**, genauer gesagt, zwischen einem Differenzial **4** und dem Fahrzeuggrad **1** angeordnet werden/sein. Die Trennvorrichtung **6** kann Bestandselemente aufweisen, die eine Kopplung (z.B. Verbindung) zur Antriebskraftübertragung zwischen einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle herstellen (z.B. aufbauen) und trennen (z.B. öffnen, z.B. lösen). Hierbei kann eine Eingangswelle der Trennvorrichtung **6** mit einer Ausgangswelle des Differenzials **4** gekoppelt (z.B. verbunden) werden/sein und eine Ausgangswelle der Trennvorrichtung **6** kann mit einer Seite einer Hilfsantriebswelle **1** gekoppelt/verbunden sein.

[0041] In der folgenden Beschreibung werden das Primärantriebsrad und das Hilfsantriebsrad wie oben beschrieben definiert und ein Installationszweck, eine Installationsposition, ein Betrieb, eine Funktion, eine Rolle usw. der Trennvorrichtung sind dieselben wie die in wohlbekannten oben beschriebenen Allradantriebs-Elektrofahrzeugen. In einem Allradbetrieb kann eine Rotationskraft (z.B. Rotationsmoment, Drehmoment) des Antriebsmotors **2** auf die Eingangswelle der Trennvorrichtung **6** mittels der Verzögerungsvorrichtung (z.B. Verzögerer) **3** und des Differenzials **4** übertragen werden. In einem gekoppelten Zustand (z.B. Koppelzustand, verbundenen Zustand) der Trennvorrichtung **6** kann die Ausgangswelle der Trennvorrichtung **6** die Rotationskraft, die auf die Eingangswelle der Abkoppelungsvorrichtung **6** übertragen wird, auf ein Antriebsrad **1** übertragen (z.B. ein Vorderrad, ein Hilfsantriebsrad in den folgenden Beispielen).

[0042] In einem Zweiradantriebsbetrieb, bei dem ein Hilfsantriebsradmotor (z.B. ein Frontantriebsmotor in den **Fig. 1A-1B**) nicht angetrieben wird, wird eine Umkehrantriebskraft (z.B. eine umgekehrte Antriebskraft, z.B. eine Antriebskraft, die in eine entgegengesetzte Richtung wirkt) von einem Hilfsantriebsrad **1** zu dem Verzögerer **3** übertragen und folglich tritt ein Schleppverlust auf. Um dies zu vermeiden kann die Trennvorrichtung **6** abgekoppelt betrieben werden, um eine Antriebsleistungsübertragung zwischen Antriebssystemkomponenten

ten, wie dem Verzögerer **3** und dem Differenzial **4**, und dem Hilfsantriebsrad **1** zu blockieren. Zusätzlich kann während eines regenerativen Bremsens mittels des Hilfsantriebsradsmotors (z.B. des Frontantriebsmotors in den **Fig. 1A-1B**) die Abkopplungsvorrichtung **6** gekoppelt sein und folglich kann eine Rotationskraft des Hilfsantriebsrads (z.B. des Vorderrads in den **Fig. 1A-1B**) an den Motor übertragen werden.

[0043] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die in der **Fig. 3** veranschaulichte Trennvorrichtung **6** eine gleiche/ähnliche Konfiguration wie eine wohlbekannte Klauenkupplung aufweisen. In Bezug auf die **Fig. 3** kann die Trennvorrichtung **6**, die als die Klauenkupplung realisiert ist, eine Getriebewelle **11**, die an der Eingangswelle angeordnet ist, um mit der Eingangswelle zu rotieren, eine Nabe **12**, die an der Ausgangswelle angeordnet ist, um zusammen mit der Ausgangswelle zu rotieren, und eine Hülse **13**, die mit der Nabe **12** kombiniert/verbunden ist/wird, um auf bewegliche Art und Weise in/entlang der Achsrichtung bewegt zu werden und gleichzeitig zusammen mit der Nabe **12** rotiert zu werden, aufweisen.

[0044] Die Getriebewelle kann ein kerbverzahntes Zahnrad mit Zähnen, die sich entlang der Achsenrichtung erstrecken und auf einer Umfangsfläche des Zahnrads gebildet sind, sein. Die Nabe **12** kann ebenso ein kerbverzahntes Zahnrad mit Zähnen, die sich entlang der Achsenrichtung erstrecken und auf der Umfangsfläche gebildet sind, aufweisen. Insbesondere kann die Hülse **13** mit der Getriebewelle **11** und der Nabe **12** kombiniert/gekoppelt/verbunden sein/werden, die jeweils Zähne aufweisen, die entlang einer Achsenrichtung auf der Umfangsfläche gebildet sind und die jeweils nach innen (z.B. auf einer Innenseite) angeordnet sind. Die Hülse **13** kann konfiguriert sein, permanent zusammen mit der Nabe **12** zu rotieren und im Eingriff zu sein. Die Hülse **13** kann in Bezug auf die Nabe **12** in Achsenrichtung verschoben werden und kann folglich wahlweise im Eingriff mit oder getrennt von dem Zahnrad **11** basierend auf einer Richtung und einer Position, in die die Hülse **13** bewegt wird, sein.

[0045] Ferner kann die Trennvorrichtung **6** einen Antriebsmechanismus **14** aufweisen, der wie in der **Fig. 3** veranschaulicht konfiguriert sein kann, um die Hülse **13** verschiebbar (z.B. gleitend) von der Nabe **12** hin zu der Achsenrichtung zu bewegen, um mit der Getriebewelle **11** im Eingriff oder von der Getriebewelle **11** getrennt zu sein. Hierin ist eine Konfiguration des Antriebsmechanismus **14** für den Fachmann wohl bekannt und wird folglich nicht im Detail in den Zeichnungen veranschaulicht. Jedoch kann der Antriebsmechanismus **14** beispielsweise konfiguriert sein, um eine Rotationskraft eines Trennvorrichtungsmotors **15** in eine geradlinige Antriebskraft umzuwandeln mittels einer nicht veranschaulichten Schnecke (z.B. Schneckenantrieb, Spindel) und eines sich hin und her bewegenden Elements, in das die Schnecke geschraubt wird (z.B. eingreift), und dergleichen, um eine Gabel **16** vorwärts und rückwärts (z.B. hin und her) zu bewegen, und somit die Hülse **13**, mit der die Gabel **16** gekoppelt (z.B. verbunden) ist, verschiebbar in Achsenrichtung zu bewegen.

[0046] Andererseits kann bei einem Allradantriebs-Elektrofahrzeug während eines Bremsens ein regeneratives Bremsen, bei dem kinetische Energie des Fahrzeugs in elektrische Energie durch Erzeugen mittels des Antriebsmotors umgewandelt wird und bei dem eine Batterie (z.B. Akku) folglich mit der resultierenden elektrischen Energie geladen wird, ebenso durchgeführt werden. Zusätzlich zu dem regenerativen Bremsen kann ein hydraulisches Bremsen (z.B. Reibungsbremsen, Schleifbremsen) mittels einer hydraulischen Bremsvorrichtung (z.B. einer Reibungsbremsvorrichtung), die an jedem Fahrzeugrad angeordnet ist, durchgeführt werden. Das regenerative Bremsen mittels des Antriebsmotors und das hydraulische Bremsen mittels der hydraulischen Bremsvorrichtung können einzeln oder zusammen an Vorderrädern und Hinterrädern durchgeführt werden.

[0047] Bei einem Elektrofahrzeug, bei dem das regenerative Bremsen und das hydraulische Bremsen durchgeführt werden, werden eine geforderte (z.B. erforderliche, gewünschte) Verzögerung D und ein vom Fahrer gefordertes (z.B. gewünschtes) Bremsmoment (z.B. eine Zielbremskraft oder eine Gesamtbremskraft) zuerst basierend auf einem Bremssignal, das zu einem Bremsvorgang eines Fahrers (z.B. einer Bremseingabe oder Bremspedalbetätigung eines Fahrers) korrespondiert, z.B., ein Bremspedalsensorsignal (engl.: BPS signal, brake pedal sensor signal) basierend auf einem Betätigen eines Bremspedals, ermittelt. Danach kann ein Aufteilen in ein regeneratives Bremsmoment (z.B. ein Moment durch regeneratives Bremsen) und ein hydraulisches Bremsmoment (z.B. ein Moment durch hydraulisches Bremsen) (z.B. ein Reibungsbremsmoment), deren Summe das vom Fahrer geforderte Bremsmoment ergeben, durchgeführt werden. Darüber hinaus, wenn das regenerative Bremsmoment (z.B. eine regenerative Bremskraft) und das hydraulische Bremsmoment (z.B. eine hydraulische Bremskraft) mittels der Aufteilung ermittelt sind/wurden, können eine regenerative Motorbremssteuerung und eine hydraulische Bremssteuerung zum Erzeugen der Bremsmomente, die sich aus dem Verhältnis ergeben/resultieren, durchgeführt werden.

[0048] Gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn ein Zustand, bei dem eine spezielle regenerative Bremsbedingung erfüllt ist und bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, erreicht wird/wurde, kann das oben

beschriebene regenerative Bremsen durchgeführt werden. Darüber hinaus kann die Aufteilung in das regenerative Bremsmoment und das hydraulische Bremsmoment durchgeführt werden und das regenerative Bremsen und das hydraulische Bremsen können an allen Vorder- und Hinterrädern durchgeführt werden. Daher kann ebenso eine Aufteilung in ein Vorderradbremsmoment und ein Hinterradbremsmoment durchgeführt werden.

[0049] Zusätzlich können eine Fahrsteuerung und eine Bremssteuerung des Allradantriebs-Elektrofahrzeugs unter der gemeinsamen Steuerung (z.B. Gesamtsteuerung) einer Mehrzahl von Steuerungsvorrichtungen (Controllern) durchgeführt werden. Die Mehrzahl von Steuerungsvorrichtungen kann eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung/Fahrzeugsteuergerät (engl.: VCU, vehicle control unit), die/das eine High-Level-Steuerungsvorrichtung (High-Level-Controller) ist, die konfiguriert ist, um einen allgemeinen Fahrzeugbetrieb durchzuführen, eine Bremssteuerungsvorrichtung/Bremssteuergerät (engl.: BCU, brake control unit), die/das konfiguriert ist, um eine Fahrzeugbremssteuerung durchzuführen und einen Betrieb einer hydraulischen Bremsvorrichtung (z.B. Hydraulikbremse) durchzuführen, eine Motorsteuerungsvorrichtung/Motorsteuergerät/Motorsteuereinheit (engl.: MCU, motor control unit), die konfiguriert ist, um einen Motorbetrieb auszuführen/durchzuführen, und ein Batterie-Management-System (engl.: BMS, battery management system), das konfiguriert ist, um Informationen bezüglich eines Batteriezustands (z.B. Akkuzustands) zu ermitteln und die Batterie zu verwalten, aufweisen.

[0050] Die Steuerungsvorrichtungen (Controller) können konfiguriert sein, um Informationen mittels eines Fahrzeugnetzwerks (z.B. CAN, Controller-Area-Network) zum Fahrzeugbremsen auszutauschen und eine gemeinsame Steuerung (z.B. Gesamtsteuerung) durchzuführen. Dies trifft auch auf das Durchführen der Bremssteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung zu. Beispielsweise kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um einen Regeneratives-Bremsmoment-Befehl zu ermitteln und auszugeben und einen regenerativen Betrieb des Antriebsmotors unter Verwendung eines Wandlers/Umwandlers/Inverters basierend auf dem Regeneratives-Bremsmoment-Befehl, der von der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung empfangen wird, auszuführen. Darüber hinaus kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um Koppelvorgänge und Abkoppelvorgänge der Trennvorrichtung **6** durchzuführen.

[0051] Anders ausgedrückt, wenn die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung ein Steuersignal zum Koppeln oder Abkoppeln der Trennvorrichtung **6** ausgibt, kann ein Betrieb eines Antriebsmechanismus, insbesondere des Trennvorrichtungsmotors **15** (z.B. Abkoppelungsvorrichtungsmotors), der ein Aktuator in dem Antriebsmechanismus ist, basierend auf dem Steuersignal betrieben werden. Gemäß der Steuerung des Betriebs des Trennvorrichtungsmotors **15** kann die Hülse **13** verschiebbar in der Achsenrichtung zwischen der Getriebewelle **11** und der Nabe **12** bewegt/verschoben werden und somit kann die Trennvorrichtung **6** gekoppelt oder abgekoppelt werden.

[0052] Das Verfahren zum Steuern eines Bremsens gemäß der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden im Detail beschrieben. **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm, das eine Konfiguration eines Systems in einem Fahrzeug zum Durchführen der Bremssteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In der folgenden Beschreibung werden ein Frontantriebsmotor **2** als „Frontmotor/Vorderradmotor“ und ein Heckantriebsmotor **8** als „Heckmotor/Hinterradmotor“ bezeichnet. Eine Mehrzahl von Steuerungsvorrichtungen/Controllern, die in einem Bremssteuerungsverfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung verwendet werden, werden gemeinsam als eine Steuerungsvorrichtung (Controller) **120** bezeichnet, welche in **Fig. 4** dargestellt ist. Die Steuerungsvorrichtung **120** kann eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung (z.B. Fahrzeugcontroller, Fahrzeugsteuergerät), die konfiguriert ist, um eine Gesamtbremssteuerung durchzuführen, eine Bremssteuerungsvorrichtung (z.B. Bremscontroller, Bremssteuergerät), eine Motorsteuerungsvorrichtung (z.B. Motorcontroller, Motorsteuergerät) und eine Batteriesteuerungsvorrichtung (z.B. Batteriecontroller, Batteriesteuergerät) (die eingerichtet ist zum Bereitstellen von Informationen in Bezug auf einen Ladezustand (engl.: SOC, state of charge) einer Batterie oder dergleichen) umfassen.

[0053] Ferner ist die **Fig. 5** ein Ablaufdiagramm, das ein Bremssteuerungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Als erstes, wenn der Fahrer ein Gaspedal bei einem Allradantriebs-(4WD)-Elektrofahrzeug, das mit dem Frontantriebsmotor **2**, dem Heckantriebsmotor **8** und einer Vorderrad-Trennvorrichtung **6** ausgestattet ist, loslässt (wenn das Gaspedal/Beschleunigungspedal nicht betätigt oder nicht aktiv ist), kann eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung (VCU) (deren Bezugszeichen in der **Fig. 4** „**120**“ ist) konfiguriert sein, um die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** abzukoppeln (z.B. zu trennen, zu öffnen). Folglich kann das Fahrzeug in einem 2WD-Betrieb (dies trifft bei einem Hinterradantriebsbetrieb zu) im Leerlauf betrieben werden (z.B. im Leerlauf fahren, im Freilauf fahren, dahin rollen) so wie es in der **Fig. 1A** veranschaulicht ist.

[0054] Dies kann einen Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrad verbessern, da die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** sich in einem abgekoppelten Zustand befindet, und es wird keine Umkehrantriebskraft von einem Vorderrad **1**, das ein Hilfsantriebsrad ist, auf den Verzögerer **3** übertragen, so dass verhindert werden kann, dass ein Schleppverlust auftritt. Da das Vorderrad **1** von den Antriebssystemkomponenten wie z.B. dem Frontantriebsmotor **2**, dem Verzögerer **3** und dem Differenzial **4** abgekoppelt (z.B. getrennt) wird/ist, kann, wenn das Fahrzeug mittels Trägheitskraft/Massenkraft im Leerlauf fährt, eine zurückgelegte Strecke maximal erhöht werden.

[0055] Danach, während das Fahrzeug in einem Zustand fährt, in dem das Beschleunigungspedal/Gaspedal nicht betätigt ist und in dem die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** abgekoppelt wird/ist, kann die Bremssteuervorrichtung konfiguriert sein, um zu ermitteln, ob sich ein Bremspedal in einem Ein-Zustand befindet (z.B. betätigt wird) (**S11**). Anders ausgedrückt, wenn das Fahrzeug im Leerlauf fährt, wenn der Fahrer das Bremspedal drückt oder betätigt (z.B., wenn das Bremspedal an ist), kann von einem Signal des Bremspedalsensors (BPS) **111** die Bremssteuervorrichtung (deren Bezugszeichen in der **Fig. 4** „**120**“ ist) konfiguriert sein, um zu ermitteln, dass ein Bremsen oder ein Verzögern durchgeführt wird. Danach, basierend auf den in dem Fahrzeug ermittelten/erfassten Informationen kann die Bremssteuervorrichtung konfiguriert sein, um zu ermitteln, ob ein aktueller Fahrzeugzustand eine bestimmte regenerative Bremsbetriebsbedingung (z.B. eine Bedingung für einen regenerativen Bremsbetrieb) erfüllt (**S12**).

[0056] Die regenerative Bremsbetriebsbedingung kann hierin eine wohlbekannt Bedingung sein. Beispielsweise kann die regenerative Bremsbetriebsbedingung als erfüllt ermittelt werden, wenn eine oder eine Mehrzahl oder alle der folgenden Bedingungen erfüllt ist/sind: Die Bedingung, dass eine Getriebebeschaltungsstellung/Getriebebeschaltthebelstellung sich in einer Fahrposition (D) befindet, die Bedingung, dass eine Fahrzeuggeschwindigkeit (ermittelt/erhalten von einem Radgeschwindigkeitssensor) gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder größer als ein Einstellwert ist, die Bedingung, dass eine geforderte Verzögerung (ermittelt mittels eines Signalwerts eines Bremspedalsensors (BPS)) gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als ein Einstellwert ist, die Bedingung, dass ein Maß eines Bremspedalbetriebs (der BPS-Signalwert) gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder größer als ein Einstellwert ist, die Bedingung, dass ein Betrag eines Schlupfs jedes Fahrzeuggrads gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als ein Einstellwert ist, die Bedingung, dass ein Anti-Blockier-System (engl.: ABS, anti-lock-braking-system) und eine elektronische Stabilitätssteuervorrichtung (engl.: Electronic-Stability-Control, ESC) nicht in Betrieb sind und die Bedingung, dass ein Radgeschwindigkeitssensor **113** und ein Hydrauliksensoren (nicht dargestellt) im Normalbetrieb (z.B. ohne Fehlfunktion oder Beschädigung) arbeiten/betriebenen werden/funktionieren.

[0057] Danach kann basierend auf den in dem Fahrzeug ermittelten Informationen die Fahrzeugsteuervorrichtung konfiguriert sein, um zu ermitteln, ob das Fahrzeug sich in einem Zustand befindet, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist (**S13**). Hierbei kann der Motor der Heckantriebsmotor **8**, der ein Primärtriebsradmotor ist, sein oder sich auf sowohl den Heckantriebsmotor **8** als auch den Frontantriebsmotor **2**, der ein Hilfsantriebsradmotor ist, beziehen. Insbesondere basierend auf den Informationen, wie z.B. einem Kurvenverlauf, der Motormoment-Umdrehungen/Minute (engl.: Revolutions Per Minute, RPM) zeigt, Systemeffizienz und dem Ladezustand (SOC) der Batterie, kann die Fahrzeugsteuervorrichtung konfiguriert sein, um einen Anteil eines möglichen regenerativen Bremsens zu ermitteln/zu berechnen und dann aus dem berechneten Anteil des möglichen regenerativen Bremsens zu ermitteln, ob ein Zustand, in dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **8** möglich ist, eingetreten ist.

[0058] Der Vorgang zum Ermitteln, ob der Zustand, bei dem das regenerative Bremsen möglich ist, eingetreten ist, ist eine wohlbekanntere Vorgang, der in jedem Fahrzeug mit regenerativem Bremsen durchgeführt werden kann, und folglich wird eine detaillierte Beschreibung eines Verfahrens oder eines Vorgangs zum Ermitteln, ob der Zustand, in dem ein regeneratives Bremsen möglich ist, eingetreten ist, weggelassen. Ferner kann die Fahrzeugsteuervorrichtung konfiguriert sein, um ein Ergebnis des Ermitteln, ob der Zustand, bei dem ein regeneratives Bremsen möglich ist, eingetreten ist, an die Bremssteuervorrichtung zu übertragen. Als Antwort auf ein Ermitteln, dass der Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, eingetreten ist, kann die Bremssteuervorrichtung konfiguriert sein, um einen Fahrzeug-Stabilitäts-Index aus den in dem Fahrzeug ermittelten/erfassten Informationen zu ermitteln als Antwort auf ein Empfangen des Ergebnisses des Ermitteln, dass der Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, eingetreten ist, von der Fahrzeugsteuervorrichtung.

[0059] Wenn die Bremssteuervorrichtung (z.B. Bremssteuergerät) von der Fahrzeugsteuervorrichtung (z.B. Fahrzeugsteuergerät) die Information, dass das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** möglich ist, nicht empfängt, kann die Bremssteuervorrichtung konfiguriert sein, um zu ermitteln,

dass die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** sich in dem abgekoppelten Zustand (dem 2WD-Zustand/Betrieb) befindet. Ferner kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um den Fahrzeug-Stabilitäts-Index zu ermitteln (**S14**), dann den ermittelten/berechneten Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einem voreingestellten Referenzwert A zu vergleichen (**S15**) und ein Ergebnis des Ermitteln/Berechnens an die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung zu übertragen/zu übermitteln. Insbesondere kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um den Fahrzeug-Stabilitäts-Index aus einer Fahrzeugverzögerung, einem Maß (z.B. Ausmaß) eines Hinterradschlupfs und einem Teilungsverhältnis (z.B. Aufteilungsverhältnis) zwischen einer Vorderradbremskraft und einer Hinterradbremskraft unter Verwendung von Gleichung 1 zu ermitteln/zu berechnen.

Fahrzeug - Stabilitäts - Index = Fahrzeugverzögerung × Maß eines Hinterradschlupfs ×
Teilungsverhältnis zwischen Vorderradbremskraft und Hinterradbremskraft

(Gleichung 1)

[0060] Die Fahrzeugverzögerung ist eine aktuelle Fahrzeugverzögerung, die in Echtzeit mittels eines Sensors in dem Fahrzeug ermittelt/berechnet wird und aus einem Signal eines Longitudinal-Beschleunigungssensors **112**, der in dem Fahrzeug angebracht ist, ermittelt/gemessen wird.

[0061] Ferner kann das Maß (z.B. Ausmaß) des Hinterradschlupfs in dem Fahrzeug unter Verwendung eines wohlbekannten Berechnungsverfahrens erhalten werden und ein Verfahren zum Berechnen des Maßes des Fahrzeugschlupfs ist dem Fachmann wohl bekannt. Daher wird eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens zum Berechnen des Maßes des Radschlupfs in der vorliegenden Beschreibung weggelassen. Das Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft kann als ein Wert eines Verhältnisses einer Vorderradbremskraft zu einer Hinterradbremskraft (oder eines Verhältnisses eines Vorderradbremsmoments zu einem Hinterradbremsmoment) ermittelt werden, und eine Berechnung der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft kann unter Verwendung der Gleichung 2 bzw. Gleichung 3 durchgeführt werden.

$$B_f = \mu \left(W_f + W \times \frac{a}{g} \times \frac{h}{L} \right) \quad (\text{Gleichung 2})$$

$$B_r = \mu \left(W_r - W \times \frac{a}{g} \times \frac{h}{L} \right) \quad (\text{Gleichung 3})$$

[0062] Die Gleichungen 2 und 3 sind Gleichungen bei einer idealen Bremsverteilung (z.B. Bremskraftverteilung), wobei B_f eine Vorderradbremskraft angibt, B_r eine Hinterradbremskraft angibt, μ einen Straßenoberflächenreibungskoeffizienten angibt, W_f ein Vorderradgewicht angibt, W_r ein Hinterradgewicht angibt, a eine Fahrzeugverzögerung angibt, g eine Schwerkraftbeschleunigung angibt, h eine vertikale Höhe eines Fahrzeugschwerpunkts vom Boden angibt und L einen Radstand angibt. In den Gleichungen 2 und 3 kann der Reibungskoeffizient μ eine vordefinierte Konstante sein und das Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft ist als der Wert des Verhältnisses der Vorderradbremskraft zu der Hinterradbremskraft definiert.

[0063] Ferner ist die Fahrzeugverzögerung a eine aktuelle Fahrzeugverzögerung, die in Echtzeit mittels des Longitudinal-Beschleunigungssensors **112** gemessen wird, und das Vorderradgewicht W_f , das Hinterradgewicht W_r , die Höhe h des Fahrzeugschwerpunkts und der Radstand L , die spezifische Informationen eines jeweiligen Fahrzeugs sind, werden jeweils als vordefinierte Werte in die Bremssteuerungsvorrichtung zum Speichern eingegeben und werden später verwendet. Je größer ein Wert des Fahrzeug-Stabilitäts-Index ist, desto geringer/kleiner ist gemäß der vorliegenden Erfindung die Fahrzeugstabilität. Ferner, je kleiner der Wert des Fahrzeug-Stabilitäts-Index ist, desto stabiler ist der Fahrzeugzustand.

[0064] Der Referenzwert A ist ein Wert, der mittels eines Verfahrens zum Durchführen eines vorherigen Testens und Auswertens an demselben Fahrzeugtyp ermittelt werden kann. Insbesondere ist der Referenzwert A ein Wert, der ermittelt werden kann und eingestellt werden kann, nachdem eine Fahrzeugverzögerung, ein Schleuderzustand, ein Fahrzeugzustand wie z.B. ein Übersteuern oder ein Untersteuern, die Stabilität usw. unter verschiedenen Bedingungen wie z.B. einer rutschigen Straße, einer Straße mit Gefälle und einer gekrümmten (z.B. kurvigen) Straße überprüft wurden. Ein maximaler Stabilitätsindex, bei dem die Fahrzeugstabilität sichergestellt ist, kann als der Referenzwert A festgelegt werden.

[0065] Als Antwort auf ein Ermitteln in Schritt **S15**, dass der Fahrzeug-Stabilitäts-Index kleiner als der Referenzwert A ist, kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mit einem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, zu vergleichen, das mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert (**S16**). Als Antwort auf ein Ermitteln, dass das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, nur das regenerative Bremsen (z.B. regeneratives Hinterradbremmen) mittels des Heckantriebsmotors **8** durchzuführen (**S17**). Anders ausgedrückt kann eine Einzelsteuerung für nur das regenerative Hinterradbremmen durchgeführt werden. Das vom Fahrer geforderte Bremsmoment (z.B. ein Gesamtbremsmoment) kann mittels Erzeugens nur des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht werden und das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremmen werden nicht durchgeführt.

[0066] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Fahrzeuggeschwindigkeit in Echtzeit von einem Signal des Radgeschwindigkeitssensors **113** erhalten werden. Wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment aus einem Wert eines Signals des Bremspedalsensors **111** ermittelt wird/ist, das ein Maß repräsentiert, mit dem ein Fahrer ein Bremspedal bei einem herkömmlichen Fahrzeug betätigt, muss das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Addierens des „Vorderradbremsmoments“ und des „Hinterradbremsmoments“ oder mittels Addierens des „regenerativen Bremsmoments“ und des „hydraulischen Bremsmoments“ erreicht werden. Das vom Fahrer geforderte Bremsmoment kann in das Vorderradbremsmoment und das Hinterradbremsmoment, welche sich zu dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment aufsummieren, aufgeteilt werden.

[0067] Insbesondere kann das Vorderradbremsmoment mittels Addierens eines „regenerativen Vorderradbremsmoments“ und eines „hydraulischen Vorderradbremsmoments“ erreicht werden, und das Hinterradbremsmoment kann mittels Addierens eines „regenerativen Hinterradbremsmoments“ und eines „hydraulischen Hinterradbremsmoments“ erreicht werden. In ähnlicher Weise kann das regenerative Bremsmoment mittels Addierens des „regenerativen Vorderradbremsmoments“ und des „regenerativen Hinterradbremsmoments“ erreicht werden, und das hydraulische Bremsmoment kann mittels Addierens des „hydraulischen Vorderradbremsmoments“ und des „hydraulischen Hinterradbremsmoments“ erreicht werden.

[0068] Die obigen Gleichungen 2 und 3 sind Gleichungen für eine ideale Bremsaufteilung (z.B. Bremskraftaufteilung, Bremskraftverteilung). Das vom Fahrer geforderte Bremsmoment kann in das Vorderradbremsmoment und das Hinterradbremsmoment unter Verwendung der Gleichungen 2 und 3 aufgeteilt werden. Alternativ kann das regenerative Bremsmoment in das regenerative Vorderradbremsmoment und das regenerative Hinterradbremsmoment geteilt/aufgeteilt werden, und das hydraulische Bremsmoment kann in das hydraulische Vorderradbremsmoment und das hydraulische Hinterradbremsmoment aufgeteilt werden.

[0069] Zusammenfassend, wenn, in Schritt **S15** in dem in **Fig. 5** veranschaulichten Ablaufdiagramm ein Fahrzeug-Stabilitäts-Zustand, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index kleiner als der Referenzwert A ist, eingetreten ist und, wenn, in Schritt **S16** das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, ist es möglich, dass in Schritt **S17** nur das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** durchgeführt wird, während der 2WD ohne ein Koppeln der Vorderrad-Trennvorrichtung **6** beibehalten werden kann.

[0070] Anders ausgedrückt wird das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht und das Vorderradbremsmoment (z.B. das regenerative Vorderradbremsmoment + das hydraulische Vorderradbremsmoment) und das hydraulische Hinterradbremsmoment haben in diesem Fall beide einen Wert „0“ (null). Dann, obwohl es nicht in der **Fig. 5** veranschaulicht, kann, nachdem Schritt **S17** durchgeführt wurde, das Steuerungsverfahren zu Schritt **S11** zurückkehren.

[0071] **Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Beispiel eines Kurvenverlaufs zeigt, der eine M-V-(Moment-Geschwindigkeits)-Motorcharakteristik (engl.: motor T-N (torque-speed) characteristic) zeigt, die einen Momentwert definiert, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Motors möglich ist. Das Moment, bei dem das regenerative Bremsen möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, kann aus dem dargestellten Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik (z.B. M-V-Motoreigenschaft) zeigt, ermittelt werden.

[0072] Der Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, definiert einen Betrag eines möglichen regenerativen Bremsmoments, das mittels eines korrespondierenden Motors in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit erzeugt werden kann. Der Betrag eines möglichen regenerativen Bremsmoments (z.B. der

Wert des Moments, bei dem das regenerative Bremsen möglich ist) bei der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit ist/wird mittels des Kurvenverlaufs, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, begrenzt.

[0073] Die **Fig. 6** zeigt, dass der Wert des Moments, bei dem das regenerative Bremsen möglich ist, als ein Wert in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit mittels des Kurvenverlaufs, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, ermittelt wird. Der Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, kann verwendet werden zum Ermitteln eines Wertes des Moments, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist.

[0074] Anders ausgedrückt werden gemäß der vorliegenden Erfindung ein Kurvenverlauf, der eine M-V-Heckantriebsmotorcharakteristik (die in Schritt **S16** verwendet wird) zeigt, die in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit den Wert des Moments definiert, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, und ein Kurvenverlauf, der eine M-V-Frontantriebsmotorcharakteristik (die in Schritt **S21** verwendet wird) zeigt, die in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit den Wert des Moments definiert, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, bereitgestellt und verwendet werden.

[0075] In Bezug auf die **Fig. 6**, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das, von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Motors möglich ist und das basierend auf dem Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, ermittelt wird, kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels eines Erzeugens nur des regenerativen Motorbremsmoments erreicht werden. Jedoch, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer als das, von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit abhängige, Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Motors möglich ist und das basierend auf dem Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik zeigt, ermittelt wird, kann das regenerative Bremsmoment auf das Moment limitiert/beschränkt werden, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, welches mittels des Kurvenverlaufs, das die M-V-Motorcharakteristik zeigt, angegeben ist/wird.

[0076] Insbesondere muss das hydraulische Bremsmoment erzeugt werden, um das Bremsmoment zu erreichen, um das das Moment, bei dem das regenerative Bremsen möglich ist, überschritten wird. Um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen, muss das hydraulische Bremsen zusammen mit dem regenerativen Motorbremsen durchgeführt werden. In einem Beispiel in **Fig. 6**, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment in etwa/ungefähr 2000 Nm bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von ungefähr 150 km/h beträgt, bei einem Ausgangszustand, muss das hydraulische Bremsmoment viel mehr (z.B. in einem viel höheren Maß) als das regenerative Bremsmoment erzeugt werden (z.B. wirken), um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment (z.B. geforderte, erforderliche Fahrerbremsmoment) zu erreichen. Danach kann, je geringer die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, umso mehr ein hydraulisches Bremsmoment reduziert werden und zur gleichen Zeit kann umso mehr ein regeneratives Bremsmoment erhöht werden.

[0077] Ferner in dem Beispiel in **Fig. 6**, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als annähernd etwa 50 km/h ist, kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des regenerativen Motorbremsens erreicht werden. Daher wird das hydraulische Bremsen nicht benötigt. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Kurvenverlauf, der die M-V-Motorcharakteristik wie in der **Fig. 6** veranschaulicht zeigt, insbesondere der Kurvenverlauf, der die M-V-Heckantriebsmotorcharakteristik zeigt, die den Wert des Moments in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit definiert, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, ebenso im Voraus in die Bremssteuerungsvorrichtung zum Speichern eingegeben werden und in Schritt **S16** in der **Fig. 5** verwendet werden.

[0078] Hiermit kann auf eine ähnliche Art und Weise wie in dem Beispiel in der **Fig. 6**, der Kurvenverlauf, der die M-V-Frontantriebsmotorcharakteristik zeigt, die den Wert des Moments in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit definiert, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, im Voraus in die Bremssteuerungsvorrichtung zum Speichern eingegeben werden und in Schritt **S21** in **Fig. 5** verwendet werden. Wenn in Schritt **S16** in **Fig. 5** das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer ist als das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Hinterradmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, wird in Schritt **S18** zusätzlich zu dem regenerativen Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8**, das hydraulische Vorderradbremse und das hydraulische Hinterradbremse mittels der hydraulischen Bremsvorrichtungen **131** und **132** durchgeführt und folglich kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment erreicht werden mittels Addierens des regenerativen Bremsmoments des Heckantriebsmotors **8** und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremsmoments.

[0079] Insbesondere kann die Aufteilung in das hydraulische Vorderradbremsmoment und das hydraulische Hinterradbremsmoment gemäß dem Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft durchgeführt werden, das aus den Gleichungen 2 und 3 erhalten wird, und gemäß der vorliegenden Erfindung kann dies ebenso bei der Aufteilung in das Vorderradbremsmoment und das Hinterradbremsmoment angewendet werden. Zusätzlich können gemäß der vorliegenden Erfindung das regenerative Bremsen und das hydraulische Bremsen unter der gemeinsamen Steuerung (z.B. Gesamtsteuerung) der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung, der Bremssteuerungsvorrichtung und der Motorsteuerungsvorrichtung durchgeführt werden. Das hydraulische Bremsen kann mittels der Bremssteuerungsvorrichtung, die konfiguriert ist, die hydraulischen Bremsvorrichtungen **131** und **132** zu betätigen/zu betreiben, durchgeführt werden. Wenn die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung den Regeneratives-Bremsmoment-Befehl generiert und ausgibt, kann das regenerative Bremsen mittels der Motorsteuerungsvorrichtung, die konfiguriert ist, den regenerativen Betrieb der korrespondierenden Motoren **2** und **8** gemäß dem Regeneratives-Bremsmoment-Befehl, der von der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung empfangen wird, durchzuführen.

[0080] Andererseits, wenn in Schritt **S15** in **Fig. 5** die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert ist, um zu ermitteln, dass der Fahrzeug-Stabilitäts-Index gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder größer als der Referenzwert A ist und ein Ergebnis der Ermittlung an die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung übertragen werden kann basierend auf dem Ergebnis der Ermittlung, welches von der Bremssteuerungsvorrichtung empfangen wird, kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** koppeln (z.B. verbinden, schließen) und somit den 4WD-Betrieb einschalten (**S19**).

[0081] In der folgenden Beschreibung bezieht sich ein „4WD-Zustand“ (z.B. 4WD-Betrieb) auf einen Zustand eines Fahrzeugantriebsystems, bei dem die Trennvorrichtung (z.B. die Vorderrad-Trennvorrichtung **6**), die auf der Hilfsantriebsradseite (z.B. der Vorderradseite) zum Fahrzeugbremsen angebracht ist, zum Fahrzeugbremsen gekoppelt (z.B. verbunden, geschlossen) wird/ist, und ein „2WD-Zustand“ (z.B. 2WD-Betrieb) bezieht sich auf einen Zustand des Fahrzeugantriebsystems, bei dem die Trennvorrichtung **6** zum Bremsen abgekoppelt (z.B. getrennt, gelöst) wird/ist. Nach einem Schalten/Umschalten in den 4WD-Zustand, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen, können das Bremsen der Vorderräder und das Bremsen der Hinterräder gleichzeitig (z.B. annähernd gleichzeitig) gesteuert werden und somit kann eine Bremskraft sowohl an den Vorderrädern als auch an den Hinterrädern erzeugt werden.

[0082] Dementsprechend, kann in Schritt **S20** in derselben Art und Weise wie in Schritt **S12** die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um zu ermitteln, ob der Zustand, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **8** möglich ist, eingetreten ist, und ein Ergebnis des Ermitteln an die Bremssteuerungsvorrichtung zu übermitteln/zu übertragen. Danach kann, wenn die Bremssteuerungsvorrichtung von der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung das Ergebnis des Ermitteln, dass der Zustand, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **8** möglich ist, erreicht ist, in Schritt **S21** in **Fig. 5** die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mit dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, zu vergleichen.

[0083] An dieser Stelle kann das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, eine Summe aus dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, und dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, sein. Insbesondere kann das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors möglich ist, als ein mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondierender Wert aus dem Kurvenverlauf, der die M-V-Frontantriebsmotorcharakteristik zeigt, ermittelt werden und das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors möglich ist, kann als der Wert, der mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, aus dem Kurvenverlauf, der die M-V-Heckantriebsmotorcharakteristik zeigt, ermittelt werden.

[0084] Wenn in Schritt **S21** in **Fig. 5** die Bremssteuerungsvorrichtung ermittelt, dass das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, das Ergebnis des Ermitteln zu übermitteln/zu übertragen, und die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung und die Motorsteuerungsvorrichtung können korrespondierend (z.B. entsprechend) konfiguriert sein, um die gemeinsame Steuerung (z.B. Gesamtsteuerung) durchzuführen und folglich das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **2** durchzuführen.

führen (**S22**). Insbesondere ist es möglich, dass nur das regenerative Bremssteuern mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Hinterradantriebmotors **8** durchgeführt werden, und das hydraulische Vorderradbremse und das hydraulische Hinterradbremse mittels der hydraulischen Bremsvorrichtungen **131** und **132** werden nicht durchgeführt.

[0085] Obwohl es nicht in der **Fig. 5** veranschaulicht ist, wenn das Bremspedal in einem Ein-Zustand (z.B. ein betätigter Zustand) während eines Durchführens von Schritt **S22** gehalten wird/beibehalten wird, kann das Verfahren zu Schritt **S20** zurückkehren und dann von Schritt **S20** zu Schritt **S26** springen/umschalten oder von Schritt **S21** zu Schritt **S23** springen/umschalten.

[0086] **Fig. 7** ist ein Diagramm, das einen Zustand veranschaulicht, bei dem, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, die Trennvorrichtung **6** gekoppelt wird/ist, und bei dem in Schritt **S22** das regenerative Vorderradbremse und das regenerative Hinterradbremse sodann gleichzeitig durchgeführt werden. **Fig. 7** veranschaulicht, dass in einem Zustand (ein „Brems-Flag“ / „Brems-Merker“ / „Brems-Markierung“), bei dem der Fahrer ununterbrochen das Bremspedal betätigt, und in einem Zustand, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, die Trennvorrichtung **6** gekoppelt werden kann (ein „Trennvorrichtungs-Flag“ / „Trennvorrichtungs-Merker“ / „Trennvorrichtungs-Markierung“) und dass in diesem Fall das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** gleichzeitig durchgeführt werden können.

[0087] In der **Fig. 7** bezeichnet das „regenerative Vorderradbremsmoment“ einen Zustand des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und das „regenerative Hinterradbremsmoment“ bezeichnet einen Zustand des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors. So wie in der **Fig. 7** gezeigt kann ein maximaler Betrag des regenerativen Hinterradbremsmoments begrenzt (z.B. limitiert) werden/sein auf und beibehalten werden (z.B. erhalten bleiben, aufrechterhalten werden) als ein Wert des regenerativen Hinterradbremsmoments zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann mittels eines realen/tatsächlichen Fahrzeugevaluierungstests (z.B. eines Fahrzeugevaluierungstests unter realen Bedingungen) der Referenzwert A als ein Maximalwert des Fahrzeug-Stabilitäts-Index ermittelt werden, bei dem die Fahrzeugstabilität sichergestellt ist, wenn das Bremsen nur mit dem regenerativen Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** durchgeführt wird.

[0088] Zusätzlich, wie in der **Fig. 7** veranschaulicht, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, kann die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** gekoppelt werden/sein und ein Schalten in den 4WD-Betrieb kann durchgeführt werden. Dann kann ein regeneratives Bremsen (z.B. ein regeneratives Vorderradbremsmoment) mittels des Frontantriebsmotors **2** zusätzlich auftreten. In diesem Fall kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Aufsummierens des regenerativen Bremsmoments (z.B. des regenerativen Hinterradbremsmoments) mittels des Heckantriebsmotors **8** und des regenerativen Bremsmoments (z.B. des regenerativen Vorderradbremsmoments) mittels des Frontantriebsmotors **2** erreicht werden. Anders ausgedrückt, kann das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt werden auf und beibehalten werden als der Wert zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, und gleichzeitig kann ein regeneratives Vorderradbremsmoment, das gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) einem Bremsmoment ist, dass nötig ist, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen, zusätzlich erzeugt werden. Folglich kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment erreicht werden.

[0089] Wenn der 4WD-Zustand, bei dem die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** gekoppelt ist und ein Zustand, bei dem die Bedingungen in Schritt **S20** und Schritt **S21** in der **Fig. 5** beide erfüllt sind, eingetreten ist, betätigt der Fahrer weiter das Bremspedal und folglich kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment erhöht werden. In diesem Fall kann so wie es in der **Fig. 7** veranschaulicht ist das regenerative Hinterradbremsmoment konstant gehalten werden, jedoch kann das regenerative Vorderradbremsmoment allmählich zunehmen, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen. Zusätzlich, nachdem in Schritt **S19** die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** gekoppelt und der Zustand des Fahrzeugantriebssystems in den 4WD-Zustand geschaltet werden kann, in einem korrespondierenden Bremszyklus, führt die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung kein Fahrzeugbremsen mehr durch und behält den 4WD-Zustand bei, bis das Fahrzeug zum Stehen kommt/gestoppt wird. Dies wird durchgeführt, um ein Gefühl eines sanften Startens zu erhöhen, wenn das Fahrzeug erneut beschleunigt, nachdem das Fahrzeugbremsen nicht weiter durchgeführt wird oder nachdem das Fahrzeug zum Stillstand kommt.

[0090] Ferner, in Bezug auf die **Fig. 7**, wenn die Bedingung in Schritt **S15** erfüllt ist ohne ein unmittelbares Koppeln der Vorderrad-Trennvorrichtung **6**, wenn ein Bremsen auftritt, d.h., wenn der Fahrzeug Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, kann die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** gekoppelt werden. In diesem Fall

liegt der Grund für kein unmittelbares (z.B. sofortiges) Koppeln der Vorderrad-Trennvorrichtung **6**, sobald das Bremsen auftritt, darin, dass es im Hinblick auf den Brennstoffwirkungsgrad vorteilhafter ist, das Fahrzeug nur mit dem regenerativen Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** in einem Zustand abzubremesen, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index kleiner als der Referenzwert A ist, z.B. in einem Bereich, bei dem eine geringe Fahrzeugverzögerung durchgeführt wird. Dies trifft ferner auf den Fall eines e-4WD-Systems zu, bei dem der Heckantriebsmotor **8** einen höheren Wechselrichterwirkungsgrad als der Frontantriebsmotor **2** aufweist. In solch einem Fall ist es hinsichtlich des Fahrzeugbrennstoffwirkungsgrads vorteilhafter, so viel regeneratives Bremsen wie möglich mittels des Heckantriebsmotors **8** zu erzeugen.

[0091] Andererseits, wenn in Schritt **S21** in **Fig. 5** die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein kann, um zu ermitteln, dass das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer ist als das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, kann in Schritt **S23** die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um ein hydraulisches Vorderrad- und Hinterradbremsmoment mit einem vordefinierten Gesamtgrenzmoment aus einem regenerativen Bremsen und einem hydraulischen Bremsen zu vergleichen. Insbesondere bezieht sich das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment auf eine Summe aus dem hydraulischen Vorderradbremsmoment und dem hydraulischen Hinterradbremsmoment und kann als ein Wert erhalten werden, der sich aus einem Subtrahieren des Moments, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, von dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment ergibt.

[0092] Als Antwort auf ein Ermitteln in Schritt **S23**, dass das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment kleiner als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist, kann die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, ein Ermittlungsergebnis an die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung zu übertragen/zu übermitteln. In Schritt **S24** können die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung und korrespondierend die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, das gemeinsame Steuern (z.B. Gesamtsteuerung, kooperative Steuern) durchzuführen und folglich das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **8** (z.B. Durchführen des regenerativen Vorderradbremmens und des regenerativen Hinterradbremmens) durchzuführen. Insbesondere, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen, kann ein regeneratives Bremsmoment, das gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) dem Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und des Heckantriebsmotors möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, mittels des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors und des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors erzeugt werden.

[0093] Zusätzlich kann in Schritt **S24** die Bremssteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, die hydraulischen Bremsvorrichtungen **131** und **132** zu betätigen/zu betreiben und folglich das hydraulische Vorderradbremmen und das hydraulische Hinterradbremmen gemeinsam (z.B. gleichzeitig, annähernd gleichzeitig) durchzuführen. Insbesondere kann ein hydraulisches Bremsmoment, das gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich, ähnlich) einem Bremsmoment ist, das sich aus einem Subtrahieren des regenerativen Bremsmoments (z.B. einer Summe aus dem regenerativen Vorderradbremsmoment und dem regenerativen Hinterradbremsmoment) mittels des Frontantriebsmotors **2** und des Heckantriebsmotors **8** von dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment ergibt (z.B. resultiert), mittels der hydraulischen Bremsvorrichtungen (z.B. Hydraulikbremsvorrichtungen) **131** und **132** erzeugt werden und auf das Vorderrad **1** und das Hinterrad **7** angewendet werden.

[0094] Andererseits, wenn in Schritt **S23** das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment größer als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist, kann in Schritt **S25** das regenerative Vorderradbremsmoment limitiert/begrenzt werden auf und beibehalten/aufrechterhalten werden als das Gesamtgrenzmoment und gleichzeitig kann das hydraulische Bremsmoment erhöht/vergrößert werden. Somit kann ein hydraulisches Bremsmoment, das gleich (z.B. annähernd gleich, in etwa gleich groß, ähnlich) einem Bremsmoment ist, das erforderlich ist, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen, das nicht ausschließlich mittels des regenerativen Bremsmoments erzeugt werden kann, erzeugt werden.

[0095] Insbesondere kann das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt werden auf den und beibehalten/aufrechterhalten werden als dessen Wert zu dem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht. Das Gesamtgrenzmoment kann als ein maximaler Wert (z.B. Maximalwert, Höchstwert) des regenerativen Vorderradbremsmoments vorgesehen sein/bereitgestellt werden. Zusammenfassend kann in Schritt **S25** das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt werden auf den und erhalten/beibehalten werden als der Wert zu dem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Re-

ferenzwert A erreicht und das regenerative Vorderradbremsmoment kann limitiert/begrenzt werden auf und erhalten/beibehalten werden als das Gesamtgrenzmoment.

[0096] Zusätzlich kann ein Wert, der sich aus einem Subtrahieren des regenerativen Vorderrad- und Hinterradbremsmoments von dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment ergibt (z.B. resultiert), in das hydraulische Vorderradbremsmoment und das hydraulische Hinterradbremsmoment aufgeteilt werden und dabei können das regenerative Vorderradbremsmoment und das regenerative Hinterradbremsmoment beide konstant gehalten werden. Deshalb ändern sich die hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremsmomente in einer Art und Weise, die zu einer Zunahme und einer Abnahme des vom Fahrer geforderten Bremsmoments korrespondiert (z.B. entspricht). Anders ausgedrückt, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment allmählich/langsam zunimmt, kann das regenerative Bremsmoment ohne Änderung konstant bleiben/gehalten werden. Daher nimmt das hydraulische Bremsmoment ebenso allmählich/langsam zu.

[0097] Obwohl es nicht in der **Fig. 5** veranschaulicht ist, wenn das Bremspedal in einem Ein-Zustand (z.B. in einem betätigten Zustand) während eines Durchführens von Schritt **S25** gehalten wird, kann das Verfahren zu Schritt **S20** zurückkehren, und dann können der Schritt **S20** und folgende Schritte kontinuierlich wiederholt werden. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann das Mischen (z.B. Aufteilen, Verhältnis) des regenerativen Bremsens und des hydraulischen Bremsens einen Fall umfassen, bei dem das regenerative Bremsmoment mit einer Abnahme des hydraulischen Bremsmoments zunimmt oder mit einer Zunahme des hydraulischen Brennbremsmoments abnimmt, in solch einer Art und Weise, dass sich das regenerative Bremsmoment und das hydraulische Bremsmoment zu dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment aufsummieren.

[0098] Zusätzlich bezieht sich das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen auf einen Höchstbetrag (z.B. Obergrenze, maximalen Betrag) des regenerativen Bremsmoments, der sich auf dem Level befindet (z.B. auf einem Wert gehalten wird), bei dem ein Ansprechverhalten (z.B. Reaktionsfähigkeit, Ansprechbarkeit), eine Fahrspurtroue (z.B. Fahrspurhalten, engl.: followability), eine Linearität, und dergleichen, zufriedenstellend sind und bei dem ein Verzögerungsverlust (z.B. Bremsverlust) und eine Unbehaglichkeit folglich nicht auftreten, wenn das hydraulische Bremsmoment entsprechend und veränderlich angepasst wird gemäß einem Grad, mit dem sich das regenerative Bremsmoment ändert. Beispielsweise, wenn ein Fahrzeug gefahren wird (z.B. ohne Fehler) und auf einer Straße/Untergrund mit einer geringen Reibung (z.B. Haftung) rollt (z.B. gefahren wird) und folglich ein Radschlupf (z.B. Radrutschen) schnell (z.B. schlagartig) zunimmt, muss ein ABS-Hydrauliksteuern durchgeführt werden, um ein Radblockieren zu verhindern. Jedoch, um ABS-Betrieb und Hydrauliksteuern durchführen zu können, muss zuallererst das regenerative Motorbremsmoment schnell (z.B. schlagartig) durch das hydraulische Bremsmoment ersetzt werden.

[0099] So wie oben beschrieben, um den ABS-Betrieb und das Hydrauliksteuern durchzuführen, wenn das regenerative Bremsmoment schnell (z.B. rasch, annähernd sofort) durch das hydraulische Bremsmoment ersetzt wird, kann der Höchstbetrag des regenerativen Motorbremsmoments, d.h. das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen, auf einen Wert eingestellt/festgelegt werden, bei dem ein Ansprechverhalten und eine Linearität des hydraulischen Bremsmoments sichergestellt werden kann.

[0100] Andererseits, als Antwort auf ein Ermitteln in Schritt **S11** in **Fig. 5**, dass die regenerative Bremsbedingungsbedingung nicht erfüllt ist, oder, als Antwort auf ein Ermitteln in den Schritten **S12** und **S20**, dass ein Zustand, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** und das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** nicht möglich sind, eingetreten ist, führt in Schritt **S26** die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung nicht mehr sowohl das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors also auch das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotor durch.

[0101] Ferner kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung konfiguriert sein, um ein Ermittlungsergebnis an die Bremssteuerungsvorrichtung zu übertragen/zu übermitteln, und die Bremssteuerungsvorrichtung kann korrespondierend (z.B. entsprechend) konfiguriert werden/sein, um ein hydraulisches Vorderradbremsteuern und ein hydraulisches Hinterradbremsteuern durchzuführen. Folglich kann das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremsmoments anstatt mittels des regenerativen Motorbremsmoments erreicht werden.

[0102] Der obige Zustand, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors und das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors nicht möglich sind, kann ein Zustand sein, bei dem das vom Fahrer geforderte Bremsmoment außerhalb eines Bereichs (z.B. vordefinierten Wertebereichs) liegt, bei dem ein regeneratives Bremsen möglich ist. Folglich, als Antwort auf ein Ermitteln, dass dieser Zustand eingetreten ist, wird das regenerative Motorbremsen nicht weiter durchgeführt, und nur das hydraulische Vorderrad-

bremsen und das hydraulische Hinterradbremse können anstelle des regenerativen Bremsens durchgeführt werden.

[0103] Die **Fig. 8** ist ein Diagramm, das einen schrittweisen Bremsmomentzustand in dem Bremssteuerungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Als erstes ist Abschnitt (I) in der **Fig. 8** ein Abschnitt (z.B. Bereich), bei dem das Einzelsteuern des regenerativen Hinterradbremmsens, wie in Schritt **S17** in **Fig. 5**, durchgeführt wird vor dem Koppeln (z.B. Verbinden, Schließen) der Trennvorrichtung **6** in dem Bereich, bei dem die geringe/kleine Fahrzeugverzögerung (z.B. Fahrzeugbremsung) durchgeführt wird/ist.

[0104] Als nächstes ist Abschnitt ② in **Fig. 8** ein Abschnitt, bei dem nur das regenerative Bremssteuern mittels des Frontantriebsmotors **2** und das regenerative Bremssteuern mittels des Heckantriebsmotors **8** in Schritt **S22** durchgeführt werden anstatt des hydraulischen Bremsens nach dem Koppeln (z.B. Verbinden, Schließen) der Trennvorrichtung **6**, in einem Bereich, bei dem eine geringe bis mittlere Fahrzeugverzögerung (z.B. Fahrzeugbremsung) durchgeführt wird.

[0105] In dem Abschnitt ② in **Fig. 8**, wenn der Betrag des Betätigens des Bremspedals und das vom Fahrer geforderte Bremsmoment allmählich (z.B. langsam) zunehmen, kann das regenerative Vorderradbremsmoment zunehmen, jedoch kann das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt auf und aufrechterhalten/beibehalten werden als dessen Wert zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht (siehe die Beschreibung in Bezug auf die **Fig. 7**).

[0106] Ein Abschnitt (3) in **Fig. 8** ist ein Abschnitt, bei dem das Gesamtsteuern des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors **2** und des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors **8** und des hydraulischen Vorderradbremmsens und des hydraulischen Hinterradbremmsens, so wie in Schritt **S24** in **Fig. 5**, in dem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** durchgeführt werden können.

[0107] Ein Abschnitt ④ in **Fig. 8** ist ein gemeinsamer Steuerungsabschnitt, bei dem in einem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** und bei einem mittelstarken Fahrzeugverzögerungszustand (z.B. einem Zustand des Fahrzeugs mit mittlerer bis starker Verzögerung), wie in Schritt **S25** in **Fig. 5**, das regenerative Vorderradbremsmoment limitiert/begrenzt werden kann auf und beibehalten werden kann als das Gesamtgrenzmoment, und gleichzeitig können das hydraulische Vorderradbremse und das hydraulische Hinterradbremse durchgeführt werden, um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zu erreichen.

[0108] In dem Abschnitt ④ in **Fig. 8** kann das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt werden auf und aufrechterhalten werden als dessen Wert zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, und folglich können die jeweiligen Werte des regenerativen Vorderrad- und Hinterradbremmsmoments beide konstant gehalten werden. Folglich, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment zunimmt, nimmt ebenso das hydraulische Bremsmoment zu.

[0109] Ein Abschnitt ⑤ in **Fig. 8** ist ein Abschnitt, bei dem in dem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** und bei einem starken Fahrzeugverzögerungszustand, wie in Schritt **S26** in **Fig. 5**, das regenerative Bremsen nicht mehr/nicht länger durchgeführt wird und bei dem nur das hydraulische Vorderradbremse- und das hydraulische Hinterradbremsesteuern durchgeführt werden.

[0110] **Fig. 8** zeigt, dass die regenerativen Bremsmomente alle durch die hydraulischen Bremsmomente vor einem Start des ABS-Betriebs in dem Abschnitt ⑤ ersetzt werden und dass nur das hydraulische Bremssteuern durchgeführt wird anstelle des regenerativen Bremsens, nachdem das ABS zum Verhindern eines Radblockierens arbeitet. Darüber hinaus zeigt **Fig. 8**, dass das regenerative Vorderradbremsmoment limitiert/begrenzt werden kann auf und beibehalten werden kann als das Gesamtgrenzmoment und das regenerative Hinterradbremsmoment kann limitiert/begrenzt werden auf und beibehalten werden als dessen Wert zu dem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, in dem Abschnitt ④ in **Fig. 8** in solch einer Art und Weise, dass, wenn das ABS arbeitet, das hydraulische Bremsmoment schnell (z.B. nach kurzer Zeit) durch das regenerative Bremsmoment ersetzt wird.

[0111] Ferner sind die **Fig. 9** bis **Fig. 12** Diagramme, von denen jedes auf eine andere Art und Weise einen Wechsel/ein Ändern der Fahrzeugverzögerung (z.B. Fahrzeugbremsung) und einen Zustand jeder Bremssteuerungsphase veranschaulicht, der sich ergibt, wenn der Fahrer das Bremspedal langsam (z.B. allmählich) bis zu einer bestimmten Position drückt oder betätigt, so dass sich allmählich ein Wert eines Bremsvorgangs erhöht (z.B. sich allmählich ein Betätigungsmaß erhöht). **Fig. 9** korrespondiert mit dem Abschnitt ① in **Fig. 8**, bei dem das Bremsen unter Verwendung nur des Heckantriebsmotors **8** durchgeführt wird, und veranschau-

licht einen Abschnitt, bei dem in einem Ausgangszustand des Bremspedalbetriebs bei einem geringen Fahrzeugverzögerungszustand nur das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors **8** vor dem Koppeln der Trennvorrichtung **6** durchgeführt wird (Schritt **S17** in **Fig. 5**).

[0112] In dem Zustand in **Fig. 9** befindet sich die Vorderrad-Trennvorrichtung **6** in einem nicht gekoppelten Zustand. Daher kann das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors **2** nicht durchgeführt werden und weder das hydraulische Bremsen mittels der hydraulischen Vorderradbremsvorrichtung **131** noch das hydraulische Bremsen mittels der hydraulischen Hinterradbremsvorrichtung **132** können durchgeführt werden. Zusätzlich nimmt das regenerative Bremsmoment mittels des Heckantriebsmotors **8** mit einer Zunahme des Maßes des Bremspedalbetriebs allmählich zu. Währenddessen tritt nur das regenerative Hinterradbremsmoment auf, bis der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht.

[0113] Ein unterer rechter Bereich der **Fig. 9** veranschaulicht ein Kurvendiagramm, das eine ideale Bremsverteilung (z.B. Bremskraftverteilung) zeigt. Die X-Achse steht für eine Vorderradbremverzögerung mittels der Vorderradbremskraft und die Y-Achse steht für eine Hinterradbremverzögerung mittels der Hinterradbremskraft. So wie in dem unteren Bereich der **Fig. 9** gezeigt ist, tritt die Hinterradbremverzögerung mittels der Hinterradbremskraft solange auf, bis der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht. Die Hinterradbremverzögerung verläuft oberhalb/über der Kurve, die die ideale Bremsverteilung zeigt. Dies deutet darauf hin, dass die Hinterradbremverzögerung sich in einem instabilen Bereich (z.B. instabilen Zustand) befindet.

[0114] Da die Hinterradbremverzögerung sich in einem instabilen Bereich befindet, wird mittels des realen/tatsächlichen Fahrzeugevaluierungstests der Referenzwert A des Fahrzeug-Stabilitäts-Index auf einen Wert eingestellt/festgesetzt, bei dem die Fahrzeugstabilität auf einer Straße/Untergrund mit geringer Reibung, einer schrägen Fahrbahn, einer kurvigen Straße/Untergrund, und dergleichen, basierend auf der Fahrzeugverzögerung, dem Maß eines Hinterradschlupfs (z.B. einem Maß eines Hinterradrutschens) und dem Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft sichergestellt werden können.

[0115] **Fig. 10** korrespondiert mit dem Abschnitt (2) in **Fig. 8** und zeigt einen Zustand, der dem Zustand in **Fig. 9** zeitlich folgt. **Fig. 10** veranschaulicht einen Bereich, bei dem das regenerative Vorderradbremsen und das regenerative Hinterradbremsen gemeinsam/zusammen durchgeführt werden anstelle des hydraulischen Bremsens nach dem Koppeln der Trennvorrichtung **6** in einem niedrigen-mittleren Fahrzeugverzögerungszustand (z.B. einem Zustand des Fahrzeugs mit niedriger bis mittlerer Verzögerung) (Schritt **S22** in **Fig. 5**). In dem Zustand in **Fig. 10**, so wie oben veranschaulicht, ist/wird das regenerative Hinterradbremsmoment limitiert/begrenzt auf und beibehalten als dessen Wert zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht.

[0116] Die Trennvorrichtung **6** kann zu dem Zeitpunkt gekoppelt werden, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht, und das regenerative Bremsen kann mittels des Frontantriebsmotors **2** und/oder des Heckantriebsmotors **8** durchgeführt werden. In diesem Fall wird das hydraulische Bremsen nicht durchgeführt. In Bezug auf den oberen rechten Bereich der **Fig. 10** ergibt sich nur mittels der regenerativen Hinterradbremskraft eine Verzögerung und es wird nur das regenerative Hinterradbremsen durchgeführt, bis eine Verzögerung X auftritt, zu dem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht.

[0117] Danach tritt die regenerative Vorderradbremskraft zusätzlich auf und eine Verzögerung Y tritt zusätzlich auf zu einem Zeitpunkt, bei dem das regenerative Vorderradbremsmoment das Gesamtgrenzmoment erreicht (Verzögerung = X + Y). Zusätzlich tritt in dem unteren rechten Bereich der **Fig. 10** die Verzögerung X mittels der regenerativen Hinterradbremskraft auf und dann tritt die Verzögerung Y nur mit der regenerativen Vorderradbremskraft zusätzlich auf. In diesem Fall nimmt nur die Vorderradbremverzögerung zu. Dies ist mittels eines horizontalen Kurvenverlaufs in dem unteren rechten Bereich der **Fig. 10** veranschaulicht.

[0118] Der Zustand in **Fig. 10** bezieht sich auf eine Situation, bei der die Vorderradbremskraft hinzugefügt ist/wird. Daher, da der Kurvenverlauf, der das ideale Bremsverhältnis zeigt, erreicht wird, kann das Fahrzeug sukzessive (z.B. allmählich) stabilisiert werden. Da die regenerative Vorderradbremskraft zunimmt, erhöht sich auch die Bremsstabilität. Ein Zustand in **Fig. 11** korrespondiert zu dem Abschnitt ④ in **Fig. 8** und veranschaulicht einen Zustand, der dem Zustand in **Fig. 10** zeitlich folgt. **Fig. 11** veranschaulicht, dass der Schritt **S25** in **Fig. 5** in dem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** und bei dem mittelstarken Fahrzeugverzögerungszustand durchgeführt wird.

[0119] In dem Zustand in **Fig. 11** kann in dem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** und bei dem mittelstarken Fahrzeugverzögerungszustand wie in Schritt **S25** in **Fig. 5** das regenerative Vorderradbremsmoment limitiert/beschränkt werden auf und beibehalten werden als das Gesamtgrenzmoment und gleichzeitig können das hydraulische Vorderradbremmen und das hydraulische Hinterradbremmen in einer Art und Weise durchgeführt werden, dass das vom Fahrer geforderte Bremsmoment erreicht wird. In diesem Fall kann das regenerative Hinterradbremsmoment beibehalten werden als dessen Wert zu dem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert A erreicht.

[0120] Mit Bezug auf den oberen rechten Bereich von **Fig. 11** ist es möglich, dass nur das regenerative Hinterradbremmen durchgeführt wird, bis die Verzögerung X auftritt, das regenerative Vorderradbremmen und das regenerative Hinterradbremmen können gemeinsam durchgeführt werden, bis eine Verzögerung X+Y auftritt, und das hydraulische Bremsen kann zusätzlich in einem Zustand, bei dem das regenerative Bremsen beibehalten ist/wird, durchgeführt werden, um eine zusätzliche Verzögerung (z.B. Abbremsen) zu erhalten, nachdem die Verzögerung X+Y erreicht wird/ist (z.B. werden das hydraulische Vorderradbremmen und das hydraulische Hinterradbremmen gleichzeitig bzw. annähernd gleichzeitig durchgeführt).

[0121] Darüber hinaus können wie in dem oberen rechten Bereich der **Fig. 11** gezeigt ist das hydraulische Vorderradbremmen und das hydraulische Hinterradbremmen gleichzeitig/gemeinsam addiert werden, nachdem die Verzögerung X+Y auftritt. Dies wird mittels einer Kurvenlinie dargestellt, die in eine andere Richtung als die horizontale oder vertikale Richtung geneigt ist (z.B. eine schräg verlaufende Kurve). In diesem Fall, da ein Bremsverteilungszustand ähnlich zu einem Zustand ist, der mittels des Kurvenverlaufs, der die ideale Bremsverteilung zeigt, veranschaulicht wird, kann die Fahrzeugbremsstabilität sichergestellt werden.

[0122] Ferner veranschaulicht die **Fig. 12** einen Zustand, der zeitlich dem Zustand in **Fig. 11** folgt und veranschaulicht einen Zustand, bei dem in dem Abschnitt ⑤ in **Fig. 8** in dem Hochverzögerungszustand (z.B. Zustand starker Verzögerung bzw. Abbremsen) des Fahrzeugs und in dem gekoppelten Zustand der Trennvorrichtung **6** das regenerative Bremsen nicht mehr/nicht länger durchgeführt wird und lediglich das hydraulische Vorderradbrem- und das hydraulische Hinterradbremsteuern durchgeführt werden (z.B. der Steuerungsabschnitt in Schritt **S26** in **Fig. 5**). Nach einer Verzögerung Z (z.B. eine Bedingung einer maximalen Verzögerung) können das regenerative Vorderradbremmen und das regenerative Hinterradbremmen beide/gleichzeitig beendet werden und das hydraulische Vorderradbremmen und das hydraulische Hinterradbremmen können stattdessen durchgeführt werden.

[0123] Ein unterer rechter Bereich der **Fig. 12** zeigt, dass die regenerative Bremskraft mittels irgendeines Motors abnimmt/verschwindet, so dass nur die hydraulische Vorderradbrem- und die hydraulische Hinterradbremskraft erzeugt werden und, dass der Bremsverteilungszustand (z.B. Bremskraftverteilungszustand) folglich ähnlich zu einem Zustand ist, der mittels eines Kurvenverlaufs repräsentiert wird, der eine reale Bremsverteilung zeigt, was einen stabileren Bereich angibt als der Zustand, der mittels des Kurvenverlaufs, der die ideale Bremsverteilung zeigt, repräsentiert wird. Folglich verschwindet die regenerative Bremskraft und der Bremsverteilungszustand tritt in den stabileren Bereich ein.

[0124] **Fig. 13** ist ein Referenzdiagramm zum Beschreiben eines Fahrzeugverhaltens, wenn das Radblockieren am Hinterrad (z.B. an den Hinterrädern) aufgrund einer übermäßigen Bremskraft auftritt. Wenn die Hinterradbremskraft zu groß (z.B. überhöht, übermäßig) wird/ist, da ein Radblockieren an dem Hinterrad auftritt, wirkt keine seitliche Kraft (z.B. laterale Kraft, Seitenkraft) auf das Hinterrad (z.B. die Hinterräder) und folglich wirkt nur eine Bremskraft F_{xr} auf die Hinterräder, wohingegen eine Bremskraft F_{xf} und eine seitliche Kraft (z.B. laterale Kraft, Seitenkraft) F_{yf} auf die Vorderräder wirken.

[0125] Insbesondere wirken eine Trägheitskraft (z.B. Massenkraft, Gewichtskraft) F_x und eine seitliche Kraft (z.B. laterale Kraft, Seitenkraft) F_y jeweils als Abstoßungskräfte (z.B. Rückstoßkräfte, Repulsionskräfte, Gegenkräfte) entgegen der Bremskraft und der seitlichen Kraft auf den Fahrzeugschwerpunkt jeweils in der longitudinalen Richtung (z.B. Längsrichtung) und in der transversalen Richtung (z.B. Querrichtung). Eine auf das Fahrzeug wirkende resultierende Kraft in longitudinaler Richtung, umfasst parallele Kräfte, jedoch erzeugt eine in transversaler Richtung wirkende Kraft F_y ein Moment von „ $F_y \times b$ “ um den Fahrzeugschwerpunkt. Wenn aufgrund dieses Moments das Fahrzeug aus der longitudinalen Richtung (z.B. Längsrichtung) ausgelenkt wird, nimmt ein Winkel α zwischen der auf den Schwerpunkt wirkenden Trägheitskraft und der resultierenden Kraft zu. Dementsprechend nimmt ein Giermoment (z.B. Gierphänomen, Gierwert, Ausscheren) an Größe zu und die Fahrzeugbremsstabilität nimmt ab.

[0126] Die beispielhaften Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind oben im Detail beschrieben worden, jedoch stellen diese keine Beschränkungen des beanspruchten Umfangs der vorliegenden Erfindung dar. Verschiedene Änderungen und Verbesserungen, die vom Fachmann mittels des Grundgedankens der in den beigefügten Ansprüchen definierten vorliegenden Erfindung, durchgeführt werden können, sind ebenso von dem beanspruchten Umfang der vorliegenden Erfindung umfasst.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs mit einer ersten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Vorderräder (1) anzutreiben, einer zweiten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Hinterräder (7) anzutreiben, und einer Trennvorrichtung (6), die in einer Antriebswelle (5) angebracht ist und konfiguriert ist, eine Kopplung zur Antriebsleistungsübertragung herzustellen und zu lösen, wobei das Verfahren aufweist:

Ermitteln, mittels einer Steuerungsvorrichtung, eines aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf in dem Fahrzeug erfasster Informationen,

Koppeln oder Abkoppeln, mittels der Steuerungsvorrichtung, der Trennvorrichtung (6) basierend auf dem ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index, und

Durchführen, mittels der Steuerungsvorrichtung, eines regenerativen Bremsens der Vorder- und Hinterräder (1, 7) des Fahrzeugs, oder entweder der Vorderräder (1) oder der Hinterräder (7) basierend auf einem Steuerungszustand der Trennvorrichtung (6).

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Fahrzeug ein Allradantriebs-Elektrofahrzeug ist, das einen Frontantriebsmotor (2) und einen Heckantriebsmotor (8) als Antriebseinheiten aufweist, und wobei die Trennvorrichtung (6) an einer Vorderradantriebswelle des Fahrzeugs angebracht ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, aufweisend:

Ermitteln, mittels der Steuerungsvorrichtung, ob ein Bremspedal betätigt wird, während das Fahrzeug in einem Zustand betrieben wird, bei dem die Trennvorrichtung (6) abgekoppelt ist, um die Kopplung zur Antriebsleistungsübertragung zu lösen,

Ermitteln, mittels der Steuerungsvorrichtung, des aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf den in dem Fahrzeug erfassten Informationen und Vergleichen des ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einem vordefinierten Referenzwert, als Antwort auf ein Ermitteln, dass das Bremspedal betätigt wird,

Vergleichen, mittels der Steuerungsvorrichtung, eines vom Fahrer geforderten Bremsmoments mit einem Moment, bei dem ein regeneratives Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, welches mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, wenn der ermittelte Fahrzeug-Stabilitäts-Index kleiner als der vordefinierte Referenzwert ist, und Durchführen, mittels der Steuerungsvorrichtung, des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors (8) und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments nur mittels Erzeugens eines regenerativen Hinterradbremmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Fahrzeug-Stabilitäts-Index aus einer Fahrzeugverzögerung, einem Betrag eines Hinterradschlupfs und einem Teilungsverhältnis zwischen einer Vorderradbremskraft und einer Hinterradbremskraft unter Verwendung von Gleichung 1 berechnet wird:

Gleichung 1: Fahrzeug - Stabilitäts - Index = Fahrzeugverzögerung × Betrag des Hinterradschlupfs × Teilungsverhältnis zwischen Vorderradbremskraft und Hinterradbremkraft,

Gleichung 1:

wobei die Fahrzeugverzögerung eine momentane tatsächliche Fahrzeugverzögerung ist, die mittels eines Sensors ermittelt wird, und das Teilungsverhältnis zwischen der Vorderradbremskraft und der Hinterradbremskraft ein Wert eines Verhältnisses der Vorderradbremskraft zu der Hinterradbremskraft ist.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, ein mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit in Verbindung stehender Wert ist, und aus einem Kurvenverlauf, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Hinterradmotors (8) möglich ist, ermittelt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, ferner aufweisend:

Koppeln, mittels der Steuerungsvorrichtung, der Trennvorrichtung (6), wenn der ermittelte Fahrzeug-Stabilitäts-Index gleich oder größer als der Referenzwert ist, und

Zeitgleiches Betreiben, mittels der Steuerungsvorrichtung, eines Bremsens der Vorderräder (1) und eines Bremsens der Hinterräder (7), um das vom Fahrer geforderte Bremsmoment in einem Zustand, bei dem die Trennvorrichtung (6) gekoppelt ist, zu erreichen.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei das Betreiben des Bremsens der Vorderräder (1) und des Bremsens der Hinterräder (7) aufweist:

Vergleichen, mittels der Steuerungsvorrichtung, des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mit einem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, das mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit korrespondiert, und

Durchführen, mittels der Steuerungsvorrichtung, des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mittels Erzeugens eines regenerativen Vorderradbremmoments und des regenerativen Hinterradbremmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment gleich oder kleiner als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, wobei:

das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, eine Summe aus einem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) möglich ist, und aus dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, ist,

das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) möglich ist, ein in Verbindung mit einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit stehender Wert ist und aus einem Kurvenverlauf, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) möglich ist, ermittelt wird, und

das Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, ein in Verbindung mit der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit stehender Wert ist und aus einem Kurvenverlauf, der das Moment zeigt, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, ermittelt wird.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Betreiben des Bremsens der Vorderräder (1) und des Bremsens der Hinterräder (7) ferner aufweist:

Vergleichen, mittels der Steuerungsvorrichtung, eines hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremmoments mit einem vorbestimmten Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, und

Durchführen, mittels der Steuerungsvorrichtung, des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremmens und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments, wenn das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment kleiner als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist,

wobei das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment mittels Subtrahierens des Moments, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, von dem vom Fahrer geforderten Bremsmoment erhalten wird.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei das Betreiben des Bremsens der Vorderräder (1) und des Bremsens der Hinterräder (8) ferner aufweist:

Beschränken und Beibehalten, mittels der Steuerungsvorrichtung, des regenerativen Vorderradbremmoments auf und als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen während eines Erreichens des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mittels Durchführens des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremmens, wenn das hydraulische Vorderrad- und Hinterradbremsmoment gleich oder größer als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen ist.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des regenerativen Hinterradbremmoments erreicht wird, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Betrags eines Betätigens eines Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht, die Trennvorrichtung (6) gekoppelt wird, und wobei bei dem Beschränken auf und Beibehalten des regenerativen Vorderradbremmoments als das Gesamtgrenzmoment aus regenerativem Bremsen und hydraulischem Bremsen, das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht, beibehalten wird.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht wird, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Betrags eines Betätigens eines Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht, die Trennvorrichtung (6) gekoppelt wird, und wobei bei dem Durchführen des regenerativen Bremsens mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremens und des Erreichens des vom Fahrer geforderten Bremsmoments, das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht, beibehalten wird.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei in dem Zustand, bei dem die Trennvorrichtung (6) gekoppelt ist und die Steuerungsvorrichtung, basierend auf der in dem Fahrzeug erfassten Informationen, ermittelt, dass ein Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen möglich ist, erreicht ist, das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mit dem Moment, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Frontantriebsmotors (2) und des Heckantriebsmotors (8) möglich ist, verglichen wird.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, wobei in dem Zustand, bei dem die Trennvorrichtung (6) gekoppelt ist und die Steuerungsvorrichtung, basierend auf den in dem Fahrzeug erfassten Informationen, ermittelt, dass der Zustand, bei dem das regenerative Motorbremsen nicht möglich ist, erreicht ist, wird ein hydraulisches Bremssteuern, das das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremsmoments erreicht, durchgeführt.

15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 14, wobei während das vom Fahrer geforderte Bremsmoment mittels Erzeugens nur des regenerativen Hinterradbremsmoments erreicht wird, wenn der Fahrzeug-Stabilitäts-Index mit einer Zunahme eines Betrags eines Betätigens eines Bremspedals zunimmt und den Referenzwert erreicht, die Trennvorrichtung (6) gekoppelt wird, und wobei bei dem Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments mittels Erzeugens nur des regenerativen Vorderradbremsmoments und des regenerativen Hinterradbremsmoments, das regenerative Hinterradbremsmoment als das regenerative Hinterradbremsmoment zu einem Zeitpunkt, bei dem der Fahrzeug-Stabilitäts-Index den Referenzwert erreicht, beibehalten wird.

16. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 3 bis 15, ferner aufweisend:
Durchführen, mittels der Steuerungsvorrichtung, des regenerativen Bremsens mittels des Heckantriebsmotors (8) und des hydraulischen Vorderrad- und Hinterradbremens, und Erreichen des vom Fahrer geforderten Bremsmoments, wenn das vom Fahrer geforderte Bremsmoment größer als das Moment ist, bei dem das regenerative Bremsen mittels des Heckantriebsmotors (8) möglich ist.

17. System zum Steuern eines Bremsens eines Fahrzeugs mit einer ersten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Vorderräder (2) anzutreiben, einer zweiten unabhängigen Antriebseinheit, die konfiguriert ist, Hinterräder (8) anzutreiben, und einer Trennvorrichtung (6), die in einer Antriebswelle (5) angebracht ist und eine Kopplung zur Antriebsleistungsübertragung herstellt oder löst, wobei das System ferner aufweist:
einen Speicher, der konfiguriert ist, Programmanweisungen zu speichern, und
einen Prozessor, der konfiguriert ist, die Programmanweisungen auszuführen, wobei die Programmanweisungen, wenn sie ausgeführt werden, konfiguriert sind zum:
Ermitteln eines aktuellen Fahrzeug-Stabilitäts-Index basierend auf in dem Fahrzeug erfassten Informationen, Betreiben einer Fahrzeugsteuerungsvorrichtung, die konfiguriert ist, um die Trennvorrichtung (6) basierend auf dem ermittelten Fahrzeug-Stabilitäts-Index zu koppeln oder abzukoppeln, und
Betreiben einer Bremssteuerungsvorrichtung, die eingerichtet ist, um ein gemeinsames regeneratives Bremsen der Vorder- und Hinterräder (2, 8) des Fahrzeugs oder für entweder die Vorderräder (2) oder die Hinterräder (8) basierend auf einem Steuerungszustand der Trennvorrichtung (6) durchzuführen.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

Stand der Technik

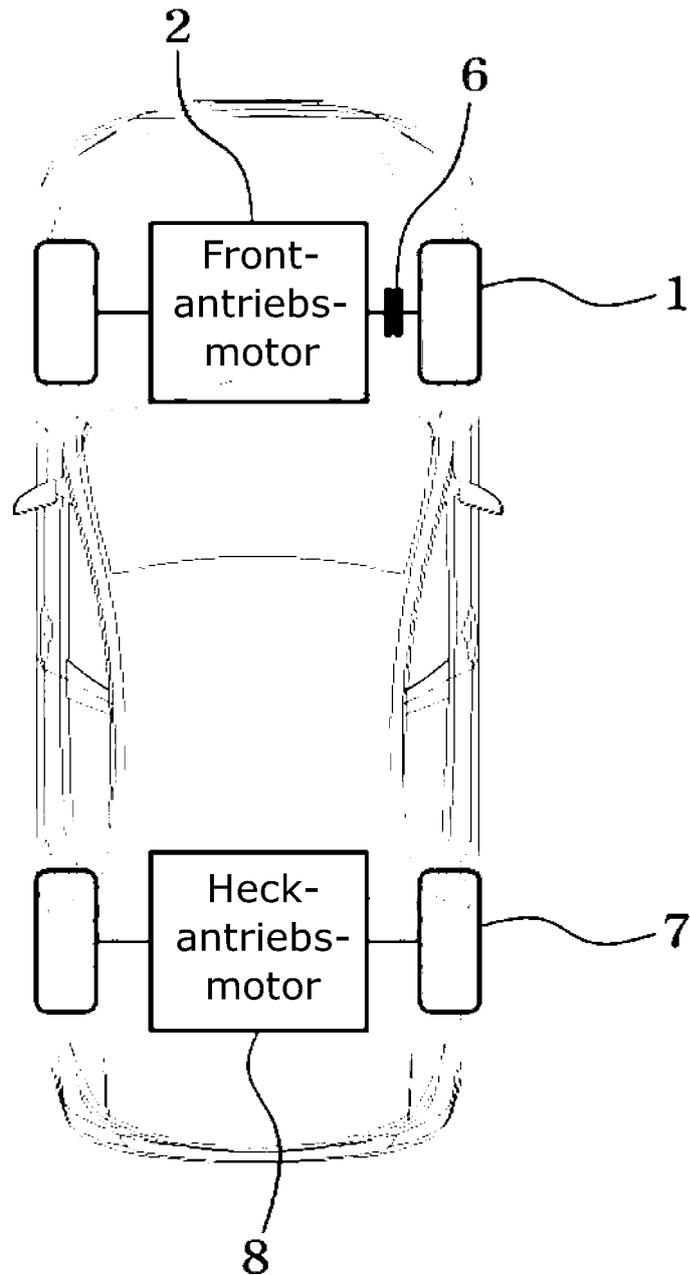


FIG. 1B

Stand der Technik

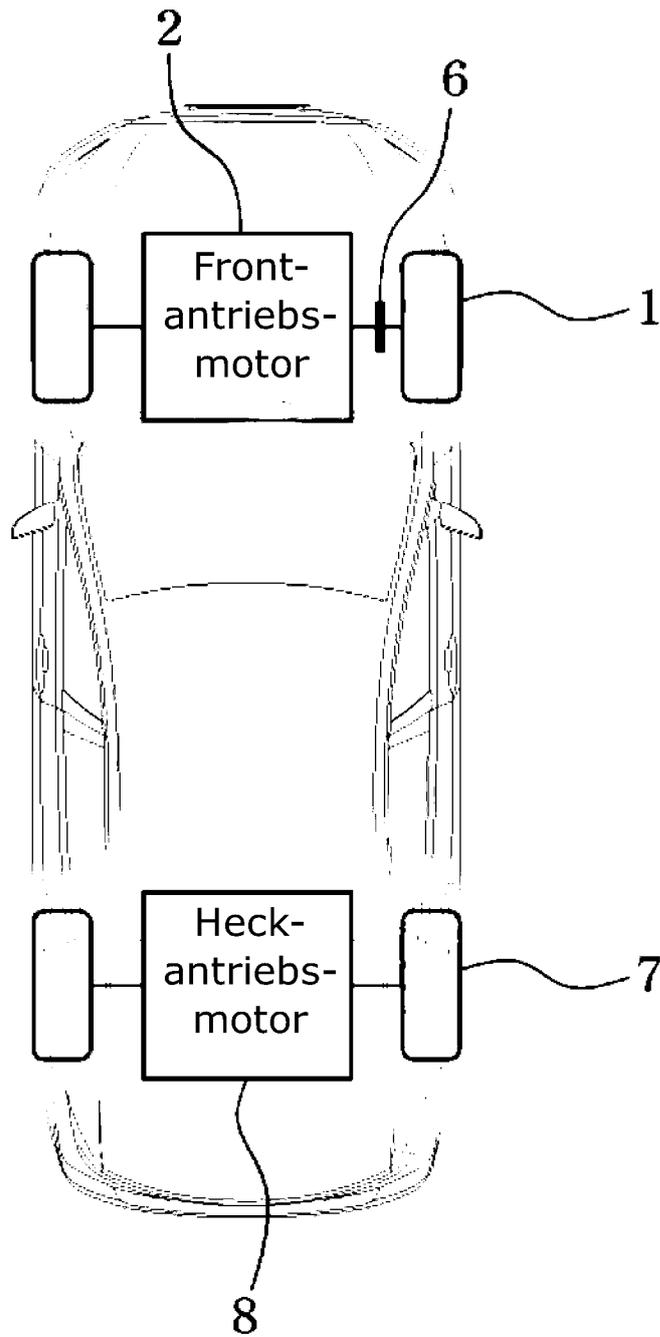


FIG. 2

Stand der Technik

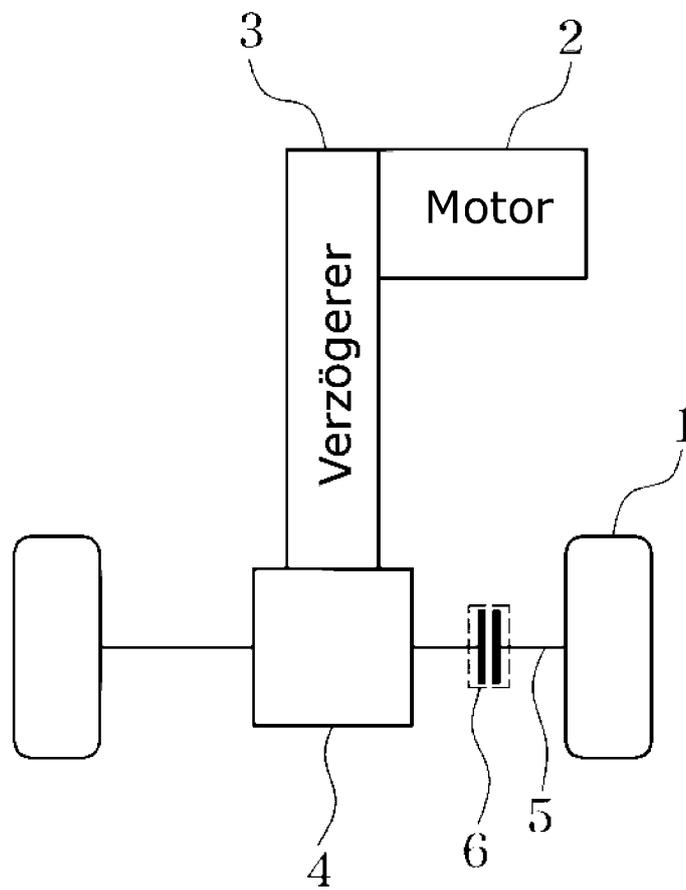


FIG. 3

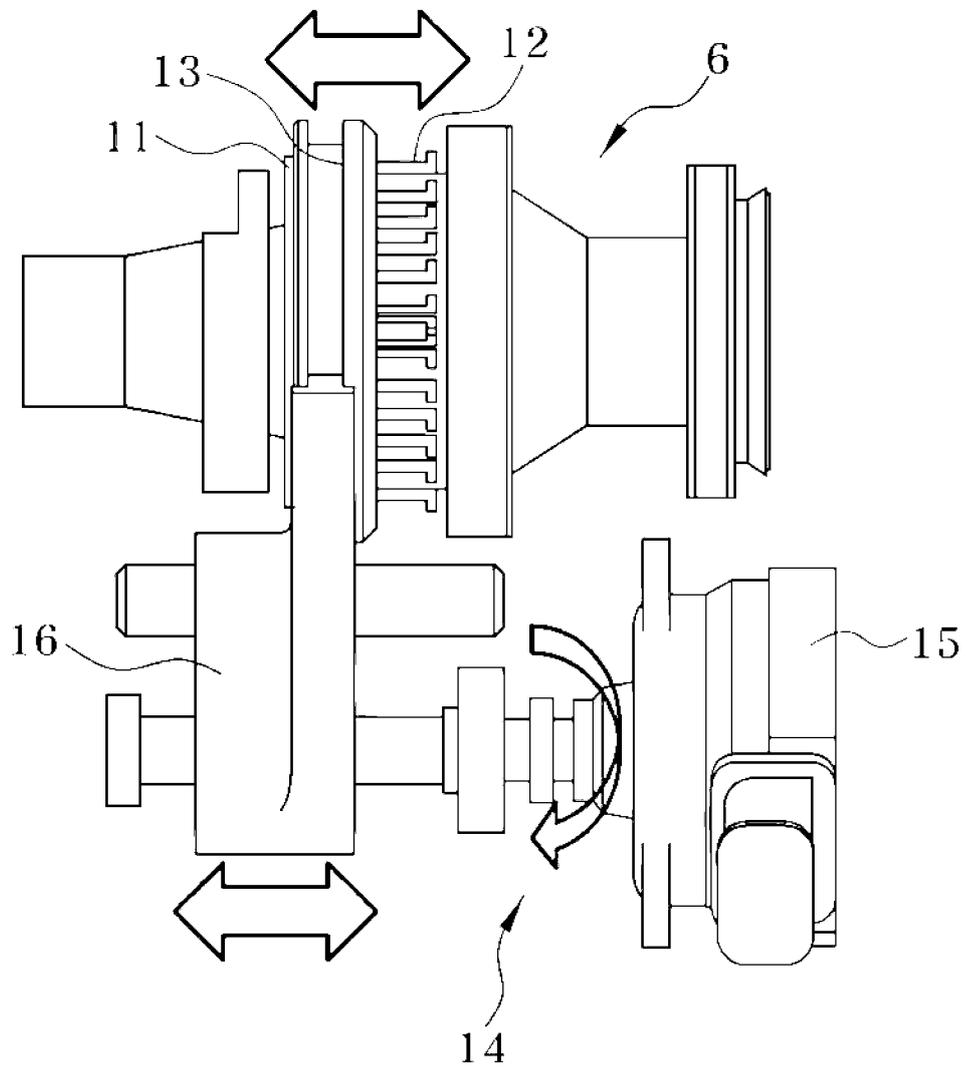


FIG. 4

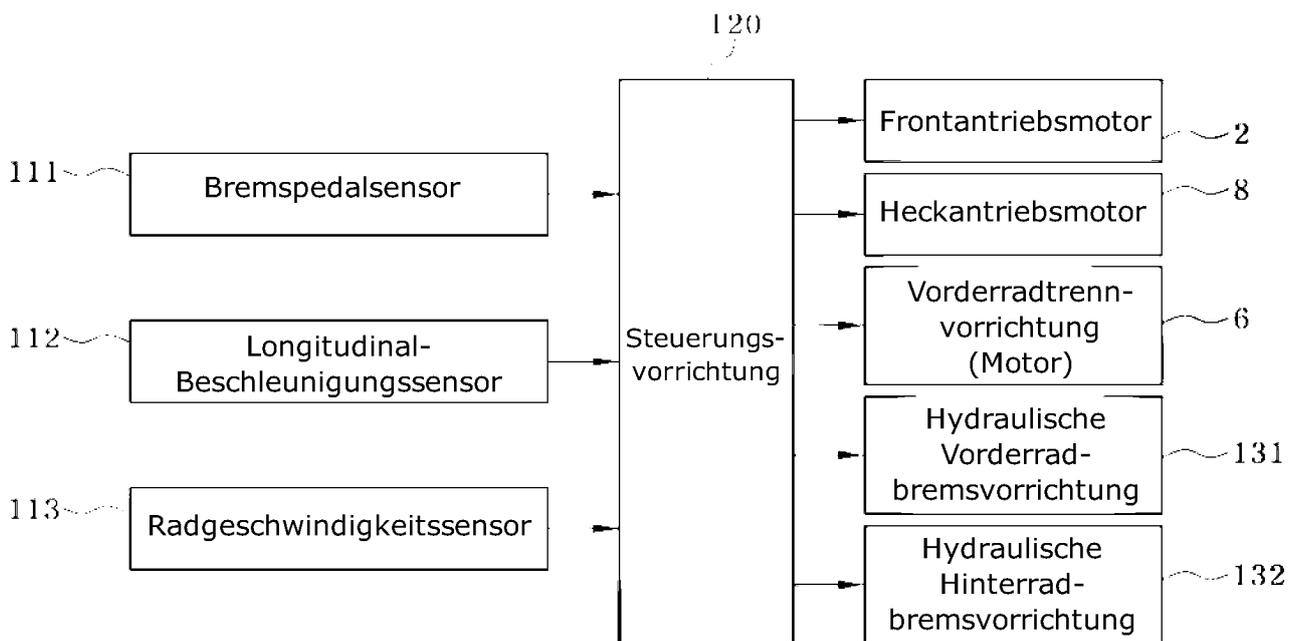


FIG. 5 (Teil1)

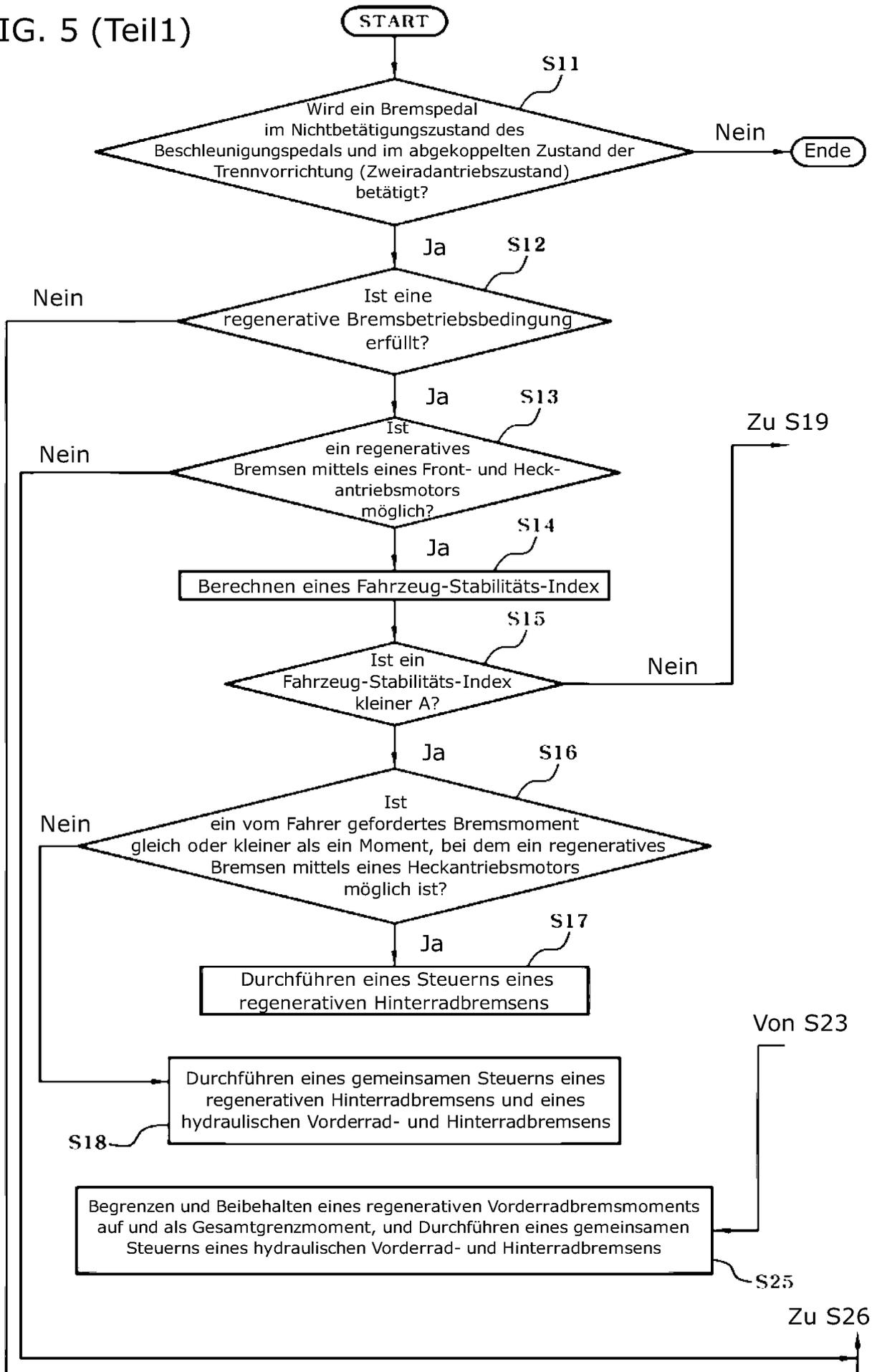


FIG. 5 (Teil2)

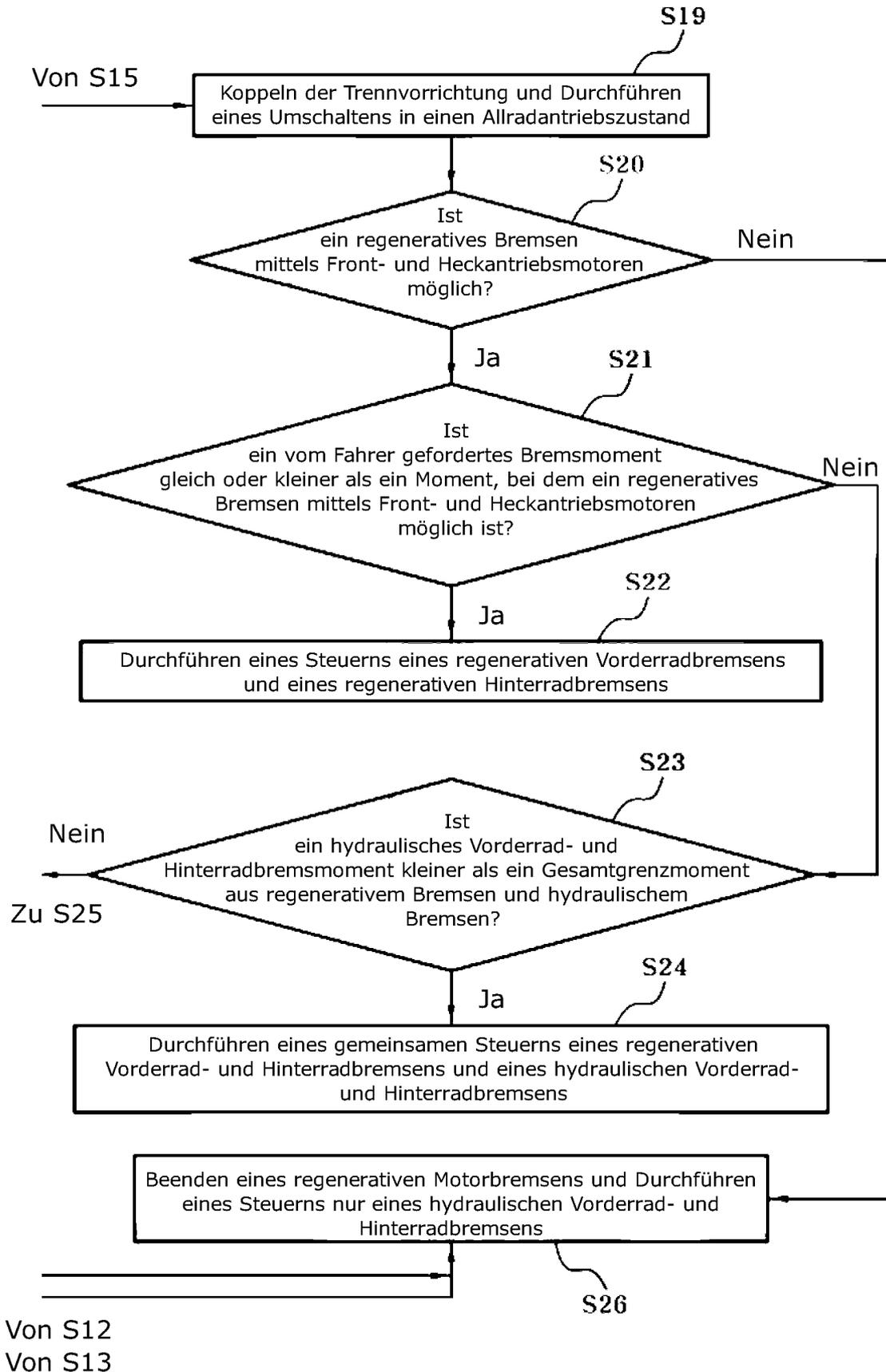


FIG. 6

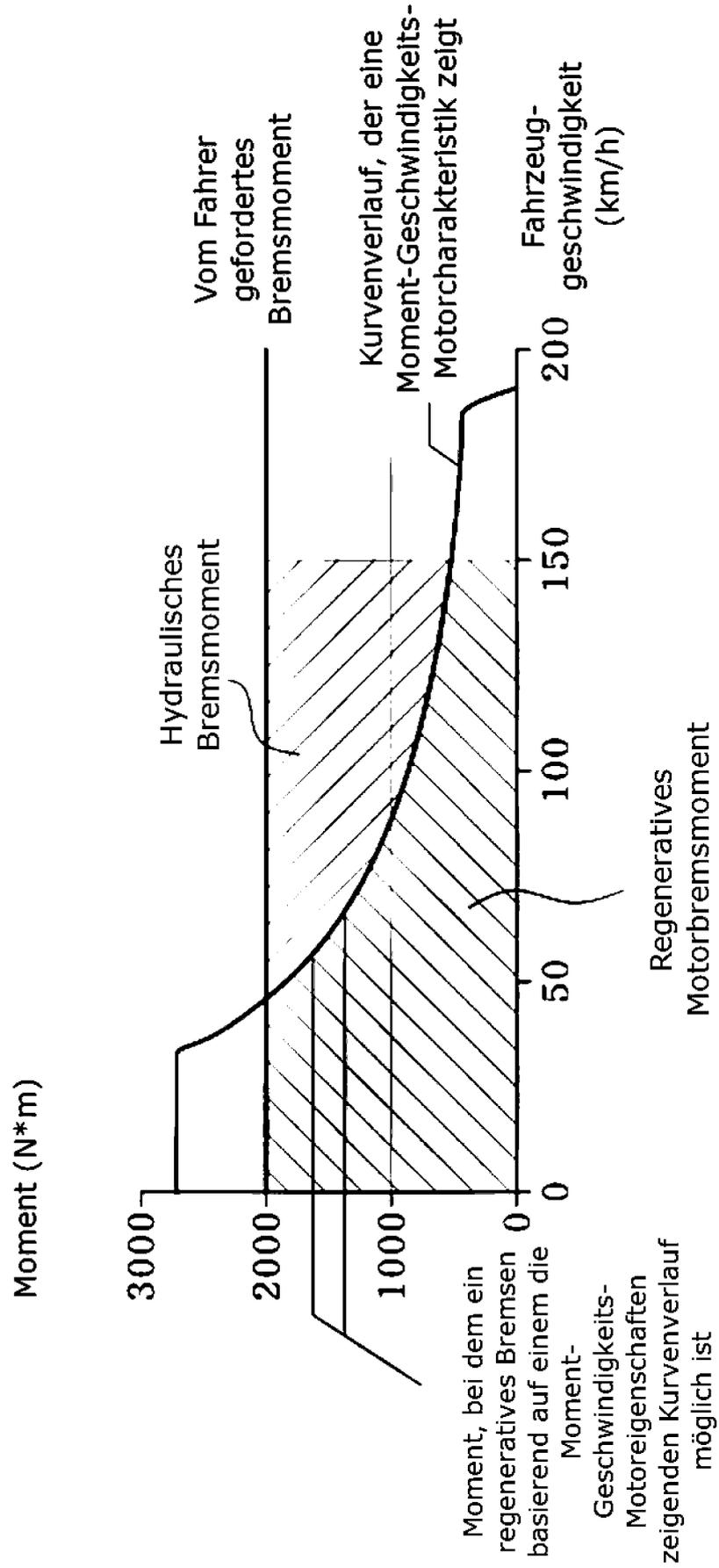


FIG. 7

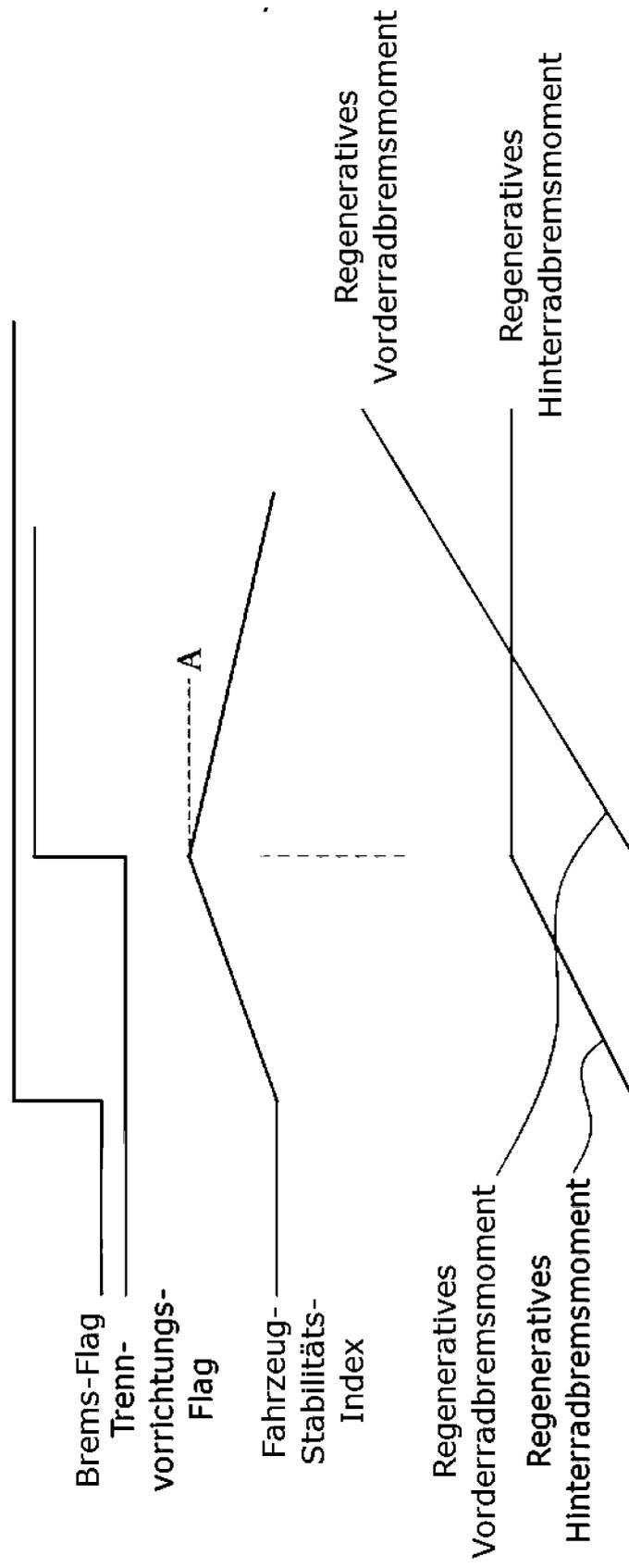


FIG. 8

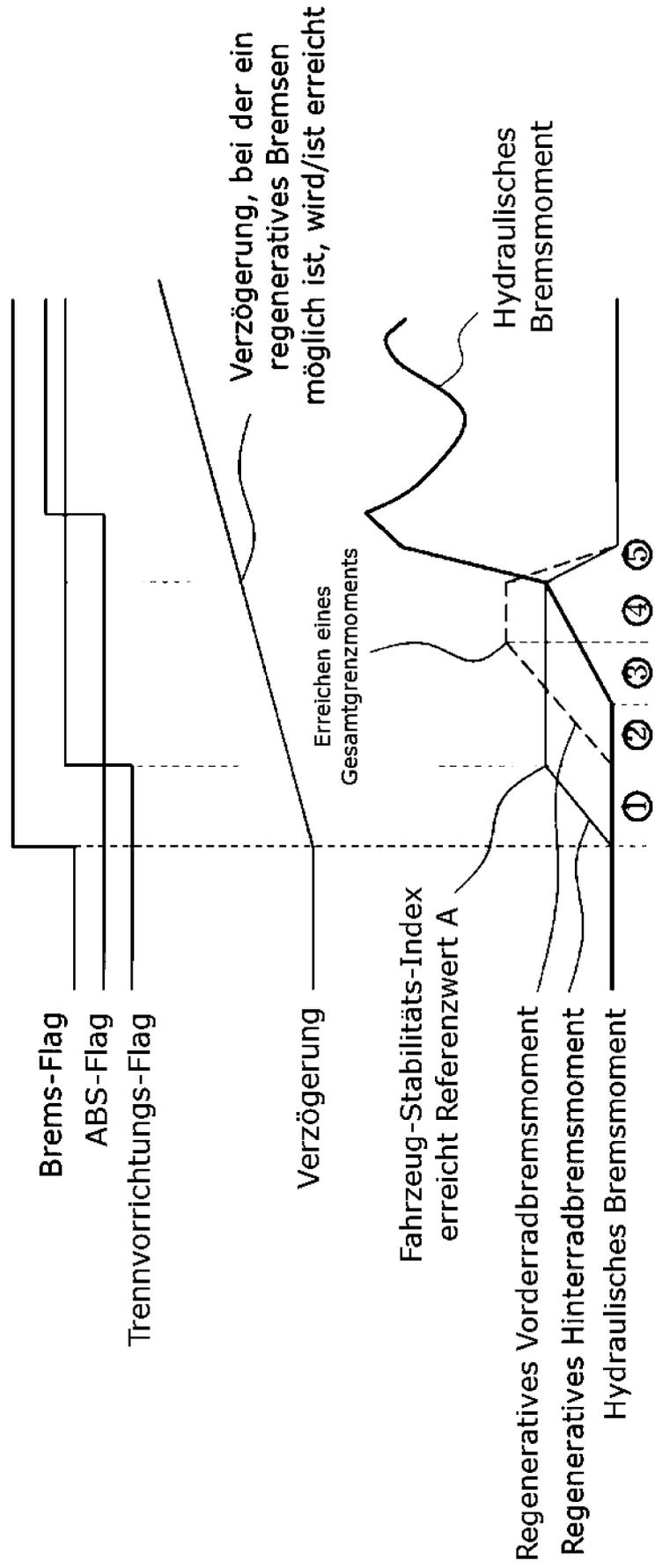


FIG. 9

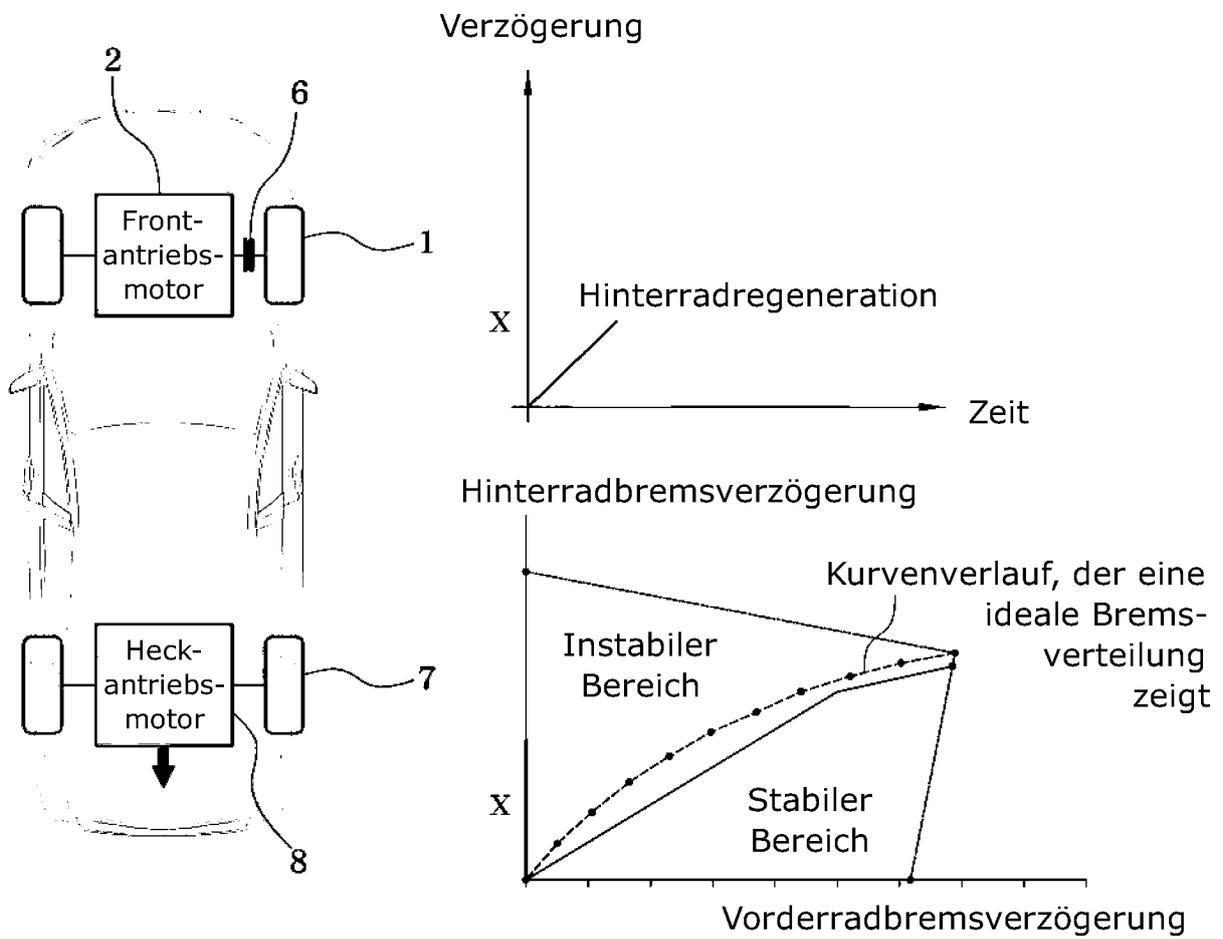


Fig. 10

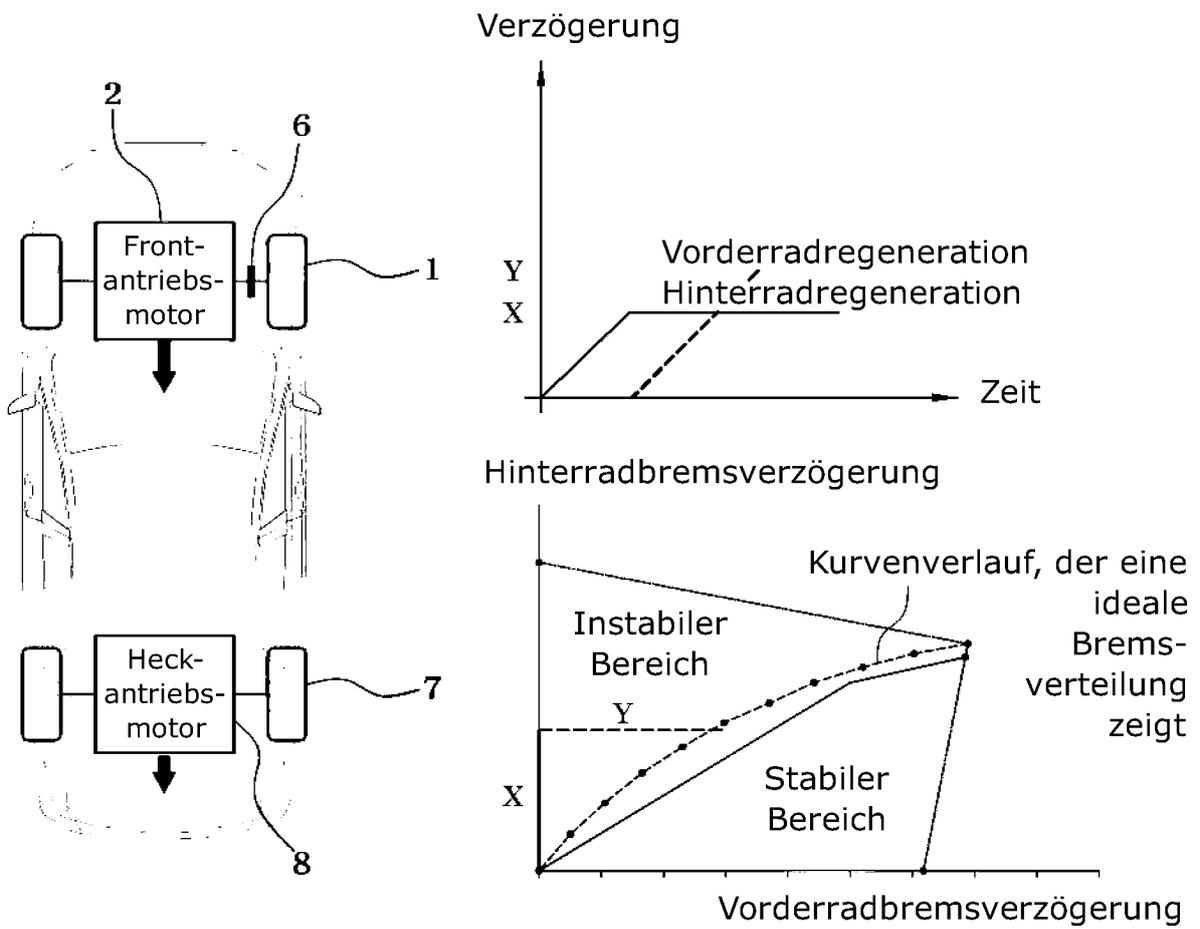


FIG. 11

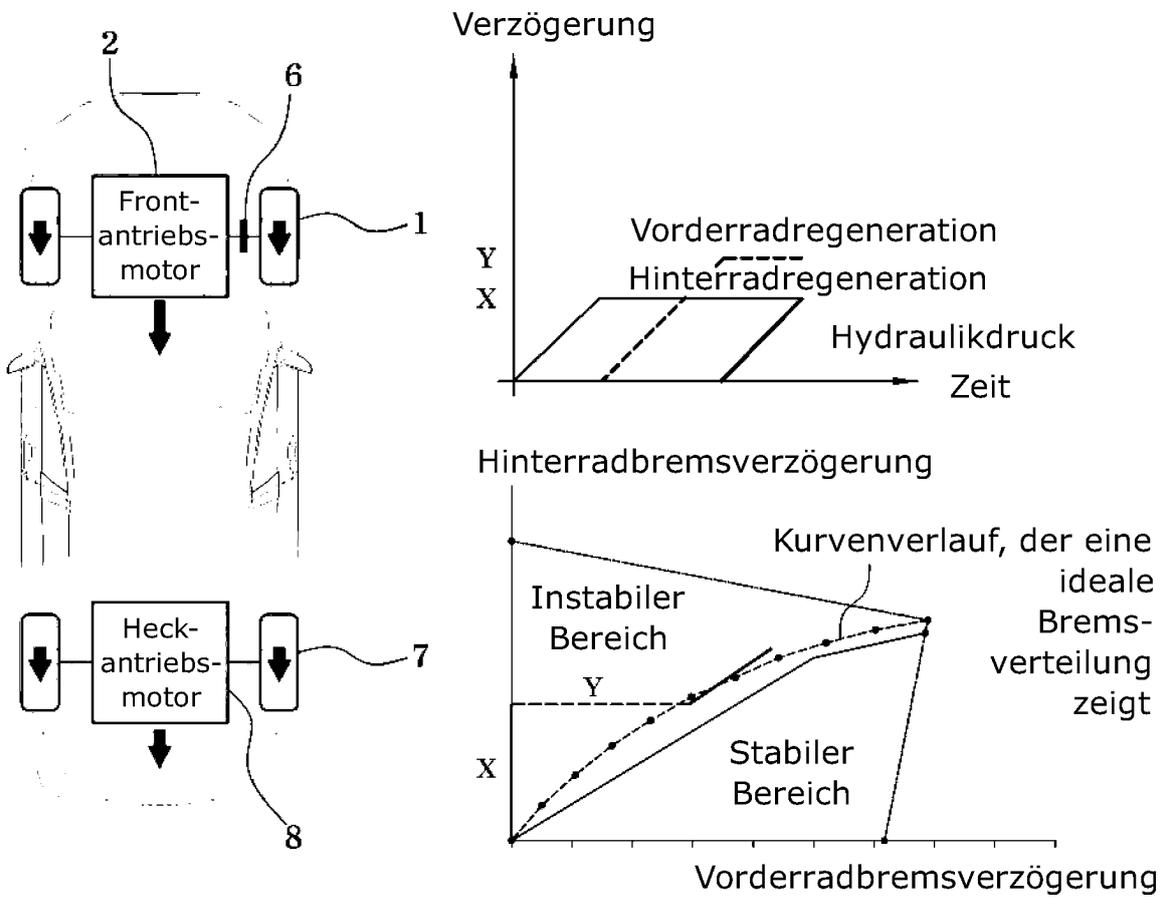


FIG. 12

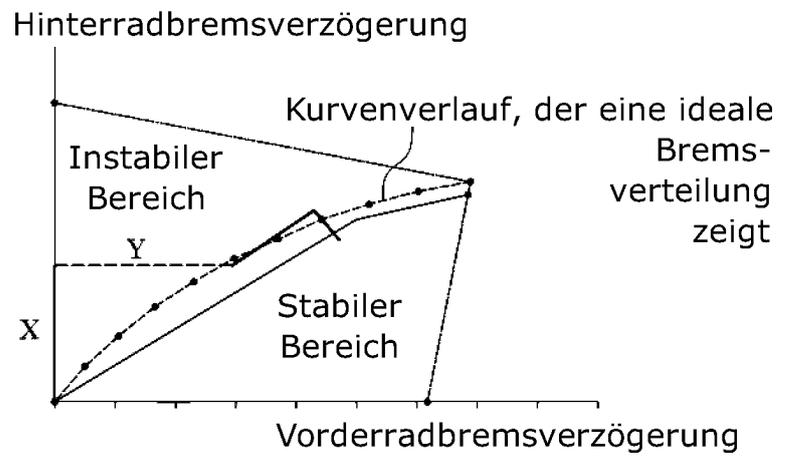
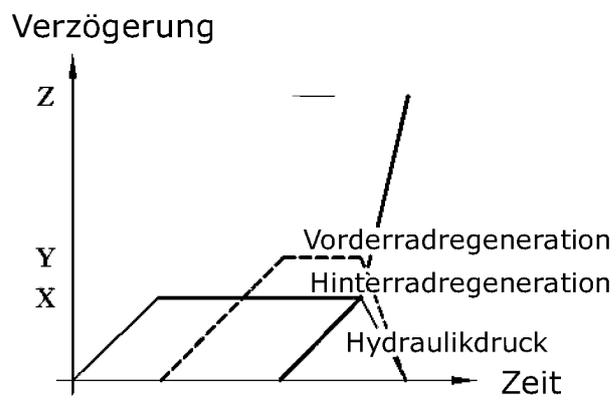
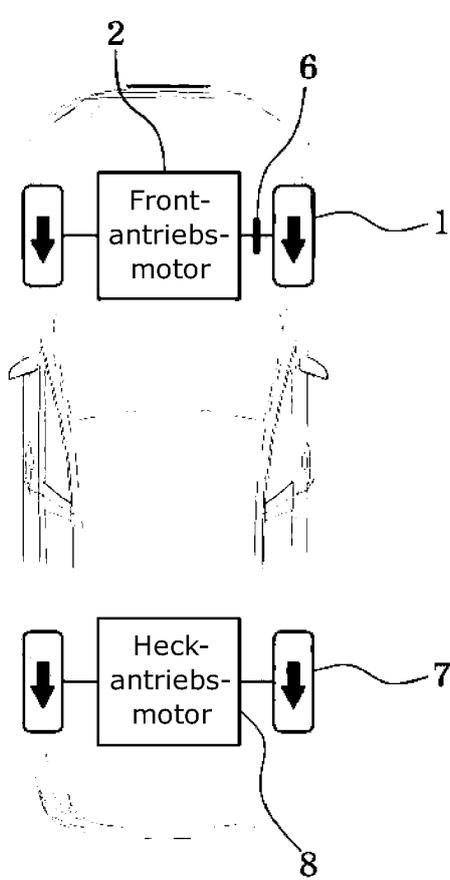


FIG. 13

