

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
05. März 2020 (05.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/043378 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60T 8/175* (2006.01) *B60T 8/1766* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/068566
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Juli 2019 (10.07.2019)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 214 763.9  
30. August 2018 (30.08.2018) DE
- (71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; I/FL-P, 85045 Ingolstadt (DE).
- (72) Erfinder: BUROW, Clemens; Anglerstr. 21, 80339 München (DE). BADER, Jürgen; Viktoriaplatz 3, 80803 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

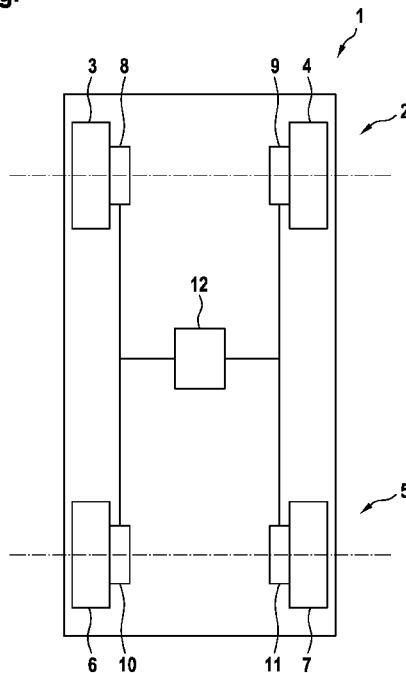
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A MOTOR VEHICLE AND CORRESPONDING MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES KRAFTFAHRZEUGS SOWIE ENTSPRECHENDES KRAFTFAHRZEUG

Fig.



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a motor vehicle (1), which has a drive device comprising at least one electrical traction machine (8, 9, 10, 11), wherein, in order to provide a torque at a wheel (3, 4, 6, 7) of the motor vehicle (1), a target torque is set at a control unit of the traction machine (8, 9, 10, 11) and torque control for setting an actual torque produced by the traction machine (8, 9, 10, 11) is carried out by means of the control unit. According to the invention, a rotational speed target range is additionally set at the control unit and, if the actual rotational speed of the wheel (3, 4, 6, 7) is in the rotational speed target range, the actual torque is controlled to the target torque in the course of the torque control and, if the actual rotational speed is outside of the rotational speed target range, the torque control is carried out in such a way that the actual rotational speed is changed toward the rotational speed target range. The invention also relates to a motor vehicle (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (1), mit einer Antriebseinrichtung, die zumindest eine elektrische Traktionsmaschine (8, 9, 10, 11) aufweist, wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an einem Rad (3, 4, 6, 7) des Kraftfahrzeugs (1) an einem Steuergerät der Traktionsmaschine (8, 9, 10, 11) ein Soll Drehmoment eingestellt und mittels des Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines von der Traktionsmaschine (8, 9, 10, 11) erzeugten Ist Drehmoments durchgeführt wird. Dabei ist vorgesehen, dass an dem Steuergerät zusätzlich ein Drehzahl Sollbereich eingestellt und bei Vorliegen einer Ist Drehzahl des Rads (3, 4, 6, 7) in dem Drehzahl Sollbereich das Ist Drehmoment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Soll Drehmoment geregelt wird und bei Vorliegen der Ist Drehzahl außerhalb des Drehzahl Sollbereichs die Drehmomentregelung derart durchgeführt wird, dass sich die Ist Drehzahl in Richtung des Drehzahl Sollbereichs verändert. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeug (1).

WO 2020/043378 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)



hen, dass an dem Steuergerät zusätzlich ein Drehzahlsollbereich eingestellt und bei Vorliegen einer Istdrehzahl des Rads in dem Drehzahlsollbereich das Istdrehmoment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Solldrehmoment geregelt wird und bei Vorliegen der Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs die Drehmomentregelung derart durchgeführt wird, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verändert.

Das Kraftfahrzeug verfügt über die Antriebseinrichtung, welche dem Antreiben des Kraftfahrzeugs dient, also dem Bereitstellen eines auf das Antreiben des Kraftfahrzeugs gerichteten Drehmoments. Zum Bereitstellen des Drehmoments weist die Antriebseinrichtung die elektrische Traktionsmaschine auf, welche mit dem Rad des Kraftfahrzeugs gekoppelt oder zumindest koppelbar ist.

Zum Bereitstellen des Drehmoments an dem Rad werden die Antriebseinrichtung und mithin die Traktionsmaschine entsprechend angesteuert. So wird zum Bereitstellen des Drehmoments an dem Rad das Solldrehmoment an dem Steuergerät der Traktionsmaschine eingestellt. Das Solldrehmoment kann beispielsweise einem Vorgabedrehmoment entsprechen, welches wiederum von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs und/oder einer Fahrerassistenzeinrichtung des Kraftfahrzeugs vorgegeben ist.

Das Steuergerät ist zum Durchführen der Drehmomentregelung vorgesehen und ausgebildet. Die Drehmomentregelung umfasst das regelnde Einstellen des von der Traktionsmaschine für das Rad bereitgestellten Istdrehmoments. Zumindest zeitweise wird im Rahmen der Drehmomentregelung das von der Traktionsmaschine erzeugte Istdrehmoment auf das Solldrehmoment eingestellt. Als Stellgröße dient insoweit das Istdrehmoment, wohingegen als Regelgröße beispielsweise die Differenz zwischen dem Istdrehmoment und dem Solldrehmoment herangezogen wird.

Um das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs zu verbessern, wird an dem Steuergerät, welches der Durchführung der Drehmomentregelung dient, zusätzlich zu dem Solldrehmoment der Drehzahlsollbereich eingestellt. Der Dreh-

- zahlsollbereich beschreibt den Drehzahlbereich, in welchem die Istdrehzahl des Rads idealerweise liegt. Der Drehzahlsollbereich kann zur Erzielung verschiedener Vorteile auf Grundlage verschiedener Randbedingungen gewählt werden. In jedem Fall ist es jedoch vorgesehen zu prüfen, ob die Istdrehzahl
- 5 in dem Drehzahlsollbereich liegt. Ist dies der Fall, so wird im Rahmen der Drehzahlregelung das Istdrehmoment, welches die Traktionsmaschine bereitstellt, auf das Solldrehmoment eingeregelt, also regelnd auf das Solldrehmoment eingestellt.
- 10 Liegt hingegen die Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs, so kann das Solldrehmoment bei der Drehmomentregelung außer Acht bleiben oder zumindest nur untergeordnet Beachtung finden. Vielmehr wird nun im Rahmen der Drehmomentregelung eine Drehzahlregelung derart durchgeführt, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verändert.
- 15 Diese Drehzahlregelung wird vorzugsweise durchgeführt, bis die Istdrehzahl in dem Drehzahlsollbereich liegt. Anschließend kann wieder das Istdrehmoment in Richtung des Solldrehmoments geregelt werden, nämlich vorzugsweise solange, bis die Istdrehzahl wieder außerhalb des Drehzahlsollbereichs liegt. Vorzugsweise wird auch im Rahmen der Drehzahlregelung, also
- 20 falls die Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs liegt, das Istdrehmoment soweit als möglich auf dem Solldrehmoment gehalten oder zumindest in Richtung des Solldrehmoments verändert, sofern die Istdrehzahl dies zulässt.
- 25 Durch die zusätzliche Vorgabe des Drehzahlsollbereichs kann in zahlreichen Fahrsituationen die Fahrstabilität des Kraftfahrzeugs und/oder die Beschleunigung des Kraftfahrzeugs verbessert werden. In diesem Zuge sei darauf hingewiesen, dass unter dem Beschleunigen sowohl ein positives Beschleunigen als auch ein negatives Beschleunigen verstanden wird. Im Falle des
- 30 positiven Beschleunigens nimmt die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs in seiner Hauptfahrrichtung, also nach vorne, zu. Im Falle der negativen Beschleunigung verringert sich die Geschwindigkeit in die Hauptfahrrichtung. Das negative Beschleunigen kann insoweit auch als Verzögern oder Bremsen des Kraftfahrzeugs bezeichnet werden.

Die zusätzliche Vorgabe des Drehzahlsollbereichs ist beispielsweise bei einem Bremsvorgang des Kraftfahrzeugs sinnvoll. Das maximal an dem Rad absetzbare Drehmoment wird durch eine Schlupfkurve bestimmt, welche den  
5 Zusammenhang zwischen dem absetzbaren Drehmoment und dem Schlupf wiedergibt. Der sich in der Schlupfkurve niederschlagende Zusammenhang zwischen Radschlupf und maximal absetzbarem Drehmoment gilt sowohl für positive als auch negative Drehmomente. Um eine maximale Beschleunigung, insbesondere eine maximale Verzögerung, zu erreichen, ist es notwendig, das an dem Rad anliegende Drehmoment derart einzustellen, dass  
10 es einem Drehmoment entspricht, für welches die Schlupfkurve ein Maximum, insbesondere ein globales Maximum, aufweist.

Üblicherweise steigt das absetzbare Drehmoment ausgehend von Null mit zunehmendem Schlupf zunächst an, insbesondere linear. Anschließend steigt es bis zu dem maximal absetzbaren Drehmoment an, üblicherweise nicht linear, um anschließend mit weiter zunehmendem Schlupf rasch abzufallen. Ein Schlupf oberhalb des Schlupfs, welcher bei dem maximal absetzbaren Drehmoment auftritt, sollte also vermieden werden, weil das absetzbare  
20 Drehmoment mit zunehmendem Schlupf stark absinkt.

Durch die beschriebene Vorgehensweise mit dem Einstellen des Solldrehmoments und des Drehzahlsollbereichs an dem Steuergerät soll nun im Rahmen der Drehmomentregelung eine Art Antiblockierregelung durchgeführt werden. Hierbei wird die Traktionsmaschine verwendet, um auf das Rad ein Bremsdrehmoment aufzuprägen, wobei vorzugsweise dieses Bremsdrehmoment dem maximal absetzbaren Drehmoment entspricht.  
25

Wäre die aktuelle Schlupfkurve für das Rad bekannt, so müsste lediglich unter Verwendung der Traktionsmaschine das dem maximal absetzbaren Drehmoment entsprechende Drehmoment an dem Rad angelegt werden. Dies ist in der Praxis jedoch üblicherweise nicht realisierbar, weil zum einen die Schlupfkurve nicht exakt bekannt ist und sich zum anderen permanent  
30

verändert. Weiterhin kann eine Momentengenauigkeit der Traktionsmaschine stark streuen.

Es ist daher sinnvoll, den Schlupf auszuregeln, anstatt über das Drehmo-  
5 ment das Maximum der Schlupfkurve zu erreichen, weil die Änderung des  
optimalen Schlupfs während der Verzögerung des Kraftfahrzeugs wesentlich  
geringer ist als die Änderung des maximal absetzbaren Drehmoments. Zu-  
dem kann an der Traktionsmaschine wesentlich rascher eine bestimmte  
10 Drehzahl eingestellt werden als ein Drehmoment. Ersteres führt dazu, dass  
weniger dynamische Regeleingriffe notwendig sind, letzteres zu einer höhe-  
ren Stellgenauigkeit.

Weiterhin kann das beschriebene Verfahren für eine optimale Drehmoment-  
verteilung zwischen mehreren Radachsen des Kraftfahrzeugs und/oder zwi-  
15 schen mehreren Rädern derselben Radachse herangezogen werden. In an-  
dern Worten ist das Rad beispielsweise einer ersten Radachse und ein wei-  
teres Rad des Kraftfahrzeugs einer von der ersten Radachse verschiedenen  
zweiten Radachse zugeordnet, wobei die Radspur des weiteren Rads der  
Radspur des Rads entspricht.

20 Vorzugsweise wird für das weitere Rad dieselbe Vorgehensweise durchge-  
führt wie für das Rad. Es ist insoweit vorzugsweise vorgesehen, dass zum  
Bereitstellen eines Drehmoments an dem weiteren Rad an dem Steuergerät  
oder einem weiteren Steuergerät einer dem weiteren Rad zugeordneten wei-  
25 teren Traktionsmaschine ein Soll Drehmoment eingestellt und mittels des  
Steuergeräts oder des weiteren Steuergeräts eine Drehmomentregelung  
zum Einstellen eines von der weiteren Traktionsmaschine erzeugten Ist-  
drehmoments durchgeführt wird. Dabei ist weiter bevorzugt vorgesehen,  
dass an dem Steuergerät oder dem weiteren Steuergerät zusätzlich ein  
30 Drehzahlsollbereich eingestellt und bei Vorliegen einer Istdrehzahl des weite-  
ren Rads in dem Drehzahlsollbereich das Istdrehmoment im Zuge der Dreh-  
momentregelung auf das Soll Drehmoment geregelt wird und bei Vorliegen  
der Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs die Drehmomentrege-  
lung derart durchgeführt wird, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des

Drehzahlsollbereichs verändert. Das Solldrehmoment und/oder der Drehzahlsollbereich können hierbei für das Rad und das weitere Rad jeweils verschieden oder identisch gewählt sein.

- 5 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Drehzahlsollbereich nach unten von einer Drehzahluntergrenze und/oder nach oben von einer Drehzahlobergrenze begrenzt ist, die anhand einer Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und einem Schlupfoptimum des Rads ermittelt werden/wird. Der Drehzahlsollbereich wird von der Drehzahluntergrenze, der  
10 Drehzahlobergrenze oder von beiden begrenzt. Ist lediglich die Drehzahluntergrenze vorgesehen, so ist der Drehzahlsollbereich nach oben unbegrenzt. Umgekehrt ist bei einer Begrenzung des Drehzahlsollbereichs lediglich durch die Drehzahlobergrenze der Drehzahlsollbereich nach unten unbegrenzt. Besonders bevorzugt werden zur Definition des Drehzahlsollbereichs jedoch  
15 sowohl die Drehzahluntergrenze als auch die Drehzahlobergrenze vorgegeben.

Sowohl die Drehzahluntergrenze als auch die Drehzahlobergrenze können (jeweils) anhand der Fahrgeschwindigkeit und des Schlupfoptimums des  
20 Rads ermittelt werden. Die Fahrgeschwindigkeit wird beispielsweise anhand wenigstens eines Sensors gemessen und/oder abgeschätzt. Das Schlupfoptimum des Rads wird vorzugsweise abgeschätzt, insbesondere ebenfalls unter Verwendung eines geeigneten Sensors. Beispielsweise wird das Schlupfoptimum aus der Schlupfkurve ermittelt, welche wiederum durch ent-  
25 sprechendes Betreiben des Kraftfahrzeugs ermittelt wird.

Beispielsweise wird zum Ermitteln der Schlupfkurve ein an einer Hinterachse des Kraftfahrzeugs anliegendes Drehmoment von einem an einer Vorderachse des Kraftfahrzeugs anliegenden Drehmoment verschieden gewählt.  
30 Bevorzugt werden für die an der Vorderachse und der Hinterachse anliegenden Drehmomente unterschiedliche Werte abgefahren und die jeweiligen Raddrehzahlen an der Vorderachse und der Hinterachse gemessen. Aus den Drehzahlen lässt sich nachfolgend der Schlupf beziehungsweise die Schlupfkurve bestimmen. Das Schlupfoptimum entspricht dem Schlupf bei

dem maximal absetzbaren Drehmoment beziehungsweise liegt bei diesem vor.

5 Bevorzugt sind die Drehzahluntergrenze und die Drehzahlobergrenze voneinander verschieden, insbesondere ist die Drehzahlobergrenze größer als die Drehzahluntergrenze. Beispielsweise wird die Drehzahluntergrenze aus der Fahrgeschwindigkeit und einem Schlupf des Rads ermittelt, welcher um einen bestimmten Betrag über dem Schlupfoptimum liegt und die Drehzahlobergrenze aus der Fahrgeschwindigkeit und einem Schlupf, welcher um  
10 einen bestimmten Wert unter dem Schlupfoptimum liegt. Der bestimmte Wert ist vorzugsweise für die Drehzahluntergrenze und die Drehzahlobergrenze derselbe, sodass der Schlupf für die Drehzahluntergrenze und der Schlupf für die Drehzahlobergrenze symmetrisch bezüglich des Schlupfoptimums gewählt sind. In anderen Worten wird die Drehzahluntergrenze entsprechend  
15 einem negativen Schlupfoptimum und die Drehzahlobergrenze entsprechend einem positivem Schlupfoptimum gewählt. Vorzugsweise liegen die Drehzahluntergrenze und die Drehzahlobergrenze in jedem Fall jeweils zwischen dem negativen Schlupfoptimum und dem positiven Schlupfoptimum (diese Werte jeweils eingeschlossen).

20

Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass bei einem Bremsvorgang des Kraftfahrzeugs ein erster Teil eines an dem Rad anliegenden Bremsdrehmoments mittels einer Betriebsbremse und ein zweiter Teil mittels der Traktionsmaschine erzeugt wird, wobei der  
25 erste Teil kleiner gewählt wird als ein in dem Schlupfoptimum über das Rad absetzbare Drehmoment. Das Bremsdrehmoment, welches an dem Rad anliegen soll, wird also in die beiden Teile, nämlich den ersten Teil und den zweiten Teil aufgeteilt. Der erste Teil wird mittels der Betriebsbremse bereitgestellt, wohingegen der zweite Teil von der Traktionsmaschine erzeugt wird.

30

Das mittels der Betriebsbremse an dem Rad einstellbare Drehmoment beziehungsweise Bremsdrehmoment kann üblicherweise lediglich langsamer eingeregelt werden als das mittels der Traktionsmaschine einstellbare Drehmoment. Aus diesem Grund ist es nun vorgesehen, den ersten Teil derart zu

wählen, dass er kleiner ist als das maximal absetzbare Drehmoment, also das in dem Schlupfoptimum über das Rad absetzbare Drehmoment. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der erste Teil des Bremsdrehmoments allein keine Überschreitung des maximal absetzbaren Drehmoments bewirkt.

5

Beispielsweise beträgt der erste Teil des Bremsdrehmoments höchstens 90 %, höchstens 80 %, höchstens 75 %, höchstens 70 %, höchstens 60 % oder höchstens 50 % des maximal absetzbaren Drehmoments. Der Rest des angeforderten Bremsdrehmoments wird in Form des zweiten Teils mittels der

10 Traktionsmaschine bereitgestellt und ist rasch ausregelbar. Der zweite Teil wird dabei derart gewählt, dass das Bremsdrehmoment insgesamt dem maximal absetzbaren Drehmoment entspricht. Auf diese Weise wird ein besonders effektiver Bremsvorgang des Kraftfahrzeugs umgesetzt.

15 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass bei dem Bremsvorgang der zweite Teil des Bremsdrehmoments schneller aufgebaut wird als der erste Teil, wobei der zweite Teil des Bremsdrehmoments vergrößert wird, bis die Summe aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil einem Sollbremsdrehmoment entspricht, und wobei nach dem Erreichen des Sollbremsdreh-

20 moments durch die Summe aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil der erste Teil bei dem Sollbremsdrehmoment entsprechender Summe weiter vergrößert wird. Üblicherweise ist mittels der Traktionsmaschine rascher das Bremsdrehmoment an dem Rad aufbaubar als mittels der Betriebsbremse. Der zweite Teil des Bremsdrehmoments wird insoweit schneller aufgebaut

25 als der erste Teil.

Der erste Teil des Bremsdrehmoments wird jedoch auch nach dem Erreichen des Sollbremsdrehmoments durch die Summe aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil weiter vergrößert, nämlich bis er sein vorgesehenes Maximum

30 erreicht hat. Vor dem Erreichen des Sollbremsdrehmoments durch die Summe aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil werden der erste Teil und der zweite Teil des Bremsdrehmoments unabhängig voneinander vergrößert. Ist das Sollbremsdrehmoment jedoch erreicht, so soll der erste Teil weiter ver-

größert werden, wobei jedoch die Summe der beiden Teile weiterhin dem Sollbremsdrehmoment entsprechen soll.

Das bedeutet schlussendlich, dass mit dem weiteren Vergrößern des ersten  
5 Teils des Sollbremsdrehmoments der zweite Teil verringert wird, nämlich  
derart, dass die Summe aus beiden Teilen weiterhin dem Sollbremsdreh-  
moment entspricht. Hierdurch wird ein äußerst rascher Aufbau des Brems-  
drehmoments erreicht, nämlich unter Verwendung der Traktionsmaschine.  
Mithilfe der Betriebsbremse, welche vorzugsweise eine hydraulische Bremse  
10 ist, wird eine Grundlast des Bremsdrehmoments bereitgestellt. Mittels der  
Traktionsmaschine wird hingegen drehzahlbasiert ein zusätzliches Moment  
erzeugt, welches ein Verzögern des Kraftfahrzeugs mit maximal absetzba-  
rem Drehmoment sicherstellt.

15 Ändert sich während des Bremsvorgangs das Sollbremsdrehmoment, so  
werden der erste Teil und der zweite Teil des Bremsdrehmoments stets  
nachgeführt. Dieses Nachführen erfolgt dabei derart, dass stets ein zuverlässiges  
Bereitstellen des Sollbremsdrehmoments möglich ist. Insbesondere ist  
es vorgesehen, dass der erste Teil stets mindestens 50 %, mindestens 60 %,   
20 mindestens 70 % oder mindestens 75 % des Sollbremsdrehmoments ent-  
spricht. Unterschreitet der erste Teil diesen Wert, so wird er vergrößert, bis  
er ihn erreicht hat. Entsprechend wird der zweite Teil derart verändert, dass  
die Summe aus den beiden Teilen weiterhin dem Sollbremsdrehmoment ent-  
spricht.

25

Hierdurch werden die Drehmomentpuffer sowohl der Betriebsbremse als  
auch der Traktionsmaschine aufrechterhalten. Sollte es vorkommen, dass  
während des Bremsvorgangs bereits der erste Teil des Bremsdrehmoments  
zu einem Blockieren des Rads führt, so kann der zweite Teil derart gewählt  
30 werden, dass er diesem Verhalten entgegenwirkt. Beispielsweise wird der  
zweite Teil rasch auf Null heruntergefahren. Alternativ kann sogar der zweite  
Teil ein von dem ersten Teil verschiedenes Vorzeichen aufweisen, sodass  
mittels der Traktionsmaschine der Betriebsbremse entgegengearbeitet wird,  
um das Blockieren des Rads zu verhindern beziehungsweise zu beenden.

Zusätzlich oder alternativ kann es vorgesehen sein, dass für den ersten Teil des Bremsdrehmoments ein Antiblockierverfahren durchgeführt wird, also die Betriebsbremse periodisch geöffnet und wieder zum Bewirken des ersten Teils des Bremsdrehmoments eingestellt wird.

5

Eine besonders bevorzugte weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass bei einem Beschleunigungsvorgang des Kraftfahrzeugs bei Überschreiten der Drehzahlobergrenze durch die Istdrehzahl des Rads das Istdrehmoment reduziert wird, bis die Istdrehzahl kleiner oder gleich der Drehzahlobergrenze ist, und das reduzierte Istdrehmoment oder die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoments nach oder während des Reduzierens an ein weiteres Steuergerät übermittelt wird. Sobald die Istdrehzahl des Rads die Drehzahlobergrenze überschreitet, so wird darauf geschlossen, dass das Rad durchdreht beziehungsweise das Rad mit einem Drehmoment beaufschlagt ist, welches größer ist als das maximal absetzbare Drehmoment. In diesem Fall soll die Istdrehzahl des Rads verringert werden, bis sie wieder kleiner oder gleich der Drehzahlobergrenze ist. Hierdurch wird das von der Traktionsmaschine an dem Rad bereitgestellte Istdrehmoment verringert. Das reduzierte Istdrehmoment beziehungsweise der Betrag, um welchen das Istdrehmoment ausgehend von dem Solldrehmoment reduziert wurde, wird bereits während des Reduzierens oder erst nach Abschluss des Reduzierens an das weitere Steuergerät übermittelt.

Eine derartige Vorgehensweise ist insbesondere vorgesehen, falls zusätzlich zu der Traktionsmaschine, mittels welcher das Rad des Kraftfahrzeugs antreibbar ist, eine weitere Traktionsmaschine vorliegt, mittels welcher ein weiteres Rad des Kraftfahrzeugs antreibbar ist. Vorzugsweise sind das Rad und das weitere Rad unterschiedlichen Radachsen des Kraftfahrzeugs zugeordnet, beispielsweise das Rad einer Hinterachse oder einer Vorderachse des Kraftfahrzeugs und das weitere Rad der jeweils anderen Radachse, wobei das Rad und das weitere Rad derselben Radspur zugeordnet sind. Das weitere Steuergerät dient beispielsweise dazu, für die Traktionsmaschine und die weitere Traktionsmaschine jeweils ein Solldrehmoment zu ermitteln und an diesen einzustellen.

Es ist vor dem Hintergrund der vorstehenden Ausführungen also bevorzugt vorgesehen, dass bei dem Beschleunigungsvorgang des Kraftfahrzeugs bei Überschreiten der Drehzahlobergrenze durch die Istdrehzahl des Rads das Istdrehmoment reduziert wird, bis die Istdrehzahl kleiner oder gleich der Drehzahlobergrenze ist, und die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoments dem weiteren Rad zusätzlich zugeschlagen wird. Die Differenz wird also auf das für das weitere Rad beziehungsweise die weitere Traktionsmaschine geltende Solldrehmoment aufgeschlagen beziehungsweise zu diesem hinzuaddiert. In anderen Worten ist eine absolute Drehzahlbegrenzung beschrieben.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Rad einer ersten Radachse und ein weiteres Rad des Kraftfahrzeug einer von der ersten Radachse verschiedenen zweiten Radachse zugeordnet sind, wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an dem weiteren Rad an einem weiteren Steuergerät einer weiteren Traktionsmaschine ein weiteres Solldrehmoment eingestellt und mittels des weiteren Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines von der weiteren Traktionsmaschine erzeugten weiteren Istdrehmoments durchgeführt wird, wobei dem weiteren Solldrehmoment die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoment zugeschlagen wird.

Für die weitere Traktionsmaschine, das weitere Steuergerät und das weitere Rad können die Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung für die Traktionsmaschine, das Steuergerät und das Rad zusätzlich herangezogen werden. Bevorzugt sind die weitere Traktionsmaschine, das weitere Steuergerät und das weitere Rad also analog zu der Traktionsmaschine, dem Steuergerät und dem Rad ausgestaltet, mit dem Unterschied, dass das weitere Rad einer anderen Radachse zugeordnet ist als das Rad.

An dem Steuergerät wird das Solldrehmoment und an dem weiteren Steuergerät das weitere Solldrehmoment eingestellt. Das Solldrehmoment und das weitere Solldrehmoment werden beispielsweise von einem Zentralsteuerge-

rät aus einem Vorgabegesamtdrehmoment ermittelt und an das Steuergerät und das weitere Steuergerät übermittelt. Um die Reduzierung des Istdrehmoments an dem Rad durch entsprechendes einstellen der Traktionsmaschine auszugleichen, soll das Drehmoment, um welches das Istdrehmoment der Traktionsmaschine ausgehend von dem Solldrehmoment reduziert wurde, von der weiteren Traktionsmaschine über das an ihr eingestellte weitere Solldrehmoment zusätzlich an dem weiteren Rad angelegt werden.

Das bedeutet, dass bei einer Reduzierung des Istdrehmoments an einer der Radachsen aufgrund der Drehzahlbegrenzung auf die jeweilige Drehzahl-  
obergrenze das Drehmoment an der jeweils anderen Radachse um den Betrag der Reduzierung vergrößert wird. Dies gilt selbstverständlich bevorzugt in beide Richtungen, sodass eine Drehmomentreduzierung an der ersten Radachse durch eine Drehmomenterhöhung an der zweiten Radachse und eine Drehmomentreduzierung an der zweiten Radachse durch eine Drehmomenterhöhung an der ersten Radachse ausgeglichen wird. Im Falle der Zuordnung des Rads zu der ersten Radachse und des weiteren Rads zu der zweiten Radachse wird bevorzugt unter der Drehzahl des Rads eine Drehzahl der ersten Radachse und/oder eine mittlere Drehzahl von an der ersten Radachse vorliegenden Rädern verstanden. Analog ist die Drehzahl des weiteren Rads eine Drehzahl der zweiten Radachse und/oder eine mittlere Drehzahl von an der zweiten Radachse vorliegenden weiteren Rädern.

Eine bevorzugte weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass ein Zentralsteuergerät ein Vorgabegesamtdrehmoment in ein erstes Vorgabedrehmoment und ein zweites Vorgabedrehmoment aufteilt, wobei das Solldrehmoment gleich dem ersten Vorgabedrehmoment und das weitere Solldrehmoment gleich dem zweiten Vorgabedrehmoment gesetzt und anschließend das Solldrehmoment an dem Steuergerät und das weitere Solldrehmoment an dem weiteren Steuergerät eingestellt werden, wobei vor dem Einstellen dem weiteren Solldrehmoment die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoment zugeschlagen wird.

Das Vorgabegesamtdrehmoment ist beispielsweise ein von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs und/oder einer Fahrerassistenzeinrichtung des Kraftfahrzeugs vorgegebene Drehmoment. Dieses wird in das erste Vorgabedrehmoment und das zweite Vorgabedrehmoment aufgeteilt, sodass die Summe aus den  
5 beiden Vorgabedrehmomenten dem Vorgabegesamtdrehmoment entspricht. Dieses Aufteilen erfolgt beispielsweise gemäß einer vorgegebenen Aufteilung, gemäß welcher ein bestimmter Anteil des Vorgabegesamtdrehmoments an einer Hinterachse und der Rest an der Vorderachse anliegen soll.

10 Das Solldrehmoment wird nun gleich dem ersten Vorgabedrehmoment und das weitere Solldrehmoment gleich dem zweiten Vorgabedrehmoment gesetzt. Anschließend wird eine Korrektur des Solldrehmoments und/oder des weiteren Solldrehmoments vorgenommen. Insbesondere wird die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoment dem  
15 weiteren Solldrehmoment zugeschlagen. Erfolgt auch für die weitere Traktionsmaschine beziehungsweise das weitere Rad eine Reduktion des Istdrehmoments, so wird dem Solldrehmoment die Differenz zwischen dem weiteren Solldrehmoment und dem weiteren reduzierten Istdrehmoment zugeschlagen. Anschließend wird das Solldrehmoment an dem Steuergerät  
20 und das weitere Solldrehmoment an dem weiteren Steuergerät eingestellt.

Das Aufteilen des Vorgabegesamtdrehmoments in das erste Vorgabedrehmoment und das zweite Vorgabedrehmoment kann beispielsweise im Rahmen einer Vorsteuerung erfolgen, sodass im Idealfall an dem Steuergerät  
25 und dem weiteren Steuergerät Solldrehmomente eingestellt werden, welche dem jeweils maximal absetzbaren Drehmoment an dem entsprechenden Rad entsprechen. Zur Vorsteuerung kann beispielsweise wenigstens eine Umgebungsbedingung herangezogen werden, beispielsweise eine Außentemperatur, eine Neigung eines Untergrunds, auf welchem das Kraftfahrzeug  
30 bewegt wird, ein Niederschlagsparameter und/oder eine Luftfeuchtigkeit.

Der Niederschlagsparameter entspricht beispielsweise einem Schaltzustand eines Scheibenwischers des Kraftfahrzeugs und gibt insoweit an, ob ein Niederschlag vorliegt oder nicht. In jedem Fall kann es vorgesehen sein, bei ei-

ner Drehzahlbegrenzung der Traktionsmaschine und/oder der weiteren Traktionsmaschine das jeweils vorliegende Istdrehmoment als maximal absetzbares Drehmoment zwischenspeichern. Auch dieses maximal absetzbare Drehmoment, welches für die Traktionsmaschine und/oder die weitere Traktionsmaschine (jeweils) vorliegt, kann zur Vorsteuerung herangezogen werden, um die Notwendigkeit für die Drehzahlbegrenzung im Idealfall zu verhindern.

Mit der beschriebenen Vorgehensweise kann sichergestellt werden, dass stets das maximal mögliche Drehmoment über das Rad und/oder das weitere Rad abgesetzt wird, sodass das Beschleunigungsverhalten des Kraftfahrzeugs deutlich verbessert ist. Aufgrund der Drehmomentregelung der Traktionsmaschine und/oder der weiteren Traktionsmaschine überlagerten Drehzahlregelung, welche eine höhere Priorität genießt als die Drehmomentregelung, wird ein sehr schnelles Regelverhalten erzielt.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Rad und das weitere Rad derselben der Radachsen und unterschiedlichen Radspuren zugeordnet oder unterschiedlichen der Radachsen und derselben Radspur zugeordnet sind, wobei ein Differenzdrehzahlmaximum und ein Differenzdrehzahlminimum für eine Drehzahldifferenz zwischen der Drehzahl des Rads und der Drehzahl des weiteren Rads ermittelt werden und die Drehzahlobergrenze für das Rad aus der Istdrehzahl des weiteren Rads und dem Differenzdrehzahlmaximum und die Drehzahlobergrenze für das weitere Rad aus der Istdrehzahl des Rads und dem Differenzdrehzahlminimum ermittelt wird. In anderen Worten wird die Einhaltung einer Differenzdrehzahl beschrieben.

Es ist nun also beispielsweise vorgesehen, dass die Räder nicht mehr unterschiedlichen Radachsen, sondern vielmehr derselben Radachse zugeordnet sind, jedoch verschiedenen Radspuren. Das bedeutet, dass die Räder auf unterschiedlichen Seiten des Kraftfahrzeugs vorliegen. Beispielsweise ist das Rad ein linkes Rad und das weitere Rad ein rechtes Rad. Es kann jedoch

auch vorgesehen sein, dass die Räder unterschiedlichen Radachsen zugeordnet sind. In diesem Fall sind die Räder derselben Radspur zugeordnet.

Aus den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung wird deutlich, dass  
5 das Kraftfahrzeug über einen radindividuellen Antrieb beziehungsweise einen Einzelradantrieb verfügen kann, wobei das Rad mittels der Traktionsmaschine und das weitere Rad mittels der weiteren Traktionsmaschine antreibbar ist. Das bedeutet, dass zwischen dem Rad und dem weiteren Rad keine unmittelbare mechanische Kopplung vorliegt, sondern lediglich mittelbar über  
10 den Untergrund, auf welchem sie sich befinden.

Um ein hervorragendes Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs sicherzustellen, ist es daher notwendig, die beiden Räder mit zumindest ähnlichen Drehzahlen, idealerweise identischen Drehzahlen, anzutreiben. Gleichzeitig sollen jedoch,  
15 insbesondere während einer Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs, unterschiedliche Drehzahlen der Räder zugelassen werden. Hierzu wird ein Differenzdrehzahlband festgelegt, welches nach unten von dem Differenzdrehzahlminimum und nach oben von dem Differenzdrehzahlmaximum begrenzt ist. Das Differenzdrehzahlmaximum stellt einen maximal zulässigen Wert für  
20 die Drehzahldifferenz und das Differenzdrehzahlminimum einen minimal zulässigen Wert für die Drehzahldifferenz dar, wobei die Drehzahldifferenz die Differenz zwischen der Drehzahl des Rads und der Drehzahl des weiteren Rads beschreibt.

25 Die vorstehend bereits erwähnte Drehzahlobergrenze wird für das Rad nun aus der Istdrehzahl des weiteren Rads und dem Differenzdrehzahlmaximum und die Drehzahlobergrenze für das weitere Rad aus der Istdrehzahl des Rads und dem Differenzdrehzahlminimum ermittelt. Beispielsweise ergibt sich die Drehzahlobergrenze für das Rad aus der Istdrehzahl des weiteren  
30 Rads zuzüglich des Differenzdrehzahlmaximums und die Drehzahlobergrenze für das weitere Rad aus der Istdrehzahl des Rads abzüglich des Differenzdrehzahlminimums, wobei das Differenzdrehzahlmaximum positiv und das Differenzdrehzahlminimum negativ ist. Mit einer derartigen Vorgehensweise wird auch für das radindividuell angetriebene Kraftfahrzeug das Ver-

halten einer Quersperre zwischen den Rädern mit hoher Genauigkeit abgebildet, sodass ein hoher Fahrkomfort und/oder eine gute Traktion beziehungsweise eine gute Fahrdynamik gewährleistet ist, insbesondere für die Ausgestaltung, gemäß welcher die Räder unterschiedlichen Radspuren zugeordnet sind und an derselben oder an unterschiedlichen Radachsen vorliegen.

Das Differenzdrehzahlminimum und das Differenzdrehzahlmaximum sind vorzugsweise voneinander verschieden, insbesondere ist das Differenzdrehzahlmaximum größer als das Differenzdrehzahlminimum. Beispielsweise können das Differenzdrehzahlmaximum und das Differenzdrehzahlminimum aus der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs ermittelt werden. Zusätzlich kann ein Lenkwinkel des Kraftfahrzeugs bei dem Ermitteln des Differenzdrehzahlmaximums und des Differenzdrehzahlminimums Verwendung finden.

Schließlich kann im Rahmen einer bevorzugten weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass zusätzlich eine Differenzdrehmomentobergrenze bestimmt wird und die Drehmomentregelung für das Rad und für das weitere Rad derart durchgeführt wird, dass die Differenz zwischen dem an dem Rad anliegenden Istdrehmoment und dem an dem weiteren Rad anliegenden weiteren Istdrehmoment kleiner oder gleich der Differenzdrehmomentobergrenze ist. Werden lediglich die Drehzahlobergrenzen für das Rad und das weitere Rad festgelegt, so könnte der Fall eintreten, dass das gesamte Vorgabegesamtdrehmoment über das Rad beziehungsweise das weitere Rad abgesetzt werden soll beziehungsweise die Differenz zwischen den an dem Rad und dem weiteren Rad eingestellten Solldrehmomenten beziehungsweise den an diesen anliegenden Istdrehmomenten ein unerwünscht großes Gierdrehmoment auf das Kraftfahrzeug bewirken. Um dies zu vermeiden, wird zusätzlich zu der Drehzahl die Differenz zwischen den Istdrehmomenten begrenzt, nämlich auf die Differenzdrehmomentobergrenze.

Es können nun folgende Fälle unterschieden werden: Tritt während des Beschleunigungsvorgangs eine Drehmomentreduktion an einem der Räder auf,

so wird das für das jeweils andere der Räder eingestellte Solldrehmoment entsprechend vergrößert. Ist keine weitere Verschiebung des Drehmoments mehr möglich, beispielsweise weil der Antrieb des jeweils anderen Rads bereits ein Istdrehmoment bereitstellt, welches einem maximal einstellbaren Drehmoment beziehungsweise dem Nenndrehmoment der jeweiligen Traktionsmaschine entspricht, so ist es beispielsweise vorgesehen, die zugelassene Differenzdrehzahl zu vergrößern, nämlich durch entsprechendes Anpassen des Differenzdrehzahlmaximums und/oder des Differenzdrehzahlminimums, bis das über das Rad und das weitere Rad absetzbare Drehmoment, also die Summe der beiden Istdrehmomente, dem Vorgabegesamtdrehmoment entspricht.

Wird beispielsweise das Drehmoment für das Rad begrenzt, so wird geprüft, ob über das weitere Rad ein höheres Drehmoment absetzbar ist. Ist dies der Fall, so wird das für das weitere Rad eingestellte Solldrehmoment vergrößert. Ist die Bedingung hingegen nicht erfüllt, so wird das Differenzdrehzahlminimum erhöht. Greift hingegen die Drehzahlregelung für das weitere Rad, so wird geprüft, ob über das Rad ein höheres Drehmoment absetzbar ist. Ist dies der Fall, so wird das für das Rad eingestellte Solldrehmoment vergrößert. Falls die Bedingung nicht zutrifft, so wird das Differenzdrehzahlmaximum erhöht.

Wird für keines der Räder eine Drehmomentreduktion durchgeführt, so wird eine eventuell vorliegende Differenz zwischen dem an dem Rad anliegenden Istdrehmoment und dem an dem weiteren Rad anliegenden weiteren Istdrehmoment vorzugsweise durch entsprechendes Einstellen der Solldrehmomente reduziert, nämlich insbesondere bis die Differenz gleich Null ist. Zusätzlich werden das Differenzdrehzahlmaximum und das Differenzdrehzahlminimum wieder auf ihre ursprünglichen Werte zurückgesetzt, sofern sie zuvor verändert beziehungsweise angepasst wurden.

Insgesamt hat die Begrenzung der Differenz zwischen den Istdrehmomenten auf die Differenzdrehmomentobergrenze die höchste Priorität, gefolgt von der Einhaltung des Drehzahlbands, welches durch das Differenzdrehzahlma-

ximum und das Differenzdrehzahlminimum begrenzt ist. Geringere Priorität weist die Drehzahlbegrenzung der einzelnen Räder beziehungsweise der einzelnen Traktionsmaschinen und die geringste Priorität das Einstellen des Istdrehmoments auf das vorgegebene Soll Drehmoment auf. Während einer

5 Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs kann es vorgesehen sein, Drehmoment gezielt an ein Kurvenäußeres der Räder zu verschieben, damit das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs verbessert wird.

Im Rahmen dieser Beschreibung sind unter anderem eine absolute Drehzahlbegrenzung und die Einhaltung einer Differenzdrehzahl erwähnt. Die absolute Drehzahlbegrenzung wird beispielsweise für Räder unterschiedlicher Radachsen durchgeführt, nämlich derart, dass Drehmoment von dem Rad zu dem weiteren Rad oder umgekehrt verschoben wird. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Räder derselben Radachse zugeordnet sind

10 und dennoch das Drehmoment zwischen ihnen verschoben wird. Die Einhaltung der Differenzdrehzahl kann zwischen den Rädern derselben Radachse oder Rädern unterschiedlicher Radachsen erfolgen. Die Prinzipien der absoluten Drehzahlbegrenzung und der Einhaltung der Differenzdrehzahl können separat angewandt, aber auch beliebig miteinander kombiniert werden. Dies

15 gilt insbesondere für Räder derselben Radachse und unterschiedlichen Fahrspuren einerseits sowie für Räder unterschiedlicher Radachsen und derselben Fahrspur andererseits.

Für Räder unterschiedlicher Radachsen und derselben Fahrspur können folgende Vorgehensweisen vorgesehen sein. Einerseits kann die Differenzdrehzahlbegrenzung realisiert sein, sodass bei sehr niedriger Differenzdrehzahl zwischen den Rädern der Radachsen das Moment schnell umverteilt wird, damit die Drehzahlen beider Achsen möglichst synchron hochlaufen. Andererseits kann im Rahmen der absoluten Drehzahlbegrenzung vorgesehen

25 sein, dass es eine absolute Maximaldrehzahl gibt, weil die Achsen nicht unendlich hochdrehen sollen, um die Räder in dem optimalen Schlupfbereich zu halten. Eine Kombination dieser Maßnahmen hat den Effekt, dass die Räder der Radachsen mit möglichst synchroner Drehzahl bis zum traktionsop-

30

timalen Schlupf hochdrehen. Dann greift die absolute Drehzahlbegrenzung und die Achsen drehen nicht weiter hoch.

Für Räder derselben Radachse, die unterschiedlichen Fahrspuren zugeordnet sind, können folgende Vorgehensweisen vorgesehen sein: Einerseits  
5 kann die Differenzdrehzahlbegrenzung realisiert sein, sodass bei sehr niedriger Differenzdrehzahl zwischen den Rädern das Moment schnell umverteilt wird, damit die Drehzahlen beider Räder möglichst synchron hochlaufen. In die vorgegebene Differenzdrehzahl kann der Kurvenradius mit eingehen,  
10 damit ein Verspannen verhindert wird. Hierdurch wird eine sehr gute Fahrdynamik erzielt. In anderen Worten wird dem Rad und dem weiteren Rad eine Differenzdrehzahl aufgezwungen, sodass diese gezielt in unterschiedlichen Schlupfbereichen betrieben werden können. Andererseits kann im Rahmen der absoluten Drehzahlbegrenzung vorgesehen sein, dass eine absolute  
15 Maximaldrehzahl vorgegeben wird, weil die Räder nicht unendlich hochdrehen sollen, um die Räder in dem optimalen Schlupfbereich zu halten. Aus diesen Maßnahmen ergibt sich der Effekt, dass beide Räder mit möglichst synchroner Drehzahl bis zum traktionsoptimalen Schlupf hochdrehen. Dann greift die absolute Drehzahlbegrenzung und die Räder drehen nicht weiter  
20 hoch.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung, mit einer Antriebseinrichtung, die zumindest eine elektrische Traktionsmaschine aufweist, wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an einem Rad des Kraftfahrzeugs an einem Steuergerät der Traktionsmaschine ein Solldrehmoment einstellbar und mittels des Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines von der Traktionsmaschine erzeugten Istdrehmoments durchführbar ist.

30

Dabei ist vorgesehen, dass das Kraftfahrzeug dazu ausgebildet ist, an dem Steuergerät zusätzlich einen Drehzahlsollbereich einzustellen und bei Vorliegen einer Istdrehzahl des Rads in dem Drehzahlsollbereich das Istdrehmoment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Solldrehmoment zu regeln

und bei Vorliegen der Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs die Drehmomentregelung derart durchzuführen, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verändert.

- 5 Auf die Vorteile einer derartigen Vorgehensweise beziehungsweise einer derartigen Ausgestaltung des Kraftfahrzeugs wurde bereits hingewiesen. Sowohl das Kraftfahrzeug als auch das Verfahren zu seinem Betreiben können gemäß den Ausführungen im Rahmen dieser Beschreibung weitergebildet sein, sodass insoweit auf dies verwiesen wird.

10

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, ohne dass eine Beschränkung der Erfindung erfolgt. Dabei zeigt die einzige

- 15 Figur eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit zwei Radachsen.

Die Figur zeigt eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs 1, welches eine erste Radachse 2 mit Rädern 3 und 4 sowie eine zweite Radachse  
20 5 mit Rädern 6 und 7 aufweist. Die erste Radachse 2 ist beispielsweise eine Vorderachse und die zweite Radachse 5 eine Hinterachse des Kraftfahrzeugs 1. Entsprechend sind die Räder 3 und 4 Vorderräder und die Räder 6 und 7 Hinterräder des Kraftfahrzeugs 1. Die Räder 3 und 6 sind einer ersten Fahrspur und die Räder 4 und 7 einer zweiten Fahrspur zugeordnet. Das  
25 bedeutet, dass die Räder 3 und 6 auf einer ersten Seite und die Räder 4 und 7 auf einer zweiten Seite des Kraftfahrzeugs 1 in lateraler Richtung angeordnet sind. Die Räder 3, 4, 6 und 7 sind mittels Traktionsmaschinen 8, 9, 10 und 11 antreibbar, wobei jeder der Traktionsmaschinen 8, 9, 10 und 11 ein hier nicht dargestelltes Steuergerät zugeordnet ist. Das Steuergerät jeder der  
30 Traktionsmaschinen 8, 9, 10 und 11 ist an ein Zentralsteuergerät 12 angeschlossen.

Mithilfe des Zentralsteuergeräts 12 und der Steuergeräte der Traktionsmaschinen 8, 9, 10 und 11 können unterschiedliche Drehmomentverteilungen

auf die Räder 3, 4, 6 und 7 eingestellt werden. Beispielsweise ist es für jedes der Räder 3, 4, 6 und 7 separat vorgesehen, dass an dem Steuergerät der jeweiligen Traktionsmaschine 8, 9, 10 und 11 ein Solldrehmoment eingestellt und mittels des Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines von der Traktionsmaschine 8, 9, 10 und 11 erzeugten Istdrehmoments durchzuführen. Zusätzlich wird an dem Steuergerät ein Drehzahlsollbereich eingestellt und bei Vorliegen einer Istdrehzahl des Rads 3, 4, 6 beziehungsweise 7 in dem Drehzahlsollbereich das Istdrehmoment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Solldrehmoment geregelt.

10

Ist hingegen die Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs, so wird die Drehmomentregelung derart durchgeführt, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verändert. Es kann vorgesehen sein, dass die Drehmomentverteilung zwischen einem aus den Rädern 3, 4, 6 und 7 ausgewählten Rad und einem ebenfalls aus diesen Rädern ausgewählten weiteren Rad durchgeführt wird. Beispielsweise ist das Rad eines der Räder 3, 4 der ersten Radachse 2 und das weitere Rad eines der Räder 6 und 7 der zweiten Radachse 5 oder umgekehrt. Ebenso kann es sein, dass das Rad eines der Räder 8 und 10 und das weitere Rad eines der Räder 9 und 11 ist, wobei das Rad und das weitere Rad derselben Radsachse, also beispielsweise der ersten Radachse 2 oder der zweiten Radachse 5, zugeordnet sind.

20

Mit der im Rahmen dieser Beschreibung vorgestellten Vorgehensweise lässt sich ein äußerst gutes Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs 1 realisieren, bei welchem insbesondere das an den Rädern 3, 4, 6 und 7 anliegende Drehmoment jeweils dem maximal absetzbaren Drehmoment an dem entsprechenden der Räder 3, 4, 6 und 7 entspricht. Somit wird im Falle eines Bremsvorgangs des Kraftfahrzeugs 1 eine rasche Verzögerung und im Falle eines Beschleunigungsvorgangs eine rasche Beschleunigung erzielt.

25

30

## PATENTANSPRÜCHE:

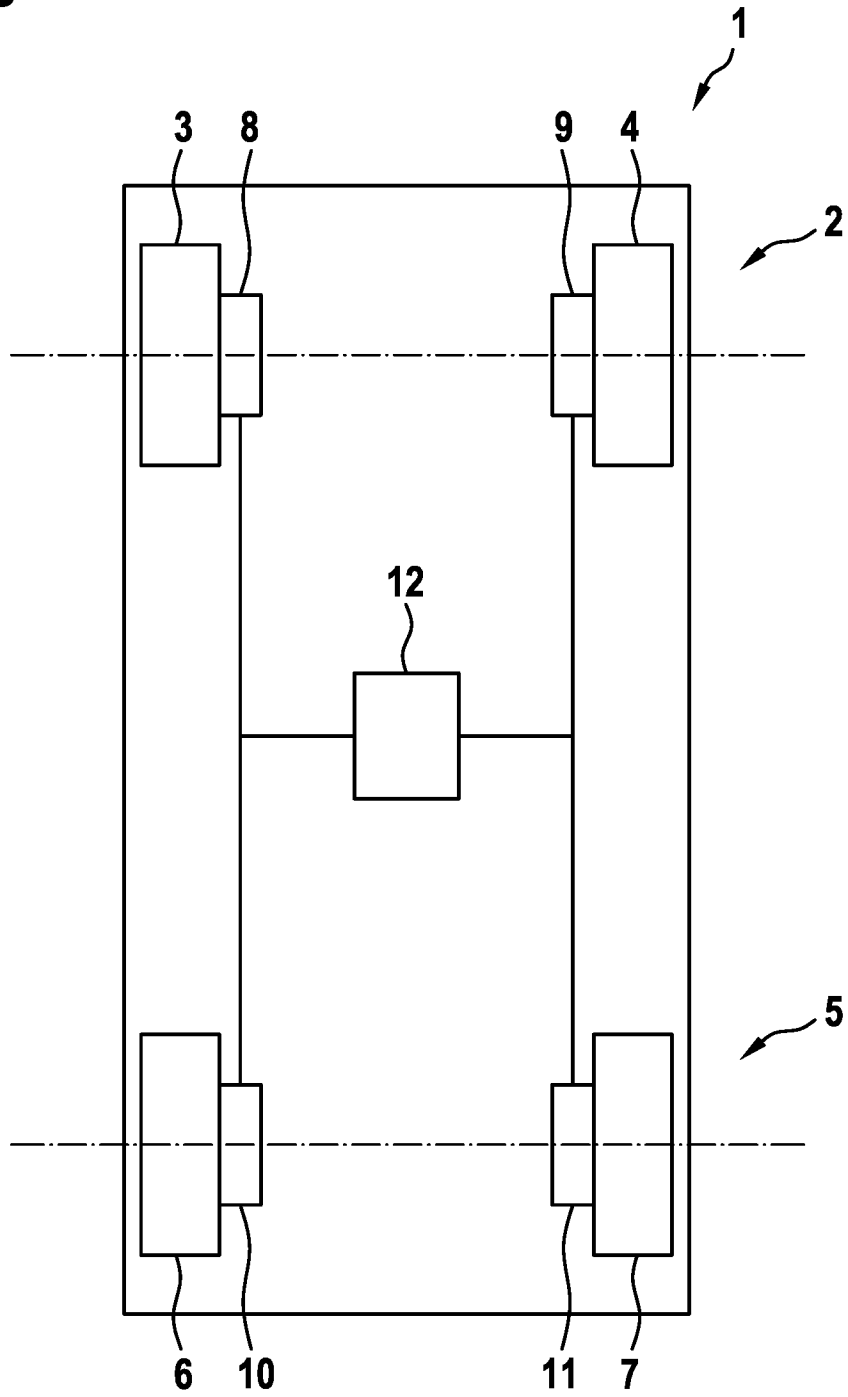
1. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (1), mit einer Antriebs-  
einrichtung, die zumindest eine elektrische Traktionsmaschine  
5 (8,9,10,11) aufweist, wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an  
einem Rad (3,4,6,7) des Kraftfahrzeugs (1) an einem Steuergerät der  
Traktionsmaschine (8,9,10,11) ein Solldrehmoment eingestellt und mit-  
tels des Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines  
10 von der Traktionsmaschine (8,9,10,11) erzeugten Istdrehmoments  
durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Steuergerät  
zusätzlich ein Drehzahlsollbereich eingestellt und bei Vorliegen einer  
Istdrehzahl des Rads (3,4,6,7) in dem Drehzahlsollbereich das Istdreh-  
moment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Solldrehmoment  
15 geregelt wird und bei Vorliegen der Istdrehzahl außerhalb des Dreh-  
zahlsollbereichs die Drehmomentregelung derart durchgeführt wird,  
dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verän-  
dert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dreh-  
zahlsollbereich nach unten von einer Drehzahluntergrenze und/oder  
20 nach oben von einer Drehzahlobergrenze begrenzt ist, die anhand einer  
Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs (1) und einem Schlupfoptimum  
des Rads (3,4,6,7) ermittelt werden/wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-  
kennzeichnet**, dass bei einem Bremsvorgang des Kraftfahrzeugs (1)  
ein erster Teil eines an dem Rad (3,4,6,7) anliegenden Bremsdrehmo-  
ments mittels einer Betriebsbremse und ein zweiter Teil mittels der  
Traktionsmaschine (8,9,10,11) erzeugt wird, wobei der erste Teil kleiner  
30 gewählt wird als ein in dem Schlupfoptimum über das Rad (3,4,6,7) ab-  
setzbares Drehmoment.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-  
kennzeichnet**, dass bei dem Bremsvorgang der zweite Teil des

- 5 Bremsdrehmoments schneller aufgebaut wird als der erste Teil, wobei  
der zweite Teil des Bremsdrehmoments vergrößert wird, bis die Summe  
aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil einem Sollbremsdrehmoment  
entspricht, und wobei nach dem Erreichen des Sollbremsdrehmoments  
5 durch die Summe aus dem ersten Teil und dem zweiten Teil der erste  
Teil bei dem Sollbremsdrehmoment entsprechender Summe weiter  
vergrößert wird.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-  
kennzeichnet**, dass bei einem Beschleunigungsvorgang des Kraftfahr-  
zeugs (1) bei Überschreiten der Drehzahlobergrenze durch die Istdreh-  
zahl des Rads (3,4,6,7) das Istdrehmoment reduziert wird, bis die Ist-  
drehzahl kleiner oder gleich der Drehzahlobergrenze ist, und das redu-  
zierte Istdrehmoment oder die Differenz zwischen dem Solldrehmoment  
15 und dem reduzierten Istdrehmoment nach oder während des Reduzie-  
rens an ein weiteres Steuergerät übermittelt wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-  
kennzeichnet**, dass das Rad (3,4,6,7) einer ersten Radachse (2,5) und  
ein weiteres Rad (3,4,6,7) des Kraftfahrzeugs (1) einer von der ersten  
Radachse (2,5) verschiedenen zweiten Radachse (5,2) zugeordnet sind,  
wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an dem weiteren Rad  
(3,5,6,7) an einem weiteren Steuergerät einer weiteren Traktionsma-  
schine (8,9,10,11) ein weiteres Solldrehmoment eingestellt und mittels  
25 des weiteren Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen  
eines von der weiteren Traktionsmaschine (8,9,10,11) erzeugten weite-  
ren Istdrehmoments durchgeführt wird, wobei dem weiteren Solldreh-  
moment die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem redu-  
zierten Istdrehmoment zugeschlagen wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch ge-  
kennzeichnet**, dass ein Zentralsteuergerät (12) ein Vorgabegesamt-  
drehmoment in ein erstes Vorgabedrehmoment und ein zweites Vorga-  
bedrehmoment aufteilt, wobei das Solldrehmoment gleich dem ersten

- Vorgabedrehmoment und das weitere Solldrehmoment gleich dem zweiten Vorgabedrehmoment gesetzt und anschließend das Solldrehmoment an dem Steuergerät und das weitere Solldrehmoment an dem weiteren Steuergerät eingestellt werden, wobei vor dem Einstellen dem weiteren Solldrehmoment die Differenz zwischen dem Solldrehmoment und dem reduzierten Istdrehmoment zugeschlagen wird.
- 5
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rad (3,4,6,7) und das weitere Rad (3,4,6,7) derselben der Radachsen (2,5) und unterschiedlichen Radspuren zugeordnet oder unterschiedlichen der Radachsen (2,5) und derselben Radspur zugeordnet sind, wobei ein Differenzdrehzahlmaximum und ein Differenzdrehzahlminimum für eine Drehzahldifferenz zwischen der Drehzahl des Rads (3,4,6,7) und der Drehzahl des weiteren Rads (3,4,6,7) ermittelt werden und die Drehzahlobergrenze für das Rad (3,4,6,7) aus der Istdrehzahl des weiteren Rads (3,4,6,7) und dem Differenzdrehzahlmaximum und die Drehzahlobergrenze für das weitere Rad (3,4,6,7) aus der Istdrehzahl des Rads (3,4,6,7) und dem Differenzdrehzahlminimum ermittelt wird.
- 10
- 15
- 20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich eine Differenzdrehmomentobergrenze bestimmt wird und die Drehmomentregelung für das Rad (3,4,6,7) und für das weitere Rad (3,4,6,7) derart durchgeführt wird, dass die Differenz zwischen dem an dem Rad (3,4,6,7) anliegenden Istdrehmoment und dem an dem weiteren Rad (3,4,6,7) anliegenden weiteren Istdrehmoment kleiner oder gleich der Differenzdrehmomentobergrenze ist.
- 25
10. Kraftfahrzeug (1), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Antriebseinrichtung, die zumindest eine elektrische Traktionsmaschine (8,9,10,11) aufweist, wobei zum Bereitstellen eines Drehmoments an einem Rad (3,4,6,7) des Kraftfahrzeugs (1) an einem Steuergerät der Traktionsmaschine (8,9,10,11) ein Solldrehmoment einstellbar und mit-
- 30

tels des Steuergeräts eine Drehmomentregelung zum Einstellen eines von der Traktionsmaschine (8,9,10,11) erzeugten Istdrehmoments durchführbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kraftfahrzeug (1) ausgebildet, an dem Steuergerät zusätzlich einen Drehzahlsollbereich einzustellen und bei Vorliegen einer Istdrehzahl des Rads (3,4,6,7) in dem Drehzahlsollbereich das Istdrehmoment im Zuge der Drehmomentregelung auf das Solldrehmoment zu regeln und bei Vorliegen der Istdrehzahl außerhalb des Drehzahlsollbereichs die Drehmomentregelung derart durchzuführen, dass sich die Istdrehzahl in Richtung des Drehzahlsollbereichs verändert.

Fig.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/068566**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B60T 8/175</i> (2006.01)i; <i>B60T 8/1766</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60T  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013041311 A1 (SIEMENS AG [DE]; LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE] ET AL.) 28 March 2013 (2013-03-28)	1-4,10
Y	page 5, line 15 - page 6, line 25 page 9, line 8 - line 35 claim 1 figures 1,2	5-9
X	US 5511866 A (TERADA MICHITAKA [JP] ET AL) 30 April 1996 (1996-04-30)	1,2,10
Y	claims 1,2 figures 1-5	3-7
X	DE 4225683 A1 (PFEIFFER RUDOLF DR ING [DE]; BUSCHER MICHAEL DIPL ING [DE] ET AL.) 10 February 1994 (1994-02-10)	1,10
	abstract claim 1	
Y	US 2018154777 A1 (HALL THOMAS JACKSON [US] ET AL) 07 June 2018 (2018-06-07)	3,4
	paragraph [0053]	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>17 September 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>27 September 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Colonna, Massimo</b>  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/068566**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	DE 102016223186 A1 (AUDI AG [DE]) 24 May 2018 (2018-05-24) paragraph [0016] - paragraph [0018] paragraphs [0030], [0031]	5-7 8
Y	DE 10050173 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 April 2001 (2001-04-19) paragraphs [0001], [0064], [0080]	8
Y	WO 2018028854 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 February 2018 (2018-02-15) claims 1,3,7	9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2019/068566**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2013041311	A1	28 March 2013	CN	103987595	A	13 August 2014
				EP	2623382	A1	07 August 2013
				EP	3345797	A1	11 July 2018
				JP	5869679	B2	24 February 2016
				JP	2014534793	A	18 December 2014
				KR	20140075745	A	19 June 2014
				US	2015039166	A1	05 February 2015
				WO	2013041311	A1	28 March 2013
US	5511866	A	30 April 1996	JP	3430555	B2	28 July 2003
				JP	H06351104	A	22 December 1994
				US	5511866	A	30 April 1996
DE	4225683	A1	10 February 1994	NONE			
US	2018154777	A1	07 June 2018	NONE			
DE	102016223186	A1	24 May 2018	CN	109982887	A	05 July 2019
				DE	102016223186	A1	24 May 2018
				EP	3544849	A1	02 October 2019
				WO	2018095950	A1	31 May 2018
DE	10050173	A1	19 April 2001	AU	761242	B2	29 May 2003
				DE	10050173	A1	19 April 2001
				EP	1135273	A1	26 September 2001
				JP	4845312	B2	28 December 2011
				JP	2003511301	A	25 March 2003
				US	6584398	B1	24 June 2003
				WO	0126925	A1	19 April 2001
WO	2018028854	A1	15 February 2018	DE	102016214925	A1	15 February 2018
				EP	3496970	A1	19 June 2019
				WO	2018028854	A1	15 February 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. B60T8/175 B60T8/1766  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 B60T

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/041311 A1 (SIEMENS AG [DE]; LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE] ET AL.) 28. März 2013 (2013-03-28)	1-4,10
Y	Seite 5, Zeile 15 - Seite 6, Zeile 25 Seite 9, Zeile 8 - Zeile 35 Anspruch 1 Abbildungen 1,2	5-9
	-----	
X	US 5 511 866 A (TERADA MICHITAKA [JP] ET AL) 30. April 1996 (1996-04-30)	1,2,10
Y	Ansprüche 1,2 Abbildungen 1-5	3-7
	-----	
X	DE 42 25 683 A1 (PFEIFFER RUDOLF DR ING [DE]; BUSCHER MICHAEL DIPL ING [DE] ET AL.) 10. Februar 1994 (1994-02-10) Zusammenfassung Anspruch 1	1,10
	-----	
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. September 2019

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/09/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, Massimo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2018/154777 A1 (HALL THOMAS JACKSON [US] ET AL) 7. Juni 2018 (2018-06-07) Absatz [0053] -----	3,4
Y	DE 10 2016 223186 A1 (AUDI AG [DE]) 24. Mai 2018 (2018-05-24)	5-7
A	Absatz [0016] - Absatz [0018] Absätze [0030], [0031] -----	8
Y	DE 100 50 173 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. April 2001 (2001-04-19) Absätze [0001], [0064], [0080] -----	8
Y	WO 2018/028854 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. Februar 2018 (2018-02-15) Ansprüche 1,3,7 -----	9

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/068566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013041311 A1	28-03-2013	CN 103987595 A	13-08-2014
		EP 2623382 A1	07-08-2013
		EP 3345797 A1	11-07-2018
		JP 5869679 B2	24-02-2016
		JP 2014534793 A	18-12-2014
		KR 20140075745 A	19-06-2014
		US 2015039166 A1	05-02-2015
		WO 2013041311 A1	28-03-2013
US 5511866 A	30-04-1996	JP 3430555 B2	28-07-2003
		JP H06351104 A	22-12-1994
		US 5511866 A	30-04-1996
DE 4225683 A1	10-02-1994	KEINE	
US 2018154777 A1	07-06-2018	KEINE	
DE 102016223186 A1	24-05-2018	CN 109982887 A	05-07-2019
		DE 102016223186 A1	24-05-2018
		EP 3544849 A1	02-10-2019
		WO 2018095950 A1	31-05-2018
DE 10050173 A1	19-04-2001	AU 761242 B2	29-05-2003
		DE 10050173 A1	19-04-2001
		EP 1135273 A1	26-09-2001
		JP 4845312 B2	28-12-2011
		JP 2003511301 A	25-03-2003
		US 6584398 B1	24-06-2003
		WO 0126925 A1	19-04-2001
WO 2018028854 A1	15-02-2018	DE 102016214925 A1	15-02-2018
		EP 3496970 A1	19-06-2019
		WO 2018028854 A1	15-02-2018