

(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
24. September 2009 (24.09.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/115145 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 8/1766 (2006.01) **B60T 8/88** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/066181
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. November 2008 (26.11.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 000 764.1 19. März 2008 (19.03.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STRENGERT, Stefan** [DE/DE]; Alosenweg 35, 70329 Stuttgart (DE). **BLES-SING, Peter** [DE/DE]; Burgundenstr. 95, 74078 Heilbronn (DE). **HARTER, Werner** [DE/DE]; Hummelberg 4, 75428 Illingen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht: — mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AND COMPENSATING FOR FAILURES OF A BRAKE ACTUATOR SYSTEM OF A DECENTRALIZED ELECTRIC BRAKE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BEHERRSCHUNG UND KOMPENSATION VON AUSFÄLLEN EINER BREMSAKTUATORIK EINES DEZENTRALEN ELEKTRISCHEN BREMSYSTEMS

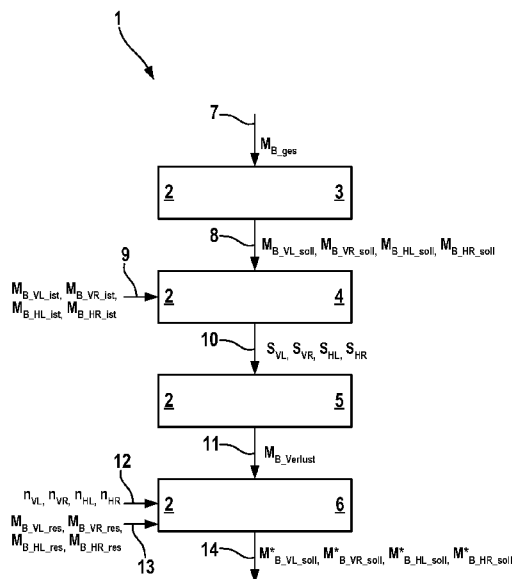


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for braking a motor vehicle, comprising a decentralized electric brake system having brake actuators, which are associated with the wheels of the motor vehicle and which, after a distribution of a total brake torque request M_{B_ges} , independently of each other generate a portion of the requested total brake torque that is provided for by the distribution, wherein in the event of at least one faulty brake actuator said actuator generates no portion of the requested total brake torque, or restricts the portion generated. It is provided that the brake torque $M_{B_Verlust}$ of the faulty brake actuator missing from the requested total brake torque is at least partially or completely remedied by a redistribution of the total brake torque request M_{B_ges} to the remaining functional brake actuator/brake actuators. Furthermore, the invention relates to a corresponding device.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bremsen eines Kraftfahrzeugs mit einem dezentralen elektrischen Bremssystem, das Bremsaktuatoren aufweist, die den Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind und die nach einer Verteilung einer Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} unabhängig voneinander einen durch die Verteilung vorgesehenen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugen, wobei im Falle mindestens eines fehlerhaften Bremsaktuators dieser keinen oder nur eingeschränkt seinen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugt. Es ist vorgesehen, dass das zum angeforderten Gesamtbremsmoment fehlende Bremsmoment $M_{B_verlust}$ des fehlerhaften Bremsaktuators durch Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} auf den oder die verbleibenden funktionsfähigen Bremsaktor/Bremsaktuatoren zumindest teilweise oder vollständig aufgehoben wird. Ferner betrifft die Erfindung eine entsprechende Vorrichtung.

Verfahren und Vorrichtung zur Beherrschung und Kompensation von Ausfällen einer Bremsaktorik eines dezentralen elektrischen Bremssystems

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bremsen eines Kraftfahrzeugs mit einem dezentralen elektrischen Bremssystem, das Bremsaktuatoren aufweist, die den Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind und die nach einer Verteilung einer Gesamtbremsmomentenanforderung unabhängig voneinander einen durch die Verteilung vorgesehenen Teil des angeforderten Bremsmoments erzeugen, wobei im Falle mindestens eines fehlerhaften Bremsaktuators dieser kein oder nur eingeschränkt seinen Teil des angeforderten Bremsmoments erzeugt.

Stand der Technik

Dezentrale elektrische Bremssysteme – Brake-by-Wire-Systeme – sind Bremssysteme in Kraftfahrzeugen, bei denen keine mechanische Wechselwirkung zwischen einem Bedienelement und mindestens einem Bremsaktor besteht, sondern sowohl die Energie- als auch die Informationsübertragung rein elektrisch beziehungsweise elektronisch erfolgt. Derartige Systeme wurden bisher sowohl in Prototypenfahrzeugen als auch vereinzelt schon in Serienfahrzeugen als elektromechanische, elektrohydraulische oder selbstverstärkende, mechatronische Bremssysteme realisiert. Ein Merkmal solcher Bremssysteme ist, dass die Bremswirkung an jedem Rad eines Fahrzeugs individuell eingestellt werden kann. Bei hydraulischen oder pneumatischen Bremssystemen dagegen werden typischerweise mindestens zwei Bremsaktuatoren miteinander zusammengeschaltet und damit auch deren jeweilige Bremswirkung. Ein Fehler in einem derartigen Bremssystem wirkt sich somit meist auf zwei Bremsaktuatoren aus. Typischerweise wird die Zusammenschaltung so gewählt, dass sich zwei Bremsaktuatoren diagonal am Fahrzeug gegenüberliegen. Auf

diese Weise soll ein aus dem Fehler eines Bremsaktuators resultierendes Ungleichgewicht der wirkenden Bremskräfte bezogen auf die Fahrzeugseiten reduziert werden und ein beim Bremsen entstehendes Giermoment am Fahrzeug eine Obergrenze nicht überschreiten. Nachteilig dabei ist jedoch, dass

5 die erzielbare Verzögerung reduziert und damit der Bremsweg verlängert wird. Die bisherige Strategie bei einem Fehler eines Bremsaktuators in einem Brake-by-Wire-System ist mit der Strategie vergleichbar, die bei hydraulischen oder pneumatischen Bremssystemen angewandt wird. Bei Ausfall eines Bremsaktuators wird der Bremsaktor auf der diagonal gegenüberliegenden

10 Fahrzeugseite ebenfalls abgeschaltet und/oder in seiner Bremswirkung deutlich eingeschränkt, aber in diesem Fall reduziert sich die erzielbare Verzögerung und es verlängert sich der Bremsweg.

Offenbarung der Erfindung

15 Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass das zum angeforderten Gesamtbremsmoment fehlende Bremsmoment des fehlerhaften Bremsaktuators durch Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung auf den oder die verbleibenden funktionsfähigen

20 Bremsaktor/Bremsaktoren zumindest teilweise oder vollständig aufgehoben wird. Derartige dezentrale elektrische Bremssysteme auf elektromechanischer, elektrohydraulischer und/oder selbstverstärkender mechatronischer Basis – Brake-by-Wire-Systeme – ermöglichen es, das angeforderte Gesamtbremsmoment dynamisch auf die einzelnen

25 Bremsaktoren zu verteilen. Somit ergibt sich das Gesamtbremsmoment aus der Summe der von den einzelnen Bremsaktoren aufgebrachten Bremsmomenten. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, einen Ausfall eines oder mehrerer Bremsaktoren in einem Brake-by-Wire-System entgegenzuwirken und die Auswirkungen auf das Fahrzeugverhalten teilweise

30 oder vollständig zu kompensieren. Insbesondere die deutliche Verlängerung des Bremswegs, wie sie im Stand der Technik vorliegt, wird reduziert.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Gesamtbremsmomentenanforderung von einem Fahrer und/oder von einem

35 Steuergerät vorgegeben wird. Typischerweise wird die

Gesamtbremsmomentenanforderung von einem Fahrer des Fahrzeugs, beispielsweise durch Betätigen eines Bremspedals, vorgegeben. Durch den Einsatz eines Steuergeräts können Fahrassistenzsysteme eingesetzt werden, die die Gesamtbremsmomentenanforderung des Fahrers gemäß vorgegebener
5 Richtlinien abändern oder vollständig unabhängig vom Fahrer vorgeben.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das fehlende Bremsmoment durch einen Soll-Ist-Wertvergleich ermittelt wird. Es wird ein Bremsmomentenverlust bestimmt, indem ermittelte Bremsmomente – Istwerte –
10 einzelner Bremsaktuatoren mit einer nominalen Bremsmomentenverteilung verglichen werden, die als Sollwert dienen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung anhand von mindestens einem
15 Bremsmomentenpotential von mindestens einem funktionsfähigen Bremsaktor und/oder anhand des fehlenden Bremsmoments erfolgt. Das Bremsmomentenpotential beschreibt das maximale zusätzlich erzeugbare Bremsmoment eines funktionsfähigen Bremsaktuators zum aktuellen Zeitpunkt und somit eine Stellgrößenbeschränkung. Die Kenntnis dieser radindividuellen
20 Bremsmomentenreserven erlaubt die Neuverteilung des geforderten Gesamtbremsmoments unter Berücksichtigung der Stellgrößenbeschränkung und damit eine optimale und realistische Umsetzung der Bremsmomenten-Anforderung durch die verbleibenden, funktionsfähigen Bremsaktuatoren.

25 Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Bremsmomentenpotential mittels einer Raddrehzahl, fahrzeugspezifischen Parametern und/oder einer kritischen Schlupfgrenze der Räder ermittelt wird. Die Bestimmung des Bremsmomentenpotentials ausschließlich aus fahrzeugspezifischen Parametern, wie beispielsweise der Fahrzeugmasse und
30 dem maximalen Bremsdruck, kann dadurch optimiert werden, dass als zusätzliche Parameter die Raddrehzahl und/oder die kritische Schlupfgrenze berücksichtigt werden. Dabei stellt die kritische Schlupfgrenze diejenige Grenze dar, bei der ein Rad bezüglich einer Fahrbahnoberfläche von einem Rollen in ein Gleiten übergeht. Die Raddrehzahl kann beispielsweise in der Art berücksichtigt
35 werden, dass eine zu niedrige Raddrehzahl gegenüber der tatsächlichen

Fahrzeuggeschwindigkeit ebenfalls als ein teilweises oder vollständiges Gleiten des Rades gegenüber der Fahrbahnoberfläche interpretiert wird. Da ein Gleiten der Räder aus Sicherheitsgründen unerwünscht ist, dient die Berücksichtigung der Raddrehzahl und/oder der kritischen Schlupfgrenze einer erhöhten

- 5 Sicherheit bei einem Bremsvorgang des Fahrzeugs, die insbesondere dann verstärkt betrachtet werden muss, wenn bereits ein Fehler in einem sicherheitsrelevanten System wie dem Bremssystem vorliegt. Die Kenntnis dieser radindividuellen Bremsmomentenreserven erlaubt die Neuverteilung des geforderten Gesamtbremsmoments und damit die optimale Umsetzung der
- 10 Gesamtbremsmomentenanforderung, insbesondere unter sicherheitstechnischen Aspekten, mit den verbleibenden, funktionsfähigen Bremsaktuatoren.

- Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei der
- 15 Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung ein Giermoment um die Hochachse des Kraftfahrzeugs zumindest teilweise oder vollständig verhindert wird. Bei Ausfall eines Bremsaktuators auf einer Seite des Fahrzeugs entsteht eine Asymmetrie in der Kräfteverteilung bezüglich des Gesamtfahrzeugs. So wirkt auf der Seite des Kraftfahrzeugs auf der die Bremsaktuatoren vollständig
- 20 funktionsfähig sind eine höhere Kraft als auf der Seite auf der die Bremsaktuatoren teilweise oder gar nicht funktionstüchtig sind. Durch dieses Kräfteungleichgewicht entsteht ein Giermoment für das gesamte Fahrzeug, also ein Drehmoment, welches um eine Hochachse des Kraftfahrzeugs wirkt. Damit wird das Kraftfahrzeug bei einem derartigen Bremsvorgang zu der Seite
- 25 hingedreht, auf der die Bremsaktuatoren noch funktionsfähig sind. Um den Fahrer nicht mit einem derartigen Giermoment zu überraschen und damit eine spontane Fehlreaktion des Fahrers zu provozieren, ist es vorteilhaft, derartige Giermomente möglichst vollständig zu verhindern, aber auch eine nur teilweise Verhinderung des Giermoments stellt bereits eine deutliche Verbesserung aus
- 30 sicherheitstechnischer Sicht dar.

- Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei einem Giermoment, das nicht vollständig verhindert wird, die Gesamtbremsmomentenanforderung zunächst reduziert wird, um durch die
- 35 Neuverteilung das Giermoment nur langsam zuzulassen. Es ist vorteilhaft, wenn

im Falle eines nicht vollständig kompensierbaren Giermoments zunächst die Gesamtbremsmomentenanforderung auf ein Maß reduziert wird, soweit dies aus sicherheitstechnischer Sicht zulässig ist, bei dem das Giermoment vollständig kompensiert werden kann. Ausgehend von diesem reduzierten

5 Gesamtbremsmoment wird das geforderte Gesamtbremsmoment allmählich aufgebaut, um auf diese Weise einen stabilen, beherrschbaren Zustand des Kraftfahrzeugs beizubehalten und eine spontane Fehlreaktion des Fahrers zu verhindern.

10 Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Verfahren in einem Kraftfahrzeug mit einem automatisierten Lenksystem verwendet wird, insbesondere einem elektrischen, hydraulischen und/oder pneumatischen Lenksystem, das selbsttätig nach entsprechender Vorgabe einen Lenkwinkel einstellt.

15

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Giermoment zumindest teilweise oder vollständig durch einen Lenkeingriff, insbesondere automatischen Lenkeingriff, des automatisierten Lenksystems ausgeglichen wird. Steht ein derartiges Lenksystem zur Verfügung, so ist es vorteilhaft,

20 insbesondere wenn ein Giermoment durch die Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung nicht mehr ausgeglichen werden kann, dieses durch einen Lenkeingriff des Lenksystems auszugleichen. Auch ist es denkbar, bei einer benötigten sehr starken Verzögerung zunächst ein starkes Giermoment durch Asymmetrien in der Bremsmomentenverteilung zuzulassen, um diese durch einen Lenkeingriff zu kompensieren, wodurch der gesamte Bremsweg erheblich verkürzt wird.

Bremsvorrichtung mit einem dezentralen elektrischen Bremssystem, insbesondere zur Durchführung des vorherigen Verfahrens, wobei das

30 Bremssystem eine Steuereinrichtung und Bremsaktuatoren aufweist, die den Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind und die nach einer durch die Steuereinrichtung verteilten Gesamtbremsmomentenanforderung unabhängig voneinander einen durch die Verteilung vorgesehenen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugen, wobei im Falle mindestens eines fehlerhaften
35 Bremsaktuators dieser keinen oder nur eingeschränkt seinen Teil des

angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugt. Es ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung eine Gesamtbremsmomentenneuverteilungseinrichtung aufweist, die das zum angeforderten Gesamtbremsmoment fehlende Bremsmoment des fehlerhaften Bremsaktuators durch Neuverteilung der
5 Gesamtbremsmomentenanforderung auf den oder die verbleibenden funktionsfähigen Bremsaktor/Bremsaktuatoren zumindest teilweise oder vollständig aufhebt.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der
10 Bremsvorrichtung ein automatisiertes Lenksystem zugeordnet ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Zeichnungen veranschaulichen die Erfindung anhand von
15 Ausführungsbeispielen, und zwar zeigt:

- Figur 1 einen allgemeinen Verlauf eines Verfahrens zur Beherrschung und Kompensation von Ausfällen einer Bremsaktorik,
- 20 Figur 2 einen detaillierten Verlauf des Verfahrens bei Ausfall eines einzelnen Bremsaktuators,
- Figur 3 einen detaillierten Verlauf des Verfahrens bei Ausfall zweier Bremsaktuatoren,
- 25 Figur 4 eine Systemtopologievariante zur Realisierung des Verfahrens,
- Figur 5 eine weitere alternative Systemtopologievariante,
- 30 Figur 6 eine weitere alternative Systemtopologievariante,
- Figur 7 eine weitere alternative Systemtopologievariante und
- Figur 8 eine weitere alternative Systemtopologievariante.

Ausführungsform(en) der Erfindung

Die Figur 1 zeigt eine allgemeine Vorgehensweise des erfindungsgemäßen Verfahrens 1 zur Beherrschung und Kompensation von Ausfällen einer Bremsaktorik eines dezentralen elektrischen Bremssystems. Das Verfahren 1 besteht aus vier Verfahrensschritten 2, die sequenziell ablaufen und wird anhand des Beispiels eines nicht dargestellten dezentralen elektrischen Bremssystems mit vier Bremsaktuatoren für vier Räder eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Die einzelnen Räder und die entsprechend zugeordneten Bremsaktuatoren werden anhand ihrer Position mit VL (Vorne Links), VR (Vorne Rechts), HL (Hinten Links) und HR (Hinten Rechts) gekennzeichnet. Im ersten Verfahrensschritt 2 wird eine nominale Verteilung 3 einer Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} durchgeführt. Die Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} wird der nominalen Verteilung 3 über den Pfeil 7 zugeführt, welche sie in Soll-Bremsmomente $M_{B_VL_soll}$, $M_{B_VR_soll}$, $M_{B_HL_soll}$ und $M_{B_HR_soll}$ der einzelnen Räder aufteilt. Jene Werte werden über einen Pfeil 8 an eine Fehlererkennung 4 weitergegeben. Diese erhält außerdem gemessene, aktuelle Ist-Bremsmomente $M_{B_VL_ist}$, $M_{B_VR_ist}$, $M_{B_HL_ist}$ und $M_{B_HR_ist}$ der jeweiligen Räder über einem Pfeil 9. Die Ist-Bremsmomente $M_{B_VL_ist}$, $M_{B_VR_ist}$, $M_{B_HL_ist}$ und $M_{B_HR_ist}$ können alternativ aus anderen gemessenen Größen ermittelt oder modellbasiert bestimmt werden. Ein Ausfall eines oder mehrerer Bremsaktuatoren wird durch einen Vergleich der zugeführten Soll-Bremsmomente $M_{B_VL_soll}$, $M_{B_VR_soll}$, $M_{B_HL_soll}$ und $M_{B_HR_soll}$ mit den gemessenen Ist-Bremsmomenten $M_{B_VL_ist}$, $M_{B_VR_ist}$, $M_{B_HL_ist}$ und $M_{B_HR_ist}$ detektiert. Anhand der Detektion wird jedem Rad eine Statusangabe S_{VL} , S_{VR} , S_{HL} und S_{HR} zugeordnet, welche die zugehörigen Bremsaktuatoren entweder als fehlerfrei oder fehlerhaft kennzeichnen. Die Statusangaben S_{VL} , S_{VR} , S_{HL} und S_{HR} werden über einen Pfeil 10 an einen dritten Verfahrensschritt 2, eine Bestimmung 5 eines Bremsmomentverlustes $M_{B_Verlust}$, weitergegeben. Sind alle Bremsaktuatoren im dritten Verfahrensschritt 2 fehlerfrei, so kann das Verfahren 1 an dieser Stelle beendet oder für eine zyklische Abarbeitung erneut begonnen werden. Wird jedoch mindestens ein fehlerhafter Bremsaktor i erkannt, dann wird abermals ein Soll-Ist-Wert-Vergleich durchgeführt, wobei die Differenz zwischen dem entsprechenden Soll-Bremsmoment $M_{B_i_soll}$ und dem Ist-Bremsmoment $M_{B_i_ist}$ am fehlerhaften Bremsaktor i berechnet wird, welche das fehlende Bremsmoment $M_{B_Verlust}$ ist.

Das fehlende Bremsmoment $M_{B_Verlust}$ wird über einen Pfeil 10 an einen vierten Verfahrensschritt 2 weitergegeben, welcher eine Neuverteilung 6 der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} ist. Der Neuverteilung 6 werden zusätzlich über einen Pfeil 12 Raddrehzahlen n_{VL} , n_{VR} , n_{HL} und n_{HR} sowie über

5 einen Pfeil 13 radindividuelle Bremsmomentenreserven $M_{B_VL_res}$, $M_{B_VR_res}$, $M_{B_HL_res}$ und $M_{B_HR_res}$ zugeführt. Ergebnis der Neuverteilung 6 sind angepasste radindividuelle Soll-Bremsmomente $M^*_{B_VL_soll}$, $M^*_{B_VR_soll}$, $M^*_{B_HR_soll}$ und $M^*_{B_HL_soll}$, die über einen Pfeil 14 an das dezentrale elektrische Bremssystem weitergegeben werden.

10

Figur 2 zeigt einen detaillierten Ablauf der Neuverteilung 6 der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} für den Fall, dass ein einzelner Bremsaktuator i fehlerhaft arbeitet. Im Folgenden werden relative Bezeichnungen i , k , l und m für Räder und deren Bremsaktuatoren verwendet,

15 wodurch das beschriebene Verfahren in gleicher Weise auf alle Räder VL, VR, HL und HR angewendet werden kann. Dabei liegt das Radpaar i und k und das Radpaar l und m jeweils auf einer Fahrzeugseite, wobei sich jeweils die Räder i und l und die Räder k und m gegenüberliegen. Die Neuverteilung 6 ist in Figur 3 von einer gestrichelten Linie umgeben. Das Ablaufbild besteht grundlegend aus

20 drei verschiedenen Elementen, Verfahrensschritten 2, welche rechteckig dargestellt sind, Entscheidungspunkten (zum Beispiel 15), welche rautenförmig dargestellt sind und Pfeilen (zum Beispiel 16), die den Ablauf zwischen den Verfahrensschritten 2 und den Entscheidungspunkten kennzeichnen. Aus Gründen der Einfachheit sind nicht alle Verfahrensschritte 2 mit Bezugszeichen versehen. Wie in Figur 1 im Prinzip gezeigt, werden der Neuverteilung 6 über

25 den Pfeil 16 das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i mit fehlerhaftem Bremsaktuator i zugeführt. Ferner werden über den Pfeil 13 die radindividuellen Bremsmomentenreserven $M_{B_i_res}$, $M_{B_m_res}$, $M_{B_l_res}$ $M_{B_k_res}$ an die Neuverteilung 6 übergeben. Diese dienen bei einer Veränderung radindividueller Soll-

30 Bremsmomente als Obergrenze (Stellgrößenbeschränkung). In den dem Pfeil 16 folgenden Verfahrensschritt 2 wird eine Bremsmomentenerhöhung 17 an Rad k vorgenommen. Die Erhöhung erfolgt mit einem großen Anstiegsgradienten, um das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ schnell auszugleichen. Daraus resultiert ein erhöhtes Soll-Bremsmoment $M_{B_k_soll}$ am Rad k . Im Entscheidungspunkt 15

35 wird geprüft, ob eine kritische Schlupfgrenze am Rad k erreicht ist. Die

Berechnung der kritischen Schlupfgrenze erfolgt anhand der gemessenen Raddrehzahlen n_i , n_k , n_l und n_m , welche über den Pfeil 12 zugeführt werden. Ist die kritische Schlupfgrenze nicht erreicht, wird über einen Pfeil 19 zu einem Entscheidungspunkt 20 übergegangen, welcher prüft, ob das fehlende

5 Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i bereits kompensiert wurde. Ist dies der Fall, dann wird über einen Pfeil 21 zu einem abschließenden Verfahrensschritt 22 gewechselt, in welchem neue Soll-Bremsmomente $M^*_{B_k_soll}$, $M^*_{B_l_soll}$ und $M^*_{B_m_soll}$ bestimmt werden, wobei das neue Soll-Bremsmoment $M^*_{B_i_soll}$ an dem fehlerbehafteten Bremsaktuator i gleich Null ist. Ist jedoch das fehlende

10 Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ im Entscheidungspunkt 20 nicht vollständig kompensiert, dann wird ein neues angepasstes fehlendes Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ über den Pfeil 23 zurück an den Verfahrensschritt 17 weitergeleitet. Dieser Vorgang vom Entscheidungspunkt 18 zum Verfahrensschritt 17 erfolgt zyklisch, bis das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ vollständig kompensiert ist,

15 oder im Entscheidungspunkt 18 der kritische Schlupf am Rad k erreicht ist, bevor das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ vollständig kompensiert werden kann. In diesem Fall wird ein verbleibendes fehlendes Bremsmoment $M_{B_Verlust_Re}$ über den Pfeil 24 an den Entscheidungspunkt 25 übergeben. In dem Entscheidungspunkt 25 wird überprüft, ob das verbleibende fehlende

20 Bremsmoment $M_{B_Verlust_Re}$ oberhalb einer vordefinierten Schwelle M_{Lim} liegt. Ist dies der Fall, wird im weiteren Verlauf über ein Verfahrensblock 26 verfahren, andernfalls wird über einen Verfahrensblock 27 weiterverfahren. Die Verfahrensböcke 26 und 27 sind jeweils durch strichpunktierte Linierungen zusammengefasst. In diesen Verfahrensböcken 26 und 27 werden in

25 Abhängigkeit des restlichen fehlenden Bremsmoments $M_{B_Verlust_Re}$ im Vergleich zu der definierten Schwelle M_{Lim} eine Erhöhung der beiden Soll-Bremsmomente $M_{B_l_soll}$ und $M_{B_m_soll}$ an den Rädern l und m durchgeführt. Der Verfahrensblock 26 beginnt mit einem Verfahrensschritt 28, in welchem die Soll-Bremsmomente $M_{B_l_soll}$ und $M_{B_m_soll}$ der Räder l und m erhöht werden. Da die Schwelle M_{Lim} im

30 Entscheidungspunkt 25 überschritten wurde und somit ein sehr hoher Bremsmomentenverlust ausgeglichen werden muss, wird diese Erhöhung mit einem kleinen Anstiegsgradienten durchgeführt, um keine zusätzlichen Sicherheitsrisiken zu erzeugen. Denn in diesem Verfahrensblock 26 gilt, da das restliche fehlende Bremsmoment $M_{B_Verlust_Re}$ größer als die definierte Schwelle

35 M_{Lim} ist, kann die Kompensation des fehlenden Bremsmoments $M_{B_Verlust_Re}$ nur

durch eine stark asymmetrische Bremsmomentenverteilung bezüglich der Fahrzeuglängsachse erreicht werden. Diese asymmetrische Bremsmomentenverteilung führt zu einem unerwünschten Giermoment, das auf das gesamte Fahrzeug wirkt. Um sowohl dem Fahrer als auch

5 Fahrzeugsteuersystemen die Möglichkeit zu geben, diesem Giermoment durch entsprechende Eingriffe entgegenwirken zu können, wird in einem derartigen Fall die Erhöhung der Soll-Bremsmomente $M_{B_l_Soll}$, $M_{B_m_soll}$ an den Bremsaktuatoren der Räder l und m mit einem Anstiegsgradienten durchgeführt, welcher ein Maximum nicht übersteigt, das ein für den Fahrer nicht mehr

10 beherrschbares Giermoment hervorrufen würde. Nach der Erhöhung der Soll-Bremsmomente wird über einen Pfeil 29 zu einem Entscheidungspunkt 30 gewechselt, welcher prüft, ob der kritische Schlupf am Rad l erreicht ist. Ist dies der Fall, wird über einen Pfeil 31 zu einem Verfahrensschritt 2 gewechselt, in welchem eine Erhöhung 32 des Soll-Bremsmoments $M_{B_m_soll}$ am Rad m

15 durchgeführt wird, wobei der Anstiegsgradient ebenfalls klein gehalten ist. Im Anschluss an diese Erhöhung erfolgt nach einem Pfeil 33 ein Entscheidungspunkt 34, welcher prüft, ob der kritische Schlupf am Rad m erreicht ist. Ist dies der Fall, kann das Verfahren 1 über einen Pfeil 35 und dem damit verbundenen abschließenden Verfahrensschritt 22 abgeschlossen werden.

20 Ist im Entscheidungspunkt 34 der kritische Schlupf am Rad m nicht erreicht, so wird nach einem Pfeil 36 ein weiterer Entscheidungspunkt 37 verwendet, welcher prüft, ob das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i kompensiert ist. Ist dies der Fall, dann wird der abschließende Verfahrensschritt 22 durch einen Pfeil 38 eingeleitet. Ist das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i jedoch

25 nicht kompensiert, so wird das Verfahren 1 mittels des Pfeils 39 einem Verfahrensschritt 32 zurückgeführt, wo es zyklisch weitergeführt wird, bis der abschließende Verfahrensschritt 22 eingeleitet wird. Ist andererseits im Entscheidungspunkt 30 festgestellt worden, dass der kritische Schlupf am Rad i nicht erreicht ist, dann wird über einen Pfeil 40 in einen Entscheidungspunkt 41

30 übergegangen, welcher prüft, ob der kritische Schlupf am Rad m erreicht ist. Ist dies der Fall, wird über einen Pfeil 42 zu einem Verfahrensschritt 43 übergegangen, welcher das Soll-Bremsmoment $M_{B_l_soll}$ am Rad l erhöht, wobei dies mit einem kleinen Anstiegsgradienten geschieht. Im Anschluss an den Verfahrensschritt 43 führt das Verfahren 1 über einen Pfeil 44 auf einen

35 Entscheidungspunkt 45, welcher überprüft, ob der kritische Schlupf am Rad l

- erreicht wird. Ist dies der Fall, so wird über einen Pfeil 46 der abschließende Verfahrensschritt 22 eingeleitet. Ist dies jedoch nicht der Fall, dann wird über einen Pfeil 47 ein weiterer Entscheidungspunkt 48 verwendet, welcher prüft, ob das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i bereits kompensiert wurde. Ist dies der Fall, wird über einen Pfeil 49 der abschließende Verfahrensschritt 22 eingeleitet. Ist jedoch das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i nicht kompensiert, so wird das Verfahren 1 über einen Pfeil 50 zum Verfahrensschritt 43 zurückgeführt. Ist im Entscheidungspunkt 41 der kritische Schlupf am Rad m noch nicht erreicht, so wird das Verfahren 1 über einen Pfeil 51 zu einem Entscheidungspunkt 52 weitergeführt, in welchem geprüft wird, ob das fehlende Bremsmoment $M_{B_i_Verlust}$ am Rad i kompensiert worden ist. Ist dies der Fall, wird über einen Pfeil 53 der abschließende Verfahrensschritt 22 eingeleitet. Anderweitig wird über einen Pfeil 54 das Verfahren zu Verfahrensschritt 28 zurückgeführt. Damit ist der Verfahrensblock 26 abgeschlossen. Der Verfahrensblock 27 wird dann eingesetzt, wenn im Entscheidungspunkt 25 festgestellt wird, dass das restliche fehlende Bremsmoment $M_{B_Verlust_Re}$ kleiner als die definierte Schwelle M_{Lim} ist. Der Verfahrensblock 27 gleicht dem Verfahrensblock 26 mit dem Unterschied, dass in den Erhöhungen 55, 56 und 57 der entsprechenden Soll-Bremsmomente nicht wie in den entsprechenden Verfahrensschritten 2 des Verfahrensblocks 26 mit einem kleinen Anstiegsgradienten durchgeführt werden, sondern sie werden mit einem großen Anstiegsgradienten durchgeführt, um das Verfahren 1 zu beschleunigen, da kaum oder kein Sicherheitsrisiko besteht.
- Die Figur 3 zeigt das Verfahren 1, für den Fall, dass zwei Bremsaktuatoren fehlerhaft sind. In dem dargestellten Beispiel werden die Bremsaktuatoren i und k als fehlerhaft angenommen. Dabei ist die Neuverteilung 6 der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} im Detail dargestellt. Der Fehlererkennung 4 werden über den Pfeil 8 die aktuellen Soll-Bremsmomente $M_{B_i_soll}$, $M_{B_k_soll}$, $M_{B_l_soll}$ und $M_{B_m_soll}$ zugeführt. Aus diesen Werten und den aktuell an den Bremsaktuatoren anliegenden Ist-Bremsmomenten $M_{B_i_ist}$, $M_{B_k_ist}$, $M_{B_l_ist}$ und $M_{B_m_ist}$, welche über den Pfeil 9 zugeführt werden, werden die Fehlfunktionen der Bremsaktuatoren detektiert, wie dies in Figur 1 und 2 beschrieben wurde. Über den Pfeil 10 werden die Statusangaben S_{VL} , S_{VR} , S_{HL} und S_{HR} der Bremsaktuatoren an die Bestimmung 5 des Bremsmomentverlustes

$M_{B_Verlust}$ weitergeleitet. Dieser bestimmt ein fehlendes Bremsmoment M_{B_L} an einer linken Fahrzeugseite und ein fehlendes Bremsmoment M_{B_R} an einer rechten Fahrzeugseite in Fahrtrichtung betrachtet. Anschließend werden diese zu einem Gesamtbremsmoment $M_{B_Gesamtverlust}$ summiert und mittels eines Pfeils 11 an einen Entscheidungspunkt 58 und somit an die Neuverteilung 6 der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} weitergegeben. Der Entscheidungspunkt 58 prüft, ob die beiden fehlerhaften Bremsaktuatoren i und k auf einer Fahrzeugseite, bezogen auf die Längsachse des Fahrzeugs, angeordnet sind. Ist dies der Fall, so kann die Kompensation des fehlenden Bremsmoments $M_{B_Verlust}$ nur durch eine stark asymmetrische Bremsmomentenverteilung in Bezug auf die Fahrzeuglängsachse erreicht werden. Diese asymmetrische Bremsmomentenverteilung führt zu dem unerwünschten Giermoment, das um die Hochachse des gesamten Fahrzeugs wirkt. Ausgehend von dem Entscheidungspunkt 58 wird das fehlende Bremsmoment $M_{B_Verlust}$ über einen Pfeil 59 an einen ersten Verfahrensblock 60 weitergegeben. Dieser Verfahrensblock 60 gleicht dem Verfahrensblock 26 der Figur 2, wobei sich die Entscheidungspunkte 61, 62 und 63 derart von den entsprechenden Entscheidungspunkten des Verfahrensblocks 26 unterscheiden, dass in diesen Entscheidungspunkten 61, 62 und 63 das fehlende Gesamtbremsmoment $M_{B_Gesamtverlust}$ überprüft wird. Sind die fehlerhaften Bremsaktuatoren i und k auf beiden Fahrzeugseiten verteilt, dann wird ausgehend vom Entscheidungspunkt 58 über einen Pfeil 64 ein zweiter Verfahrensblock 65 weiterverfolgt. Dieser Verfahrensblock 65 gleicht dem zweiten Verfahrensblock 27 der Figur 2. Er enthält, wie auch der Verfahrensblock 60, Entscheidungspunkte 58, 59 und 60. Nach erfolgreicher Durchführung eines der Verfahrensblöcke 60 oder 65 wird ein abschließender Verfahrensschritt 66 durchgeführt, welcher den verbleibenden, betriebsfähigen Bremsaktuatoren l und m entsprechende neue Soll-Bremsmomente $M^*_{B_l_soll}$ und $M^*_{B_m_soll}$ zuordnet, wobei die Soll-Bremsmomente an die fehlerhaften Bremsaktuatoren $M^*_{B_i_soll}$ und $M^*_{B_k_soll}$ auf Null gesetzt werden.

Die Figur 4 zeigt eine Systemtopologievariante 67 zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens 1. Das Verfahren 1 ist dabei einer einem Bremssystem 68 übergeordneten Fahrdynamikregelung 69 zugeordnet. Die Fahrdynamikregelung 69 erhält dabei Raddrehzahlen n_{VL} , n_{VR} , n_{HL} und n_{HR} einer

nicht dargestellten Raddrehzahlerfassung und kann zusätzlich Informationen einer weiteren Sensorik, wie beispielsweise einer Lenkwinkelerfassung, über einen Pfeil 70 beziehen. Im Weiteren gibt das Bremssystem 68 eine vom Fahrer erzeugt Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} und die Statusangaben S_{VL} ,
5 S_{VR} , S_{HL} und S_{HR} über den Datenbus 71 an die Fahrdynamikregelung 69 weiter. Das Verfahren 1 nimmt eine Neuverteilung 6 der Gesamtbremsmomentenanforderung M_{B_ges} vor und sendet die Ergebnisse $M_{B_i_soll}$, $M_{B_k_soll}$, $M_{B_l_soll}$ und $M_{B_m_soll}$ über den Datenbus 71 zurück an das Bremssystem 68. Diese Systemtopologie 67 erlaubt ebenfalls den Eingriff in
10 andere Fahrzeugssysteme, wie einem Lenksystem 73 über den Datenbus 71 oder einen weiteren, gesonderten Datenbus. Dadurch verbessert sich die Kompensation des fehlenden Bremsmoments $M_{B_Verlust}$ im Falle einer unvermeidbaren asymmetrischen Verteilung auf verschiedene Fahrzeugseiten. Bei einem Ausfall der Fahrdynamikregelung 69 ist innerhalb des Bremssystems
15 68 zusätzlich eine rudimentäre Bremsmomentenneuverteilung 74 nach dem Stand der Technik vorgesehen.

Die Figur 5 zeigt eine Systemtopologievariante 75, die der Systemtopologievariante 67 der Figur 4 gleicht, mit dem Unterschied, dass das
20 Bremssystem 68 für die Fassung der Raddrehzahlen n_{VL} , n_{VR} , n_{HL} und n_{HR} und deren Übermittlung an die Fahrdynamikregelung 69 mittels des Datenbusses 71 eingesetzt wird.

Die Figur 6 zeigt eine Systemtopologievariante 76, in der das erfindungsgemäße
25 Verfahren 1 von dem Bremssystem 68 angewendet wird. Hierfür müssen die Raddrehzahlen n_{VL} , n_{VR} , n_{HL} und n_{HR} von der Fahrdynamikregelung 69 mittels des Datenbusses 71 an das Bremssystem 68 übermittelt werden. Ein Ausfall der Fahrdynamikregelung 69 ist bei dieser Systemtopologievariante 76 im Bremssystem 68 durch zusätzliche Maßnahmen abzusichern.

30

Die Figur 7 zeigt eine Systemtopologievariante 77, die der Systemtopologievariante 76 der Figur 6 gleicht, mit dem Unterschied, dass in der Systemtopologievariante 77 das Bremssystem 68 für die Erfassung der Raddrehzahlen n_{VL} , n_{VR} , n_{HL} und n_{HR} und deren Übermittlung an die
35 Fahrdynamikregelung mittels des Datenbusses 71 zuständig ist. Ein Ausfall der

Fahrdynamikregelung 69 ist bei einer derartigen Konfiguration nicht gesondert zu berücksichtigen, wohingegen ein Ausfall der Raddrehzahlerfassung in einer weiteren Degradationsstrategie betrachtet werden muss.

- 5 Die Figur 8 zeigt eine Systemtopologievariante 78, die einen integrierten Lösungsansatz darstellt. Sowohl die Fahrdynamikregelung 69 als auch deren Zusatzsensorik 70 sind Bestandteil des Bremssystems 68. Damit hat das Bremssystem 68 alle Informationen, um während eines Bremsaktuatorsausfalls auch weitere Fahrzeugsysteme, wie zum Beispiel ein elektrisches Lenksystem
10 73 zur Kompensation beziehungsweise Eindämmung der Auswirkung eines Bremsaktuatorsausfalls mit einzubeziehen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Bremsen eines Kraftfahrzeugs mit einem dezentralen elektrischen Bremssystem, das Bremsaktuatoren aufweist, die den Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind und die nach einer Verteilung einer Gesamtbremsmomentanforderung unabhängig voneinander einen durch die Verteilung vorgesehenen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugen, wobei im Falle mindestens eines fehlerhaften Bremsaktuators dieser keinen oder nur eingeschränkt seinen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zum angeforderten Gesamtbremsmoment fehlende Bremsmoment ($M_{B_Verlust}$) des fehlerhaften Bremsaktuators durch Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) auf den oder die verbleibenden funktionsfähigen Bremsaktor/Bremsaktuatoren zumindest teilweise oder vollständig aufgehoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) von einem Fahrer des Fahrzeugs und/oder von einem Steuergerät vorgegeben wird.
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das fehlende Bremsmoment ($M_{B_Verlust}$) durch einen Soll-Ist-Wertvergleich ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) anhand von mindestens einem Bremsmomentenpotential ($M_{B_VL_res}, M_{B_VR_res}, M_{B_HL_res}, M_{B_HR_res}$) von mindestens einem funktionsfähigen Bremsaktor und/oder anhand des fehlenden Bremsmoments ($M_{B_Verlust}$) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bremsmomentenpotential ($M_{B_VL_res}, M_{B_VR_res}, M_{B_HR_res}, M_{B_HL_res}$) mittels einer Raddrehzahl ($n_{VL}, n_{VR}, n_{HL}, n_{HR}$),

fahrzeugspezifischen Parametern und/oder einer kritischen Schlupfgrenze der Räder ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Neuverteilung der Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) ein Giermoment um die Hochachse des Kraftfahrzeugs zumindest teilweise oder vollständig verhindert wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einem Giermoment, das nicht vollständig verhindert wird, die Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) zunächst reduziert wird, um durch die Neuverteilung das Giermoment nur langsam zuzulassen.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es in einem Kraftfahrzeug mit einem automatisierten Lenksystem verwendet wird, insbesondere einem elektrischen, hydraulischen und/oder pneumatischen Lenksystem, das selbsttätig nach entsprechender Vorgabe einen Lenkwinkel einstellt.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Giermoment zumindest teilweise oder vollständig durch einen Lenkeingriff, insbesondere automatischen Lenkeingriff, des automatisierten Lenksystems ausgeglichen wird.
10. Bremsvorrichtung mit einem dezentralen elektrischen Bremssystem, insbesondere zur Durchführung des vorherigen Verfahrens, wobei das Bremssystem eine Steuereinrichtung und Bremsaktuatoren aufweist, die den Rädern des Kraftfahrzeugs zugeordnet sind und die nach einer durch die Steuereinrichtung verteilten Gesamtbremsmomentenanforderung unabhängig voneinander einen durch die Verteilung vorgesehenen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugen, wobei im Falle mindestens eines fehlerhaften Bremsaktuators dieser keinen oder nur eingeschränkt seinen Teil des angeforderten Gesamtbremsmoments erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung eine Gesamtbremsmomentenneuverteilungseinrichtung

aufweist, die das zum angeforderten Gesamtbremsmoment fehlende
Bremsmoment ($M_{B_Verlust}$) des fehlerhaften Bremsaktuators durch Neuverteilung
der Gesamtbremsmomentenanforderung (M_{B_ges}) auf den oder die verbleibenden
funktionsfähigen Bremsaktor/Bremsaktuatoren zumindest teilweise oder
5 vollständig aufhebt.

11. Bremsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der
Bremsvorrichtung ein automatisiertes Lenksystem zugeordnet ist.

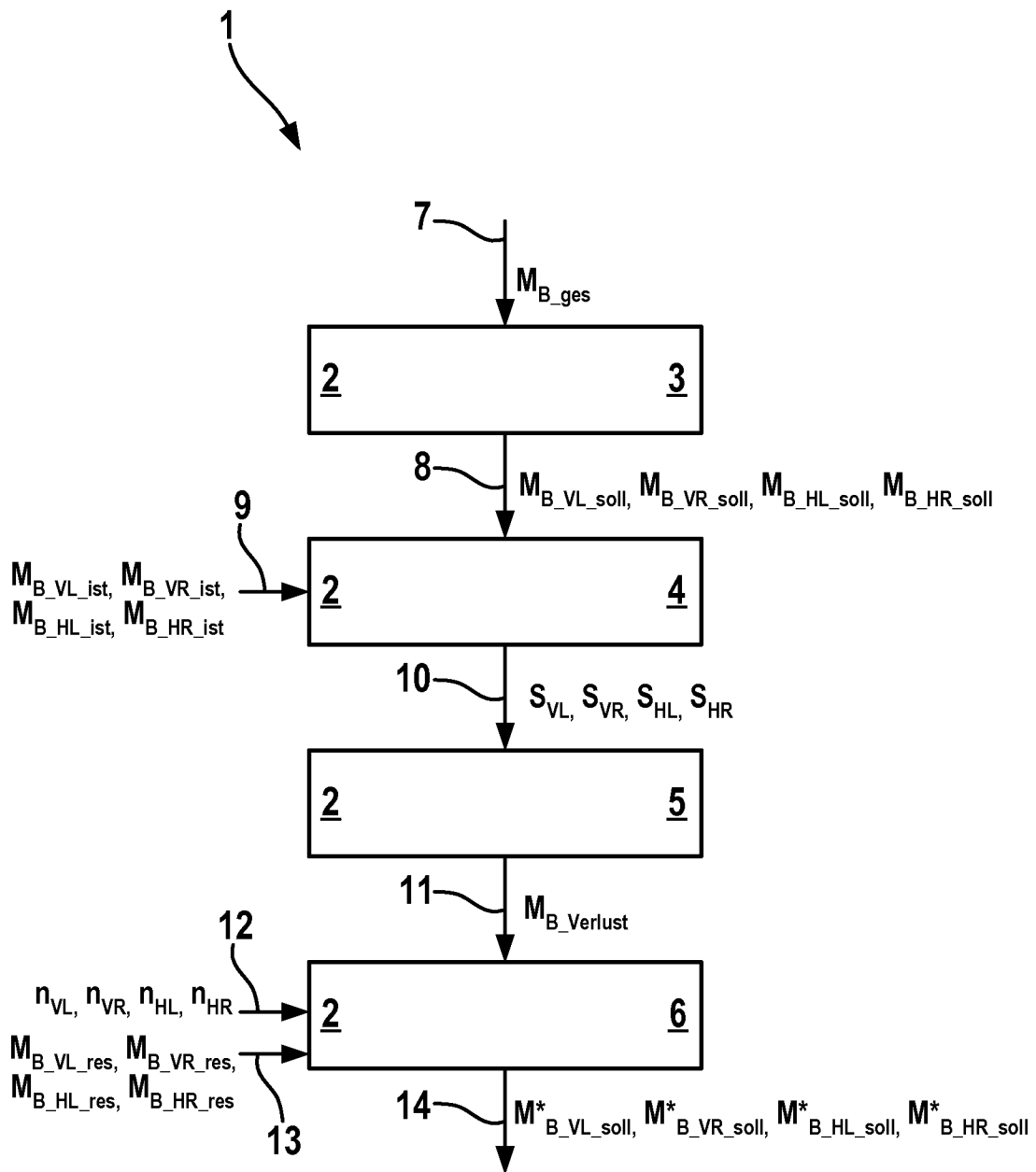


Fig. 1

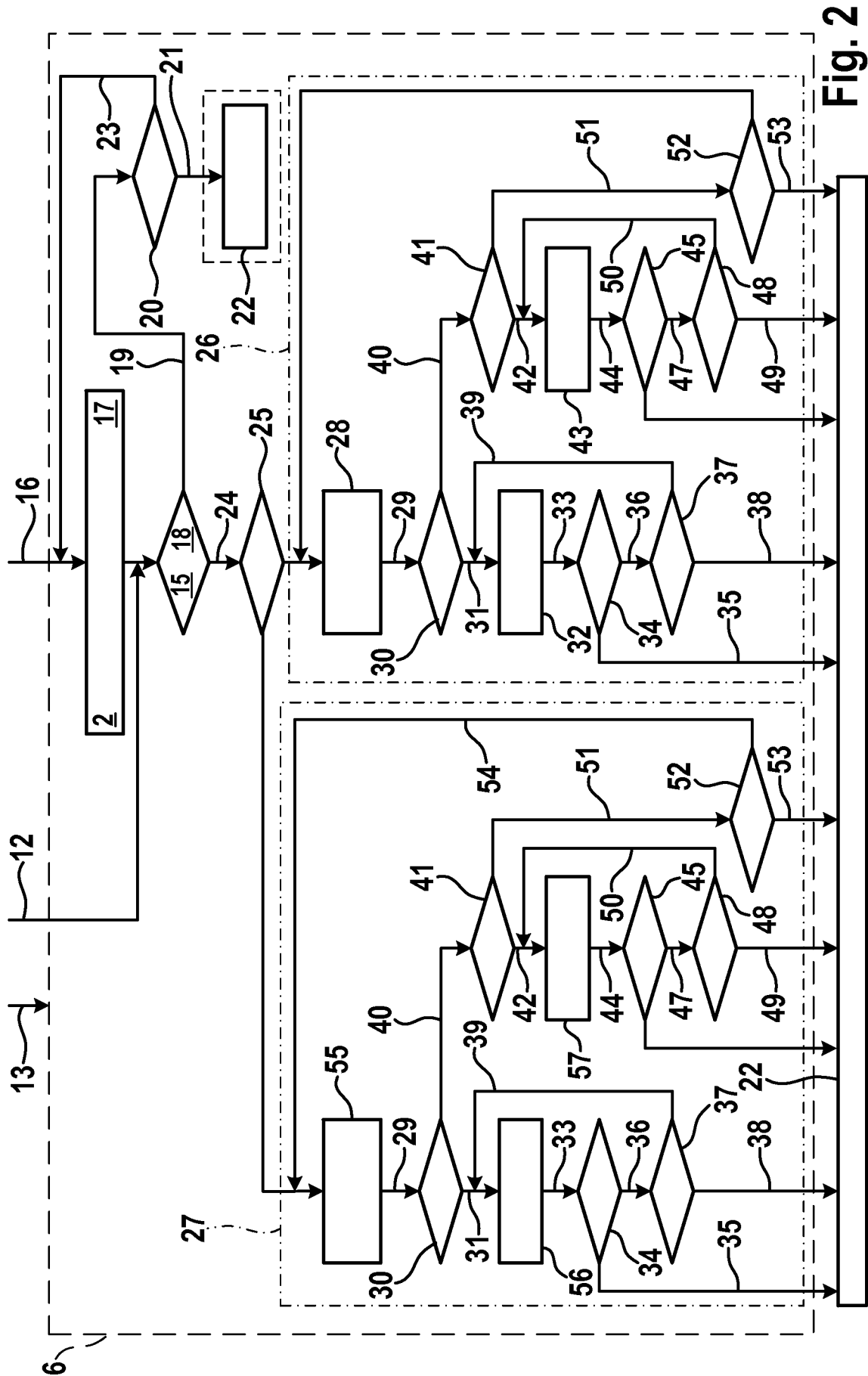
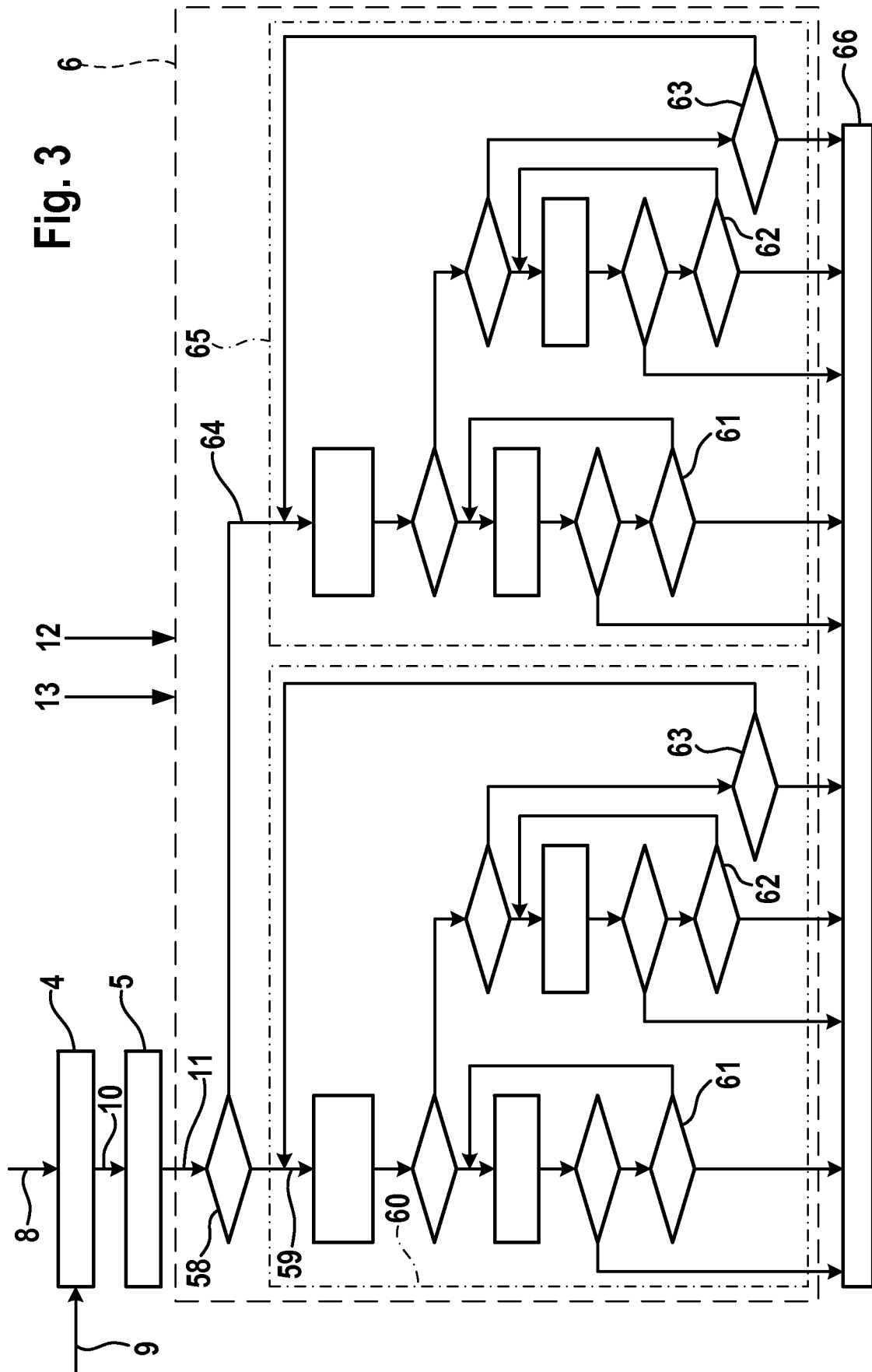


Fig. 3



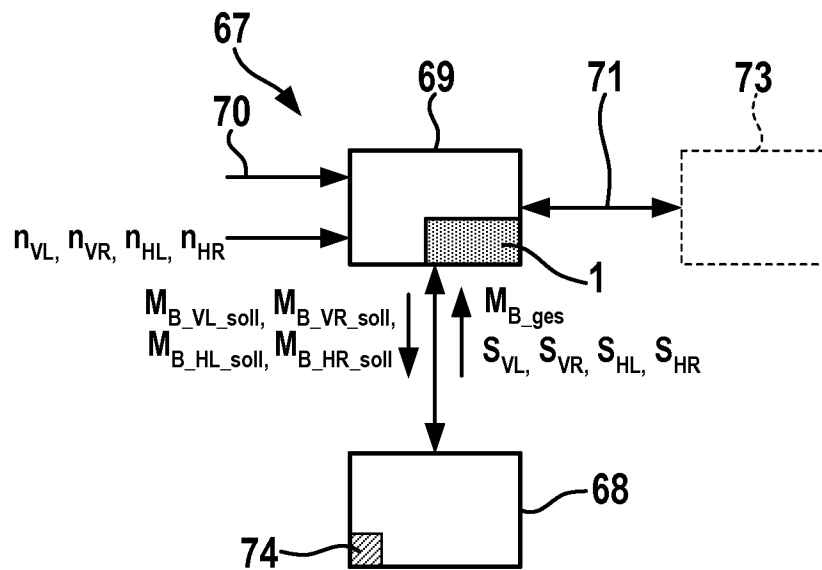


Fig. 4

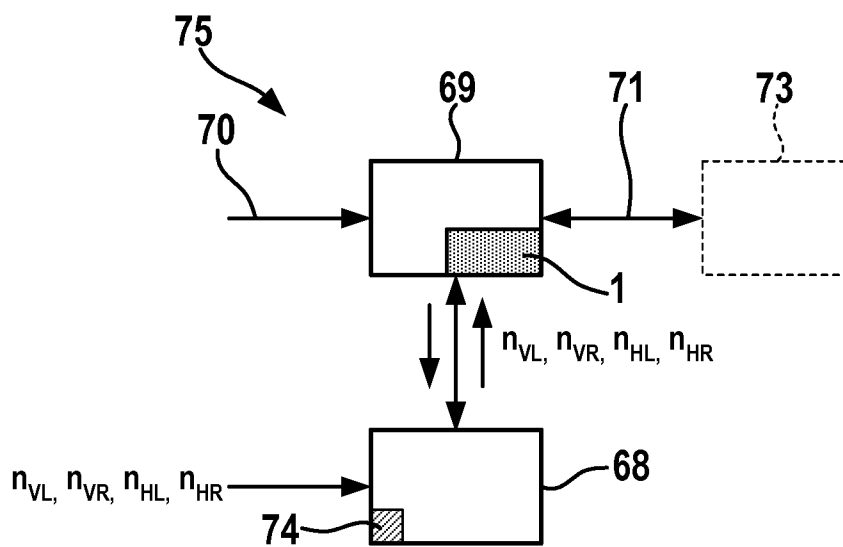


Fig. 5

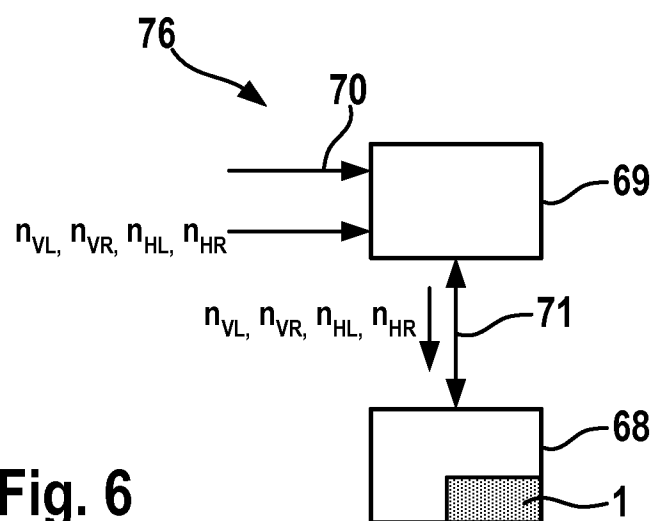
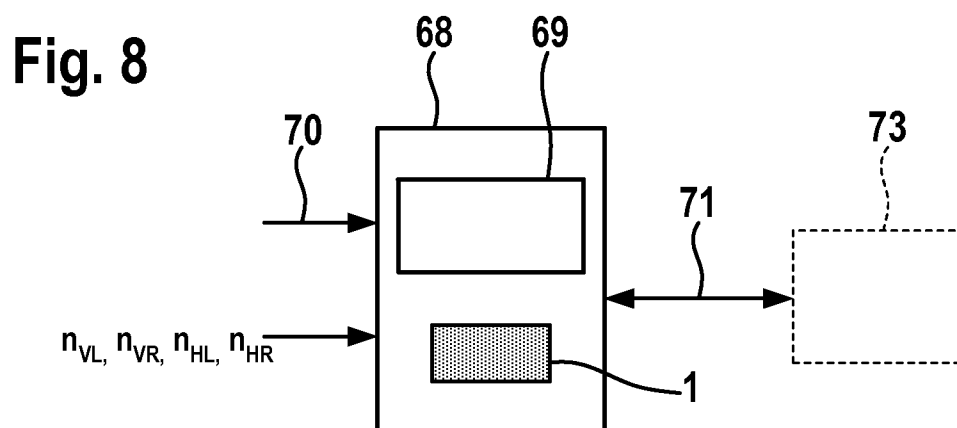
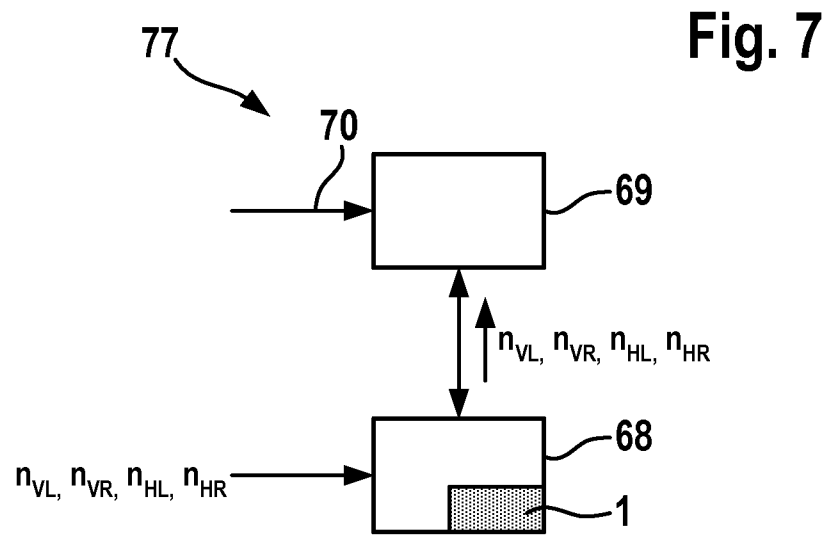


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/066181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T8/1766 B60T8/88

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/057095 A1 (HAC ALEKSANDER B [US]) 17 March 2005 (2005-03-17) page 2, paragraph 23 - page 4, paragraph 42; figures 1,2A,2B,3,7	1-11
X	EP 1 894 799 A (HITACHI LTD [JP]) 5 March 2008 (2008-03-05) page 7, line 36 - page 10, line 4; figures 2-7	1-6,10
X	DE 198 32 950 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC [US]) 12 August 1999 (1999-08-12) column 5, line 37 - column 5, line 66	1,2,10
X	EP 1 484 244 A (GOODRICH CORP [US]) 8 December 2004 (2004-12-08) column 10, line 5 - column 11, line 52; figure 3	1,2,10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 Mai 2009

Date of mailing of the international search report

15/05/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, Winfried

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/066181

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 937 618 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 August 1999 (1999-08-25) column 8, line 27 - column 9, line 24; figures 1,4a -----	1-11
A	DE 10 2006 031766 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6 September 2007 (2007-09-06) abstract -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/066181

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005057095	A1	17-03-2005	NONE	
EP 1894799	A	05-03-2008	JP 2008056074 A US 2008054718 A1	13-03-2008 06-03-2008
DE 19832950	A1	12-08-1999	NONE	
EP 1484244	A	08-12-2004	NONE	
EP 0937618	A	25-08-1999	DE 19807367 A1 JP 11348769 A US 6206489 B1	26-08-1999 21-12-1999 27-03-2001
DE 102006031766	A1	06-09-2007	EP 1993888 A1 WO 2007101777 A1	26-11-2008 13-09-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066181

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60T8/1766 B60T8/88

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	US 2005/057095 A1 (HAC ALEKSANDER B [US]) 17. März 2005 (2005-03-17) Seite 2, Absatz 23 - Seite 4, Absatz 42; Abbildungen 1,2A,2B,3,7	1-11
X	EP 1 894 799 A (HITACHI LTD [JP]) 5. März 2008 (2008-03-05) Seite 7, Zeile 36 - Seite 10, Zeile 4; Abbildungen 2-7	1-6,10
X	DE 198 32 950 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC [US]) 12. August 1999 (1999-08-12) Spalte 5, Zeile 37 - Spalte 5, Zeile 66	1,2,10
X	EP 1 484 244 A (GOODRICH CORP [US]) 8. Dezember 2004 (2004-12-08) Spalte 10, Zeile 5 - Spalte 11, Zeile 52; Abbildung 3	1,2,10

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Mai 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/05/2009

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

Marx, Winfried

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066181

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 937 618 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. August 1999 (1999-08-25) Spalte 8, Zeile 27 - Spalte 9, Zeile 24; Abbildungen 1,4a -----	1-11
A	DE 10 2006 031766 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. September 2007 (2007-09-06) Zusammenfassung -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/066181

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005057095 A1	17-03-2005	KEINE	
EP 1894799 A	05-03-2008	JP 2008056074 A	13-03-2008
		US 2008054718 A1	06-03-2008
DE 19832950 A1	12-08-1999	KEINE	
EP 1484244 A	08-12-2004	KEINE	
EP 0937618 A	25-08-1999	DE 19807367 A1	26-08-1999
		JP 11348769 A	21-12-1999
		US 6206489 B1	27-03-2001
DE 102006031766 A1	06-09-2007	EP 1993888 A1	26-11-2008
		WO 2007101777 A1	13-09-2007