

(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
09. Februar 2023 (09.02.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/012003 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60T 13/74 (2006.01) *B60T 7/12* (2006.01)
B60T 8/88 (2006.01) *B60T 17/22* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/071042

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juli 2022 (27.07.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 208 373.0
03. August 2021 (03.08.2021) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **MUNTEL, Timm**; Werastraße 38/4, 88045
Friedrichshafen (DE). **BAGCI, Ilker**; Am Greckenhof
35, 88213 Ravensburg (DE). **HEGEDÜS-BITE, Istvan**;
Liobaweg 1, 88097 Eriskirch (DE). **PERUMALSAMY,**
Gowtham; Leimbacher Strasse 15/10, 88677 Markdorf
(DE). **HUBRACHT, Bastian**; Im Bohl 9, 88682 Salem
(DE). **BICHELMEIER, Hubert**; Keltenstr. 13, 88069
Tettngang (DE). **ALSHARIF, Mohammad**; Graf-Eber-
hard-Str. 11, 88069 Tettngang (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, CV, CZ, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, 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,

(54) Title: IMPLEMENTATION OF A FAILSAFE BRAKE-BY-WIRE SYSTEM USING ZONE CONTROL UNITS

(54) Bezeichnung: REALISIERUNG EINES AUSFALLSICHEREN BRAKE BY WIRE SYSTEMS MITTELS
ZONENSTEUERGERÄTEN

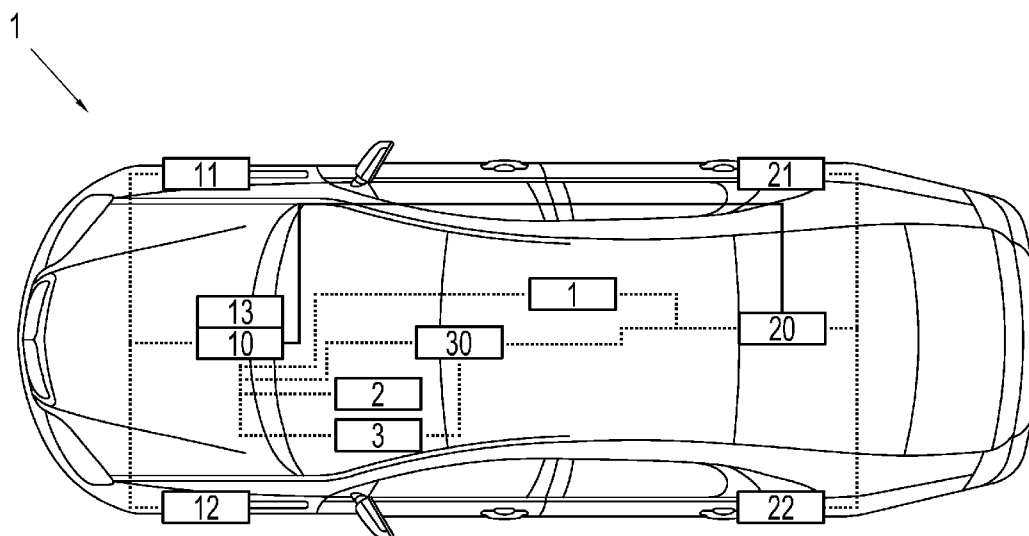


Fig. 1

(57) Abstract: Brake-by-wire system for failsafe operation of a vehicle (100) using zone control units (10, 20), comprising at least one first zone control unit (10) which can be arranged in a first region of the vehicle (100), manages functions of at least first vehicle components (11, 12) present in the first region and regulates and/or controls the first vehicle components (11, 12); a similar second zone control unit (20); a data connection between the first and second zone control units (10, 20) which is used to provide driving dynamics data obtained by means of sensors; an actuation device (30) which forms a gateway between the first and second zone control units (10, 20) in the event of failure of the data connection, forms a gateway to the second zone control unit (20) in the event of failure of the first zone control unit (10) and/or some of the first vehicle components (11, 12) or forms a gateway to the first zone control unit (10) in the



NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

event of failure of the second zone control unit (20) and/or some of the second vehicle components (21, 22), wherein at least some of the first and/or some of the second vehicle components (11, 12, 21, 22) can be regulated and/or controlled via the gateway.

(57) **Zusammenfassung:** Brake-by-Wire System für einen ausfallssicheren Betrieb eines Fahrzeug (100) mit tets Zonensteuergeräten (10, 20) umfassend wenigstens ein erstes Zonensteuergerät (10), das in einem ersten Bereich des Fahrzeuges (100) anordbar ist, Funktionen von wenigstens in dem ersten Bereich vorhandenen ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) bedient und die ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) regelt und/oder steuert; ein analoges zweites Zonensteuergerät (20); eine Datenverbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät (10, 20), über die mittels Sensoren erhaltene Fahrdynamikdaten bereitgestellt werden; eine Betätigungseinrichtung (30), die bei einem Ausfall der Datenverbindung ein Gateway zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät (10, 20), bei einem Ausfall des ersten Zonensteuergeräts (10) und/oder eines Teils der ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) ein Gateway zu dem zweiten Zonensteuergerät (20) oder bei einem Ausfall des zweiten Zonensteuergeräts (20) und/oder eines Teils der zweiten Fahrzeugkomponenten (21, 22) ein Gateway zu dem ersten Zonensteuergerät (10) bildet, wobei über das Gateway wenigstens ein Teil der ersten und/oder ein Teil der zweiten Fahrzeugkomponenten (11, 12, 21, 22) regel- und/oder steuerbar ist.

Realisierung eines ausfallsicheren Brake by Wire Systems
mittels Zonensteuergeräten

Die Erfindung betrifft ein Brake-by-Wire System für einen ausfallssicheren Betrieb eines Fahrzeugs mittels Zonensteuergeräten.

Der Bremswunsch des Fahrers wird in der Regel über das Bremspedal ausgelesen. Es haben sich zwei Varianten etabliert. Das Bremspedal wirkt direkt auf die Hydraulik, welche die Bremsen ansteuert, oder ein elektronisches Bremspedal gibt ein Signal an die Hydraulik, welche auf die Bremsen wirkt. Bekannt sind beispielsweise elektrohydraulische Bremsen für PKWs und elektronische Bremssysteme für Nutzfahrzeuge.

Weiter bekannt sind Handbremseinheiten, die elektronisch über einen Schalter betätigt werden und auf Hinterräder wirken.

Nachteilig im bekannten Stand der Technik sind, dass elektrohydraulische Bremsen auf eine Hydraulik umfassend Hydroaggregate, Druckspeicher und hydraulische Leitungen angewiesen sind und damit mehrere Komponenten umfassen und eine höhere Gewichtsbelastung bedeuten, was insbesondere im Kontext von Elektrofahrzeugen nachteilig ist. Im Vergleich dazu erscheinen elektromechanische oder elektromagnetische Bremsen in Form von Brake-by-Wire Systemen vorteilhaft, insbesondere hinsichtlich einer sich ergebenden Gewichtseinsparung durch den Verzicht hydraulischer Komponenten. Allerdings ist bei Brake-by-Wire Systeme von einer höheren Ausfallwahrscheinlichkeit durch die Beschränkung auf elektrische Signale auszugehen.

Aufgabe der Erfindung war es, wie ein ausfallsicheres Brake-by-Wire System realisiert werden kann.

Der Gegenstand des Anspruches 1 löst diese Aufgabe.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Definitionen, den Unteransprüchen, der Zeichnung und der Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

Die Erfindung stellt ein Brake-by-Wire System bereit für einen ausfallssicheren Betrieb eines Fahrzeugs mittels Zonensteuergeräten. Das System umfasst wenigstens

- ein erstes Zonensteuergerät, das in einem ersten Bereich des Fahrzeuges anordbar ist, Funktionen von wenigstens in dem ersten Bereich vorhandenen ersten Fahrzeugkomponenten bedient und die ersten Fahrzeugkomponenten regelt und/oder steuert;
- ein zweites Zonensteuergerät, das in einem zweiten Bereich des Fahrzeuges anordbar ist, Funktionen von wenigstens in dem zweiten Bereich vorhandenen zweiten Fahrzeugkomponenten bedient und die zweiten Fahrzeugkomponenten regelt und/oder steuert;
- eine Datenverbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät, über die mittels Sensoren erhaltene Fahrdynamikdaten bereitgestellt werden;
- eine Betätigungseinrichtung, die bei einem Ausfall der Datenverbindung ein Gateway zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät, bei einem Ausfall des ersten Zonensteuergeräts und/oder eines Teils der ersten Fahrzeugkomponenten ein Gateway zu dem zweiten Zonensteuergerät oder bei einem Ausfall des zweiten Zonensteuergeräts und/oder eines Teils der zweiten Fahrzeugkomponenten ein Gateway zu dem ersten Zonensteuergerät bildet, wobei über das Gateway wenigstens ein Teil der ersten und/oder ein Teil der zweiten Fahrzeugkomponenten regel- und/oder steuerbar ist.

Ein Brake-by-Wire System ist ein X-by-Wire System, bei dem ein Bremswunsch nicht mechanisch, sondern über Signale übertragen wird.

Mit X-by-Wire wird der Ersatz von mechanischen Verbindungen, Signalen und Systemen zur manuellen Steuerung durch die Leitung elektrischer, elektronischer, optoelektronischer oder optischer Steuersignale zwischen den verwendeten Bedienelementen und den ausführenden Aktuatoren bezeichnet, zum Beispiel drückt Fly-by-

Wire aus, dass im Flugzeug nicht mehr wie bisher der Steuerimpuls zwischen Steuerknüppel und Steuerruder mechanisch übertragen wird. Der Inhalt des vorangehenden Satzes ist Wikipedia entnommen und unterliegt der CC-BY-SA-Lizenz.

Fahrzeuge umfassen Straßenfahrzeuge umfassend PKWs, People oder Cargo Mover, und Nutzfahrzeuge. Nach einem Aspekt der Erfindung ist das Fahrzeug ein Hybridelektrofahrzeug oder ein Elektrofahrzeug.

Ein Zonensteuergerät oder auch Zone-Controller genannt kontrolliert mehrere Baugruppen oder Fahrzeugkomponenten in einer Zone des Fahrzeuges, beispielsweise kontrolliert ein vorderes Zonensteuergerät die Bremsaktuatoren der vorderen Fahrzeugräder, die Frontbeleuchtung, die vorderen Fahrzeug blinker und ein Entertainmentsystem. Ein hinteres Zonensteuergerät kontrolliert beispielsweise die Bremsaktuatoren der hinteren Fahrzeugräder, die Rückbeleuchtung und die hinteren Fahrzeug blinker. Das Zonensteuergerät bildet einen Knotenpunkt, beispielsweise einen Knotenpunkt in einem Bordnetz des Fahrzeuges, für beispielsweise die Datenverbindungen und Energieverteilung zu Sensoren, Aktuatoren, Peripheriegeräten und externen Baugruppen in seiner Nähe. Damit wird die Anzahl an Steuergeräten reduziert. Durch eine strategische Platzierung in der Zone wird nach einem Aspekt der Erfindung die Komplexität und/oder die Kosten der Verkabelung verringert. Durch die Verringerung der Anzahl an Steuergeräten verringert sich auch die Anzahl an erforderlichen Kühlern für die Steuergeräte. Nach einem Aspekt umfasst das Zonensteuergerät nur einen Kühler. Damit wird Leistung eingespart, was insbesondere bei Hybridelektrofahrzeugen und/oder Elektrofahrzeugen vorteilhaft ist betreffend die Batterieleistung. Betreffend Energieverteilung können in einer derartigen Zonenarchitektur, in der Sensoren und/oder Peripheriegeräte mit dem nächstgelegenen Zonensteuergerät verbunden sind, einzelne Funktionen, die das Zonensteuergerät bedient, temporär ausgeschaltet werden, beispielsweise das Entertainmentsystem, um Energie zu sparen. Die Verwendung von zwei Zonensteuergeräten erhöht die Redundanz in dem System.

Der erste Bereich des Fahrzeuges ist beispielsweise der in eine Vorwärtsfahrtrichtung des Fahrzeuges vordere Bereich des Fahrzeuges. Der zweite Bereich des

Fahrzeuges ist beispielsweise der in eine Vorwärtsfahrtrichtung des Fahrzeuges hintere Bereich des Fahrzeuges. Durch die Aufteilung der elektrischen/elektronischen Ansteuerung in einen vorderen Funktionskreis und hinteren Funktionskreis können bei aus eingesparten Steuergeräten und Verkabelung resultierendem geringerem Gewicht die Vorteile eines komplett elektromechanischen oder elektromagnetischen X-by-Wire wirkendem System genutzt werden.

Die Fahrdynamikdaten umfassen Geschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrzeuges.

Die Sensoren, die die Fahrdynamikdaten messen, umfassen Raddrehzahlsensoren, nach einem Aspekt mit Drehrichtungssensierung, Drehrate- und Querschleunigungssensoren, Lenkwinkelsensoren, Intertialmesseinheiten, auch inertial measurement units genannt, Radar- und/oder Lidarsensoren. Diese Sensoren liefern Daten über die Geschwindigkeit, den Bewegungszustand der Räder, über Fahrzustände wie beispielsweise Kurvenfahrt, und den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug für eine adaptive Geschwindigkeitsregelung, auch adaptive cruise control genannt. Nach einem Aspekt der Erfindung wird die erforderliche Messtechnik in einem Zonensteuergerät integriert.

Diese Daten werden über die Datenverbindung beiden Zonensteuergeräten bereitgestellt. Die Datenverbindung erfolgt nach einem Aspekt fiberoptisch.

Ein Gateway bezeichnet eine Hardware- und/oder Softwarekomponente, welche zwischen zwei Systemen eine Verbindung herstellt. Die Bezeichnung Gateway impliziert, dass die weitergeleiteten Daten bearbeitet werden. Der Inhalt der beiden vorangehenden Sätze ist Wikipedia entnommen und unterliegt der CC-BY-SA-Lizenz. Die Betätigungseinrichtung löst damit über das Gateway einen möglichen Ausfall in der Datenleitung.

Nach einem weiteren Aspekt umfasst das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät eine Middleware. Computerprogramme zum Regeln und/oder Steuern der ersten und/oder zweiten Fahrzeugkomponenten melden sich über die Middleware an.

Middleware ist ein anwendungsneutrales Programm, das zwischen Anwendungen und Betriebssystemen von Hardwaremodulen vermittelt. Mittels der Middleware können Anwendungen oder auch Applikationen genannt unabhängig von einem Hardwaremodul, beispielsweise einem Steuergerät, verwendet werden. Die Zonensteuergeräte realisieren zusammen mit der Middleware eine service oriented architecture, was insbesondere im Zusammenhang von Software defined Car, insbesondere E/E Architekturen von Elektrofahrzeugen, vorteilhaft ist.

Nach einem weiteren Aspekt ist das System dadurch gekennzeichnet, dass

- die ersten Fahrzeugkomponenten erste Bremsaktuatoren für vordere Räder des Fahrzeugs umfassen;
- die zweiten Fahrzeugkomponenten zweite Bremsaktuatoren für hintere Räder des Fahrzeuges umfassen;
- die Betätigungseinrichtung eine Handbremseinheit ist, wobei bei einem Ausfall eines des ersten oder zweiten Zonensteuergeräts und/oder der ersten oder der zweiten Bremsaktuatoren die Handbremseinheit ein Bremspedal in Wirkverbindung mit dem jeweils aktiven Zonensteuergerät oder mit den jeweils aktiven Bremsaktuatoren setzt.

Mittels des ersten und zweiten Zonensteuergeräts und der Handbremseinheit erfolgt eine geregelte, elektronische, Rad individuelle Bremskraftverteilung in Abhängigkeit von der Fahrsituation. Aufgrund der vollständig elektronischen Regelung kann das Brake-by-Wire System mit weiteren Fahrzeugführungssystemen, umfassend assistierte Fahrsysteme, auch advanced driver assistance systems, und autonome Fahrsysteme, auch autonomous driving systems genannt, vernetzt werden.

Sollten einzelne Bremsaktuatoren ausfallen, kann damit über die Zonenregelung mittels der Handbremseinheit der Ausfall und das daraus resultierende Moment kompensiert werden.

Nach einem Aspekt wird die Handbremseinheit elektronisch über einen Schalter betätigt. Nach einem Aspekt wirkt die Handbremseinheit auf die hinteren Räder.

Die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren sind nach einem Aspekt elektronische Bremsaktuatoren. Damit fällt eine Hydraulik weg und Gewicht kann eingespart werden. Nach einem weiteren sind in den elektronischen Bremsaktuatoren weitere Funktionen integriert. Damit werden mehr Funktionen als mit herkömmlicher Hydraulik Bremszangen geboten. Damit stellt die Erfindung ein vollelektrisches Brake-by-Wire System mit erweiterter Redundanz durch Funktionsverteilung in einer Zonenarchitektur bereit.

Nach einem Aspekt kann das erste oder das zweite Zonensteuergerät die ersten und die zweiten Bremsaktuatoren ansteuern.

Nach einem weiteren ist über die Handbremseinheit eine Notbremsung des Fahrzeuges regel- und/oder steuerbar. Fällt beispielsweise die Datenverbindung zu dem hinteren Zonensteuergerät aus, kann damit für eine Notbremsung der Kommunikationskanal über die Handbremseinheit als dezentrales Gateway genutzt werden. Die Handbremseinheit erhält damit die Bremsfunktionalitäten aufrecht. Selbst bei einem Ausfall der kompletten vorderen Einheit umfassend das erste Zonensteuergerät und die ersten Bremsaktuatoren kann der Fahrer über das mittels Handbremseinheit an das hintere System umfassend das zweite Zonensteuergerät und die zweiten Bremsaktuatoren angeschlossene Bremspedal das Fahrzeug zum Stehen bringen. Damit wird eine ausfallsichere kontrollierbare Notbremsung realisiert.

Nach einem weiteren Aspekt liest das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät einen Bremswunsch mehrkanalig ein, beispielsweise dreikanalig, das heißt über ein Voting von mehreren Sensoren, beispielsweise drei Sensoren. Die Zonensteuergeräte können einen Mehrkanalprozessor, beispielsweise einen Mehrkanalprozessor mit Lockstep, umfassen. Dadurch werden Fehler in der Hardware besser erkannt. Damit wird die Betriebssicherheit oder auch safety genannt des Systems erhöht.

Nach einem weiteren Aspekt sind auf dem ersten und/oder dem zweiten Zonensteuergerät Funktionen für ein assistiertes und/oder ein autonomes Fahren allokiert. Die Funktionen umfassen ein Regeln und/oder Steuern von Bremseingriffen für eine

adaptive Geschwindigkeitsregelung des Fahrzeuges. Damit kann das System die Bremsen ohne Pedalwirkung ansteuern.

Nach einem weiteren Aspekt umfasst das System die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren. Die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren sind unabhängig von dem ersten und/oder zweiten Zonensteuergerät abhängig von einer Geschwindigkeit des Fahrzeuges aktivierbar zum Einleiten einer kontrollierten Vollbremsung. Damit kann auch im Falle eines Komplettausfalls des ersten und des zweiten Zonensteuergeräts und/oder der ersten und der zweiten Bremsaktuatoren, beispielsweise im Falle eines kompletten Energieausfalls, das Fahrzeug kontrolliert zum Stehen gebracht werden. Nach einem Aspekt werden die ersten und/oder die zweiten Bremsaktuatoren über eine Geschwindigkeitskennlinie des Fahrzeuges aktiviert.

Nach einem weiteren Aspekt regelt und/oder steuert das System bei einem längeren Stillstand des Fahrzeuges die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren derart, dass Bremsen des Fahrzeuges geöffnet und geschlossen werden zum Verhindern einer Blockage der Bremsen. Damit kann ein Festbacken und/oder ein Festfrieren der Bremsen verhindert werden.

Nach einem weiteren Aspekt regelt und/oder steuert das System bei Nässe die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren derart, dass Bremsen des Fahrzeuges regelmäßig von einem Wasserfilm befreit werden. Damit wird ein sogenanntes Trockenbremsen realisiert. Durch diese Maßnahme wird ein Anhalteweg bei Nässe verkürzt. Die Information zum Aktivieren dieser Funktion wird nach einem Aspekt aus dem Scheibenwischersignal abgeleitet.

Nach einem weiteren Aspekt umfassen das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät eine Middleware. Computerprogramme zum Regeln und/oder Steuern der ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren, umfassend Computerprogramme, die in Abhängigkeit der mittels Sensoren erhaltenen Fahrdynamikdaten eine Bremsstrategie für eine Verzögerung des Fahrzeuges bestimmen, melden sich über die Middleware an, umfassend das Anmelden über Plug and Play und/oder Software-over-the-Air. Damit können bereits vorhandene X-by-Wire Systeme zu Brake-by-Wire Systeme

aktualisiert oder erweitert werden. Die Computerprogramme können bestimmte Algorithmen umfassen, gemäß denen Regel- und/oder Steuerbefehle berechnet werden, die die Zonensteuergeräte an die Bremsaktuatoren weiterleiten zum Bremsen des Fahrzeuges.

Nach einem Aspekt, insbesondere bei einem Anmelden über Plug and Play, stellt die Erfindung computerlesbare Datenträger bereit, auf denen die Computerprogramme zur Verzögerungsbestimmung des Fahrzeuges gespeichert sind. Die Datenträger umfassen flüchtige Speicher, beispielsweise RAM, DRAM, SRAM, und nicht-flüchtige Speicher, beispielsweise ROM, Flash-EEPROM. Die Datenträger sind beispielsweise Flash-Speicherkarten oder USB-Sticks.

Nach einem Aspekt, insbesondere bei einem Anmelden über Software-over-the-Air, stellt die Erfindung Datenträgersignale bereit, die die Computerprogramme zur Verzögerungsbestimmung des Fahrzeuges übertragen.

Nach einem Aspekt adaptieren die Zonensteuergeräte, beispielsweise mittels der entsprechenden Computerprogramme zur Verzögerungsbestimmung des Fahrzeuges, die Bremscharakteristik an die Fahrsituation, zum Beispiel durch sportlicheres Ansprechen bei hoher Geschwindigkeit.

Die Erfindung wird in dem folgenden Ausführungsbeispiel verdeutlicht. Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brake-by-Wire Systems.

Fig. 1 zeigt als ein Fahrzeug 100 einen PKW. Das X-by-Wire System ist ein Brake-by-Wire System des Fahrzeuges. Ein Bremswunsch des Fahrers oder eines Fahrsistenzsystems oder eines autonomen Fahrsystems wird beispielsweise dreikanalig von einem nächstgelegenen Zonensteuergerät 10, 20 aufgenommen. Sofern eine ADAS/ AD Funktion 13 beispielsweise auf dem ersten Zonensteuergerät 10 allokiert ist, ist die Kommunikation zwischen den Funktionsblöcken redundant ausgeführt.

In dem ersten Steuergerät 10 laufen Fahrdynamikdaten 1 und die Rückmeldung der ersten Fahrzeugkomponenten 11, 12. Die ersten Fahrzeugkomponenten umfassen

einen ersten Bremsaktuator 11 für die vordere rechte Bremse und einen zweiten Bremsaktuator 12 für die vordere linke Bremse. Basierend darauf wird eine optimale Bremsstrategie für die Verzögerung des Fahrzeugs 100 berechnet und an die Aktuatoren 11, 12, 21, 22 weitergeleitet. Die Fahrdynamikmessung umfasst Daten einer Inertia Measurement Unit, beispielsweise Daten aus einer Airbag ECU, sowie Radrehzahlen der Bremsen. Die Fahrdynamikdaten werden an beiden Zonensteuergeräten 10, 20 bereitgestellt.

Die Ansteuerung kann dabei entweder direkt von einem Primär-Steuergerät an alle Bremsaktuatoren 11, 12, 21, 22 geleitet werden. Um zusätzliche Redundanz im System zu haben, werden die zweiten Fahrzeugkomponenten 21, 22, umfassend einen zweiten Bremsaktuator 21 für die hintere rechte Bremse und einen zweiten Bremsaktuator 22 für die hintere linke Bremse, über das zweite Zonensteuergerät 20 hinten angesteuert.

Falls der Primär-Pfad zum hinteren Zonensteuergerät 20 ausfällt, kann für Notbremsung ein Kommunikationskanal über eine Handbremseinheit 30 als dezentrales Gateway genutzt werden. Sollten einzelnen Bremsaktuatoren 11, 12, 21, 22 ausfallen, kann über die Regelung der Ausfall und das daraus resultierende Moment kompensiert werden.

Das Zonensteuergerät 10 vorne kann neben der Bremsfunktion auch unter Beachtung der Rückwirkungsfreiheit weitere Funktionen bedienen.

Durch den Wegfall der Hydraulik kann Gewicht eingespart werden. Elektronische Bremsaktuatoren 11, 12, 21, 22 können durch weitere Funktionsintegration mehr Funktion bieten als herkömmliche Hydraulik Bremszangen.

Sicherheit wird durch den getrennten Aufbau und den möglichen dezentralen Gateway über die Handbremseinheit 30 geboten. Selbst beim Ausfall der kompletten vorderen Einheit 10, 11, 12 kann der Fahrer über das mittels Handbremseinheit 30 an das hintere System 20, 21, 22 angeschlossene Bremspedal 3 das Fahrzeug 100 zum Stehen bringen. Ein Fahrpedal 2 kann auch zu dem X-by-Wire System gehören.

Sofern ein Controller 10, 20 aktiv ist, kann über die Dynamikmessung noch eine Notbremsung durchgeführt werden, um die Auswirkung eines Unfalls zumindest zu mindern.

Intelligent Bremsaktuatoren 11, 12, 21, 22 können im Falle eines kompletten Energieausfalls über eine Geschwindigkeitskennlinie das Fahrzeug 100 kontrolliert zum Stehen bringen.

Bei längerem Stillstand können die Aktuatoren 11, 12, 21, 22 der Bremse kaskadierend öffnen und schließen, um ein Festbacken/ festfrieren zu verhindern.

Bezugszeichen

1	Fahrdynamikdaten
2	Fahrpedal
3	Bremspedal
10	erstes Zonensteuergerät
11	erste Fahrzeugkomponente
12	erste Fahrzeugkomponente
13	ADAS/AD Funktion
20	zweites Zonensteuergerät
21	zweite Fahrzeugkomponente
22	zweite Fahrzeugkomponente
100	Fahrzeug

Patentansprüche

1. Brake-by-Wire System für einen ausfallssicheren Betrieb eines Fahrzeugs (100) mittels Zonensteuergeräten (10, 20) umfassend wenigstens

- ein erstes Zonensteuergerät (10), das in einem ersten Bereich des Fahrzeuges (100) anordbar ist, Funktionen von wenigstens in dem ersten Bereich vorhandenen ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) bedient und die ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) regelt und/oder steuert;
- ein zweites Zonensteuergerät (20), das in einem zweiten Bereich des Fahrzeuges (100) anordbar ist, Funktionen von wenigstens in dem zweiten Bereich vorhandenen zweiten Fahrzeugkomponenten (21, 22) bedient und die zweiten Fahrzeugkomponenten (21, 22) regelt und/oder steuert;
- eine Datenverbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät (10, 20), über die mittels Sensoren erhaltene Fahrdynamikdaten (1) bereitgestellt werden;
- eine Betätigungseinrichtung (30), die bei einem Ausfall der Datenverbindung ein Gateway zwischen dem ersten und dem zweiten Zonensteuergerät (10, 20), bei einem Ausfall des ersten Zonensteuergeräts (10) und/oder eines Teils der ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) ein Gateway zu dem zweiten Zonensteuergerät (20) oder bei einem Ausfall des zweiten Zonensteuergeräts (20) und/oder eines Teils der zweiten Fahrzeugkomponenten (21, 22) ein Gateway zu dem ersten Zonensteuergerät (10) bildet, wobei über das Gateway wenigstens ein Teil der ersten und/oder ein Teil der zweiten Fahrzeugkomponenten (11, 12, 21, 22) regel- und/oder steuerbar ist.

2. Brake-by-Wire System nach Anspruch 1, wobei das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät (10, 20) eine Middleware umfassen und Computerprogramme zum Regeln und/oder Steuern der ersten und/oder zweiten Fahrzeugkomponenten (11, 12, 21, 22) sich über die Middleware anmelden.

3. Brake-by-Wire System nach Anspruch 1 oder 2, wobei

- die ersten Fahrzeugkomponenten (11, 12) erste Bremsaktuatoren für vordere Räder des Fahrzeugs (100) umfassen;

- die zweiten Fahrzeugkomponenten (21, 22) zweite Bremsaktuatoren für hintere Räder des Fahrzeuges (100) umfassen;
- die Betätigungseinrichtung (30) eine Handbremseinheit ist, wobei bei einem Ausfall eines des ersten oder zweiten Zonensteuergeräts (10, 20) und/oder der ersten oder der zweiten Bremsaktuatoren die Handbremseinheit ein Bremspedal (3) in Wirkverbindung mit dem jeweils aktiven Zonensteuergerät (10, 20) oder mit den jeweils aktiven Bremsaktuatoren setzt.

4. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei über die Handbremseinheit eine Notbremsung des Fahrzeuges (100) regel- und/oder steuerbar ist.

5. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät (10, 20) einen Bremswunsch mehrkanalig einlesen.

6. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf dem ersten und/oder dem zweiten Zonensteuergerät (10, 20) Funktionen für ein assistiertes und/oder ein autonomes Fahren allokiert sind umfassend ein Regeln und/oder Steuern von Bremsengriffen für eine adaptive Geschwindigkeitsregelung des Fahrzeuges (100).

7. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das System die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren umfasst und die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren unabhängig von dem ersten und/oder zweiten Zonensteuergerät (10, 20) abhängig von einer Geschwindigkeit des Fahrzeuges (100) aktivierbar sind zum Einleiten einer kontrollierten Vollbremsung.

8. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das System bei einem längeren Stillstand des Fahrzeuges (100) die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren derart regelt und/oder steuert, dass Bremsen des Fahrzeuges (100) geöffnet und geschlossen werden zum Verhindern einer Blockage der Bremsen.

9. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das System bei Nässe die ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren derart regelt und/oder steuert, dass Bremsen des Fahrzeuges (100) regelmäßig von einem Wasserfilm befreit werden.

10. Brake-by-Wire System nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das erste und/oder das zweite Zonensteuergerät (10, 20) eine Middleware umfassen und Computerprogramme zum Regeln und/oder Steuern der ersten und/oder zweiten Bremsaktuatoren, umfassend Computerprogramme, die in Abhängigkeit der mittels Sensoren erhaltenen Fahrdynamikdaten eine Bremsstrategie für eine Verzögerung des Fahrzeuges (100) bestimmen, sich über die Middleware anmelden, umfassend das Anmelden über Plug and Play und/oder Software-over-the-Air.

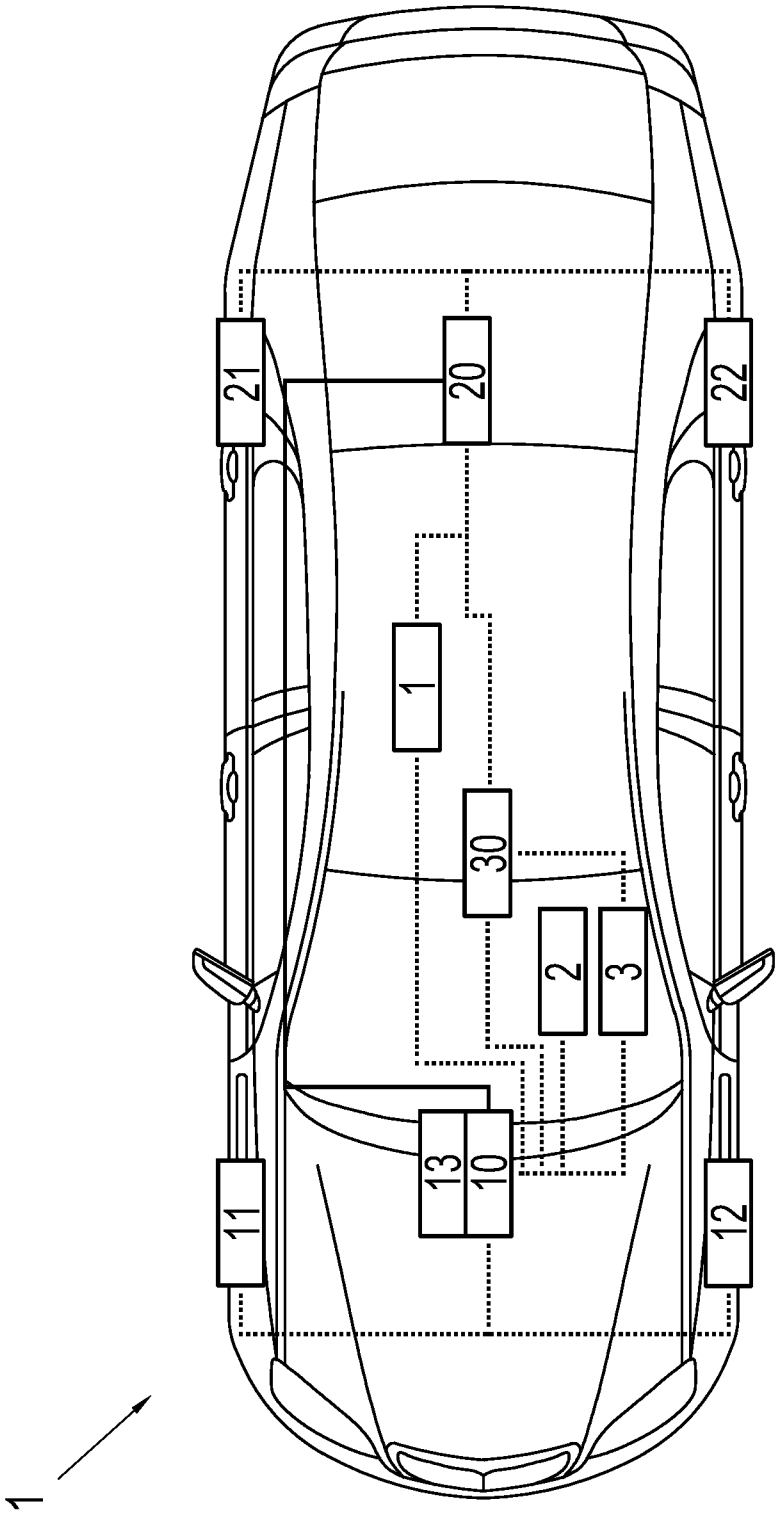


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/071042**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B60T 13/74**(2006.01)i; **B60T 8/88**(2006.01)i; **B60T 7/12**(2006.01)i; **B60T 17/22**(2006.01)i

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102018002989 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraphs [0033] - [0035], [0052], [0063], [0078], [0082], [0095], [0100] - [0103]; figures 1, 2	1-10
X	EP 1105306 B1 (MOTOROLA LTD [GB]) 27 April 2005 (2005-04-27) paragraphs [0014] - [0018], [0021] - [0024]; figure 1	1-10
X	DE 102017119408 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 01 March 2018 (2018-03-01)	1,2,5-10
A	paragraphs [0018] - [0020], [0024], [0026], [0029] - [0031], [0038], [0039], [0046]; figures 2A-2C, 3	3,4
A	US 2020070788 A1 (MICHELS ERWIN [DE] ET AL.) 05 March 2020 (2020-03-05) figures 1, 2	1-10



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 application or patent 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

15 November 2022

Date of mailing of the international search report

23 November 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lopez, Marco

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/071042

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102018002989	A1	17 October 2019	CN	111954614	A	17 November 2020
				DE	102018002989	A1	17 October 2019
				US	2021146900	A1	20 May 2021
				WO	2019197561	A1	17 October 2019
EP	1105306	B1	27 April 2005	DE	69925000	T2	23 February 2006
				EP	1105306	A1	13 June 2001
				GB	2339869	A	09 February 2000
				US	6540309	B1	01 April 2003
				WO	0005116	A1	03 February 2000
DE	102017119408	A1	01 March 2018	CN	107792032	A	13 March 2018
				DE	102017119408	A1	01 March 2018
				US	2018056960	A1	01 March 2018
US	2020070788	A1	05 March 2020	CN	109843673	A	04 June 2019
				DE	102016012530	A1	26 April 2018
				EP	3529117	A1	28 August 2019
				US	2020070788	A1	05 March 2020
				WO	2018073038	A1	26 April 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T13/74 B60T8/88 B60T7/12 B60T17/22 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2018 002989 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) Absätze [0033] - [0035], [0052], [0063], [0078], [0082], [0095], [0100] - [0103]; Abbildungen 1, 2 -----	1-10
X	EP 1 105 306 B1 (MOTOROLA LTD [GB]) 27. April 2005 (2005-04-27) Absätze [0014] - [0018], [0021] - [0024]; Abbildung 1 -----	1-10
X	DE 10 2017 119408 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 1. März 2018 (2018-03-01) Absätze [0018] - [0020], [0024], [0026], [0029] - [0031], [0038], [0039], [0046]; Abbildungen 2A-2C, 3 -----	1, 2, 5-10
A	Absätze [0018] - [0020], [0024], [0026], [0029] - [0031], [0038], [0039], [0046]; Abbildungen 2A-2C, 3 -----	3, 4
	-/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. November 2022		23/11/2022
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 Lopez, Marco

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2020/070788 A1 (MICHELS ERWIN [DE] ET AL) 5. März 2020 (2020-03-05) Abbildungen 1, 2 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/071042

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102018002989 A1	17-10-2019	CN 111954614 A	17-11-2020
		DE 102018002989 A1	17-10-2019
		US 2021146900 A1	20-05-2021
		WO 2019197561 A1	17-10-2019
EP 1105306 B1	27-04-2005	DE 69925000 T2	23-02-2006
		EP 1105306 A1	13-06-2001
		GB 2339869 A	09-02-2000
		US 6540309 B1	01-04-2003
		WO 0005116 A1	03-02-2000
DE 102017119408 A1	01-03-2018	CN 107792032 A	13-03-2018
		DE 102017119408 A1	01-03-2018
		US 2018056960 A1	01-03-2018
US 2020070788 A1	05-03-2020	CN 109843673 A	04-06-2019
		DE 102016012530 A1	26-04-2018
		EP 3529117 A1	28-08-2019
		US 2020070788 A1	05-03-2020
		WO 2018073038 A1	26-04-2018