

(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
25. Januar 2024 (25.01.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/017608 A1

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 13/66 (2006.01) B60T 17/22 (2006.01)
B60T 13/74 (2006.01)</p> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/068205</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Juli 2023 (03.07.2023)</p> <p>(25) Einreichungssprache: Deutsch</p> <p>(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch</p> <p>(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 118 023.9
19. Juli 2022 (19.07.2022) DE</p> | <p>(71) Anmelder: KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR NUTZFAHRZEUGE GMBH [DE/DE]; Moosacher Str. 80, 80809 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder: JUNDT, Oliver; Fritz-Präuner-Str. 35, 74394 Hessigheim (DE).</p> <p>(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, DE, 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, MG, MK, MN, MU, 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, ST,</p> |
|--|---|

(54) Title: EQUIPMENT OF A PARTLY AUTONOMOUSLY OR AUTONOMOUSLY OPERATED MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: AUSRÜSTUNG EINES TEILAUTONOM ODER AUTONOM BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGS

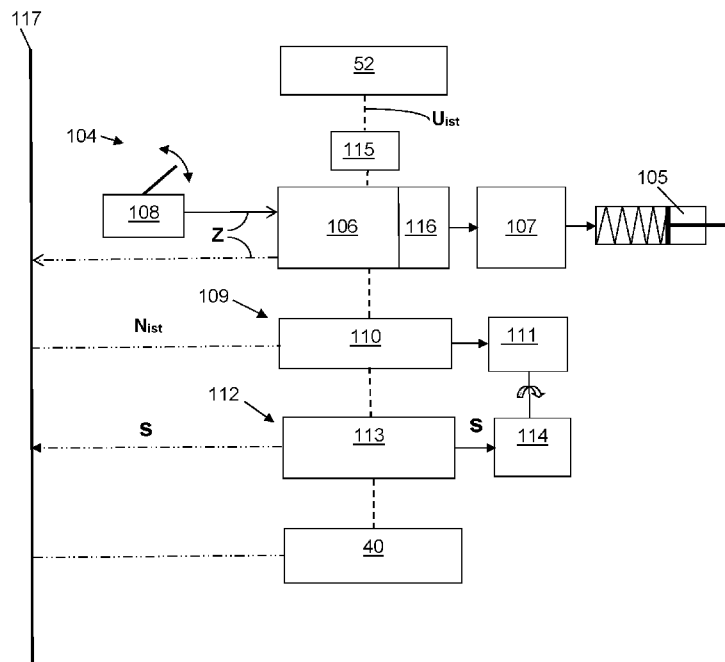


FIG.4

(57) Abstract: The invention relates to equipment of a partly autonomously or autonomously operated motor vehicle, which comprises at least the following: an electrically actuatable service brake device (80) which carries out at least one service brake function, an electrically actuatable parking brake device (104) which carries out at least one parking brake function and has at least one applied state and a released state, a drive device (109) which has at least one active state for driving the motor vehicle and an inactive state in which the drive device (109) is shut down, a starter device (112) which produces a starting signal (S) which transfers the drive device (109) from the inactive state into the active state, an electrical energy source (52) which supplies at least

WO 2024/017608 A1

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

the electrically actuatable service brake device (80) and the starter device (112) with electrical energy. The invention provides an electronic control device (116) which is in signal connection (117) at least with the parking brake device (104) and the starter device (112) and, from a sensor device (115), receives an actual value for an electrical supply voltage (U_{act}) of the electrical energy source (52), wherein the electronic control device (116) is designed to be able to determine with the aid of the signal connection (117) whether the parking brake device (104) is in the applied state and the starter device (112) has produced the starting signal (S), and, if this is the case, the electronic control device (116) keeps the parking brake device (104) in the applied state for as long as the actual value for the electrical supply voltage (U_{act}) has not reached or exceeded a supply voltage minimum value (U_{min}). The security in relation to an unintentional movement of the motor vehicle is thereby increased.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Ausrüstung eines teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugs, welche wenigstens Folgendes aufweist: Eine elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80), welche wenigstens eine Betriebsbremsfunktion ausführt, eine elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung (104), welche wenigstens eine Parkbremsfunktion ausführt und wenigstens einen zugespannten Zustand und einen gelösten Zustand aufweist, eine Antriebseinrichtung (109), welche wenigstens einen aktiven Zustand zum Antreiben des Kraftfahrzeugs und einen inaktiven Zustand aufweist, in welchem die Antriebseinrichtung (109) außer Betrieb gesetzt ist, eine Startereinrichtung (112), welche ein Startsignal (S) erzeugt, welches die Antriebseinrichtung (109) von dem inaktiven Zustand in den aktiven Zustand versetzt, eine elektrische Energiequelle (52), welche zumindest die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80) und die Startereinrichtung (112) mit elektrischer Energie versorgt. Die Erfindung sieht eine elektronische Steuereinrichtung (116) vor, welche wenigstens mit der Parkbremseinrichtung (104) und der Startereinrichtung (112) in Signalverbindung (117) steht und von einer Sensoreinrichtung (115) einen Ist-Wert für eine elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) der elektrischen Energiequelle (52) empfängt, wobei die elektronische Steuereinrichtung (116) ausgebildet ist, dass sie mit Hilfe der Signalverbindung (117) feststellen kann, ob sich die Parkbremseinrichtung (104) im zugespannten Zustand befindet und die Startereinrichtung (112) das Startsignal (S) erzeugt hat, und falls dies zutrifft die elektronische Steuereinrichtung (116) die Parkbremseinrichtung (104) solange im zugespannten Zustand hält, solange der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) nicht einen Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) erreicht oder überschritten hat. Dadurch wird die Sicherheit gegenüber einer unbeabsichtigten Bewegung des Kraftfahrzeugs erhöht.

BESCHREIBUNG

Ausrüstung eines teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugs

5 Die Erfindung betrifft eine Ausrüstung eines teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Weiterhin betrifft die Erfindung auch ein teilautonom oder autonom betriebenes Kraftfahrzeug mit einer solchen Ausrüstung gemäß Anspruch 15.

Eine solche Ausrüstung wird beispielsweise in der noch unveröffentlichten deutschen
10 Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2021 114 055.2 beschrieben. Die elektrische Ausrüstung umfasst eine elektro-pneumatische Betriebsbremseinrichtung mit einem primären Betriebsbremskreis und einem redundanten Betriebsbremskreis, bei welcher auf ein Assistenz-Bremsanforderungssignal eines Assistenzsystems hin innerhalb des Redundanz-Betriebsbremskreises wenigstens ein pneumatischer Bremssteuerdruck
15 unabhängig von einem Defekt des primären Betriebsbremskreises unverzüglich und direkt an das (noch) durch Bestromung geschlossene elektromagnetische Backup-Ventil wenigstens eines Druckregelmoduls angesteuert wird. Dann öffnet bei einem Ausfall des primären Betriebsbremskreises das dann entstromte elektromagnetische Backup-Ventil des wenigstens einen Druckregelmoduls automatisch und der Bremsdruck wird in
20 dem betreffenden Druckregelmodul auf der Basis oder abhängig von dem dort bereits anstehenden pneumatischen Bremssteuerdruck unverzüglich gebildet.

Bei insbesondere (auch oder zusätzlich) von Brennkraftmaschinen angetriebenen Nutzfahrzeugen kann es unmittelbar nach Einleiten des Motorstarts (Cranking) durch eine Startereinrichtung wie einen Anlasser über eine bestimmte Zeitdauer hinweg (z.B.
25 über mehrere Sekunden) zu einer zu geringen Versorgungsspannung kommen. Dies ist bedingt durch

- einen hohen Strombedarf des Anlassers,
- den Innenwiderstand der Starterbatterie und
- der Tatsache, dass die Lichtmaschine keinen (effektiven) Strom liefert

30 Niedrige Temperaturen oder eine alte Starterbatterie können den Effekt verstärken.

Elektro-pneumatische Betriebsbremseinrichtungen mit primärem elektrisch betätigtem Betriebsbremskreis und redundantem Betriebsbremskreis wie oben beschrieben

schalten bei einem Unterschreiten eines Versorgungsspannungs-Mindestwerts durch die elektrische Versorgungsspannung dann automatisch von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis um, indem beispielsweise bei der oben beschriebenen elektro-pneumatischen Betriebsbremseinrichtung die in den
5 Druckregelmoduln integrierten Backup-Ventile sofort öffnen. In einem solchen Fall ist die Versorgungsspannung nicht mehr ausreichend, um die elektrischen Komponenten des primären elektrisch betätigten Betriebsbremskreises ausreichend zu versorgen, damit dieser die Betriebsbremsfunktion ausführen kann.

Falls das Kraftfahrzeug über ein Bremsbetätigungsorgan wie ein Fußbremsventil verfügt,
10 mit welchem der Fahrer den redundanten Betriebsbremskreis beispielsweise rein pneumatisch betätigen kann, ist eine redundante Bremsung mit Hilfe des redundanten pneumatischen Bremskreises noch durch den Fahrer möglich. Bei teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugen, bei welchen der Fahrer das Kraftfahrzeug nicht mehr aktiv steuern muss, kann folglich eine Betätigung des redundanten Bremskreises
15 ausbleiben. Es besteht dann für den Fall einer (insbesondere temporär) zu niedrigen Versorgungsspannung und einem damit verbundenen Ausfall des primären Bremskreises und mangels einer aktiven Betätigung des redundanten Betriebsbremskreises durch den Fahrer die Gefahr, dass das geparkte Kraftfahrzeug wegrollt, wenn keine Parkbremse eingelegt ist. Diese Gefahr ist besonders hoch, wenn
20 das Kraftfahrzeug an einem Hang steht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Ausrüstung eines teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugs zur Verfügung zu stellen, welche eine hohe Sicherheit gegen eine unbeabsichtigte Bewegung des Kraftfahrzeugs zur Verfügung stellt. Außerdem soll auch ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Ausrüstung zur Verfügung
25 gestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 15 gelöst.

Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung geht aus von einer Ausrüstung eines teilautonom oder autonom
30 betriebenen Kraftfahrzeugs, welche wenigstens Folgendes aufweist:

- a) Eine elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung, welche wenigstens eine Betriebsbremsfunktion ausführt,

- b) eine elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung, welche wenigstens eine Parkbremsfunktion ausführt und wenigstens einen zugespannten Zustand und einen gelösten Zustand aufweist,
- c) eine Antriebseinrichtung, welche wenigstens einen aktiven Zustand zum Antreiben
5 des Kraftfahrzeugs und einen inaktiven Zustand aufweist, in welchem die Antriebseinrichtung außer Betrieb gesetzt ist,
- d) eine Startereinrichtung, welche ein Startsignal S erzeugt, welches die Antriebseinrichtung von dem inaktiven Zustand in den aktiven Zustand versetzt,
- e) eine elektrische Energiequelle, welche zumindest die elektrisch betätigbare
10 Betriebsbremseinrichtung und die Startereinrichtung mit einer elektrischen Versorgungsspannung versorgt.

Die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung kann beispielsweise eine elektro-
pneumatische, eine elektro-hydraulische, eine elektro-mechanische oder eine rein
elektrische Betriebsbremseinrichtung sein. Ebenso kann die elektrisch betätigbare
15 Parkbremseinrichtung eine elektro-pneumatische, eine elektro-hydraulische, eine elektro-mechanische oder eine rein elektrische Parkbremseinrichtung sein. Die Antriebseinrichtung kann eine Brennkraftmaschine und/oder eine Elektromaschine umfassen. Die Startereinrichtung, welche das Startsignal erzeugt, kann ein Steuergerät zur teilautonomen oder autonomen Steuerung des Kraftfahrzeugs und/oder einen von
20 einem Fahrer des Kraftfahrzeugs manuell bedienbaren Zündungsschalter umfassen.

Die elektrische Energiequelle, welche zumindest die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung und die Startereinrichtung mit der elektrischen Versorgungsspannung versorgt, kann beispielsweise eine Bord-Batterie und/oder einen Bord-Akkumulator umfassen, optional auch eine primäre elektrische Energiequelle und
25 zusätzlich eine redundante elektrische Energiequelle.

Das durch die Startereinrichtung erzeugte Startsignal S ist bevorzugt ein „Motor-Start“-Signal zum Einschalten oder Starten der Antriebseinrichtung bzw. eines Antriebsmotors der Antriebseinrichtung, insbesondere einer Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs. Alternativ oder zusätzlich kann das Startsignal S wenigstens eine Einrichtung der
30 Ausrüstung des Kraftfahrzeugs, insbesondere die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung und/oder die elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung von einem unbestromten Zustand oder „schlafenden“ Zustand in einen bestromten Zustand

oder „aufgeweckten“ Zustand versetzen. Dann umfasst das Startsignal S beispielsweise (auch) ein „Zündung an“-Signal.

Teilautonom betriebenes Kraftfahrzeug bedeutet, dass der Fahrer bei der Steuerung des Fahrzeugs (Längsdynamik, Querdynamik) von einem Fahrerassistenzsystem unterstützt wird, welches dann beispielsweise in die Lenkung, in die Antriebseinrichtung und/oder in die Betriebsbremseinrichtung und/oder in die Parkbremseinrichtung autonom oder automatisch eingreift, um das Kraftfahrzeug beispielsweise in Fahrt entlang einer bestimmten Trajektorie zu bewegen und/oder im Stillstand festzuhalten. Dabei muss der Fahrer das Fahrerassistenzsystem unterstützen. Autonom betriebenes Kraftfahrzeug bedeutet, dass ein autonomes System wie ein Autopilot ohne Hilfe des Fahrers die (gesamte) Steuerung des Fahrzeugs (Längsdynamik, Querdynamik) übernimmt. Ein Problem kann dabei entstehen, wenn ausgehend bei einem mit Hilfe der Parkbremseinrichtung geparkten Kraftfahrzeug die Startereinrichtung betätigt wird, um loszufahren. Da sowohl die Betriebsbremseinrichtung als auch die Startereinrichtung meist von derselben elektrischen Energiequelle mit elektrischer Energie versorgt werden, besteht die Gefahr, dass es aufgrund der Betätigung der Startereinrichtung beim Start zu einem Einbruch der Versorgungsspannung U kommt, der so groß sein kann, dass die elektrisch betätigte Betriebsbremseinrichtung nicht mehr funktionstüchtig ist. Zwar hat der Fahrer dann die Möglichkeit, das unbeabsichtigt wegrollende Kraftfahrzeug durch Betätigen des Fußbremspedals einzubremsen. Jedoch kann der Fahrer dies im Verlass auf die teilautonomen/autonomen Funktionen des Kraftfahrzeugs oder auch mangels Aufmerksamkeit unterlassen. Dieses Problem nimmt die Erfindung zum Anlass, eine Verbesserung anzubieten.

Gemäß der Erfindung ist dann vorgesehen, dass

- 25 f) eine elektronische Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche wenigstens mit der Parkbremseinrichtung und der Startereinrichtung in Signalverbindung steht und von einer Sensoreinrichtung einen Ist-Wert für eine elektrische Versorgungsspannung U_{ist} oder eine diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe der elektrischen Energiequelle empfängt, wobei
- 30 g) die elektronische Steuereinrichtung ausgebildet ist, dass sie mit Hilfe der Signalverbindung feststellen kann, ob sich die Parkbremseinrichtung im zugespannten Zustand befindet, optional sich die Antriebseinrichtung im inaktiven

Zustand befindet, und die Startereinrichtung das Startsignal S erzeugt hat, und falls dies zutrifft, die elektronische Steuereinrichtung die Parkbremseinrichtung solange im zugespannten Zustand hält, solange der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe nicht einen Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} erreicht oder überschritten hat.

Zum Feststellen, ob der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} erreicht oder überschritten hat, umfasst die Ausrüstung daher die Sensoreinrichtung, welche beispielsweise eine den Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} repräsentierende Größe als Sensorsignal in die elektronische Steuereinrichtung einsteuert. Dabei kann diese Größe direkt als Ist-Spannungswert gemessen oder aber aus einer anderen gemessenen physikalischen Größe abgeleitet oder berechnet werden. Die Sensoreinrichtung kann wie die elektronische Steuereinrichtung an die Signalverbindung angeschlossen sein, um das Sensorsignal der Sensoreinrichtung in die elektronische Steuereinrichtung einzusteuern. Der Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} wird bevorzugt wenigstens zu dem Zeitpunkt t_0 festgestellt oder gemessen, an welchem das Startsignal S von der Startereinrichtung erzeugt wird.

Der Zweck oder Effekt dieser Maßnahmen liegt darin, dass dann verhindert wird, dass das Kraftfahrzeug im Falle einer durch die Versorgungsspannung U der Energiequelle unterversorgten und dann nicht funktionstüchtigen Betriebsbremseinrichtung wegen der weiterhin zugespammt gehaltenen Parkbremseinrichtung unbeabsichtigt wegrollt, wenn der Fahrer beispielsweise aus Unaufmerksamkeit nicht eingreift. Dadurch wird die Betriebssicherheit des Kraftfahrzeugs erhöht.

Wenn jedoch die elektrische Versorgungsspannung U (wieder) den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} erreicht oder überschritten hat, insbesondere kurz nach dem Start der Antriebseinrichtung, ist die Betriebsbremseinrichtung wieder voll funktionstüchtig, so dass dann bevorzugt die Parkbremseinrichtung von der elektronischen Steuereinrichtung vom zugespannten Zustand in den gelösten Zustand umgeschaltet wird und das Kraftfahrzeug losfahren kann. Der Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} stellt daher bevorzugt ein Mindestmaß in Bezug auf die Funktionsfähigkeit der Betriebsbremseinrichtung dar, d.h., dass die elektrische

Energiequelle wenigstens den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} liefern muss, damit die Betriebsbremseinrichtung funktionstüchtig ist oder wird.

Mit anderen Worten ist die elektronische Steuereinrichtung ausgebildet, dass sie, falls die Startereinrichtung das Startsignal S zum Zeitpunkt t_0 erzeugt hat und die
5 Parkbremseinrichtung sich insbesondere im Stillstand des Kraftfahrzeugs im zugespannten Zustand befindet, die Parkbremseinrichtung vom zugespannten Zustand in den gelösten Zustand versetzt, wenn sie insbesondere mit Hilfe der Signalverbindung festgestellt hat, dass der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} den
10 Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} insbesondere wenigstens eine vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 lang, beispielsweise 2 Sekunden überschritten hat. Dann ist davon auszugehen, dass die Versorgungsspannung U (wieder) stabil ist und nicht mehr unter den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} fällt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in Anspruch 1 angegebenen Erfindung
15 möglich.

Besonders bevorzugt ist die elektronische Steuereinrichtung ausgebildet, dass sie die Parkbremseinrichtung solange im zugespannten Zustand hält, solange der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} oder die den Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe nicht wenigstens eine vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 lang den
20 Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} erreicht oder überschritten hat. Beispielsweise kann die vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 mit der Erzeugung des Startsignals S zum Zeitpunkt t_0 beginnen und beispielsweise wenigstens 2 Sekunden betragen. Anstatt definiert oder vorbestimmt kann die erste Zeitdauer Δt_1 auch variabel sein.

Auch kann die elektronische Steuereinrichtung ausgebildet sein, dass sie die
25 Parkbremseinrichtung vom zugespannten Zustand in den gelösten Zustand versetzt, wenn sie festgestellt hat, dass der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} oder die den Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} insbesondere wenigstens die vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 lang (wieder) überschritten hat.

Besonders bevorzugt weist die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung einen primären Betriebsbremskreis und wenigstens einen redundanten Betriebsbremskreis als Redundanz für den primären Betriebsbremskreis auf, wobei die elektrisch betätigbare

- Betriebsbremseinrichtung ausgebildet ist, dass im Normalzustand der primäre Betriebsbremskreis die Betriebsbremsfunktion(en) ausführt, aber auf ein Umschaltkriterium hin die Ausführung zumindest eines Teils der Betriebsbremsfunktion(en) von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis umschaltet. Der wenigstens eine redundante Betriebsbremskreis kann auch einen Parkbremskreis umfassen oder durch einen Parkbremskreis gebildet werden, wenn dieser beispielsweise dazu verwendet werden kann, bei gestörtem primären Betriebsbremskreis das Kraftfahrzeug aus der Fahrt in den Stillstand einzubremsen und es dann im Stillstand zu halten.
- 5
- 10 Problematisch kann dabei sein, dass die Betriebsbremsfunktion(en), die der redundante Betriebsbremskreis ausführen kann, gegenüber den Betriebsbremsfunktion(en), welche der primäre Betriebsbremskreis ausführen kann, vor allem im Hinblick auf höhere Funktionen wie Fahrdynamikregelungen (ABS, ASR, ESP usw.) wenigstens eine Degradation aufweist. Beispielsweise dann, wenn die Betriebsbremsfunktion des
- 15 redundanten Betriebsbremskreises lediglich ein achsweises ABS, die Betriebsbremsfunktion des primären Betriebsbremskreises jedoch ein radindividuelles ABS ausführen kann. Beispielsweise dann besteht der Wunsch, dass ein Umschalten von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis nur dann erfolgt, wenn ein solches Umschalten tatsächlich notwendig ist, beispielsweise lediglich
- 20 bei einem länger andauernden Versorgungsspannungseinbruch, welcher dann beispielsweise länger als die vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 dauert. Je nach Ausführung der elektrisch betätigbaren Betriebsbremseinrichtung kann auch ein Zurückschalten von dem redundanten Betriebsbremskreis auf den primären Betriebsbremskreis ausgeschlossen sein, auch wenn das Umschaltkriterium nach einiger
- 25 Zeit nicht mehr vorliegt.
- Wenn beispielsweise, wie oben beschrieben, das Umschaltkriterium das Ereignis umfasst, dass die Versorgungsspannung U kleiner als der Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} ist oder wird, so tritt dieses Ereignis in der Regel lediglich für eine kurze Zeitdauer beispielsweise dann ein, wenn wie oben beschrieben infolge eines Starts einer
- 30 Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs die Versorgungsspannung U kurzfristig einbricht, aber kurz nach dem Start wieder gleich oder größer in Bezug zum Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} ist. In einem solchen Fall wäre ein Umschalten

vom primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis und einer damit unter Umständen einhergehenden Degradation der Betriebsbremsfunktion(en) nicht notwendig, weil dann die Versorgungsspannung U nach der kurzen Zeitdauer des Startvorgangs und des damit verbundenen Versorgungsspannungseinbruchs wieder
5 ausreichend groß ist, um die Betriebsbremsfunktion(en) des primären Betriebsbremskreis ungestört und in vollem Umfang ausführen zu können.

Vor diesem Hintergrund ist die elektronische Steuereinrichtung bevorzugt ausgebildet, dass sie auf ein Eintreten des Umschaltkriteriums hin ein Umschalten der Ausführung der Betriebsbremsfunktion(en) von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten
10 Betriebsbremskreis verhindert und das Umschaltkriterium außer Acht lässt, wenn der Ist-Wert für die Versorgungsspannung U_{ist} oder die den Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe höchstens eine vorbestimmte zweite Zeitdauer Δt_2 lang kleiner als der Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} ist. Beispielsweise kann die vorbestimmte zweite Zeitdauer Δt_2 mit der Erzeugung des Startsignals S zum Zeitpunkt t_0 beginnen.
15 Anstatt definiert oder vorbestimmt kann die zweite Zeitdauer Δt_2 auch variabel sein.

Gemäß einer Weiterbildung kann die elektronische Steuereinrichtung ein „Stand-Alone“-Steuergerät sein oder in einem beliebigen elektronischen Steuergerät integriert sein, beispielsweise in einem Betriebsbremssteuergerät zur Steuerung der Betriebsbremseinrichtung, einem Parkbremssteuergerät zur Steuerung der
20 Parkbremseinrichtung und/oder in einem Steuergerät zur teilautonomen oder autonomen Steuerung des Kraftfahrzeugs.

Auch kann die Signalverbindung wenigstens ein Controller Area Network (CAN) umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die Signalverbindung auch eine interne Signalverbindung beispielsweise innerhalb eines integrierten Steuergeräts umfassen
25 oder beinhalten.

Bevorzugt kann die Startereinrichtung, welche das Startsignal S erzeugt

- a) ein Steuergerät zur teilautonomen oder autonomen Steuerung des Kraftfahrzeugs, und/oder
- b) einen von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs manuell bedienbaren Zündschalter
30 umfassen.

Der Fall a) umfasst insbesondere den Fall, dass das Kraftfahrzeug bzw. dessen Antriebseinrichtung von dem Steuergerät zur teilautonomen oder autonomen Steuerung

des Kraftfahrzeugs automatisch gestartet wird, beispielsweise nachdem der Autopilot vom Fahrer aktiviert und diesem ein Ziel vorgegeben worden ist.

Die elektrische Energiequelle kann neben der elektrisch betätigbaren Betriebsbremseinrichtung und der Startereinrichtung auch die elektrisch betätigbare
5 Parkbremseinrichtung und/oder die elektronische Steuereinrichtung mit elektrischer Energie versorgen. Alternativ kann jede dieser Einrichtungen auch von einer redundanten oder zusätzlichen elektrischen Energiequelle mit elektrischer Energie versorgt sein. Insbesondere kann die elektronische Steuereinrichtung von einer in Bezug auf die elektrische Energiequelle zusätzlichen und unabhängigen Sekundär-Energiequelle mit
10 elektrischer Energie versorgt sein, damit sie die oben beschriebene Funktion sicher ausführen kann.

Wenn die elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung als Parkbremsaktuator wenigstens einen (passiven) Federspeicherbremszylinder umfasst, welcher im
15 zugespanten Zustand entlüftet und im gelösten Zustand belüftet ist, dann kann die Parkbremseinrichtung vorteilhaft auch bei einem oben beschriebenen Versorgungsspannungseinbruch infolge eines Startvorgangs im zugespanten Zustand gehalten werden, da hierzu keine elektrische Energie notwendig ist, weil dann die entspannte Speicherfeder die Parkbremse weiterhin zugespant hält. Insbesondere braucht dann die Parkbremseinrichtung zum Halten im zugespanten Zustand nicht
20 bestromt zu werden.

Zum Lösen der Federspeicherbremszylinder unter den oben angegebenen Bedingungen, d.h. wenn der Ist-Wert der Versorgungsspannung U oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} , insbesondere wenigstens die vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 lang erreicht oder
25 überschritten hat, ist dann ausreichend Versorgungsspannung vorhanden, um die Federspeicherbremszylinder zu belüften und damit zu lösen.

Die Erfindung betrifft auch ein teilautonom oder autonom betriebenes Kraftfahrzeug, welches eine oben beschriebene Ausrüstung aufweist.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit
30 der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung näher dargestellt.

Zeichnung

Nachstehend ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt

- 5 Fig. 1 einen schematischen Schaltplan einer bevorzugten Ausführungsform eines Teils einer Ausrüstung eines Kraftfahrzeugs gemäß der Erfindung, wobei dort pneumatische Verbindungen gezeigt sind;
- Fig. 2 einen schematischen Schaltplan des Teils der Ausrüstung von Fig. 1, wobei dort elektrische Verbindungen und teilweise pneumatische Verbindungen
- 10 Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung einer Betriebsbremsventileinrichtung einer elektro-pneumatischen Betriebsbremseinrichtung der Ausrüstung von Fig. 1 und Fig. 2 gemäß einer bevorzugten Ausführungsform in einer Stellung „Fahren“;
- 15 Fig. 4 eine schematische Darstellung der Ausrüstung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform;

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt einen schematischen Schaltplan einer bevorzugten Ausführungsform einer elektrischen Ausrüstung eines Kraftfahrzeugs gemäß der Erfindung, mit einer

20 elektropneumatischen Betriebsbremseinrichtung 80, wobei dort pneumatische Verbindungen gezeigt sind und **Fig. 2** einen schematischen Schaltplan der elektrischen Ausrüstung von **Fig. 1**, wobei dort elektrische Verbindungen und teilweise pneumatische Verbindungen gezeigt sind. Die nachfolgende Beschreibung der elektrischen Ausrüstung bezieht sich auf beide Figuren.

25 Es ist eine Vorderachse VA und eine Hinterachse HA des Kraftfahrzeugs gezeigt, welche jeweils über Räder 1 verfügt, die an einer Achse 2 drehbar befestigt sind. Den Rädern 1 ist jeweils ein pneumatischer Radbremsaktuator 4 zugeordnet, die in dem gezeigten Beispiel an der Vorderachse VA als Betriebsbremszylinder und an der Hinterachse HA als pneumatische Kombizylinder aus einem Betriebsbremszylinder und einem

30 Federspeicherbremszylinder ausgeführt sind. Ein solcher pneumatischer

Radbremssaktuator 4 ist an jedem Rad 1 angeordnet und betätigt hier beispielsweise eine Scheibenbremse 3, um eine Bremskraft zu erzeugen.

Zur Ausführung einer Betriebsbremsung werden die Betriebsbremszylinder der pneumatischen Radbremssaktuatoren 4 jeweils mit einem Bremsdruck p_{VA} bzw. p_{HA} beaufschlagt, wodurch sich eine Reibkraft in der Scheibenbremse 3 einstellt, die ein bremsendes Moment zur Folge hat. Ferner sind an den Rädern 1 Drehzahlsensoren (nicht gezeigt) vorgesehen, um Drehzahlen einzelner Räder 1 zu erfassen und in höheren Funktionen wie ABS, ASR oder ESP zu verarbeiten.

Auf die Darstellung weiterer Komponenten des Kraftfahrzeugs und insbesondere des Achsaufbaus bzw. des Aufbaus der Bremsen, wurde in dieser Darstellung aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Weiterhin ist ein derartiger Brems- und Fahrzeugaufbau nicht beschränkend für den Gegenstand der Erfindung anzusehen. Er dient lediglich als Beispiel, um die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Gegenstands zu verdeutlichen. Vielmehr sind auch alternative Aufbaumöglichkeiten einer elektropneumatischen Betriebsbremseinrichtung denkbar, wie beispielsweise Trommelbremsen anstelle der gezeigten Scheibenbremsen 3. Auch weitere Ausführungen eines Kraftfahrzeugs sind denkbar. So könnten beispielsweise mehr als eine Vorder- oder Hinterachse VA, HA, also insgesamt mehr als zwei Achsen vorgesehen sein.

Nachfolgend wird nun die elektropneumatische Betriebsbremseinrichtung 80 beschrieben. Diese weist einen Druckluftvorrat 10 auf, welcher über Versorgungsleitungen 14, 14a, 14b, 14c unterschiedliche Komponenten 18, 20, 24, 82 der elektropneumatischen Betriebsbremseinrichtung 80 mit Druckluft versorgt.

Eine Komponente stellt dabei eine in **Fig. 3** schematisch gezeigte elektropneumatische Betriebsbremsventileinrichtung 18 hier beispielsweise in Form eines Fußbremsmoduls dar, welches mit der Versorgungsleitung 14 über einen Versorgungseingang 15 in Verbindung steht. Darüber wird die Betriebsbremsventileinrichtung 18 mit Druckluft versorgt. Die Betriebsbremsventileinrichtung 18 weist ferner einen pneumatischen Steuereingang 19 auf, über den sie einen pneumatischen Steuerdruck p_{st} empfangen kann, mit welchem dann die Betriebsbremsventileinrichtung 18 pneumatisch gesteuert wird. Darüber hinaus weist die Betriebsbremsventileinrichtung 18 zwei pneumatische Steuerausgänge 16, 17 auf, über die sie einen ersten pneumatischen Bremssteuerdruck

p_1 und/oder einen zweiten pneumatischen Bremssteuerdruck p_2 in pneumatische Steuerleitungen 22, 23 aussteuern kann.

Ferner verfügt die Betriebsbremsventileinrichtung 18 über ein Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 wie beispielsweise ein Bremspedal, über welches
5 Bremsanforderungen eines Fahrers eingegeben werden können. Die Betriebsbremsventileinrichtung 18 ist dazu ausgebildet, eine Bremsanforderung des Fahrers über einen in **Fig. 3** gezeigten insbesondere elektrischen und berührungslos arbeitenden Bremswertgeber 86 innerhalb ihres elektrischen Kanals zu erfassen und als von einer Betätigung abhängiges elektrisches Betätigungssignal BS in eine
10 Primärsteuerverbindung SV1 einzusteuern, wie in **Fig. 2** gezeigt ist. Über die Primärsteuerverbindung SV1 wird dann das elektrische Betätigungssignal BS in eine primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 eingesteuert, welche hier beispielsweise durch das elektronische EBS-Steuergerät gebildet wird. Abhängig von dem Betätigungssignal BS erzeugt dann die primäre elektronische
15 Bremssteuereinrichtung 40 ein erstes elektrisches Bremsanforderungssignal S1, in welchem auch höhere Funktionen wie beispielsweise eine achslastabhängige Bremskraftverteilung berücksichtigt wird. Insofern kann das erste elektrische Bremsanforderungssignal S1 sich für die Vorderachse VA und Hinterachse HA auch unterscheiden bzw. wird achsbezogen gebildet.

20 Die Betriebsbremsventileinrichtung 18 hat ein Gehäuse, in dem ein Stößelkolben 91 mit einem durch eine Deckelöffnung eines Gehäusedeckels ragenden Stößelaufnahme 92 axial beweglich aufgenommen ist. In die Stößelaufnahme 92 ragt ein hier nicht gezeigter Stößel von oben her hinein, welcher mit dem Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 hier beispielsweise in Form einer Fußbremsplatte verbunden ist. Wenn daher der Fahrer das
25 Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 betätigt, drückt der Stößel in die Stößelaufnahme 92 und der Stößelkolben 91 wird durch die Betätigungskraft in **Fig. 3** nach unten bewegt, wie dort durch den Pfeil veranschaulicht wird. Der Stößelkolben 91 überträgt die Betätigungskraft auf einen im Gehäuse 2 ebenfalls axial beweglich gelagerten Steuerkolben 85 vorzugsweise über eine Stößelkolben-Druckfeder 102.

30 Weiterhin steht der Steuerkolben 85 über eine Stößelkolbenstange 87 mit dem Stößelkolben 91 in mechanischer Wirkverbindung, wobei die Stößelkolbenstange 87 mit dem Stößelkolben 91 verbunden ist und in einem als becherförmige Hülse 103

ausgebildeten Ende des Steuerkolbens 85 axial anschlagen kann, wenn die Stößelkolbenstange 87 den Boden der Hülse 103 erreicht hat, wenn z.B. der Stößelkolben 91 auf den Steuerkolben 85 infolge einer Betätigung des Betriebsbremsbetätigungsorgans 94 zubewegt wird. Andererseits kann die
5 Stößelkolbenstange 87 in der Hülse 103 gleiten, wenn der Stößelkolben 91 vom Steuerkolben 85 wegbewegt wird.

Auf der anderen Seite des Steuerkolbens 85 ist an einer Kolbenstange des Steuerkolbens 85 ein Auslasssitz eines Doppelsitzventils 88 ausgebildet, welcher gegen einen im Gehäuse axial beweglich gelagerten, becherförmigen und hohlen Ventilkörper des
10 Doppelsitzventils 88 dichtet oder von diesem abgehoben, einen Strömungsquerschnitt zwischen einer Arbeitskammer 98 und einer kopfseitigen Durchgangsöffnung im Ventilkörper freigibt, welche zu einem Entlüftungsanschluss 99 führt. Die Arbeitskammer 98 steht mit den Steuerausgängen 16, 17 und diese mit den Steuerleitungen 22, 23 in Verbindung, welche wiederum mit den pneumatischen Steuereingängen 95, 96 eines
15 Druckregelmoduls 20 verbunden sind. Vereinfachend sind hier die Steuerausgänge 16, 17 zeichnerisch in einen Anschluss gelegt, in der Realität sind jedoch zwei getrennte Steuerausgänge 16, 17 vorhanden.

In der Betriebsbremsventileinrichtung 18 ist eine Steuerkammer 90 zwischen dem Stößelkolben 91 und der zu diesem weisenden Fläche des Steuerkolbens 85 ausgebildet.
20 Dabei mündet der pneumatische Steuereingang 19 am Gehäuse in die Steuerkammer 90.

An den pneumatischen Steuereingang 19 ist die Steuerleitung 13 und damit auch der Steuerausgang 84 einer Magnetventileinrichtung 82 angeschlossen ist, welche an ihrem Versorgungseingang 83 mit der an einen Druckluftvorrat 10 angeschlossenen
25 Versorgungsleitung 14a in Verbindung steht. Weiterhin ist an dem Gehäuse der Betriebsbremsventileinrichtung 18 auch der Versorgungseingang 15 vorhanden, an welchen die Versorgungsleitung 14 angeschlossen ist und welcher mit einer Vorratskammer 89 der Betriebsbremsventileinrichtung 18 in Verbindung steht.

Der Ventilkörper ist mittels einer am Boden des Gehäuses und am Inneren des
30 Ventilkörpers abgestützten Ventilkörper-Druckfeder gegen einen Einlasssitz des Doppelsitzventils 88 gedrängt, welcher an einem radial inneren Rand einer zentralen Durchgangsbohrung einer weiteren Innenwandung des Gehäuses ausgebildet ist. Im

gegen die Wirkung der Ventilkörper-Druckfeder von dem Einlasssitz abgehobenen Zustand des Ventilkörpers wird ein Strömungsquerschnitt zwischen dem Versorgungseingang 15 bzw. der Vorratskammer 89 und der Arbeitskammer 98 freigegeben, welcher eine Strömung von unter Vorratsdruck stehender Druckluft in die
5 Steuerausgänge 16, 17, d.h. in die Steuerleitungen 22, 23 ermöglicht, um die Radbremsaktuatoren 4 der betreffenden Achse bzw. des betreffenden Bremskreises, Vorderachsbremskreis und Hinterachsbremskreis, zu belüften.

In **Fig. 3** ist die Stellung „Fahren“ der Betriebsbremsventileinrichtung 18 gezeigt, in welcher der Auslasssitz vom Ventilkörper abgehoben und die Steuerausgänge 16, 17
10 und damit auch die dort angeschlossenen Radbremsaktuatoren 4 mit dem Entlüftungsanschluss 99 verbunden sind. Dadurch sind die aktiven pneumatischen Radbremsaktuatoren 4 gelöst.

Ein Druckregelmodul 20 gemäß **Fig. 1** und **Fig. 2** ist hinlänglich bekannt, beispielsweise von Seite 763, insbesondere Bild E von „Krafftfahrtechnisches Taschenbuch“, 24.
15 Auflage, April 2002, Robert Bosch GmbH. Das hier beispielsweise zweikanalige Druckregelmodul 20 beinhaltet je Kanal (hier beispielsweise Vorderachskanal und Hinterachskanal) ein elektromagnetisches Backup-Ventil, welches hier von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 gesteuert ist, wobei jeweils ein Backup-Ventil mit einem pneumatischen Steuereingang 95, 96 verbunden ist. Ausgangsseitig ist das
20 Backup-Ventil mit einem pneumatischen Steuereingang eines integrierten Relaisventils verbunden. Ein solches Backup-Ventil schaltet in seinem von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 bestromtem Zustand, also bei intaktem elektrischem Betriebsbremskreis in seine Sperrstellung und hält dadurch einen an ihm anstehenden pneumatischen Bremssteuerdruck zurück. Im bestromtem Zustand schaltet
25 das Backup-Ventil in seine Durchlassstellung, wodurch der pneumatische Bremssteuerdruck das Relaisventil beaufschlagen kann, welches daraufhin den pneumatischen Bremssteuerdruck auf der Basis des in das Druckregelmodul 20 eingesteuerten Vorratsdrucks aus dem Druckluftvorrat 10 mengenverstärkt und dann als Vorderachs-Bremsdruck p_{VA} und Hinterachs-Bremsdruck p_{HA} an Druckausgängen des
30 Druckregelmoduls 20 in Leitungen 26, 27 aussteuert, welche über Drucksteuerventile 28 mit den Radbremsaktuatoren 4 verbunden sind. Die Drucksteuerventile 28 sind bevorzugt

an die Primärsteuerverbindung SV1 und an eine Sekundärsteuerverbindung SV2 angeschlossen.

Zusätzlich umfasst das Druckregelmodul 20 eine von einem integrierten elektronischen Druckregelmodul-Steuergerät gesteuerte Einlass-Auslass-Magnetventilkombination, welche ausgangsseitig mit dem pneumatischen Steuereingang des Relaisventils verbunden ist. Daher kann das Relaisventil entweder durch den durch das unbestromte Backup-Ventil hindurch gesteuerten pneumatischen Bremssteuerdruck oder durch den pneumatischen Bremssteuerdruck beaufschlagt werden, welcher auf elektrischem Wege durch die Steuerung der Einlass-Auslass-Magnetventilkombination mittels des integrierten elektronischen Druckregelmodul-Steuergeräts erzeugt wird. Das Druckregelmodul-Steuergerät steht über einen elektrischen Steuereingang 97 mit der Primärsteuerverbindung SV1 in Verbindung, an welche auch die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 angeschlossen ist, wodurch das Druckregelmodul-Steuergerät von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 steuerbar bzw. mit Steuersignalen versorgbar ist.

Zusätzlich sind in einem solchen Druckregelmodul 20 ein Drucksensor zur Messung des vom Relaisventil angesteuerten Ist-Bremsdrucks p_{VA} bzw. p_{HA} integriert. Der vom Drucksensor gemessene Ist-Bremsdruck wird dann mit einem Soll-Bremsdruck im Sinne einer Druckregelung abgeglichen, der durch ein erstes elektrisches Bremsanforderungssignal S1 repräsentiert wird, das von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 in die Primärsteuerverbindung SV1 eingesteuert wird. Hierzu umfasst das elektronische Druckregelmodul-Steuergerät des Druckregelmoduls 20 entsprechende Druckregelroutinen.

Die Magnetventileinrichtung 82 ermöglicht eine elektronisch gesteuerte Be- oder Entlüftung der Steuerkammer 90 und wird von einer sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 elektrisch gesteuert. Hierzu ist die Magnetventileinrichtung 82 mit einem elektrischen Steuereingang an eine Sekundärsteuerverbindung SV2 angeschlossen, welche hier beispielsweise durch einen zweiten CAN-Datenbus gebildet wird.

Insbesondere sind die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40, der elektrische/elektronische Teil des Druckregelmoduls 20 und der Bremswertgeber 86 der Betriebsbremsventileinrichtung 18 an die Primärsteuerverbindung SV1 angeschlossen

sind, welche separat und unabhängig von der Sekundärsteuerverbindung SV2 ist, an welche die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 und die Magnetventileinrichtung 82 angeschlossen sind.

5 Insbesondere kann eine Datenverbindung 101 zwischen der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 und der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 vorgesehen sein, insbesondere für einen Daten- und Signalaustausch und/oder zum Zwecke einer gegenseitigen Überwachung. Insbesondere kann (können) über die Datenverbindung 101 auch das Betätigungssignal BS und/oder das erste elektrische Bremsanforderungssignal S1 in die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41
10 und/oder das zweite elektrische Bremsanforderungssignal S2 in die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 eingesteuert werden. Eine Intaktheit der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 und der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 sind hierfür nicht erforderlich, weil die Signale bevorzugt lediglich durchgeschleift werden.

15 Die Magnetventileinrichtung 82 weist bevorzugt neben einer in **Fig. 3** gezeigten Entlüftung 100 wenigstens einen hier nicht gezeigten Drucksensor zum Messen des Ist-Werts des pneumatischen Steuerdrucks p_{ST} am Steuerausgang 84, so dass in Verbindung mit entsprechenden Algorithmen in der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41, welcher dieser Ist-Wert gemeldet wird, eine Druckregelung
20 des ausgesteuerten Steuerdrucks p_{ST} möglich ist bzw. auch bevorzugt durchgeführt wird.

Die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 steuert die Magnetventileinrichtung 82 über die Sekundärsteuerverbindung SV2 durch ein zweites elektrisches Bremsanforderungssignal S2, wobei dann die Magnetventileinrichtung 82 den pneumatischen Steuerdruck p_{ST} am Steuerausgang 84 abhängig von dem zweiten
25 elektrischen Bremsanforderungssignal S2 erzeugt.

Beispielsweise kann innerhalb der Magnetventileinrichtung 82 ein elektropneumatisches Proportionalventil für einen entsprechend dem zweiten elektrischen Bremsanforderungssignal S2 (proportional) ausgesteuerten Steuerdruck p_{ST} am Steuerausgang 84 sorgen, wobei ebenfalls eine Be- und Entlüftung möglich ist. Bei einer
30 weiteren hier nicht dargestellten Ausführung kann eine Einlass-/Auslassventilkombination beispielsweise aus zwei 2/2-Wege-Magnetventilen vorgesehen sein, wobei das mit dem Versorgungseingang 83 verbundene Einlassventil

unbestromt geschlossen und bestromt geöffnet und das Auslassventil unbestromt geöffnet und bestromt geschlossen ist. Auch kann gemäß einer weiteren Ausführung als Magnetventileinrichtung 82 ein 3/2-Wege-Magnetventil als Be- und Entlüftungsventil mit einer Belüftungsstellung und einer Entlüftungsstellung in Kombination mit einem 2/2-
5 Wege-Magnetventil als Halteventil verwendet werden, welches in seiner Sperrstellung den Druck am Steuerausgang hält.

Eine solche Magnetventileinrichtung 82 kann insbesondere in jeder der oben beschriebenen Ausführungsformen in Kombination mit einem Drucksensor und einem in der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 implementierten
10 Steuerdruckregler verwendet werden, um den am Steuerausgang 84 anstehenden pneumatischen Steuerdruck p_{st} zu regeln.

Weiterhin umfasst die Ausrüstung ein Fahrerassistenzsystem 93 wie beispielsweise eine Autopilotereinrichtung oder ein Notbremsassistent vorgesehen, welches automatisch Bremsanforderungen erzeugen kann, welche dann durch ein Assistenz-
15 Bremsanforderungssignal AS repräsentiert werden, welches hier beispielsweise sowohl in die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 wie auch in die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 eingesteuert wird, wie **Fig. 2** zeigt. Alternativ könnte das Assistenz-Bremsanforderungssignal AS auch lediglich in die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 eingesteuert werden. Mit der
20 Autopilotereinrichtung ist ein wenigstens teilautonomes Fahren möglich.

Auch könnten die Routinen des Fahrerassistenzsystems 93 in der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 und/oder in der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 implementiert sein.

Nicht zuletzt wird die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 von einer Primär-
25 Versorgungsquelle 52 mit elektrischer Energie versorgt, welche unabhängig von einer Sekundär-Versorgungsquelle 58 ist, welche die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 mit elektrischer Energie versorgt.

Weiterhin umfasst die Ausrüstung auch eine in **Fig. 4** schematisch gezeigte elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung 104, welche als Parkbremsaktuatoren beispielsweise
30 passive Federspeicherbremszylinder 105 umfasst, welche zum Zuspinnen entlüftet und zum Lösen belüftet werden. Die Parkbremseinrichtung 104 führt wenigstens eine Parkbremsfunktion aus und weist einen zugespannten Zustand auf, in welchem sie das

in den Stillstand eingebremste Kraftfahrzeug im Stillstand hält, und einen gelösten Zustand, in welchem die Federspeicherbremszylinder 105 gelöst sind. Im Zuge einer Hilfsbremsung oder Hilfsbremsfunktion, bei welcher die Parkbremseinrichtung 104 die elektropneumatische Betriebsbremseinrichtung 80 unterstützt, können auch graduelle
5 Bremsungen mit der Parkbremseinrichtung 104 vorgesehen sein.

Neben den Federspeicherbremszylindern 105 umfasst die Parkbremseinrichtung 104 ein elektronisches Parkbremssteuergerät 106 und eine von dem elektronischen Parkbremssteuergerät 106 gesteuerte Magnetventileinrichtung 107, wobei das Parkbremssteuergerät 106 die Magnetventileinrichtung 107 zum Be- und Entlüften der
10 Federspeicherbremszylinder 105 steuert. Eingangsseitig ist das Parkbremssteuergerät 106 mit einem elektrischen Parkbremsbetätigungsorgan 108, beispielsweise mit einem Mehrstellungs-Taster oder Mehrstellungs-Hebel signalleitend verbunden, so dass durch eine Betätigung des Parkbremsbetätigungsorgans 108 ein Parkbremssignal Z erzeugt wird, mit welchem die Parkbremsfunktion und/oder die Hilfsbremsfunktion ausgelöst und
15 die Federspeicherbremszylinder 105 (graduell) zwischen dem gelösten Zustand und dem zugespanten Zustand gesteuert werden können. Über eine Datenschnittstelle des Parkbremssteuergeräts 106 ist das Parkbremssignal Z auch in einem CAN-Datenbus 117 verfügbar. Mit anderen Worten ist dann auf dem CAN-Datenbus 117 anhand des Parkbremssignals Z eine Information darüber verfügbar, ob sich die
20 Parkbremseinrichtung 104 im zugespanten oder gelösten Zustand befindet.

Weiterhin umfasst die Ausrüstung des Kraftfahrzeugs eine Antriebseinrichtung 109, welche wenigstens einen aktiven Zustand zum Antreiben des Kraftfahrzeugs und einen inaktiven Zustand aufweist, in welchem die Antriebseinrichtung 109 außer Betrieb gesetzt ist. Die Antriebseinrichtung 109 umfasst hier insbesondere ein elektronisches
25 Antriebssteuergerät 110 und wenigstens eine von diesem elektrisch gesteuerte Antriebsmaschine 111, hier beispielsweise eine Brennkraftmaschine und optional zusätzlich einen Elektroantrieb. Über eine Datenschnittstelle kann das Antriebssteuergerät 110 ebenfalls an den CAN-Datenbus 117 angeschlossen sein, um beispielsweise dort einen Wert für die Ist-Motordrehzahl N_{ist} verfügbar zu machen, die
30 beispielsweise von einem hier nicht explizit gezeigten Motordrehzahlsensor gemessen wird. Die Antriebsmaschine 111 kann mit Hilfe einer Startereinrichtung 112 gestartet und ausgeschaltet werden.

Die Startereinrichtung 112 umfasst hier beispielsweise einen vom Fahrer manuell betätigbaren Zündungsschalter 113 und einen elektrischen Anlasser 114, welcher von dem Zündungsschalter 113 beispielsweise in einer Position „Motor-Start“ aktiviert werden kann, wodurch ein Startsignal S zum Starten der Antriebsmaschine 111 erzeugt wird, das
5 den elektrischen Anlasser 114 aktiviert, um die Antriebsmaschine 111 zu starten. Das Startsignal S versetzt daher die Antriebsmaschine 111 der Antriebseinrichtung 109 vom inaktiven Zustand in den aktiven Zustand.

Als Teil der Ausrüstung ist beispielsweise auch eine Sensoreinrichtung 115 vorhanden, welche einen Ist-Wert der beispielsweise von der Primär-Versorgungsquelle 52
10 gelieferten Versorgungsspannung U_{ist} als Sensorsignal in eine elektronische Steuereinrichtung 116 einsteuert. In der elektronischen Steuereinrichtung 116 ist eine Auswerterroutine implementiert, mit welcher festgestellt werden kann, ob der Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} einen Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} erreicht oder überschritten hat oder ob dies nicht der Fall ist. Das von der Sensoreinrichtung 115 an
15 die elektronische Steuereinrichtung 116 gelieferte Sensorsignal stellt dann bevorzugt den Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} dar, welcher dann dort mit dem Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} verglichen wird. Die Konsequenzen dieses Vergleichs werden weiter unten noch beschrieben. Weiterhin ist auch diese elektronische Steuereinrichtung 116 bevorzugt Teil der Ausrüstung und ist hier beispielsweise in das
20 elektronische Parkbremssteuergerät 106 integriert.

Das elektronische Parkbremssteuergerät 106, elektronische Steuereinrichtung 116 als Teil von dieser, die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40, der Zündungsschalter 113 und optional auch das Antriebssteuergerät 110 stehen hier in Signalverbindung, beispielsweise dadurch, dass die vorgenannten Einrichtungen an den
25 CAN-Datenbus 117 angeschlossen sind. Dadurch können die genannten Einrichtungen Signale und Daten untereinander austauschen. Insbesondere kann die Sensoreinrichtung 115 über den CAN-Datenbus 117 ein den jeweiligen Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} repräsentierendes Sensorsignal zur Auswertung bzw. zum Vergleich mit dem Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} in die elektronische
30 Steuereinrichtung 116 einsteuern. Auch ist das Parkbremssignal Z auf dem CAN-Datenbus 117 präsent und kann insbesondere in der elektronischen Steuereinrichtung 116 erkannt und ausgewertet werden. Weiterhin kann die elektronische

Steuereinrichtung 116 auch das elektronische Parkbremssteuergerät 106 hier beispielsweise direkt ansteuern, um etwa die Parkbremseinrichtung 104 bzw. deren Federspeicherbremszylinder 105 zuzuspannen oder zu lösen.

Die in das elektronische Parkbremssteuergerät 106 integrierte elektronische
5 Steuereinrichtung 116 ist aufgrund seiner integrierten Auswerte-Routinen ausgebildet, dass es durch Übermittlung des Startsignals S mittels des CAN-Datenbus 117 vom Zündungsschalter 113 der Startereinrichtung 112 feststellen kann, ob sich die Antriebseinrichtung 109 in den aktiven Zustand versetzt worden ist, d.h. ob die Antriebsmaschine 11 gestartet worden ist oder nicht. Weiterhin ist die elektronische
10 Steuereinrichtung 116 auch in der Lage, anhand des ebenfalls auf dem CAN-Datenbus geführten Parkbremssignals Z der Parkbremseinrichtung 104 festzustellen, ob die Parkbremseinrichtung 104 sich im zugespannten Zustand befindet oder nicht.

Hier versorgt die Primär-Versorgungsquelle 52 beispielsweise die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40, die Startereinrichtung 112, die Antriebseinrichtung 109 und
15 die elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung 104 mit elektrischer Energie.

Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden nun ein Normalbetrieb, eine erste Redundanzebene, eine zweite Redundanzebene der elektropneumatischen Betriebsbremseinrichtung, eine Sicherheitsfunktion beim Start der Antriebseinrichtung und eine Funktion beschrieben, die ein unnötiges Umschalten vom Normalbetrieb auf
20 eine Redundanzebene verhindert.

NORMALBETRIEB DER BETRIEBSBREMSEINRICHTUNG

Fahrerbremsung

Wenn der Fahrer das Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 der Betriebsbremsventileinrichtung 18 betätigt, was einer Fahrerbremsanforderung
25 entspricht, wird in dem intakten vorrangigen elektrischen Betriebsbremskreis das Maß der Betätigung die beiden redundanten, vorzugsweise axial hintereinander angeordneten und bevorzugt berührungslos wirkenden Bremswertgeber 86 gemessen. Das von dem Bremswertgeber 86 erfasste elektrische Betätigungssignal BS wird in dem elektrischen Kanal der Betriebsbremsventileinrichtung 18 erzeugt, datenbusfähig gemacht und über
30 die Primärsteuerverbindung PV1 in die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 eingesteuert. Da in der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 höhere

Funktionen wie beispielsweise eine achslastabhängige Bremskraftverteilung implementiert sind, werden dort auf der Basis des elektrischen Betätigungssignals BS getrennt für die Vorderachse VA und die Hinterachse HA je ein erstes Bremsanforderungssignal S1 erzeugt und in den betreffenden Kanal des Druckregelmoduls 20 sowie in das Anhängersteuermodul 24 eingesteuert. Dort werden dann jeweils durch die integrierten Magnetventile und die Relaisventile basierend auf dem jeweiligen Bremsanforderungssignal S1 der Bremsdruck p_{VA} für die Vorderachse VA und der Bremsdruck p_{HA} für die Hinterachse HA erzeugt und über die hier beispielsweise offenen Drucksteuerventile 28 in die Radbremsaktuatoren 4 eingesteuert, um die angeforderte Betriebsbremsung umzusetzen. In analoger Weise setzt das Anhängersteuermodul 24, welches ebenfalls als Druckregelmodul aufgebaut ist, das erste Bremsanforderungssignal S1 in einen Anhängerbremsdruck $p_{\text{Anhänger}}$ um, der dann über einen hier nicht dargestellten Kupplungskopf „Anhänger“ in einen eventuell angekoppelten Anhänger eingesteuert wird.

Beispielsweise mit dem Bremsdruck p_{VA} für die Vorderachse VA als pneumatischer Steuerdruck wird in dem nachrangigen pneumatischen Bremskreis das Anhängersteuermodul 24 pneumatisch angesteuert, wobei dieser pneumatische Steuerdruck aber durch das in integrierte, bestromte und damit geschlossene Backup-Ventil zurückgehalten und damit nicht umgesetzt wird.

Falls ein übermäßiger Bremsschlupf bei der durch den Fahrer angeforderten Bremsung auftritt, so steuert die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40, in welcher bevorzugt ABS-Routinen implementiert sind, die an die Primärsteuerverbindung SV1 und an die Sekundärsteuerverbindung SV2 angeschlossenen Drucksteuerventile 28 (**Fig. 2**), um den Bremsdruck radindividuell zu regeln, bis der Bremsschlupf zulässig wird.

Dasselbe gilt selbstverständlich auch für eine radindividuelle Steuerung/Regelung der Bremsdrücke im Rahmen einer Fahrdynamikregelung ESP.

Parallel dazu wird bei der Fahrerbremsanforderung in dem nachrangigen pneumatischen Betriebsbremskreis bzw. in den beiden pneumatischen Kanälen der Betriebsbremsventileinrichtung 18 der Stößelkolben 91 nach unten verschoben, wobei der Stößelkolben 91 gegen den Boden der becherförmigen Hülse 103 gedrängt und der Steuerkolben 85 ebenfalls nach unten verschoben wird, bis der Auslasssitz gegen den Ventilkörper dichtet und damit die Verbindung zwischen den Steuerausgängen 16, 17 für

die pneumatischen Betriebsbremskreise und dem Entlüftungsanschluss 99 verschließt, so dass keine weitere Entlüftung der zugeordneten Radbremsaktuatoren 4 erfolgen kann.

Bei weiter gehender Betätigung des Betriebsbremsbetätigungsorgans 94 auf die Fahrerbremsanforderung hin wird dann der Ventilkörper mit an ihm anliegenden Auslasssitz unter Abheben vom Einlasssitz nach unten gedrängt. Dadurch gelangt Druckluft unter Vorratsdruck von der Vorratskammer 89 in die Arbeitskammer 98 und von dort in die Steuerausgänge 16, 17 für die pneumatischen Betriebsbremskreise bzw. in die zugeordneten Radbremsaktuatoren 4, um diese zu belüften und damit zuzuspannen. Dabei handelt es sich um eine reine Fahrerbremsung, bei welcher aufgrund der auf das Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 vom Fahrer fahrerbremsanforderungsabhängig ausgeübten Betätigungskraft über die Stößelkolben-Druckfeder 102 eine erste Betätigungskraft F1 auf den Steuerkolben 85 ausgeübt wird, welche diesen letztlich in seine Belüftungsstellung stellt.

Bei einer solchen rein durch eine Fahrerbremsanforderung initiierten Bremsung ist die Magnetventileinrichtung 82 mittels der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 in Entlüftungsstellung gesteuert, in welcher die Steuerkammer 90 mit der Atmosphäre in Verbindung steht, zur Vermeidung von Druckeffekten, die infolge der Expansion der Steuerkammer 90 entstehen könnten. Den Befehl dazu erhält sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 beispielsweise über die Datenverbindung 101 von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41.

Da jedoch der vorrangige elektrische Betriebsbremskreis intakt ist, werden die an den Steuerausgängen 16, 17 anstehenden und über die Steuerleitungen 22, 23 in die pneumatischen Steuereingänge 95, 96 des Druckregelmoduls 20 eingesteuerten ersten und zweiten Bremssteuerdrücke p1 und p2 an den dann bestromten und demzufolge geschlossenen Backup-Ventilen im Druckregelmodul 20 zurückgehalten und nicht an die integrierten Relaisventile weitergeleitet.

Damit ist bei intaktem vorrangigem elektrischen Betriebsbremskreis der nachrangige und redundante pneumatische Betriebsbremskreis wirkungslos.

30 **Automatische/Autonome Bremsung**

Im Folgenden sei nun der Fall betrachtet, in welchem der Fahrer keine Bremsanforderung ausübt und daher das Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 nicht betätigt, aber das

Fahrerassistenzsystem 93 sowohl in die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 als auch in die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 jeweils ein Assistenz-Bremsanforderungssignal AS einsteuert, wie in **Fig. 2** angedeutet ist.

5 Dabei kann die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 auf der Basis des Assistenz-Bremsanforderungssignals AS ein erstes elektrisches Bremsanforderungssignal S1 erzeugen, welches dann in dem elektrischen Betriebsbremskreis wie oben beschrieben durch das Druckregelmodul 20 und das Angersteuermodul 24 in entsprechende Bremsdrücke p_{VA} , p_{HA} und $p_{Anhänger}$ gewandelt wird. Folglich wird das Assistenz-Bremsanforderungssignal AS dann durch den intakten
10 elektrischen Betriebsbremskreis bzw. das intakte Druckregelmodul 20 umgesetzt.

Parallel dazu oder gleichzeitig erzeugt die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 auf der Basis des Assistenz-Bremsanforderungssignals AS das zweite elektrische Bremsanforderungssignal S2, welches über die Sekundärsteuerverbindung SV2 in die Magnetventileinrichtung 82 eingesteuert wird,
15 welche daraufhin in Belüftungsstellung gestellt wird und dadurch den pneumatischen Steuerdruck p_{st} erzeugt, mit welchem die Steuerkammer 90 beaufschlagt wird. Der dann in der Steuerkammer 90 herrschende Steuerdruck p_{st} wirkt auf den diesen begrenzenden Stoßelkolben 91 und damit auf das Betriebsbremsbetätigungsorgan 94 zurück, was der Fahrer an seinem Fuß spüren kann, wenn er das Betriebsbremsbetätigungsorgan 94
20 berührt (Pedalrückwirkung). Damit kann der Fahrer eine Einleitung einer automatischen Bremsung am Fuß spüren.

Je nach Modulation des in die Steuerkammer 90 eingesteuerten pneumatischen Steuerdrucks p_{st} ist es dann möglich, eine definierte zweite Betätigungskraft F2 am Steuerkolben 85 einzustellen. Die bevorzugt in Bezug auf die erste Betätigungskraft F1
25 parallel und gleichgerichtet auf den Steuerkolben 85 wirkende zweite Betätigungskraft F2 sorgt wie oben bei der ersten Betätigungskraft F1 beschrieben, für eine Erzeugung des ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrucks p_1 , p_2 , welche an den Steuerausgängen 16, 17 und über die Steuerleitungen 22, 23 in das Druckregelmodul 20 eingesteuert werden. Dort werden der erste und zweite pneumatische Bremssteuerdruck
30 p_1 , p_2 allerdings von den durch die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 bestromten und damit geschlossen gehaltenen Backup-Ventilen zurückgehalten und sind daher (zunächst) wirkungslos. Jedoch können der erste und zweite pneumatische

Bremssteuerdruck p_1 , p_2 sofort in dem Druckregelmodul 20 an den integrierten Relaisventilen wirksam werden, wenn die Backup-Ventile infolge eines Defekts in dem elektrischen Betriebsbremskreis entstromt werden und dadurch öffnen. Ein solcher Defekt kann beispielsweise in einem Einbruch der Versorgungsspannung der Primär-
5 Versorgungsquelle 52, so dass die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 spannungsunterversorgt ist und die Betriebsbremsfunktion nicht mehr ausführen kann.

Kombination von Fahrerbremsung und autonomer/automatischer Bremsung

Weiterhin ist auch eine Situation denkbar, bei welcher sowohl auf eine Fahrerbremsanforderung als auch auf eine automatisch generierte Bremsanforderung
10 hin gebremst werden soll, beispielsweise dann, wenn der Fahrer aufgrund einer Notbremssituation zwar bremst, aber die Bremsanforderung des Fahrerassistenzsystems, z.B. in Form eines Notbremsassistenten oder einer Autopilotenrichtung größer ist als die Bremsanforderung des Fahrers.

Dann werden in dem durch die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40
15 gesteuerten elektrischen Betriebsbremskreis vorrangig auf der Basis des Assistenz-Bremsanforderungssignals AS die Bremsdrücke p_{VA} bzw. p_{HA} gebildet. Mit anderen Worten wird in dem vorrangigen elektrischen Betriebsbremskreis die Bremsanforderung des Fahrers von der Bremsanforderung des Fahrerassistenzsystems überschrieben.

Parallel dazu wirken auf den Steuerkolben 85 der Betriebsbremsventileinrichtung 18
20 einerseits die erste Betätigungskraft F_1 aus der Fahrerbremsanforderung wie auch die zweite Betätigungskraft F_2 aus der automatisch generierten Bremsanforderung gleichsinnig und parallel, wobei sich die Betätigungskräfte F_1 , F_2 am Steuerkolben 85 addieren und dann an den Steuerausgängen 16, 17 der erste pneumatische Bremssteuerdruck p_1 und der zweite pneumatische Bremssteuerdruck p_2 über die
25 Steuerleitungen 22, 23 in die pneumatischen Steuereingänge 95, 96 des Druckregelmodul 20 angesteuert werden, dort aber durch die von der primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 bestromten Backup-Ventile zurückgehalten werden.

ERSTE REDUNDANZEBENE

30 Tritt nun ein Defekt oder Fehler in dem vorrangigen oder primären elektrischen Betriebsbremskreis auf, sei es dadurch, dass die primäre elektronische Bremssteuerung 40 und/oder der elektrische/elektronische Teil des Druckregelmoduls 20 einen Defekt

aufweist oder ausgefallen ist und/oder die Primärversorgungsquelle 52 (z.B. kurzfristig aufgrund einer Betätigung der Startereinrichtung 112) keine oder zu geringe Versorgungsspannung U liefert, so werden die beiden in dem Druckregelmodul 20 integrierten Backup-Ventile entstromt und schalten dadurch in ihre Öffnungsstellung, wodurch im Falle einer Bremsanforderung durch das Fahrer-Assistenzsystem 93, d.h. nach einer Erzeugung des zweiten elektrischen Bremsanforderungssignals S_2 die dann bereits dort anstehenden ersten und zweiten Bremssteuerdrücke p_1 , p_2 das betreffende integrierte Relaisventil steuern können, wodurch der Bremsdruck p_{VA} für die Vorderachse VA und der Bremsdruck p_{HA} für die Hinterachse HA erzeugt werden können. Da hier beispielsweise der Bremsdruck p_{VA} für die Vorderachse als pneumatischer Steuerdruck für das Anhängersteuermodul 24 eingesetzt wird, kann auch der Anhängerbremsdruck $p_{\text{Anhängler}}$ erzeugt werden, so dass auch ein eventuell angekoppelter Anhänger abgebremst werden kann.

Bei der ersten Redundanzebene wird daher davon ausgegangen, dass die sekundäre elektronische Bremssteuerung 40 intakt ist, da ansonsten kein zweites elektrisches Bremsanforderungssignal S_2 erzeugt und davon abhängig die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 gebildet werden können.

Zur radindividuellen Anpassung der Bremsdrücke p_{VA} und p_{HA} , beispielsweise im Rahmen einer Bremsschlupfregelung ABS, einer Antriebsschlupfregelung ASR und/oder einer Fahrdynamikregelung ESP, kann die intakte sekundäre elektronische Bremssteuerung 41 die Drucksteuerventile 28 über die Sekundärsteuerverbindung SV2 individuell ansteuern („Druckhalten“, Drucksenken“, „Drucksteigern“).

In der ersten Redundanzebene besteht bei ausgefallenem elektrischen Betriebsbremskreis daher durch die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 in dem dann wirksamen ersten und zweiten pneumatischen Bremskreisen eine elektrische Redundanz, weil dann die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 mittels der sekundären elektronischen Bremssteuerung 40 elektrisch und automatisch erzeugt werden

Weiterhin wird bei ausgefallenem elektrischen Betriebsbremskreis durch die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 in den dann ebenfalls wirksamen ersten und zweiten pneumatischen Bremskreisen eine automatische Bremsanforderung umgesetzt, wobei die ersten und zweiten Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 bei

ausgefallenem elektrischen Betriebsbremskreis dann sofort wirksam werden können, weil sie bereits auf das Assistenz-Bremsanforderungssignal AS hin erzeugt worden sind und dann auch bereits an den Backup-Ventilen des Druckregelmoduls 20 anstehen.

ZWEITE REDUNDANZEBENE

5 Wenn ausgehend von dem Zustand der elektropneumatischen Betriebsbremseinrichtung 18 in der ersten Redundanzebene, d.h., wenn die primäre elektronische Bremssteuereinrichtung 40 einen Defekt oder Fehler aufweist und/oder die Primär-Versorgungsquelle 52 keine oder eine zu geringe Versorgungsspannung liefert (z.B. kurzfristig aufgrund einer Betätigung der Startereinrichtung 112), nun auch ein Defekt
10 oder Fehler in der Steuerung des pneumatischen Betriebsbremskreises durch die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 und die Magnetventileinrichtung 82 auftritt und/oder die Redundanz-Versorgungsquelle 58 keine oder eine zu geringe Versorgungsspannung liefert, so können der erste und zweite pneumatische Bremssteuerdruck p_1 und p_2 nicht mehr elektrisch gebildet werden, so dass dann auch
15 kein autonomer oder automatischer Bremsbetrieb durch das Fahrerassistenzsystem 93 mehr möglich ist.

Dann kann der pneumatische Betriebsbremskreis nur noch durch Bremsanforderungen des Fahrers und die dann mechanisch erzeugten ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 gesteuert werden. Da die Backup-Ventile im
20 Druckregelmodul 20 dann entstromt und folglich in ihre Durchlassstellung geschaltet sind, bewirken der erste und zweite pneumatische Bremssteuerdruck p_1 und p_2 im Druckregelmodul 20 ein Generieren des Bremsdrucks p_{VA} für die Vorderachse und des Bremsdrucks p_{HA} für die Hinterachse HA. Da bevorzugt der Bremsdruck p_{VA} für die Vorderachse VA als pneumatischer Steuerdruck für das Anhängersteuermodul 24
25 eingesetzt wird, kann auch der Anhängerbremsdruck $p_{\text{Anhänger}}$ erzeugt werden, so dass auch ein eventuell an das Fahrzeug angekoppelter Anhänger abgebremst werden kann.

Nicht mehr möglich ist dann aber wegen des Ausfalls aller elektrischen Betriebsbremskreise eine Druckregelung sowie eine Ansteuerung der Drucksteuerventile 28, so dass die Bremsdrücke p_{VA} und p_{HA} nicht mehr radindividuell geregelt werden
30 können.

Wie oben beschrieben, sind daher die elektropneumatische Betriebsbremseinrichtung 80 und insbesondere die sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung 41 (durch eine

entsprechende Programmierung), die Magnetventileinrichtung 82 und die Betriebsbremsventileinrichtung 18 derart ausgebildet, dass die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 auf beispielsweise jedes automatisch erzeugte Assistenz-Bremsanforderungssignal AS hin, welches eine autonome oder automatische Bremsanforderung repräsentiert, erzeugt werden und dann unverzüglich und direkt an dem an dem (noch) durch Bestromung geschlossenen elektromagnetischen Backup-Ventil des Druckregelmoduls 20 anstehen.

Unabhängig davon, ob nun eine Fahrerbremsung und/oder eine automatische Bremsung angefordert wird, stehen daher stets bereits der erste pneumatische Bremssteuerdruck p_1 und der zweite pneumatische Bremssteuerdruck p_2 in dem Druckregelmodul 20 an und können daher sofort nach dem Ausfall des elektrischen Betriebsbremskreises für eine Erzeugung der Bremsdrücke p_{VA} , p_{HA} und $p_{Anhänger}$ sorgen.

Um jedoch den Verschleiß an der Magnetventileinrichtung 82 und an der Betriebsbremsventileinrichtung 18 zu reduzieren, welche wie oben beschrieben eigentlich bei jeder autonomen oder automatischen Bremsanforderung aktiviert werden, und um auch die daraus resultierende akustische Belastung zu reduzieren, wird bevorzugt nur dann der pneumatische Steuerdruck p_{St} und/oder die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 nur dann elektrisch erzeugt, wenn der Betrag der durch das Assistenz-Bremsanforderungssignal AS repräsentierten automatischen oder autonomen Bremsanforderung größer als der Betrag einer Grenz-Bremsanforderung a_{grenz} ist. Diese Einschränkung kann beispielsweise durch eine entsprechende Programmierung der sekundären elektronischen Bremssteuereinrichtung 41 realisiert sein.

Bevorzugt ist daher die Grenz-Bremsanforderung a_{grenz} eine von Null verschiedene Verzögerung oder repräsentiert eine solche, beispielsweise $-3m/s^2$. Wenn daher beispielsweise eine automatische oder autonome Bremsanforderung (Verzögerung) von $-4m/s^2$ angefordert wird, so würden erste und zweite pneumatische Bremssteuerdrücke p_1 und p_2 elektrisch erzeugt werden, bei einer automatischen oder autonomen Bremsanforderung (Verzögerung) von lediglich $-2m/s^2$ hingegen nicht.

Alternativ kann die Grenz-Bremsanforderung a_{grenz} jedoch auch gleich Null sein, wobei dann bei jeder angeforderten autonomen oder automatischen Bremsung, bei welcher der

Betrag der Bremsanforderung größer als Null ist, die ersten und zweiten pneumatischen Bremssteuerdrücke p1 und p2 elektrisch erzeugt werden.

Auch können der die ersten und zweiten pneumatische Bremssteuerdrücke p1 und p2 abhängig von wenigstens den folgenden Größen erzeugt und in die pneumatischen
5 Steuereingänge 95, 96 des Druckregelmoduls 20 eingesteuert werden:

- a) Einem Masseverhältnis zwischen dem Zugfahrzeug und dem Anhänger,
- b) den Achslasten der Hinterachse HA und der Vorderachse VA,
- c) der Anzahl von pneumatischen Kanälen der Betriebsbremsventileinrichtung.

10 SICHERHEITSFUNKTION BEIM START DER ANTRIEBSEINRICHTUNG

Es ist eine Sicherheitsfunktion beim Start der Antriebseinrichtung 109 aus einem Zustand heraus vorgesehen, in welchem bei stillstehendem und geparktem Kraftfahrzeug die Parkbremseinrichtung 104 sich im zugespannten Zustand (d.h. die Federspeicherbremszylinder 105 sind entlüftet) und die Antriebseinrichtung 109 sich im
15 inaktiven Zustand befindet, die Antriebsmaschine 111 also ausgeschaltet ist. Der Stillstand des Kraftfahrzeugs kann beispielsweise anhand von Signalen von Raddrehzahlsensoren festgestellt werden, deren Drehzahlensignale dann ebenfalls in die Signalverbindung 117 eingesteuert werden, damit die elektronische Steuereinrichtung 116 sie lesen und auswerten kann. Die Sicherheitsfunktion ist bevorzugt in der
20 elektronischen Steuereinrichtung 116 softwaremäßig implementiert.

Die elektronische Steuereinrichtung 116 ist ausgebildet, dass sie beispielsweise mit Hilfe der Signalverbindung 117 feststellen kann, ob sich die Parkbremseinrichtung 104 im zugespannten Zustand befindet, optional die Antriebseinrichtung 109 sich im inaktiven Zustand befindet, und die Startereinrichtung 112 das Startsignal S erzeugt hat. Falls dies
25 zutrifft, dann hält die elektronische Steuereinrichtung 116 die Parkbremseinrichtung 104 solange im zugespannten Zustand, solange der Ist-Wert U_{ist} für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} hier beispielsweise der Primär-Versorgungsquelle 52 nicht einen Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} erreicht oder überschritten hat.

Der Zweck oder Effekt der Sicherheitsfunktion liegt darin, zu verhindern, dass das
30 Kraftfahrzeug im Falle einer durch die Primärversorgungsquelle 52 mit Versorgungsspannung U unterversorgten und dann nicht funktionstüchtigen primären elektronischen Bremssteuereinrichtung 40 wegen der dann weiterhin zugespant

gehaltenen Parkbremseinrichtung 104 unbeabsichtigt wegrollen kann, wenn der Fahrer beispielsweise aus Unaufmerksamkeit nicht eingreift, was die Sicherheit des Kraftfahrzeugs erhöht. Bei funktionsuntüchtiger primärer elektronischer Bremssteuereinrichtung 40 würde eigentlich wie oben beschrieben vom Normalbetrieb auf die erste Redundanzebene umgeschaltet, was aber aus weiter unten beschriebenen Gründen verhindert werden soll.

Wenn dann die elektrische Versorgungsspannung U (wieder) hier beispielsweise der Primär-Versorgungsquelle 52 den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} erreicht oder überschritten hat, insbesondere kurz nach dem Start der Antriebseinrichtung 109, ist die Betriebsbremseinrichtung 80 wieder voll funktionstüchtig, so dass dann die Parkbremseinrichtung 104 vom zugespanten Zustand in den gelösten Zustand umgeschaltet wird und das Kraftfahrzeug losfahren kann.

Mit anderen Worten ist die elektronische Steuereinrichtung 116 ausgebildet, dass sie, falls die Startereinrichtung 112 das Startsignal S erzeugt hat und die Parkbremseinrichtung 104 sich insbesondere im Stillstand des Kraftfahrzeugs im zugespanten Zustand befindet, die Parkbremseinrichtung 104 vom zugespanten Zustand in den gelösten Zustand versetzt, wenn sie beispielsweise mit Hilfe der Signalverbindung 117 festgestellt hat, dass der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung U_{ist} den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} insbesondere wenigstens eine vorbestimmte erste Zeitdauer Δt_1 lang, beispielsweise für wenigstens 2 Sekunden überschritten hat. Dann ist davon auszugehen, dass die Versorgungsspannung U wieder stabil ist und nicht mehr unter den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} fällt.

25 VERHINDERN VON UNNÖTIGEM UMSCHALTEN AUF EINE REDUNDANZ

Wenn, wie oben beschrieben, die Versorgungsspannung U aufgrund einer Betätigung der Startereinrichtung 112 beim Start des Kraftfahrzeugs aus dem geparkten Zustand kurzfristig unter den Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{\min} fällt, dann würde dies eigentlich ein Umschaltkriterium darstellen, welches dazu führt, dass die Betriebsbremseinrichtung 80 vom Normalbetrieb auf die erste Redundanzebene umgeschaltet wird.

Jedoch ist damit zu rechnen, dass kurz nach dem Start der Ist-Wert der Versorgungsspannung U_{ist} wieder gleich oder größer in Bezug zum Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} ist. In einem solchen Fall wäre ein Umschalten vom Normalbetrieb auf die erste Redundanz bzw. vom primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis und einer damit unter Umständen einhergehenden Degradation der Betriebsbremsfunktion(en) nicht notwendig, weil dann die Versorgungsspannung U nach der kurzen Zeitdauer des Startvorgangs und des damit verbundenen Versorgungsspannungseinbruchs wieder ausreichend groß ist, um die Betriebsbremsfunktion(en) des primären Betriebsbremskreis im Rahmen des Normalbetriebs ungestört und in vollem Umfang ausführen zu können.

Daher ist die elektronische Steuereinrichtung 116 bevorzugt ausgebildet, dass sie auf ein Eintreten des Umschaltkriteriums hin ein Umschalten der Ausführung der Betriebsbremsfunktion(en) vom Normalbetrieb bzw. von dem primären Betriebsbremskreis auf die erste Redundanz bzw. auf den redundanten Betriebsbremskreis verhindert und das Umschaltkriterium außer Acht lässt, wenn der Ist-Wert für die Versorgungsspannung U_{ist} oder die den Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe höchstens eine vorbestimmte zweite Zeitdauer Δt_2 lang kleiner als der Versorgungsspannungs-Mindestwert U_{min} ist. Beispielsweise kann die vorbestimmte zweite Zeitdauer Δt_2 mit der Erzeugung des Startsignals S durch die Startereinrichtung 112 zum Zeitpunkt t_0 beginnen.

Bezugszeichenliste

	1	Rad
	2	Achse
	3	Scheibenbremse
5	4	Radbremsaktuator
	10	Druckluftvorrat
	13	Steuerleitung
	14	Versorgungsleitung
	14a	Versorgungsleitung
10	14b	Versorgungsleitung
	14c	Versorgungsleitung
	15	Versorgungseingang (Fußbremsmodul)
	16	Steuerausgang (Fußbremsmodul, Schnittstelle für VA und Anhänger)
	17	Steuerausgang (Fußbremsmodul, Schnittstelle für HA)
15	18	Betriebsbremsventileinrichtung
	19	Steuereingang Fußbremsmodul
	20	Druckregelmodul
	22	Steuerleitung (für VA und Trailermodul 24)
	23	Steuerleitung (für HA)
20	24	Anhängersteuermodul
	26	Leitung
	27	Leitung
	28	Drucksteuerventil
	29	Bremsleitung
25	40	Primäre elektronische Bremssteuereinrichtung
	41	Sekundäre elektronische Bremssteuereinrichtung
	50	Bremsleitung (zum Anhänger)
	52	Primärversorgungsquelle
	58	Sekundärversorgungsquelle
30	80	Elektropneumatische Betriebsbremseinrichtung
	82	Magnetventileinrichtung
	83	Versorgungseingang (Magnetventileinrichtung)
	84	Steuerausgang (Magnetventileinrichtung)

	85	Steuerkolben
	86	Bremswertgeber
	87	Stößelkolbenstange
	88	Doppelsitzventil
5	89	Vorratskammer
	90	Steuerkammer
	91	Stößelkolben
	92	Stößelaufnahme
	93	Fahrerassistenzsystem
10	94	Betriebsbremsbetätigungsorgan
	95	pneumatischer Steuereingang
	96	pneumatischer Steuereingang
	97	elektrischer Steuereingang
	98	Arbeitskammer
15	99	Entlüftungsanschluss
	100	Entlüftung
	101	Datenverbindung
	102	Stößelkolben-Druckfeder
	103	Hülse
20	104	Parkbremseinrichtung
	105	Federspeicherbremszylinder
	106	Parkbremssteuergerät
	107	Magnetventileinrichtung
	108	Parkbremsbetätigungsorgan
25	109	Antriebseinrichtung
	110	Antriebssteuergerät
	111	Antriebsmaschine
	112	Startereinrichtung
	113	Zündungsschalter
30	114	Anlasser
	115	Sensoreinrichtung
	116	elektronische Steuereinrichtung
	117	CAN-Datenbus

	SV1	(elektronische) Primärsteuerverbindung
	SV2	(elektronische) Sekundärsteuerverbindung
	HA	Hinterachse
	VA	Vorderachse
5	BS	elektrisches Betätigungssignal
	AS	Assistenz-Bremsanforderungssignal
	F1	erste Kraft
	F2	zweite Kraft
	S1	erstes elektrisches Bremsanforderungssignal
10	S2	zweites elektrisches Bremsanforderungssignal
	p1	erster pneumatischer Bremssteuerdruck
	p2	zweiter pneumatischer Bremssteuerdruck
	pSt	pneumatischer Steuerdruck
	pVA	Bremsdruck Vorderachse
15	pHA	Bremsdruck Hinterachse
	pAnhängen	Anhängerbremsdruck
	U _{ist}	Ist-Versorgungsspannung
	U _{min}	Versorgungsspannungs-Mindestwert
	S	Startsignal
20	Z	Parkbremssignal

PATENTANSPRÜCHE

1. Ausrüstung eines teilautonom oder autonom betriebenen Kraftfahrzeugs, welche wenigstens Folgendes aufweist:
- 5 a) Eine elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80), welche wenigstens eine Betriebsbremsfunktion ausführt,
- b) eine elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung (104), welche wenigstens eine Parkbremsfunktion ausführt und wenigstens einen zugespannten Zustand und einen gelösten Zustand aufweist,
- 10 c) eine Antriebseinrichtung (109), welche wenigstens einen aktiven Zustand zum Antreiben des Kraftfahrzeugs und einen inaktiven Zustand aufweist, in welchem die Antriebseinrichtung (109) außer Betrieb gesetzt ist,
- d) eine Startereinrichtung (112), welche ein Startsignal (S) erzeugt, welches die Antriebseinrichtung (109) von dem inaktiven Zustand in den aktiven Zustand
- 15 versetzt,
- e) eine elektrische Energiequelle (52), welche zumindest die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80) und die Startereinrichtung (112) mit elektrischer Energie versorgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- 20 f) eine elektronische Steuereinrichtung (116) vorgesehen ist, welche wenigstens mit der Parkbremseinrichtung (104) und der Startereinrichtung (112) in Signalverbindung (117) steht und von einer Sensoreinrichtung (115) einen Ist-Wert für eine elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) oder eine diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe der elektrischen Energiequelle (52) empfängt, wobei
- 25 g) die elektronische Steuereinrichtung (116) ausgebildet ist, dass sie mit Hilfe der Signalverbindung (117) feststellen kann, ob sich die Parkbremseinrichtung (104) im zugespannten Zustand befindet und die Startereinrichtung (112) das Startsignal (S) erzeugt hat, und falls dies zutrifft die elektronische Steuereinrichtung (116) die Parkbremseinrichtung (104) solange im zugespannten Zustand hält, solange der
- 30 Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe nicht einen Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) erreicht oder überschritten hat.

2. Ausrüstung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (116) ausgebildet ist, dass sie die Parkbremseinrichtung (104) solange im zugespANNten Zustand hält, solange der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe nicht insbesondere wenigstens eine vorbestimmte erste Zeitdauer (Δt_1) lang den Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) erreicht oder überschritten hat, wobei die vorbestimmte erste Zeitdauer (Δt_1) mit der Erzeugung des Startsignals (S) beginnt.
3. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (116) ausgebildet ist, dass sie die Parkbremseinrichtung (104) vom zugespANNten Zustand in den gelösten Zustand versetzt, wenn sie insbesondere mit Hilfe der Signalverbindung (117) festgestellt hat, dass der Ist-Wert für die elektrische Versorgungsspannung (U_{ist}) oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe den Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) insbesondere wenigstens eine erste vorbestimmte Zeitdauer (Δt_1) lang überschritten hat, wobei die vorbestimmte erste Zeitdauer (Δt_1) vorzugsweise mit der Erzeugung des Startsignals (S) beginnt.
4. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinrichtung (115) an die Signalverbindung (117) angeschlossen ist.
5. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80) einen primären Betriebsbremskreis und wenigstens einen redundanten Betriebsbremskreis als Redundanz für den primären Betriebsbremskreis umfasst, wobei die elektrisch betätigbare Betriebsbremseinrichtung (80) ausgebildet ist, dass im Normalzustand der primäre Betriebsbremskreis die Betriebsbremsfunktion ausführt, aber auf ein Umschaltkriterium hin die Ausführung zumindest eines Teils der Betriebsbremsfunktion von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis umschaltet.

6. Ausrüstung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Umschaltkriterium das Ereignis umfasst, dass der Ist-Wert für die Versorgungsspannung (U_{ist}) oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe kleiner als der Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) ist.
- 5
7. Ausrüstung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (116) ausgebildet ist, dass sie auf ein Eintreten des Umschaltkriteriums hin ein Umschalten der Ausführung der Betriebsbremsfunktion von dem primären Betriebsbremskreis auf den redundanten Betriebsbremskreis verhindert und das Umschaltkriterium außer Acht lässt, wenn der Ist-Wert für Versorgungsspannung (U_{ist}) oder die diesen Ist-Wert repräsentierende physikalische Größe höchstens eine vorbestimmte zweite Zeitdauer (Δt_2) lang kleiner als der Versorgungsspannungs-Mindestwert (U_{min}) ist.
- 10
8. Ausrüstung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorbestimmte zweite Zeitdauer (Δt_2) mit der Erzeugung des Startsignals (S) beginnt.
- 15
9. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (116) ein „Stand-Alone“-Steuergerät ist, oder in einem Betriebsbremssteuergerät (40, 41) zur Steuerung der Betriebsbremseinrichtung (80), einem Parkbremssteuergerät (106) zur Steuerung der Parkbremseinrichtung (104) und/oder in einem Steuergerät (93) zur teilautonomen oder autonomen Steuerung des Kraftfahrzeugs integriert ist.
- 20
10. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Signalverbindung (117) wenigstens ein Controller Area Network (CAN) umfasst.
- 25
11. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Startereinrichtung (112), welche das Startsignal (S) erzeugt
- 30
- a) ein Steuergerät (93) zur teilautonomen oder autonomen Steuerung des Kraftfahrzeugs, und/oder

b) einen von einem Fahrer des Kraftfahrzeugs manuell bedienbaren Zündungsschalter (113) einer Zündung des Kraftfahrzeugs umfasst.

5 12. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Energiequelle (52) die elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung (104) und/oder die elektronische Steuereinrichtung (116) mit elektrischer Energie versorgt.

10 13. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrisch betätigbare Parkbremseinrichtung (104) als Parkbremsaktor wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (105) umfasst, welcher im zugespannten Zustand entlüftet und im gelösten Zustand belüftet ist.

15 14. Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Steuereinrichtung (116) von einer in Bezug auf die elektrische Energiequelle (52) zusätzlichen und unabhängigen Sekundär-Energiequelle (58) mit elektrischer Energie versorgt ist.

20 15. Teilautonom oder autonom betriebenes Kraftfahrzeug aufweisend eine Ausrüstung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche.

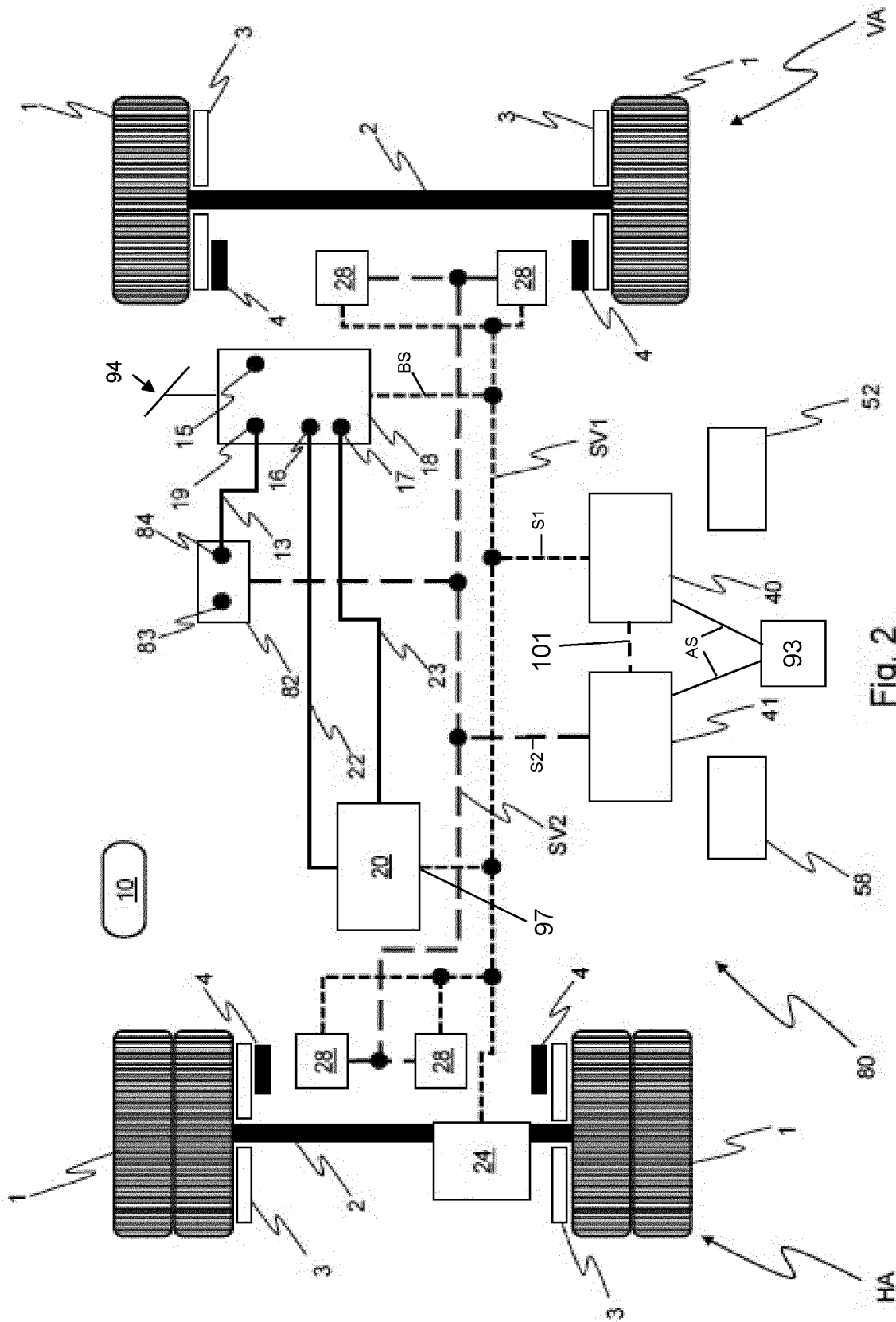


Fig. 2

4/4

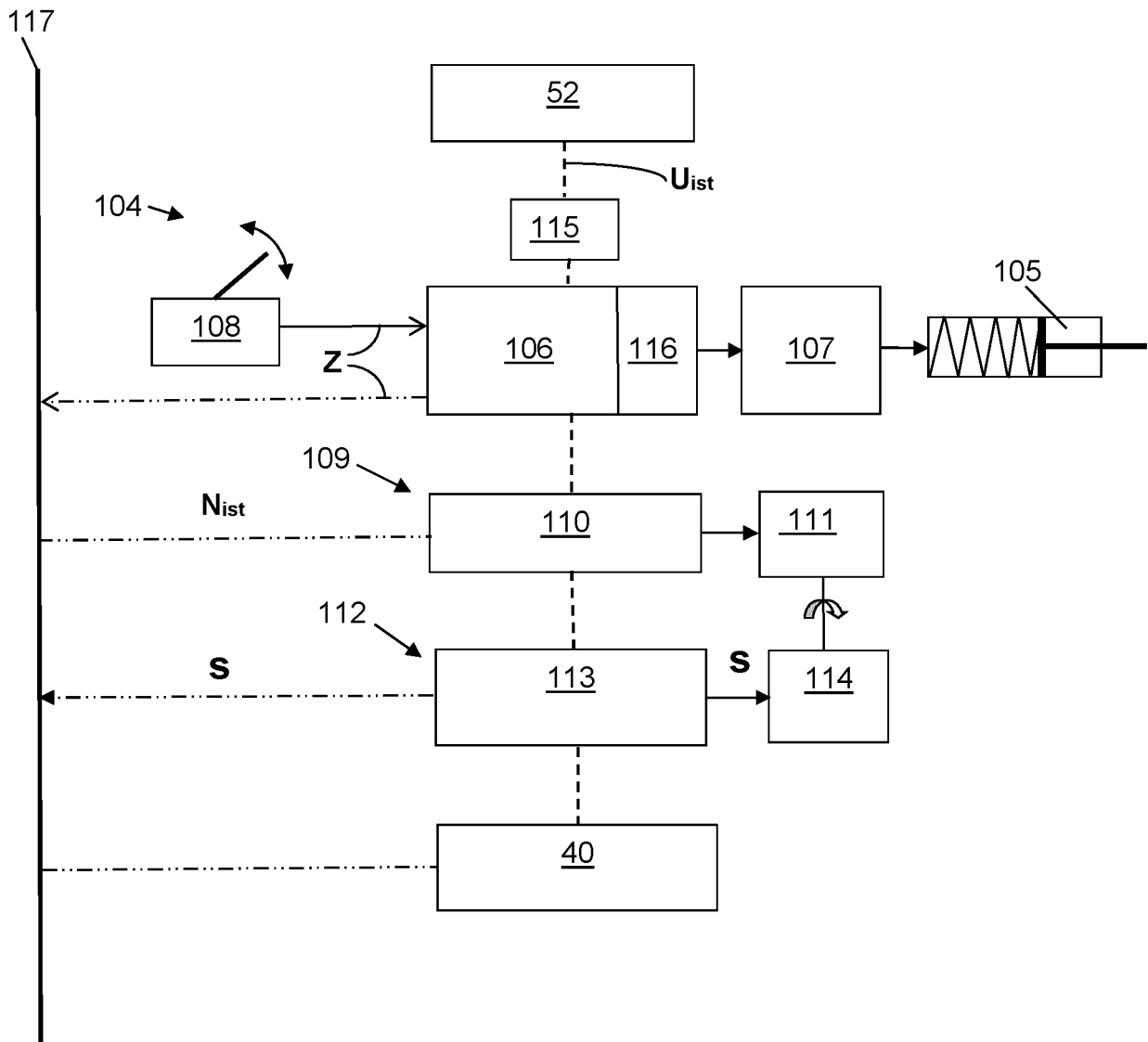


FIG.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/068205

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B60T 13/66</i> (2006.01)i; <i>B60T 13/74</i> (2006.01)i; <i>B60T 17/22</i> (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.
A	US 2003233179 A1 (MATSUBARA KENICHIRO [JP] ET AL) 18 December 2003 (2003-12-18) figure 1; paragraphs [0045], [0050]-[0054]	1-15
A	JP 2021104780 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD) 26 July 2021 (2021-07-26) figure 1; paragraphs [0005], [0010], [0071]	1
A	US 9802612 B2 (OGATA MASATOSHI [JP]; KATO HIROKAZU [JP] ET AL.) 31 October 2017 (2017-10-31) figures 1A, 1B; column 1, lines 48-60, column 8, lines 23-43	1
A	JP 2004359169 A (HITACHI LTD) 24 December 2004 (2004-12-24) figure 1	1
<input 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>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 05 October 2023		Date of mailing of the international search report 13 October 2023
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 Kirov, Youlian Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/068205

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2003233179	A1	18 December 2003	DE	10326294	A1	08 January 2004
				JP	4089305	B2	28 May 2008
				JP	2004017732	A	22 January 2004
				US	2003233179	A1	18 December 2003

JP	2021104780	A	26 July 2021	NONE			

US	9802612	B2	31 October 2017	CN	106064628	A	02 November 2016
				EP	3085591	A1	26 October 2016
				JP	6298008	B2	20 March 2018
				JP	2016203870	A	08 December 2016
				US	2016311436	A1	27 October 2016

JP	2004359169	A	24 December 2004	JP	4203362	B2	24 December 2008
				JP	2004359169	A	24 December 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. B60T13/66 B60T13/74 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.
A	US 2003/233179 A1 (MATSUBARA KENICHIRO [JP] ET AL) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) Fig. 1; Abs. [0045], [0050]-[0054] -----	1-15
A	JP 2021 104780 A (DAIHATSU MOTOR CO LTD) 26. Juli 2021 (2021-07-26) Fig. 1; Abs. [0005], [0010], [0071] -----	1
A	US 9 802 612 B2 (OGATA MASATOSHI [JP]; KATO HIROKAZU [JP] ET AL.) 31. Oktober 2017 (2017-10-31) Fig. 1A, 1B; Sp. 1, Z. 48-60, Sp. 8, Z. 23-43 -----	1
A	JP 2004 359169 A (HITACHI LTD) 24. Dezember 2004 (2004-12-24) Fig. 1 -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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
5. Oktober 2023		13/10/2023
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 Kirov, Youlian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/068205

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003233179 A1	18-12-2003	DE 10326294 A1	08-01-2004
		JP 4089305 B2	28-05-2008
		JP 2004017732 A	22-01-2004
		US 2003233179 A1	18-12-2003

JP 2021104780 A	26-07-2021	KEINE	

US 9802612 B2	31-10-2017	CN 106064628 A	02-11-2016
		EP 3085591 A1	26-10-2016
		JP 6298008 B2	20-03-2018
		JP 2016203870 A	08-12-2016
		US 2016311436 A1	27-10-2016

JP 2004359169 A	24-12-2004	JP 4203362 B2	24-12-2008
		JP 2004359169 A	24-12-2004
