

(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  
22. August 2019 (22.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2019/158351 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
B60T 13/68 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/052049

(22) Internationales Anmeldedatum:  
29. Januar 2019 (29.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2018 103 605.1  
19. Februar 2018 (19.02.2018) DE

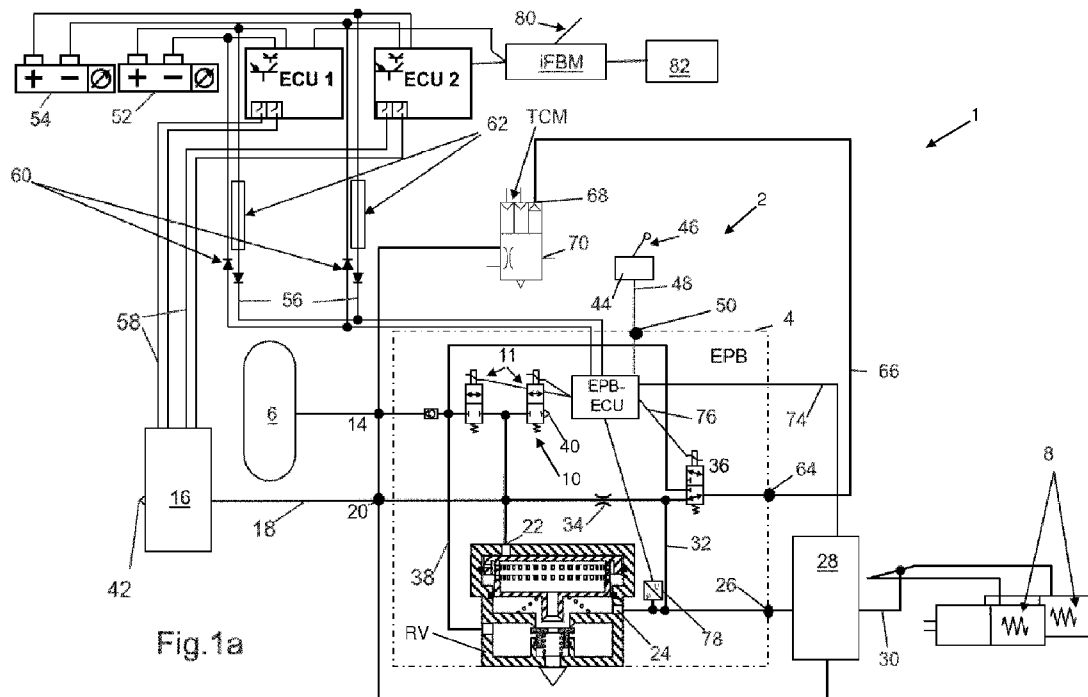
(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR NUTZFAHRZEUGE GMBH** [DE/DE]; Moosacher Str. 80, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **HECKER, Falk**; Im Bäumle 33, 71706 Markgröningen (DE). **JUNDT, Oliver**; Fritz-Präuner-Str. 35, 74394 Hessigheim (DE). **HERGES, Michael**; Weiltstr. 103, 80935 München (DE).

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

(54) Title: ELECTROPNEUMATIC EQUIPMENT OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: ELEKTROPNEUMATISCHE AUSRÜSTUNG EINES FAHRZEUGS



(57) Abstract: The invention relates to electropneumatic equipment (1) of a vehicle, comprising an electropneumatic parking brake device (2) having an electropneumatic parking brake control unit (EPB). According to the invention, the electropneumatic parking brake control unit (EPB) is supplied with electric energy by only two electric energy sources (52, 54) which are independent of each other, a first electric energy source (52) and a second electric energy source (54).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektropneumatische Ausrüstung (1) eines Fahrzeugs beinhaltend eine elektropneumatische Parkbremseinrichtung (2) mit einer elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung (EPB). Die Erfindung sieht vor, dass die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung (EPB) durch lediglich zwei voneinander unabhängige elektrische Energie-



WO 2019/158351 A1

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

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

5

## BESCHREIBUNG

**Elektropneumatische Ausrüstung eines Fahrzeugs**

- 10 Die Erfindung betrifft eine elektropneumatische Ausrüstung eines Fahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Fahrzeug mit einer solchen elektropneumatischen Ausrüstung gemäß Anspruch 31.

Eine solche elektropneumatische Ausrüstung eines Fahrzeugs ist beispielsweise aus WO2015154787 A1 bekannt.

- 15 Beim automatisierten Fahren muss die Fahrzeugsteuerung auch bei Auftreten eines Fehlers weiter funktionieren und zwar so lange, bis ein sicherer Zustand erreicht ist. Der sichere Zustand kann entweder durch Fahrerübernahme erreicht werden, oder durch Parken (Feststellbremsen) des Fahrzeugs im Stillstand und Aufrechterhalten des geparkten Zustands. Für die Automatisierungslevel 4 und 5  
20 ist die Fahrerübernahme nicht akzeptabel, d.h. hier muss das autonome System selbst automatisch den sicheren Zustand ohne Fahrereingriff erreichen.

- Im Fehlerfall kann das bedeuten, dass das autonome System die Fahraufgabe trotz Fehler noch für mehrere Minuten aufrecht halten muss, d.h. die elektronische Ansteuerung der Bremse muss auch bei Ausfall der Haupt-Bremssteuerung über  
25 mehrere Minuten funktionieren. Im Anschluss daran muss das Fahrzeug sicher geparkt werden können, d.h. die Park- oder Feststellbremse muss ebenfalls sicher funktionieren. Zusätzlich ist zu beachten, dass bei einer längeren Fahrdauer in einem Backup-Zustand ein weiterer Fehler auftreten könnte, so dass eine zweite Rückfallebene wünschenswert ist.

- 30 Der Erfindung liegt demzufolge die Aufgabe zugrunde, eine elektropneumatische Einrichtung eines Fahrzeugs derart weiter zu bilden, dass sie eine möglichst hohe Ausfallsicherheit bei geringem baulichen Aufwand zur Verfügung stellt. Auch soll

- 5 ein Fahrzeug mit einer solchen elektropneumatischen Einrichtung zur Verfügung gestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 31 gelöst.

#### Offenbarung der Erfindung

- 10 Die Erfindung geht aus von einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs beinhaltend
- a) eine elektropneumatische Parkbremseinrichtung mit einer elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung, wenigstens einem Druckluftvorrat und wenigstens einem pneumatischen  
15 Federspeicherbremszylinder, wobei
  - b) die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung ein elektronisches Parkbremssteuergerät, eine wenigstens ein erstes Magnetventil und wenigstens ein von diesem druckgesteuertes Ventil umfassende erste Ventileinrichtung aufweist, bei welcher das wenigstens eine erste  
20 Magnetventil von dem elektronischen Parkbremssteuergerät gesteuert ist, wobei
  - c) ein pneumatischer Steuereingang des druckgesteuerten Ventils an das wenigstens eine erste Magnetventil angeschlossen ist und ein Arbeitsausgang des druckgesteuerten Ventils mit dem wenigstens einen  
25 Federspeicherbremszylinder in Verbindung bringbar ist, und wobei
  - d) das wenigstens eine erste Magnetventil weiterhin an den wenigstens einen Druckluftvorrat und an eine Drucksenke angeschlossen ist, wobei
  - e) das wenigstens eine erste Magnetventil ausgebildet ist, dass es abhängig von der Steuerung durch das elektronische Parkbremssteuergerät den  
30 pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit dem wenigstens einen Druckluftvorrat oder mit der Drucksenke verbindet, oder insbesondere im unbestromten Zustand eine solche Verbindung absperrt, und wobei

- 5 f) das druckgesteuerte Ventil ausgebildet ist, dass es bei einer Entlüftung seines pneumatischen Steuereingangs seinen Arbeitsausgang entlüftet und bei einer Belüftung seines pneumatischen Steuereingangs seinen Arbeitsausgang belüftet, sowie
- g) beinhaltend eine wenigstens ein zweites Magnetventil aufweisende zweite  
10 Ventileinrichtung, welche an den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils der ersten Ventileinrichtung angeschlossen und ausgebildet ist, dass sie abhängig von einer Bestromung oder Entstromung des wenigstens einen zweiten Magnetventils den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit einer weiteren Drucksenke  
15 verbindet oder eine solche Verbindung sperrt.

Die Erfindung schlägt vor, dass

- h) die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung durch lediglich zwei voneinander unabhängige elektrische Energiequellen, einer ersten elektrischen Energiequelle und einer zweiten elektrischen Energiequelle mit  
20 elektrischer Energie versorgt ist, und dass
- i) das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung durch lediglich die beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen oder durch wenigstens zwei voneinander unabhängige elektronische Steuergeräte bestrombar oder entstrombar ist, von welchen  
25 ein erstes elektronisches Steuergerät und ein zweites elektronisches Steuergerät von einer jeweils anderen elektrischen Energiequelle der lediglich zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgt ist.

Mit anderen Worten sind lediglich zwei voneinander unabhängige Energiequellen  
30 vorgesehen, welche das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung entweder im Fall von intakten Energiequellen dauerhaft und direkt bestromen oder bei einem Ausfall einer elektrischer Energiequelle der lediglich zwei Energiequellen oder bei einem Ausfall beider Energiequellen

- 5 entstromen. Dabei kann eine Verschaltung des wenigstens einen zweiten Magnetventils der zweiten Ventileinrichtung mit den beiden elektrischen Energiequellen vorliegen, dass eine Entstromung des wenigstens einen zweiten Magnetventils im Sinne einer „UND“-Schaltung lediglich dann zustande kommt, wenn beide elektrische Energiequellen ausgefallen sind.
- 10 Alternativ wird das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung durch die beiden elektronischen Steuergeräte durch Bestromen oder Entstromen beispielsweise im Sinne einer „ODER“-Schaltung gesteuert, wobei die beiden elektronischen Steuergeräte jeweils von einer der voneinander unabhängigen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgt werden.
- 15 Weil ein pneumatischer Steuereingang des druckgesteuerten Ventils an das wenigstens eine erste Magnetventil angeschlossen ist und ein Arbeitsausgang des druckgesteuerten Ventils mit dem wenigstens einen Federspeicherbremszylinder in Verbindung bringbar ist, kann durch Belüften oder Entlüften des pneumatischen Steuereingangs des druckgesteuerten Ventils grundsätzlich ein Lösen oder
- 20 Zuspinnen des wenigstens einen Federspeicherzylinders hervorgerufen werden.
- Weil das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung an den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils der ersten Ventileinrichtung angeschlossen und die zweite Ventileinrichtung ausgebildet ist, dass sie abhängig von einer Bestromung oder Entstromung des wenigstens einen
- 25 zweiten Magnetventils den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit der weiteren Drucksenke verbindet oder eine solche Verbindung sperrt, kann in dem ungünstigsten Fall, dass beide elektrische Energiequellen (z. B. zeitlich nacheinander) ausfallen dennoch dafür gesorgt werden, dass über den dann durch die entstromte zweite Ventileinrichtung entlüfteten pneumatischen
- 30 Steuereingang des druckgesteuerten Ventils der ersten Ventileinrichtung die Parkbremse automatisch zugespant und das Fahrzeug dadurch in einen sicheren Parkzustand versetzt wird. Diese automatisch eintretende Funktionalität des

5   Zuspannens des wenigstens einen Federspeicherbremszylinders bei einem Ausfall beider elektrischer Energiequellen kann in Fahrt oder auch im Stillstand stattfinden und ist lediglich von den Zeitpunkten des Eintretens der Ausfälle der beiden elektrischen Energieversorgungen abhängig.

10   Weil insbesondere bei Nutzfahrzeugen einschließlich Zugfahrzeug-Anhängerkombinationen sowie Schienenfahrzeugen Parkbremsen (auch Feststellbremsen genannt) in der Regel mit Federspeicherbremszylindern ausgestattet sind, die in Lösestellung eine Bremskammer mit Druckluft beaufschlagen und dadurch eine Speicherfeder gespannt halten, während zum Bremsen die Bremskammer entlüftet, d.h. mit Atmosphärendruck verbunden wird,  
15   so dass der Federspeicherbremszylinder unter Wirkung der Speicherfeder eine Bremskraft erzeugt, sorgt eine Entlüftung der Bremskammer für einen sicheren Parkzustand des Fahrzeugs infolge der Wirkung der Speicherfeder. Die Entlüftung der Bremskammer kann wie oben beschrieben durch die zweite Ventileinrichtung automatisch hervorgerufen werden, wenn beispielsweise beide elektrische  
20   Energiequellen (z. B. zeitlich nacheinander) ausfallen.

Generell soll jedoch ein automatisches Zuspannen der Federspeicherbremsen während der Fahrt des Fahrzeugs eine letzte zu ergreifende Sicherheitsmaßnahme darstellen, um Auffahrunfälle und instabiles Fahrverhalten zu vermeiden.

25   Daher ist im Rahmen einer in wenigstens einem elektronischen Steuergerät implementierten Steuerlogik vorgesehen, dass ein Zuspannen der Parkbremse bevorzugt lediglich im Stillstand des Fahrzeugs stattfindet, wenn beispielsweise nur eine der beiden elektrischen Energiequellen ausgefallen ist. Denn dann kann mit Hilfe der verbliebenen intakten elektrischen Energiequelle der Stillstand des  
30   Fahrzeugs detektiert und erst bei einem erfassten Fahrzeugstillstand die Parkbremse mit der noch zur Verfügung stehenden elektrischen Energie durch die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung in den Zuspannzustand gesteuert werden.

5 Neben der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung können die beiden  
voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen zusätzlich auch jeweils  
einen Betriebsbremskreis einer beispielsweise elektropneumatischen  
Betriebsbremseinrichtung des Fahrzeugs mit elektrischer Energie versorgen und  
optional das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung  
10 direkt und dauerhaft bestromen. Hierfür sind daher lediglich zwei voneinander  
unabhängige elektrische Energiequellen vorgesehen und auch ausreichend, wobei  
bei einem Ausfall beider elektrischer Energiequellen wie oben beschrieben ein  
sicherer Zustand des Fahrzeugs durch dauerhaftes Zuspinnen der  
Federspeicherbremse ermöglicht wird.

15 Voneinander unabhängige elektrische Energiequellen bedeutet daher, dass ein  
Ausfall einer der elektrischen Energiequellen die Funktionsfähigkeit der jeweils  
anderen elektrischen Energiequelle nicht beeinflussen kann. Dasselbe gilt auch für  
die voneinander unabhängigen elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2.

Die Erfindung hat folglich den Vorteil, dass sie ohne Notwendigkeit einer dritten  
20 elektrischen Energieversorgung stets eine Redundanz in den Fällen zur Verfügung  
stellen kann, in denen ein Ausfall einer oder beider elektrischer Energiequelle(n)  
und/oder eines elektronischen Steuergeräts oder beider elektronischer  
Steuergeräte stattfindet. Weiterhin ist die Erfindung auch kostengünstig  
realisierbar, weil lediglich übliche Bauelemente wie Magnetventile verwendet  
25 werden.

Die Erfindung eignet sich daher gerade zum Einsatz für hoch automatisiertes  
Fahren insbesondere im Level 4 und 5, weil sie Redundanzen zur Verfügung stellt,  
welche ohne Eingreifen des Fahrers automatisch durchführbar sind. Die Erfindung  
ist allerdings nicht auf eine Anwendung im Rahmen automatisierten Fahrens  
30 beschränkt. Vielmehr kann sie auch für einen durch den Fahrer stattfindenden  
Betrieb des Fahrzeugs angewendet werden.

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

Wie in **Fig.1a**, **Fig.1b** und **Fig.9** dargestellt, versorgen vorzugsweise die lediglich zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen jeweils ein  
10 elektronisches Steuergerät ECU1 bzw. ECU2 mit elektrischer Energie, nämlich eine erste elektrische Energiequelle das erste elektronische Steuergerät ECU1 und eine zweite elektrische Energiequelle das zweite elektronische Steuergerät ECU2.

Gemäß den in **Fig.1a**, **Fig.1b** und **Fig.9** dargestellten Ausführungsformen sind das  
15 erste elektronische Steuergerät ECU1 und das zweite elektronische Steuergerät ECU2 jeweils ausgebildet, dass ein Ausfall eines der elektronischen Steuergeräte ECU1 oder ECU2 die Funktionsfähigkeit des jeweils anderen elektronischen Steuergeräts ECU2 oder ECU1 nicht beeinflusst.

Es sind nun verschiedene Störfälle denkbar, in denen eine Komponente oder  
20 Baugruppe der elektropneumatischen Ausrüstung ausfällt und dann mit der Erfindung eine Redundanz zur Verfügung gestellt wird, auch ohne dass der Fahrer bzw. eine zusätzlich vorhandene Autopiloteneinrichtung eingreifen muss.

Beispielsweise können erste Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des  
25 elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU und zweite Mittel zum Detektieren eines Fahrzustands des Fahrzeugs hinsichtlich Fahren oder Stillstand vorgesehen sein, wobei die ersten Mittel und die zweiten Mittel von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgt sind.

Für eine sichere Bewältigung eines ersten Störfalls kann dann beispielsweise eine  
30 in wenigstens einem elektronischen Steuergerät implementierte Steuerlogik vorgesehen sein, welche Signale von den ersten Mitteln und den zweiten Mitteln empfängt und welche derart ausgebildet ist, dass sie bei einem detektierten

5 Stillstand des Fahrzeugs und bei einem detektierten Ausfall des elektronischen  
Parkbremssteuergeräts EPB-ECU das erste elektronische Steuergerät ECU1  
und/oder das zweite elektronische Steuergerät ECU2 derart steuert, dass diese(s)  
das wenigstens eine zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung steuern(t),  
um den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils der  
10 Parkbremssteuereinrichtung mit der weiteren Drucksenke zu verbinden.

Bei einem Auftreten dieses ersten Störfalls (Ausfall des elektronischen  
Parkbremssteuergeräts EPB-ECU) kann das Fahrzeug dann beispielsweise mit  
Hilfe eines intakten Betriebsbremskreises automatisch oder durch den Fahrer in  
den Stillstand eingebremst werden und dann die Parkbremse, wenn der Stillstand  
15 des Fahrzeugs detektiert worden ist, mit Hilfe einer elektrischen Steuerung des  
wenigstens einen zweiten Magnetventils der zweiten Ventileinrichtung durch eines  
der elektronischen Steuergeräte ECU1 oder ECU2 oder durch beide  
elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2 automatisch zugespant werden.

Weiterhin können neben den ersten Mitteln zum Detektieren eines Ausfalls des  
20 elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU, den zweiten Mitteln zum  
Detektieren eines Fahrzustands des Fahrzeugs hinsichtlich Fahren oder Stillstand  
noch dritte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektronischen  
Steuergeräts ECU1 und/oder des zweiten elektronischen Steuergeräts ECU2  
vorgesehen sein, wobei die ersten Mittel, die zweiten Mittel und die dritten Mittel  
25 beispielsweise von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden  
voneinander unabhängigen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgt sind.

Für eine sichere Bewältigung eines zweiten Störfalls kann dann beispielsweise in  
wenigstens einem, von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden  
voneinander unabhängigen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgten  
30 elektronischen Steuergeräte implementierte Steuerlogik vorgesehen sein, welche  
Signale von den ersten Mitteln, von den zweiten Mitteln und von den dritten Mitteln  
empfängt und welche derart ausgebildet ist, dass sie bei einem detektierten  
Stillstand des Fahrzeugs und bei einem detektierten Ausfall einerseits des ersten

5 elektronischen Steuergeräts ECU1 oder des zweiten elektronischen Steuergeräts  
ECU2 und andererseits des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU das  
jeweils intakt verbliebene elektronische Steuergerät ECU1 oder ECU2 der beiden  
elektronischen Steuergeräte ECU1, ECU2 derart steuert, dass dieses intakt  
verbliebene elektronische Steuergerät ECU1 oder ECU2 das wenigstens eine  
10 zweite Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung steuert, um den pneumatischen  
Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit der weiteren Drucksenke zu  
verbinden.

Dieser zweite Störfall betrifft daher beispielsweise einen Ausfall des (Haupt-)  
Betriebsbremskreises infolge des Ausfalls beispielsweise des ersten  
15 elektronischen Steuergeräts ECU1, welches diesen Betriebsbremskreis steuert  
und einen beispielsweise zeitlich nachfolgenden Ausfall des elektronischen  
Parkbremssteuergeräts EPB-ECU. Dann kann das Fahrzeug beispielsweise über  
das noch intakte zweite elektronische Steuergerät ECU2, welches einen  
redundanten Betriebsbremskreis steuert, automatisch oder durch den Fahrer bis in  
20 den Stillstand eingebremst und nach detektiertem Stillstand des Fahrzeugs dann  
die Parkbremse mit Hilfe einer elektrischen Steuerung des wenigstens einen  
zweiten Magnetventil der zweiten Ventileinrichtung durch das noch intakte zweite  
elektronische Steuergerät ECU2 automatisch zugespant werden.

Der zweite Störfall kann natürlich auch in zeitlich umgekehrter Weise zuerst durch  
25 den Ausfall des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU und dann  
zeitlich nachfolgend durch den Ausfall des (Haupt-) Betriebsbremskreises gebildet  
werden, wobei die Steuerlogik dann in analoger Weise reagiert.

**Fig.1a, Fig.1b, Fig.3a, Fig.3b** und auch **Fig.5** zeigen noch eine dritte, wenigstens  
ein von dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuertes drittes  
30 Magnetventil aufweisende Ventileinrichtung, welche an den Arbeitsausgang des  
druckgesteuerten Ventils, an wenigstens einen Druckluftvorrat sowie an den  
wenigstens einen Federspeicherbremszylinder angeschlossen und ausgebildet ist,

5 dass sie bei einer Entstromung des wenigstens einen dritten Magnetventils durch  
das elektronische Parkbremssteuergerät den wenigstens einen  
Federspeicherbremszylinder mit dem Arbeitsausgang des druckgesteuerten  
Ventils verbindet und bei einer Bestromung des wenigstens einen dritten  
Magnetventils durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU eine  
10 solche Verbindung sperrt und dann den wenigstens einen  
Federspeicherbremszylinder mit dem wenigstens einem Druckluftvorrat verbindet.

Mit Hilfe dieser dritten Ventileinrichtung kann ein durch die zweite Ventileinrichtung  
ausgelöstes Zuspinnen des wenigstens einen Federspeicherbremszylinders  
verhindert oder überschrieben werden, wie weiter unten noch beschrieben wird.

15 Gemäß **Fig.1a, Fig.1b, Fig.7** und **Fig.9** kann auch noch eine vierte, wenigstens  
ein von dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuertes viertes  
Magnetventil aufweisende Ventileinrichtung vorgesehen sein, welche an einen  
pneumatischen Steueranschluss eines elektropneumatischen  
Anhängersteuermoduls TCM, an wenigstens einen Druckluftvorrat sowie an den  
20 Arbeitsausgang des druckgesteuerten Ventils RV angeschlossen und ausgebildet  
ist, dass sie bei einer Entstromung des wenigstens einen vierten Magnetventils  
durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU eine Verbindung  
zwischen dem pneumatischen Steueranschluss des elektropneumatischen  
Anhängersteuermoduls TCM mit dem Arbeitsausgang des druckgesteuerten  
25 Ventils herstellt und bei einer Bestromung des wenigstens einen vierten  
Magnetventils eine solche Verbindung sperrt und eine Verbindung zwischen dem  
wenigstens einen Druckluftvorrat und dem pneumatischen Steueranschluss des  
elektropneumatischen Anhängersteuermoduls TCM herstellt.

Wie in **Fig.1a, Fig.1b, Fig.7, Fig.9** und **Fig.11** dargestellt, weist das  
30 elektropneumatische Anhängersteuermodul TCM einen pneumatischen Anschluss  
für eine pneumatische oder elektropneumatische Bremseinrichtung eines  
Anhängers des Fahrzeugs (Zugfahrzeugs) auf und ist ausgebildet, dass es bei

- 5 einer Belüftung seines pneumatischen Steueranschlusses den pneumatischen Anschluss entlüftet, wodurch die Anhängerbremsen gelöst werden, und bei einer Entlüftung seines pneumatischen Steueranschlusses den pneumatischen Anschluss belüftet, wodurch die Anhängerbremsen zugespant werden. Insofern wirkt das Anhängersteuermodul TCM pneumatisch invertierend.
- 10 Gemäß **Fig.1a**, **Fig.1b**, **Fig.7**, **Fig.9** und **Fig.11** wird das wenigstens eine vierte Magnetventil bevorzugt durch ein Test-Magnetventil gebildet, welches für einen Test vorgesehen ist, ob das über den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder eingebremste Zugfahrzeug eine Kombination aus dem Zugfahrzeug und einem Anhänger bei ungebremstem Anhänger im Stillstand
- 15 halten kann. Dann kann vorteilhaft ein zumeist bereits vorhandenes Test-Magnetventil der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung dazu genutzt werden, ein Zuspant der Anhängerbremsen in einem Störfall zu realisieren wie noch weiter unten beschrieben wird.

Wie in **Fig.3a**, **Fig.3b**, **Fig.4a**, **Fig.4b**, **Fig.5**, und **Fig.7** beispielhaft dargestellt ist,

20 kann das wenigstens eine dritte Magnetventil und/oder das wenigstens eine vierte Magnetventil jeweils durch wenigstens eines der folgenden Ventile gebildet werden oder wenigstens ein solches Ventil beinhalten:

- a) ein 3/2-Wege-Magnetventil,
- b) ein 2/2-Wege-Magnetventil,
- 25 c) eine Kombination aus einem 2/2-Wege-Magnetventil und einem Select-High-Ventil.

Bei manchen Fahrzeugen ist bereits ein Rohrbruchsicherungsventil vorhanden, das verhindern soll, dass die Federspeicherbremszylinder bei einer gebrochenen Druckluftleitung zum Federspeicherbremszylinder automatisch zuspant, was zu

30 einem ungewollten Blockieren der Räder führen könnte, (**Fig.9**). Dieses Rohrbruchsicherungsventil besteht vorzugsweise in einem 3/2-Wegeventil, welches mittels eines Select-High-Ventils am Eingang der

5 Federspeicherbremszylinder parallel auf die Federspeicherbremszylinder wirkt und diese dann mit Vorratsdruck versorgt. Dieses Rohrbruchsicherungsventil (z. B. als 3/2-Wege-Magnetventil) in Kombination mit den Select-High-Ventilen kann dann die Funktion der dritten Ventileinrichtung übernehmen (**Fig.10a, Fig.10b**).

Insbesondere können für die erste Ventileinrichtung, die zweite Ventileinrichtung,  
10 die dritte Ventileinrichtung und die vierte Ventileinrichtung allgemein 3/2-Wegeventile und/oder 2/2-Wegeventile auch in Kombination mit wenigstens einem weiteren Ventil verwendet werden. Auch können die Ventile elektrisch vorgesteuert sein. Damit können kostengünstige elektrische Vorsteuerventile verwendet werden, welche pneumatische Ventile mit relativ großen  
15 Strömungsquerschnitten pneumatisch steuern.

Weiterhin können vierte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektrischen Energiespeichers und/oder des zweiten elektrischen Energiespeichers vorgesehen sein. Wenn dann der erste elektrische Energiespeicher und/oder der zweite elektrische Energiespeicher keinen  
20 elektrischen Strom mehr liefern kann (können), dann geht damit zwangsläufig eine Entstromung der jeweils angeschlossenen Verbraucher z. B. von Magnetventilen einher, welche dann z. B. federbelastet automatisch umschalten, was ein Fehler- oder Störsignal dieser vierten Mittel darstellt, so dass die vierten Mittel auch durch den ersten elektrischen Energiespeichers und/oder den zweiten elektrischen  
25 Energiespeicher selbst gebildet werden können.

Für eine sichere Bewältigung eines dritten Störfalls kann dann beispielsweise eine in wenigstens einem, von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen mit elektrischer Energie versorgten elektronischen Steuergerät implementierte Steuerlogik vorgesehen sein, welche  
30 Signale von den vierten Mitteln empfängt und welche derart ausgebildet ist, dass sie bei einem detektierten Ausfall einer einzigen elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen das elektronische

5 Parkbremssteuergerät EPB-ECU derart steuert, dass das wenigstens eine dritte Magnetventil der dritten Ventileinrichtung bestromt wird.

Dieser dritte Störfall betrifft dann beispielsweise zunächst einen Ausfall einer der beiden elektrischen Energiequellen und zeitlich anschließend daran einen Ausfall auch noch der anderen elektrischen Energiequelle.

10 Dann kann das Fahrzeug bei zunächst lediglich einer ausgefallenen elektrischen Energiequelle noch seine Fahrt fortsetzen und auch noch mit einem von der intakt verbliebenen elektrischen Energiequelle versorgten Betriebsbremskreis automatisch oder durch den Fahrer initiiert bremsen. Dabei schaltet die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung bzw. deren elektronisches  
15 Parkbremssteuergerät EPB-ECU allerdings bereits in den Zustand „Parkbremse zuspannen“ vor, d.h. der Arbeitsausgang von deren druckgesteuertem Ventil wird entlüftet. Das Zuspinnen des wenigstens einen Federspeicherbremszylinders wird aber (noch) mittels einer Bestromung des dritten Magnetventils der dritten Ventileinrichtung verhindert, welche wie oben beschrieben dann den  
20 Arbeitsausgang des druckgesteuerten Ventils gegenüber dem wenigstens einen Federspeicherbremszylinder absperrt und letzteren mit dem wenigstens einen Druckluftvorrat verbindet und dadurch belüftet. Letztlich wird die Parkbremse dadurch bereits vorbereitet für den Fall, dass auch noch die andere elektrische Energiequelle ausfällt.

25 Falls das dann als Zugfahrzeug wirkende Fahrzeug mit einem Anhängersteuermodul ausgestattet ist und damit einen Anhänger ziehen und abbremsen kann, kann die Steuerlogik weiterhin ausgebildet sein, dass sie bei einem detektierten Ausfall einer einzigen elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen das elektronische  
30 Parkbremssteuergerät EPB-ECU derart steuert, dass das wenigstens eine vierte Magnetventil der vierten Ventileinrichtung bestromt wird. Dies bewirkt, wie ebenfalls oben beschrieben, dass der pneumatische Steuereingang des

5 Anhängersteuermoduls belüftet wird, was vor dem Hintergrund der pneumatischen Invertierung der Druckverhältnisse innerhalb eines solchen Anhängersteuermoduls bedeutet, dass die Anhängerbremsen entlüftet und damit ebenfalls deren Zuspinnen (zunächst) verhindert wird.

Wenn nun in Fortführung des dritten Störfalls nach einiger Zeit auch noch die  
10 andere verbleibende elektrische Energiequelle der lediglich zwei voneinander unabhängigen Energiequellen ausfallen sollte, so werden die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung bzw. das elektronische Parkbremssteuergerät sowie das wenigstens eine dritte Magnetventil der dritten Ventileinrichtung zwangsläufig entstromt, woraufhin das entstromte wenigstens eine dritte Magnetventil der  
15 dritten Ventileinrichtung den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder mit dem Arbeitsausgang des druckgesteuerten Ventils verbindet, woraufhin der wenigstens eine Federspeicherbremszylinder entlüftet wird und die Parkbremse automatisch zuspant.

Falls das Fahrzeug als Zugfahrzeug mit einem Anhängersteuermodul ausgestattet  
20 ist, so wird bei einem Ausfall auch der anderen elektrischen Energiequelle der lediglich zwei voneinander unabhängigen Energiequellen das wenigstens eine vierte Magnetventil der vierten Ventileinrichtung entstromt, so dass dadurch der pneumatische Steuereingang des Anhängersteuerventils entlüftet und bedingt durch die pneumatische Invertierung innerhalb des Anhängersteuermoduls die  
25 Anhängerbremsen belüftet werden und somit ebenfalls automatisch zuspinnen.

Gemäß einer in **Fig.1a**, **Fig.1b** und **Fig.9** gezeigten Ausführungsform kann eine oben beschriebene Steuerlogik jeweils in dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU, dem ersten elektronischen Steuergerät ECU1 und in dem zweiten elektronischen Steuergerät ECU2 implementiert sein. Dadurch  
30 können die Funktionen der Steuerlogik auch dann ausgeführt werden, wenn eines oder zwei der elektronischen Steuergeräte oder deren elektrische Energieversorgung ausfällt (ausfallen). Alternativ oder zusätzlich kann die

5 Steuerlogik auch in jedem anderen elektronischen Steuergerät implementiert sein, beispielsweise auch in einem Steuergerät der Autopiloteinrichtung.

Wie aus **Fig.1a**, **Fig.1b**, **Fig.7**, **Fig.9**, **Fig.11** hervorgeht, kann das druckgesteuerte Ventil der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung durch ein Relaisventil gebildet werden, welches mit einem Vorratsanschluss an  
10 den wenigstens einen Druckluftvorrat angeschlossen ist.

In üblicher Weise weist das Relaisventil zunächst eine mit dem pneumatischen Steuereingang verbundene Steuerkammer, wenigstens einen vom Druck in der Steuerkammer gesteuerten, ein Doppelsitzventil (Einlasssitz, Auslasssitz) betätigenden Relaiskolben sowie eine mit dem Arbeitsausgang verbundene  
15 Arbeitskammer auf, wobei der Relaiskolben die Steuerkammer und die Arbeitskammer begrenzt. Die Arbeitskammer mündet in den Arbeitsanschluss.

Dabei ist bevorzugt zwischen dem Arbeitsausgang des Relaisventils und dem pneumatischen Steuereingang des Relaisventils eine pneumatische Rückkopplungsverbindung gezogen, in welcher bevorzugt wenigstens ein  
20 pneumatisches Drosselement angeordnet ist.

Durch die Rückkopplungsverbindung wird eine Bistabilität des Relaisventils hergestellt. Dabei bilden das sehr preiswerte Drosselement und beispielsweise zwei stromlos geschlossene 2/2-Magnetventile als Einlass-  
/Auslassventilkombination innerhalb der ersten Ventileinrichtung der  
25 elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung funktional zusammen eine Magnetventileinrichtung mit 3/3-Funktion, bei der sich im unbestromten Zustand beispielsweise beide 2/2-Magnetventile in ihrer Sperrstellung befinden und damit die Steuerkammer des Relaisventils sowohl gegenüber dem Druckluftvorrat als auch gegen Atmosphäre abgesperrt ist.

30 Deswegen kann zum Zwecke der Rückkopplung wenigstens ein Drosselement in der zwischen dem Arbeitsausgang und dem pneumatischen Steuereingang des

5 Relaisventils gezogenen Rückkopplungsverbindung angeordnet werden, derart, dass der Arbeitsausgang und der pneumatische Steuereingang des Relaisventils miteinander stets in Strömungsverbindung stehen. Über die mit dem wenigstens  
10 einen Drosselement versehene Rückkopplungsverbindung entsteht ein Rückkopplungskreis, in dem der Druck am Arbeitsausgang des Relaisventils bzw. am Anschluss für den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder in den  
15 Steuereingang des Relaisventils rückgekoppelt wird, wodurch der zuletzt eingenommene Zustand des wenigstens einen Federspeicherbremszylinders, beispielsweise dessen Zuspansstellung stabil verriegelt wird.

Unter einem Drosselement soll dabei ein den Strömungsquerschnitt der  
15 Rückkopplungsverbindung verengendes Element verstanden werden. Dabei wird der Luftmassenstrom zwischen dem Arbeitsausgang und dem pneumatischen Steuereingang des Relaisventils durch das Drosselement (in beiden Strömungsrichtungen) auf einen Wert begrenzt, welcher beispielsweise geringer  
20 als der Luftmassenstrom ist, welcher mittels der ersten Ventileinrichtung an dem pneumatischen Steuereingang des Relaisventils erzeugbar ist. Dadurch ist einerseits stets die erwünschte Rückkopplung gegeben, andererseits aber eine Übersteuerung der Rückkopplung durch die erste Ventileinrichtung möglich.

Außer dem wenigstens einen Drosselement sind in der Rückkopplungsverbindung vorzugsweise keine weiteren, den Luftmassenstrom  
25 zwischen dem Arbeitsausgang und dem pneumatischen Steuereingang des Relaisventils behindernden oder sperrenden Elemente wie Schaltventile, Proportionalventile, Druckbegrenzungsventile etc. angeordnet.

Bevorzugt kann die zweite Ventileinrichtung wenigstens ein elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil beinhalten, welches

30 a) wie in **Fig.2** gezeigt, bestromt eine Durchgangsstellung einnimmt, in welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und welches unbestromt eine Sperrstellung (Normally Closed) einnimmt, in welcher diese Verbindung gesperrt ist, oder welches

- 5 b) wie in **Fig.6**, **Fig.8** und **Fig.12** gezeigt, unbestromt eine Durchgangsstellung einnimmt (Normally Open), in welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und welches bestromt eine Sperrstellung einnimmt, in welcher diese Verbindung gesperrt ist.

Die obige Ausführung a) des elektrisch gesteuerten 2/2-Wegeventil der zweiten  
10 Ventileinrichtung als ein Normally-Closed-Ventil betrifft bevorzugt den Fall von **Fig.2**, in welchem das wenigstens eine 2/2-Wegeventil von den beiden elektronischen Steuergeräten im Sinne einer „ODER“-Schaltung elektrisch gesteuert wird, d.h. dass jedes der beiden elektronischen Steuergeräte das wenigstens eine 2/2-Wegeventil unabhängig elektrisch steuern kann.

15 Die obige Ausführung b) des wenigstens einen elektrisch gesteuerten 2/2-Wegeventils der zweiten Ventileinrichtung als ein Normally-Open-Ventil betrifft bevorzugt den Fall von **Fig.8** und **Fig.12**, in welchem das wenigstens eine 2/2-Wegeventil durch die beiden elektrischen Energiequellen im Sinne einer „UND“-Schaltung elektrisch gesteuert wird, d. h. lediglich bei einem Ausfall beider  
20 elektrischer Energieversorgungen wird das wenigstens eine 2/2-Wegeventil in seine Durchgangsstellung geschaltet, um den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit der weiteren Drucksenke zu verbinden und dadurch den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder zu entlüften. Zum andern betrifft die obige Ausführung b) des wenigstens einen elektrisch gesteuerten 2/2-  
25 Wegeventils der zweiten Ventileinrichtung als ein Normally-Open-Ventil aber auch den Fall von **Fig.6**, in welchem das wenigstens eine 2/2-Wegeventil durch die beiden elektrischen Energiequellen im Sinne einer „ODER“-Schaltung elektrisch gesteuert wird, d. h. bei einem Ausfall einer der beiden elektrischen Energieversorgungen wird das wenigstens eine 2/2-Wegeventil in seine  
30 Durchgangsstellung geschaltet, um den pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit der weiteren Drucksenke zu verbinden und dadurch den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder zu entlüften.

5 **Fig.2** zeigt eine Ausführungsform, bei welcher die zweite Ventileinrichtung ein  
einziges elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil beinhaltet, von welchem ein erster  
Anschluss mit dem pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils  
(RV) und ein zweiter Anschluss mit der weiteren Drucksenke verbunden ist und  
welches von dem ersten elektronischen Steuergerät ECU1 und unabhängig  
10 davon, von dem zweiten elektronischen Steuergerät ECU2 gesteuert ist.

Wie aus **Fig.6**, **Fig8** und **Fig.12** hervorgeht, kann die zweite Ventileinrichtung zwei  
elektrisch gesteuerte 2/2-Wegeventile oder ein einziges 2/2-Wege-Magnetventil  
mit zwei Spulen beinhalten, wobei

- a) ein erstes 2/2-Wegeventil oder eine erste Spule des einzigen 2/2-Wege-  
15 Magnetventils von der ersten Energiequelle bestromt ist und ein zweites 2/2-  
Wegeventil oder eine zweite Spule des einzigen 2/2-Wege-Magnetventils  
von der zweiten Energiequelle bestromt ist, und wobei
- b) das einzige 2/2-Wege-Magnetventil oder das erste 2/2-Wegeventil und das  
zweite 2/2-Wegeventil derart mit dem pneumatischen Steuereingang des  
20 druckgesteuerten Ventils und mit der weiteren Drucksenke verschaltet ist  
(sind), dass lediglich bei einem Ausfall beider elektrischer Energiequellen  
der pneumatischen Steuereingang des druckgesteuerten Ventils mit der  
weiteren Drucksenke verbunden ist und ansonsten, d.h. bei einem Ausfall  
lediglich einer der beiden voneinander unabhängigen elektrischen  
25 Energiequellen oder bei intakten beiden voneinander unabhängigen  
elektrischen Energiequellen eine solche Verbindung gesperrt ist.

**Fig.11** und **Fig.12** zeigen eine Ausführungsform, bei welcher die zweite  
Ventileinrichtung wenigstens ein elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil beinhaltet,  
welches unbestromt eine Durchgangsstellung einnimmt (Normally Open), in  
30 welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und  
welches bestromt eine Sperrstellung einnimmt, in welcher diese Verbindung  
gesperrt ist, wobei weiterhin ein Bistabilventil als von dem elektronischen  
Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuertes 2/2-Wege-Magnetventil vorgesehen

- 5 ist, welches von den beiden elektrischen Energiequellen bestromt ist. Das elektrisch gesteuerte 2/2-Wegeventil der zweiten Ventileinrichtung wird beispielsweise im Betrieb von den beiden elektrischen Energiequellen dauerbestromt, so dass es im fehlerfreien Fall während der Fahrt geschlossen ist. Das Bistabilventil wird bevorzugt durch das elektronische Parkbremssteuergerät  
10 der elektropneumatischen Parkbremseinrichtung gesteuert. Dann kann das elektronische Parkbremssteuergerät auswählen, ob die Parkbremse bei Stromausfall automatisch eingelegt werden soll. Die Bistabilität kann z.B. über ein rückgekoppeltes Booster-Ventil, das drucklos in Richtung geschlossen schaltet, realisiert werden.
- 15 Bei den Ausführungsformen von **Fig.1a**, **Fig.1b**, **Fig.7**, **Fig.9** und **Fig.11** wird das wenigstens eine erste Magnetventil der ersten Ventileinrichtung beispielsweise durch eine Kombination von zwei 2/2-Wege-Magnetventilen als Einlass-/Auslassventilkombination gebildet.

Generell können das erste elektronische Steuergerät ECU1 und das zweite elektronische Steuergerät ECU2, wie in **Fig.1a**, **Fig.1b**, **Fig.7**, **Fig.9** und **Fig.11**  
20 gezeigt, jeweils durch eines der folgenden elektronischen Steuergeräte gebildet werden:

- a) Ein elektronisches Steuergerät EBS-ECU, welches ein elektronisch geregeltes elektropneumatisches Betriebsbremssystem EBS des Fahrzeugs steuert oder regelt,  
25
- b) ein elektronisches Steuergerät iFBM-ECU, welches einerseits eine Auswerteeinrichtung für Signale eines mit einem Bremspedal zusammen wirkenden Bremswertgebers eines elektropneumatischen Fußbremsmoduls darstellt und welches andererseits eine Magnetventileinrichtung steuert, durch  
30 welche eine pneumatische Steuerkammer des elektropneumatischen Fußbremsmoduls be- oder entlüftet, mit welcher wenigstens ein pneumatischer Kanal des Fußbremsmoduls betätigbar ist,

- 5 c) ein elektronisches Steuergerät Steer-ECU, welches eine elektrische Lenkeinrichtung des Fahrzeugs steuert,
- d) ein elektronisches Steuergerät ACC-ECU, welches ein Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs steuert,
- 10 e) ein elektronisches Steuergerät Autopilot-ECU, welches eine Autopiloteinrichtung des Fahrzeugs steuert, mit welcher ein teilautonomes oder autonomes Fahren realisiert ist,
- f) ein elektronisches Steuergerät EAC-ECU, welches eine Druckluftaufbereitungseinrichtung für Druckluftverbraucher des Fahrzeugs steuert,
- 15 g) ein elektronisches Steuergerät ASC-ECU, welches eine Luftfederungseinrichtung des Fahrzeugs steuert,
- h) ein elektronisches Steuergerät Central-ECU, welche einen zentralen Fahrzeugrechner des Fahrzeugs bildet.

Gemäß einer Weiterbildung können

- 20 a) die ersten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU, und/oder
- b) die dritten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektronischen Steuergeräts ECU1 und/oder des zweiten elektronischen Steuergeräts ECU2, und/oder
- 25 c) die vierten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektrischen Energiespeichers und/oder des zweiten elektrischen Energiespeichers eine Detektion durch Eigenüberwachung oder eine Detektion durch Fremdüberwachung (beispielsweise durch ein anderes elektronisches Steuergerät beinhalten).
- 30 Gemäß der in **Fig.1a, Fig.1b, Fig.7 und Fig.9** gezeigten Ausführungsformen können dass wenigstens das elektronische Parkbremssteuergerät, die erste Ventileinrichtung samt dem wenigstens einen ersten Magnetventil und das

5 druckgesteuerte Ventil in einem gemeinsamen Gehäuse der Parkbremssteuereinrichtung integriert sein.

Wie der Ausführungsform von **Fig.1b** gezeigt, können das wenigstens eine zweite Magnetventil, das wenigstens eine dritte Magnetventil und/oder das wenigstens eine vierte Magnetventil in dem Gehäuse der Parkbremssteuereinrichtung  
10 integriert oder an dem Gehäuse der Parkbremssteuereinrichtung angeflanscht sein.

Wie insbesondere aus **Fig.1a**, **Fig.1b**, **Fig.7** und **Fig.9** hervorgeht, können die erste elektrische Energiequelle und die zweite elektrische Energiequelle jeweils durch Kreistrennungs-Dioden und/oder durch in Reihe dazu geschaltete  
15 Stromsicherungen und/oder durch Relais voneinander entkoppelt sein.

Besonders bevorzugt beinhaltet die elektropneumatische Ausrüstung auch ein elektronisch geregeltes elektropneumatisches Betriebsbremsystem (EBS), bei welchem der Betriebsbremsdruck auf einen Sollwert geregelt wird.

Insbesondere können die beiden elektrischen Energiequellen jeweils einen  
20 elektrischen oder elektropneumatischen Betriebsbremskreis mit elektrischer Energie versorgen.

Die Erfindung umfasst auch ein Fahrzeug mit einer oben beschriebenen elektropneumatischen Ausrüstung.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend  
25 gemeinsam mit der Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung näher dargestellt.

Zeichnung

In der Zeichnung zeigt

- 5 Fig.1a ein schematisches Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs gemäß der Erfindung;
- Fig.1b ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs gemäß der Erfindung;
- 10 Fig.2 ein schematisches Schaltbild eines zweiten 2/2-Wege-Magnetventils einer zweiten Ventileinrichtung der elektropneumatischen Ausrüstung von Fig.1a oder Fig.1b;
- Fig.3a ein schematisches Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform eines dritten 3/2-Wege-Magnetventils einer dritten Ventileinrichtung der elektropneumatischen Ausrüstung von Fig.1a oder Fig.1b;
- 15 Fig.3b ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform eines dritten 3/2-Wegeventils einer dritten Ventileinrichtung der elektropneumatischen Ausrüstung von Fig.1a oder Fig.1b;
- 20 Fig.4a ein schematisches Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- Fig.4b ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- 25 Fig.5 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- Fig.6 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer zweiten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- 30

- 5 Fig.7 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs gemäß der Erfindung;
- Fig.8 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer zweiten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- 10 Fig.9 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs gemäß der Erfindung;
- Fig.10a ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung einer elektropneumatischen Ausrüstung gemäß der Erfindung;
- 15 Fig.10b ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung gemäß der Erfindung;
- Fig.11 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung eines Fahrzeugs gemäß der Erfindung;
- 20 Fig.12 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer zweiten Ventileinrichtung gemäß der Erfindung mit einem Bistabilventil.
- 25 Beschreibung der Ausführungsbeispiele
- Fig.1a** zeigt ein schematisches Schaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer elektropneumatischen Ausrüstung 1 gemäß der Erfindung. Die elektropneumatische Ausrüstung 1 ist bevorzugt Bestandteil eines schweren Nutzfahrzeugs als Zugfahrzeug einer Zugfahrzeug-Anhängerkombination und umfasst eine elektropneumatische Bremseinrichtung aus einer elektropneumatischen Parkbremseinrichtung 2 und einer elektropneumatischen
- 30

5 Betriebsbremseinrichtung, welche hier beispielsweise eine elektronisch geregelte Betriebsbremseinrichtung (EBS) und auf dem Zugfahrzeug angeordnet ist.

Die elektropneumatische Parkbremseinrichtung 2 umfasst eine elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung EPB, bevorzugt mit einem eigenen Gehäuse 4, einen Druckluftvorrat 6 und pneumatische  
10 Federspeicherbremszylinder 8. Die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung EPB weist ein elektronisches Parkbremssteuergerät EPB-ECU und eine erste Ventileinrichtung 10 hier aus einer Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11 und einem von dieser druckgesteuertem Relaisventil RV auf, bei welcher die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11 von dem  
15 elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU elektrisch gesteuert ist. Der Druckluftvorrat 6 ist über eine Vorratsleitung 12 an einen Vorratsanschluss 14 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB angeschlossen.

Eine zweite Ventileinrichtung 16 ist über eine pneumatische Steuerleitung 18 an einen pneumatischen Steueranschluss 20 der elektropneumatischen  
20 Parkbremssteuereinrichtung EPB angeschlossen.

Ein pneumatischer Steuereingang 22 des Relaisventils RV ist an die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11 angeschlossen, um das Relaisventil RV pneumatisch zu steuern. Weiterhin ist ein Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV an einen Arbeitsanschluss 26 der elektropneumatischen  
25 Parkbremssteuereinrichtung EPB angeschlossen, mit welchem auch hier beispielsweise über eine dritte Ventileinrichtung 28 in einer pneumatischen Bremsleitung 30 die Federspeicherbremszylinder 8 in Verbindung bringbar sind.

In üblicher Weise weist das Relaisventil RV zunächst eine mit dem pneumatischen Steuereingang 22 verbundene Steuerkammer, wenigstens einen vom Druck in der  
30 Steuerkammer gesteuerten, ein Doppelsitzventil (Einlasssitz, Auslasssitz) betätigenden Relaiskolben sowie eine mit dem Arbeitsausgang 24 verbundene Arbeitskammer auf, wobei der Relaiskolben die Steuerkammer und die Arbeitskammer begrenzt. Die Arbeitskammer kann über eine Drucksenke des

5 Relaisventils RV entlüftet oder mit einem Vorratsanschluss des Relaisventils RV verbunden werden, welcher an den Vorratsanschluss 14 angeschlossen ist.

Hier ist bevorzugt zwischen dem Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV und dem pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV eine pneumatische Rückkopplungsverbindung 32 gezogen, in welcher bevorzugt ein pneumatisches  
10 Drosselement 34 angeordnet ist. Das Relaisventil RV ist wiederum ausgebildet, dass es bei einer Entlüftung seines pneumatischen Steuereingangs 22 seinen Arbeitsausgang 24 entlüftet und bei einer Belüftung seines pneumatischen Steuereingangs 22 seinen Arbeitsausgang 24 belüftet, indem es dann Druckluft vom Vorratsanschluss 14 her nachfördert, an welches es angeschlossen ist.

15 Bei der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB sind die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11, das Relaisventil RV sowie eine vierte Ventileinrichtung 36 hier in Form eines Test-Magnetventils an den Vorratsanschluss 14 über eine interne Vorratsverbindung angeschlossen. Weiterhin ist die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11 an eine erste  
20 Drucksenke 40 angeschlossen.

Die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11 ist ausgebildet, dass sie abhängig von der Steuerung durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU den pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV mit dem Vorratsanschluss 14 oder mit der ersten Drucksenke 40 verbindet oder jeweils  
25 eine solche Verbindung sperrt.

Die wenigstens ein zweites Magnetventil aufweisende zweite Ventileinrichtung 16 ist an den Steueranschluss 20 und damit auch an den pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV der ersten Ventileinrichtung 10 über die pneumatische Steuerleitung 18 angeschlossen. Wie aus **Fig.2** hervorgeht, ist die  
30 zweite Ventileinrichtung 16 beispielsweise als 2/2-Wege-Magnetventil 16a ausgebildet, welches abhängig von einer Bestromung oder Entstromung seinen mit dem pneumatischen Steueranschluss 20 und damit mit dem pneumatischen

5    Steuereingang 22 des Relaisventils RV verbundenen Anschluss mit einer zweiten Drucksenke 42 verbindet oder eine solche Verbindung sperrt.

Die elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU ist über eine Parkbremsbetätigungseinrichtung 44 elektrisch steuerbar, die der Fahrer über ein Parkbremsbetätigungsorgan 46 betätigen und dadurch  
10   Parkbremsbetätigungssignale über eine Signalleitung 48 und einen Signalanschluss 50 in das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU zum Steuern der Parkbremse einsteuern kann.

Die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. deren elektronisches Parkbremssteuergerät EPB-ECU wird durch lediglich zwei  
15   voneinander unabhängige elektrische Energiequellen, einer ersten elektrischen Energiequelle 52 und einer zweiten elektrischen Energiequelle 54 mit elektrischer Energie über elektrische Versorgungsleitungen 56 versorgt.

Weiterhin wird das 2/2-Wege-Magnetventil 16a der zweiten Ventileinrichtung 16 durch zwei voneinander unabhängige elektronische Steuergeräte ECU1, ECU2  
20   mittels Steuerleitungen gesteuert (Bestromen oder Entstromen), von welchen ein erstes elektronisches Steuergerät ECU1 und ein zweites elektronisches Steuergerät ECU2 von einer jeweils anderen elektrischen Energiequelle 52 oder 54 der lediglich zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen 52, 54 mit elektrischer Energie versorgt ist.

25   Hier sind beispielsweise die erste elektrische Energiequelle 52 und die zweite elektrische Energiequelle 54 jeweils durch Kreistrennungs-Dioden 60 und durch in Reihe dazu geschaltete Stromsicherungen 62 in den Versorgungsleitungen 56 voneinander entkoppelt.

Weiterhin ist bei der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB auch  
30   ein Anhängeranschluss 64 vorhanden, welcher mit dem Test-Magnetventil 36 in Verbindung steht und welcher andererseits über eine pneumatische Leitung 66 mit einem pneumatischen Steuereingang eines Anhängersteuermoduls TCM

5 verbunden ist, welches für die Steuerung der Bremseinrichtung des Anhängers  
vorgesehen ist. Das Anhängersteuermodul TCM invertiert den Druck an seinem  
pneumatischen Steuereingang 68 an einem Arbeitsausgang 70, an welchen die  
pneumatische Bremseinrichtung des Anhängers angeschlossen ist. Das  
Anhängersteuermodul TCM wird ebenfalls über eine Vorratsleitung 72 mit  
10 Druckluft aus dem Druckluftvorrat 6 versorgt.

Das in **Fig.2** gezeigte 2/2-Wege-Magnetventil 16a als zweite Ventileinrichtung 16  
wird einerseits durch das erste elektronische Steuergerät ECU1 und andererseits,  
unabhängig davon auch durch das zweite elektronische Steuergerät ECU2  
elektrisch gesteuert. Das 2/2-Wege-Magnetventil 16a ist bevorzugt ein Normally-  
15 Closed-Magnetventil, welches unbestromt eine Verbindung zwischen dem  
pneumatischen Steueranschluss 20 der elektropneumatischen  
Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. dem pneumatischen Steuereingang 22 des  
Relaisventils RV und der ersten Drucksenke 40 sperrt und diese Verbindung  
bestromt freigibt.

20 Die dritte Ventileinrichtung 28 wird hier beispielsweise durch ein 3/2-Wege-  
Magnetventil 28a wie in **Fig.3a** gezeigt gebildet, welches an den Arbeitsanschluss  
26 und damit auch an den Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV, über die  
Vorratsleitung 72 an den Druckluftvorrat 6 sowie an die  
Federspeicherbremszylinder 8 angeschlossen ist. Dieses 3/2-Wege-Magnetventil  
25 28a ist ausgebildet, dass sie bei einer Entstromung durch das elektronische  
Parkbremssteuergerät EPB-ECU die Federspeicherbremszylinder 8 mit dem  
Arbeitsanschluss 26 bzw. mit dem Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV  
verbindet und bei einer Bestromung durch das elektronische  
Parkbremssteuergerät EPB-ECU eine solche Verbindung sperrt und dann die  
30 Federspeicherbremszylinder 8 mit dem Druckluftvorrat 6 verbindet. Die dritte  
Ventileinrichtung 28 bzw. das 3/2-Wege-Magnetventil 28a wird über eine  
Steuerleitung 74 durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU  
gesteuert.

5 **Fig.3b** zeigt als Alternative ein vorgesteuertes 3/2-Wege-Ventil 28b als dritte Ventileinrichtung 28, welches aber ansonsten die gleiche Funktionalität bietet wie das 3/2-Wege-Magnetventil 28a von **Fig.3a**.

Das Test-Magnetventil 36 als vierte Ventileinrichtung ist hier beispielsweise ein 3/2-Wege-Magnetventil und von dem elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-  
10 ECU) über eine Steuerleitung gesteuert, welches einerseits an den Anhängeranschluss 64, über die Vorratsverbindung 38 an den Druckluftvorrat 6 sowie an den Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV angeschlossen ist. Es ist ausgebildet, dass es bei einer Entstromung durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU eine Verbindung zwischen dem  
15 Anhängeranschluss 54 mit dem Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV herstellt und bei einer Bestromung eine solche Verbindung sperrt und dann aber eine Verbindung zwischen dem Druckluftvorrat 6 und dem Anhängeranschluss 64 für das Anhängersteuermodul (TCM) herstellt.

Das Test-Magnetventil 36 ist (auch) für einen Test vorgesehen, ob das über die  
20 Federspeicherbremszylinder 8 eingebremste Zugfahrzeug eine Kombination aus dem Zugfahrzeug und Anhänger bei ungebremstem Anhänger im Stillstand halten kann.

Das Test-Magnetventil 36 ist als vierte Ventileinrichtung bevorzugt wie auch die Einlass-/Auslass-Magnetventilkombination 11, das Relaisventil RV, das  
25 elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU, und ein Drucksensor, welcher den aktuellen Druck am Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV misst und ein entsprechendes Signal in das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU rückkoppelt in dem Gehäuse 4 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB integriert.

30 Die beiden elektronischen Steuergeräte ECU1, ECU2 sind bevorzugt an einen Datenbus angeschlossen und können über den Datenbus miteinander und mit anderen Steuergeräten kommunizieren, insbesondere Signale, welche eine Störung oder einen Ausfall eines der elektronischen Steuergeräte ECU1 oder

5 ECU2 betreffen und diese Information dann dem jeweils anderen Steuergerät ECU1 oder ECU2 mitteilen. Insofern kann hier eine Fremdüberwachung der elektronischen Steuergeräte ECU1, ECU2 untereinander realisiert sein, aber auch eine Selbstüberwachung ist denkbar.

Weiterhin sind erste Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des elektronischen  
10 Parkbremssteuergeräts EPB-ECU vorhanden, die insbesondere in dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU lokalisiert sind und durch welche das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU beispielsweise eine Selbstüberwachung durchführen kann. Denkbar ist aber auch eine Fremdüberwachung durch die beiden elektronischen Steuergeräte ECU1 und  
15 ECU2, welche dann die ersten Mittel bilden. Das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU ist bevorzugt ebenfalls an den Datenbus angeschlossen.

Darüber hinaus sind auch beispielsweise zweite Mittel zum Detektieren eines  
Fahrzustands des Fahrzeugs hinsichtlich Fahren oder Stillstand vorhanden,  
20 beispielsweise in Form von Raddrehzahlsensoren an den Rädern des Fahrzeugs, welche Drehzahlsignale erzeugen.

Nicht zuletzt sind auch dritte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten  
elektronischen Steuergeräts ECU1 und/oder des zweiten elektronischen  
Steuergeräts ECU2 vorgesehen, die insbesondere in dem ersten elektronischen  
25 Steuergerät ECU1 und/oder in dem zweiten elektronischen Steuergerät ECU2 lokalisiert sind und durch welche die elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2 wie oben beschrieben jeweils eine Selbstüberwachung durchführen können.

Dabei sind die ersten Mittel, die zweiten Mittel und die dritten Mittel von  
30 wenigstens einer elektrischen Energiequelle 52, 54 der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen 52, 54 mit elektrischer Energie versorgt.

5 Weiterhin ist beispielsweise in den beiden elektronischen Steuergeräten ECU1, ECU2 sowie auch in dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU jeweils eine Steuerlogik implementiert, durch welche das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU die erste Ventileinrichtung 10, die dritte Ventileinrichtung 28 und die vierte Ventileinrichtung 36 und die beiden  
10 elektronischen Steuergeräte ECU1, ECU2 die zweite Ventileinrichtung 16 elektrisch steuert.

Das erste elektronisches Steuergerät ECU1 ist beispielsweise eine EBS-ECU, welche einen (Haupt-) Betriebsbremskreis des elektronisch geregelten elektropneumatischen Betriebsbremssystems EBS steuert oder regelt, während  
15 das zweite elektronische Steuergerät ECU2 beispielsweise einerseits eine Auswerteeinrichtung für Signale eines mit einem Bremspedal 80 zusammen wirkenden Bremswertgebers eines elektropneumatischen Fußbremsmoduls iFBM darstellt und welches andererseits eine Magnetventileinrichtung 82 steuert, durch welche eine pneumatische Steuerkammer des elektropneumatischen  
20 Fußbremsmoduls iFBM be- oder entlüftet wird, mit welcher ein pneumatischer Kanal des Fußbremsmoduls iFBM betätigbar ist. Der integrierte Bremswertgeber erzeugt dann abhängig von einer Betätigung des Bremspedals 80 elektrische Betriebsbremsanforderungssignale und steuert diese dann zum einen das erste elektronische Steuergerät ECU1 als auch in das zweite elektronische Steuergerät  
25 ECU2 ein.

Hier stammen daher die in das erste elektronische Steuergerät ECU1 und in das zweite elektronische Steuergerät ECU2 eingesteuerten Betriebsbremsanforderungssignale bevorzugt von dem Fußbremsmodul iFBM und hängen daher vom Fahrerwunsch ab. Alternativ oder zusätzlich können die  
30 Betriebsbremsanforderungssignale auch durch die Autopiloteinrichtung erzeugt werden, durch welche ein (teil-) autonomes Fahren des Fahrzeugs realisiert wird.

Gleiches gilt für in das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU eingesteuerte Parkbremsanforderungssignale, welche von der

5 Parkbremsbetätigungseinrichtung 44 und/oder von der Autopiloteinrichtung erzeugt werden können.

Vor diesem Hintergrund ist die Funktionsweise der elektropneumatischen Ausrüstung 1 wie folgt:

10 Im ungestörten Betrieb, d.h. bei funktionsfähigen elektrischen Energiequellen 52, 54 und funktionsfähigen elektronischen Steuergeräten (Parkbremssteuergerät EPB-ECU erstes elektronisches Steuergerät ECU1, zweites elektronisches Steuergerät ECU2) werden die vom Fußbremsmodul iFBM oder auch von der Autopiloteinrichtung erzeugten Betriebsbremsanforderungssignale in den beiden elektronischen Steuergeräten ECU1, ECU2 modifiziert und in hier nicht gezeigten  
15 elektropneumatischen Druckregelmoduln umgesetzt, welche dann hier ebenfalls nicht gezeigte pneumatische Betriebsbremszylinder ansteuern.

In analoger Weise werden von der Parkbremsbetätigungseinrichtung 44 und/oder von der Autopiloteinrichtung erzeugte Parkbremsanforderungssignale z.B. im Sinne von „Parkbremse zuspannen“ in das intakte Parkbremssteuergerät EPB-  
20 ECU eingesteuert, welches daraufhin die erste Ventileinrichtung 10 ansteuert, um den Steuereingang 22 des Relaisventils RV entsprechend der Vorgabe zu entlüften, woraufhin das Relaisventil RV seinen Arbeitsausgang 24 und damit auch den Arbeitsanschluss 26 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB entlüftet, um die Federspeicherbremszylinder 8  
25 zu entlüften und damit zuzuspannen.

Das 3/2-Wege-Magnetventil 28a der dritten Ventileinrichtung 28 wird dabei durch das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU entstromt bzw. nicht bestromt wodurch die Federspeicherbremszylinder 8 mit dem Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV verbunden bleiben.

30 Weiterhin wird das Test-Magnetventil 36 von dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU entstromt gehalten, so dass dieses wie in **Fig.1a** gezeigt den Anhängeranschluss 64 mit dem entlüfteten Arbeitsausgang 24 des

5 Relaisventils RV verbindet und damit auch den pneumatischen Steuereingang 68 des Anhängersteuermoduls TCM entlüftet, was durch die pneumatische Invertierung zu einem Belüften und schließlich zum Zuspinnen der Anhängerbremsen führt.

Im intakten Fall bestromen das erste elektronische Steuergerät ECU1 und das  
10 zweite elektronische Steuergerät ECU2 bevorzugt die zweite Ventileinrichtung 16 beispielsweise in Form des 2/2-Wege-Magnetventils 16a von **Fig.2**, damit dieses seine Sperrstellung einnimmt und dann den pneumatischen Steueranschluss 20 nicht entlüftet.

In einem anderen Fall wird nun das Fahrzeug mit Hilfe eines intakten  
15 Betriebsbremskreises bis in den Stillstand abgebremst, wobei dann die Steuerlogik ein Signal von den ersten Mitteln in Form der Raddrehzahlsensoren empfängt, dass sich das Fahrzeug auch tatsächlich im Stillstand befindet. Sollte dann im Rahmen eines ersten Störfalls von den zweiten Mitteln ein Ausfall des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU beispielsweise infolge von  
20 dessen Selbstüberwachung detektiert worden sein, so wird gemäß der Steuerlogik über den Datenbus ein entsprechendes Fehlersignal („Parkbremssteuergerät EPB-ECU defekt“) an das erste elektronische Steuergerät ECU1 und das zweite elektronische Steuergerät ECU2 gesendet, woraufhin diese die zweite Ventileinrichtung 16 beispielsweise in Form des 2/2-Wege-Magnetventils 16a von  
25 **Fig.2** entstromen, um den pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV der Parkbremssteuereinrichtung EPB mit der zweiten Drucksenke 42 zu verbinden, wodurch der pneumatische Steuereingang 22 des Relaisventils RV und damit auch dessen Arbeitsausgang 24 sowie der Arbeitsanschluss 26 entlüftet werden.

30 Da das Parkbremssteuergerät EPB-ECU defekt ist, bleibt auch die dritte Ventileinrichtung 28 beispielsweise in Form des 3/2-Wege-Magnetventil 28a von **Fig.3a** entstromt, wodurch die Federspeicherbremszylinder 8 mit dem entlüfteten

- 5   Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV verbunden bleiben und damit zuspannen können.

Weiterhin bleibt auch das von dem nun defekten elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuerte Test-Magnetventil 36 zwangsläufig entstromt, so dass dieses wie in **Fig.1a** gezeigt den Anhängeranschluss 64 mit  
10   dem entlüfteten Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV verbindet und damit auch den pneumatischen Steuereingang 68 des Anhängersteuermoduls TCM entlüftet, was durch die pneumatische Invertierung zu einem Belüften und schließlich zum  
Zuspannen der Anhängerbremsen führt.

In einem weiteren Fall wird nun das Fahrzeug mit Hilfe eines intakten  
15   Betriebsbremskreises bis in den Stillstand abgebremst, wobei dann die Steuerlogik ein Signal von den ersten Mitteln in Form der Raddrehzahlsensoren empfängt, dass sich das Fahrzeug auch tatsächlich im Stillstand befindet. Sollte dann im Rahmen eines zweiten Störfalls von den zweiten Mitteln ein Ausfall des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU beispielsweise infolge von  
20   dessen Selbstüberwachung detektiert worden sein, so wird über den Datenbus ein entsprechendes Fehlersignal („Parkbremssteuergerät EPB-ECU defekt“) an das erste elektronische Steuergerät ECU1 und das zweite elektronische Steuergerät ECU2 gesendet. Insofern unterscheidet sich der zweite Störfall zunächst nicht von dem ersten Störfall.

25   Sollten darüber hinaus die dritten Mittel einen beispielsweise zeitlich nachfolgenden Ausfall beispielsweise des ersten elektronischen Steuergeräts ECU1 beispielsweise infolge von dessen Selbstüberwachung an das zweite elektronische Steuergerät ECU2 melden, so bedeutet dies, dass das erste elektronische Steuergeräts ECU1 nun die zweite Ventileinrichtung 16  
30   beispielsweise in Form des 2/2-Wege-Magnetventils 16a von **Fig.2** nicht mehr bestromen kann, um dieses in der Sperrstellung zu halten. Eine (vorübergehende)

5 Bestromung der zweiten Ventileinrichtung 16 wird aber (zunächst) noch von dem intakt verbliebenen zweiten elektronischen Steuergerät ECU2 vorgenommen.

Auf die Fehlermeldung des ersten elektronischen Steuergeräts ECU1 hin ist die Steuerlogik ausgebildet, dass nun das zweite elektronische Steuergerät ECU2 die zweite Ventileinrichtung 16 beispielsweise in Form des 2/2-Wege-Magnetventils  
10 16a von **Fig.2** entstromt, um den pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils der Parkbremssteuereinrichtung EPB mit der zweiten Drucksenke 42 zu verbinden, wodurch der pneumatische Steuereingang 22 des Relaisventils RV und damit auch dessen Arbeitsausgang 24 sowie der Arbeitsanschluss 26 entlüftet  
15 werden, wodurch die Federspeicherbremszylinder 8 des Zugfahrzeugs zuspinnen.

Insofern ist klar, dass die beiden elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2 die zweite Ventileinrichtung 16 im Sinne einer „ODER“-Schaltung bestromen, d.h. dass jedes der beiden elektronischen Steuergeräte ECU1 oder ECU2 das zweite 2/2-Wege-Magnetventil 16a separat bestromen kann, um deren Sperrstellung  
20 hervorzurufen oder zu halten.

Da weiterhin das Parkbremssteuergerät EPB-ECU defekt ist, können weder die dritte Ventileinrichtung 28 noch die vierte Ventileinrichtung 36 bestromt werden, so dass zum einen die Federspeicherbremszylinder 8 mit dem entlüfteten Arbeitsanschluss 26 in Verbindung bleiben und zum andern auch der  
25 pneumatische Steuereingang 68 des Anhängersteuermoduls TCM, wodurch auch die Anhängerbremsen zuspinnen.

In zeitlich umgekehrter Weise könnte bei dem zweiten Störfall auch zunächst das erste elektronische Steuergerät ECU1 ausfallen und zeitlich nachfolgend dann das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU, wobei dann die Konsequenzen  
30 die gleichen wie oben beschrieben sind.

5 Gemäß einer Fortbildung können vierte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des  
ersten elektrischen Energiespeichers 52 und/oder des zweiten elektrischen  
Energiespeichers 54 vorgesehen sein, welche dann beispielsweise darin  
bestehen, dass der erste elektrische Energiespeicher 52 und/oder der zweite  
elektrische Energiespeicher 54 keinen elektrischen Strom mehr liefern können und  
10 eine zwangsläufig damit einhergehende Entstromung der jeweils  
angeschlossenen Verbraucher ein Fehler- oder Störsignal dieser vierten Mittel  
darstellt. Folglich werden die vierten Mittel hier beispielsweise durch den ersten  
elektrischen Energiespeicher 52 und/oder den zweiten elektrischen  
Energiespeicher 54 selbst gebildet.

15 In einem weiteren Fall kann dann beispielsweise die Steuerlogik, welche Signale  
von den vierten Mitteln empfängt derart ausgebildet sein, dass sie im Rahmen  
eines dritten Störfalls einen Ausfall einer einzigen elektrischen Energiequelle 52  
oder 54 der beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen 52, 54  
detektiert. Dann kann das Fahrzeug bei zunächst lediglich einer ausgefallenen  
20 elektrischen Energiequelle 52 oder 54 noch seine Fahrt fortsetzen und auch noch  
mit einem Betriebsbremskreis automatisch oder durch den Fahrer initiiert  
bremsen.

Dann wird das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU von der Steuerlogik  
derart gesteuert, dass dieses die erste Ventileinrichtung 10 z.B. in Form der  
25 Einlass-/Auslassventilkombination 11 steuert (Einlassventil in Sperrstellung,  
Auslassventil in Durchlassstellung), um den Arbeitsausgang 24 des Relaisventils  
RV zu entlüften, was eigentlich zu einem Zuspinnen der  
Federspeicherbremszylinder 8 führen sollte.

Jedoch wird ein Zuspinnen der Federspeicherbremszylinder 8 aber (noch) mittels  
30 einer Bestromung der dritten Ventileinrichtung 28, z.B. in Form des 3/2-Wege-  
Magnetventils 28a oder 28b gemäß **Fig.3a** oder **Fig.3b** durch das elektronische  
Parkbremssteuergerät EPB-ECU verhindert, wobei das bestromte 3/2-Wege-  
Magnetventil 28a oder 28b den Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV

5 gegenüber dem Arbeitsanschluss 24 und damit gegenüber den Federspeicherbremszylindern 8 absperrt und letztere mit dem Druckluftvorrat 6 verbindet und dadurch belüftet, wodurch diese (noch nicht) zuspannen können. Letztlich wird die Parkbremse dadurch bereits vorbereitet für den Fall, dass auch noch die andere elektrische Energiequelle 52 oder 54 ausfällt.

10 Weiterhin ist dann die Steuerlogik vorzugsweise ausgebildet, dass sie das elektronische Parkbremssteuergerät EPB-ECU derart steuert, dass die vierte Ventileinrichtung 36 z.B. in Form des Test-Magnetventils bestromt wird. Dies bewirkt, dass der pneumatische Steuereingang 68 des Anhängersteuermoduls TCM durch Verbinden mit dem Druckluftvorrat 6 belüftet wird, was vor dem  
15 Hintergrund der üblichen pneumatischen Invertierung der Druckverhältnisse innerhalb eines solchen Anhängersteuermoduls TCM bedeutet, dass die Anhängerbremsen entlüftet und damit ebenfalls deren Zuspannen (zunächst) verhindert wird.

Der dritter Störfall betrifft beispielsweise einen Ausfall einer der beiden  
20 elektrischen Energiequellen 52 oder 54, wie oben beschrieben und zeitlich anschließend daran einen Ausfall auch noch der anderen elektrischen Energiequelle 52 oder 54.

Wenn nun in Fortführung des dritten Störfalls nach einiger Zeit auch noch die andere verbleibende elektrischen Energiequelle 52 oder 54 der lediglich zwei  
25 voneinander unabhängigen Energiequellen 52, 54 ausfallen sollte, so werden die elektropneumatische Parkbremssteeereinrichtung EPB bzw. das elektronische Parkbremssteuergerät PBM-ECU sowie die dritte Ventileinrichtung 28 und auch die vierte Ventileinrichtung 36 zwangsläufig entstromt, woraufhin das entstromte 3/2-Wege-Magnetventil 28a als dritte Ventileinrichtung 28 gemäß **Fig.3a** oder  
30 **Fig.3b** die Federspeicherbremszylinder 8 mit dem Arbeitsausgang 24 des Relaisventils RV verbindet, woraufhin die Federspeicherbremszylinder 8 entlüftet werden und die Parkbremse des Zugfahrzeugs dadurch automatisch zuspannt.

- 5 Weil dabei auch das Test-Magnetventil 36 als Beispiel für die vierte Ventileinrichtung entstromt wird, wird der pneumatische Steuereingang 68 des Anhängersteuerventils TCM entlüftet und bedingt durch die pneumatische Invertierung innerhalb des Anhängersteuermoduls TCM werden die Anhängerbremsen belüftet und spannen somit ebenfalls automatisch zu.
- 10 Folglich werden sowohl die Federspeicherbremszylinder 8 des Zugfahrzeugs wie auch die Anhängerbremsen des Anhängers bei einem (sukzessiven oder gleichzeitigen) Ausfall beider elektrischer Energieversorgungen 52, 54 automatisch zugespant und zwar ohne dass der Fahrer oder die Autopiloteinrichtung dies übersteuern oder beeinflussen könnte.
- 15 Bei den weiteren im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen werden für identische und gleich wirkende Komponenten und Baugruppen die gleichen Bezugszeichen verwendet wie bei der vorangehend beschriebenen Ausführungsform.

Im Unterschied zur Ausführungsform von **Fig.1a** ist bei der Ausführungsform von  
20 **Fig.1b** die dritte Ventileinrichtung 28 in das Gehäuse der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung integriert, wodurch Leitungen bzw. Verrohrungen eingespart werden. Ansonsten sind der Aufbau und die Funktionalitäten wie oben bereits zu der Ausführungsform von **Fig.1a** beschrieben.

**Fig.4a** und **Fig.4b** zeigen eine weitere Ausführungsform einer dritten  
25 Ventileinrichtung 28, welche dann beispielsweise als 2/2-Wege-Magnetventil 28c (**Fig.4a**) bzw. als elektrisch vorgesteuertes 2/2-Wegeventil 28d ausgeführt ist, wobei die elektrische Steuerung jeweils wie bei der Ausführungsform von **Fig.1a** oder **Fig.1b** durch das elektronische Parkbremssteuergerät PBM-ECU vorgenommen wird. Im Unterschied zu dem 3/2-Wege-Magnetventil 28a bzw. dem  
30 elektrisch vorgesteuerten 3/2-Wege-Ventil 28b von **Fig.3a** und **Fig.3b** können diese 2/2-Wegeventile 28c, 28d die Federspeicherbremszylinder 8 nicht mit dem

5 Druckluftvorrat 6 verbinden, sondern lediglich die Verbindung zwischen dem Arbeitsanschluss 24 und den Federspeicherbremszylindern 8 sperren und damit deren Entlüftung verhindern, was allerdings für diese angestrebte Funktion ausreichend ist.

**Fig.5** zeigt ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer  
10 dritten Ventileinrichtung 28 aus einem Select-High-Ventil 84 kombiniert mit einem 2/2-Wegeventil 28e. Dabei sind ein Eingangsanschluss des Select-High-Ventils 84 an den Arbeitsanschluss 24 und ein weiterer Eingangsanschluss mit dem 2/2-Wegeventil 28e verbunden, dessen weiterer Anschluss an den Druckluftvorrat 6 angeschlossen ist. Ein Ausgangsanschluss des Select-High-Ventils 84 ist an die  
15 Federspeicherbremszylinder 8 angeschlossen. Bei dem Select-High-Ventil 84 wird er größere der an seinen Eingangsanschlüssen anstehende Druck, also entweder der Druck am Arbeitsanschluss 24 oder der vom 2/2-Wegeventil 28e angesteuerte Druck an den Ausgangsanschluss, also an die Federspeicherbremszylinder 8 weiter gesteuert. Dabei schaltet das 2/2-Wegeventil  
20 28e in seiner Durchgangsstellung den Vorratsdruck im Druckluftvorrat an den weiteren Eingangsanschluss des Select-High-Ventils 84 oder sperrt diese Verbindung in seiner Sperrstellung.

Mit dieser weiteren Ausführungsform einer dritten Ventileinrichtung können bereits  
25 zugespannte Federspeicherbremszylinder 8 wieder gelöst werden, indem diese über das in Durchgangsstellung geschaltete 2/2-Wege-Magnetventil mit dem Druckluftvorrat 6 verbunden werden.

**Fig.6** zeigt ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer  
30 zweiten Ventileinrichtung 16, welche hier beispielsweise aus zwei 2/2-Wege-Magnetventilen 16c, 16d jeweils als „Normally Open“ - Magnetventil ausgeführt besteht, wobei jedes der Ventile 16c, 16d einerseits mit einer dritten Drucksenke 86 und vierten Drucksenke 88 und andererseits mit dem pneumatischen Steueranschluss 20 und damit mit dem pneumatischen Steuereingang 22 des

5 Relaisventils RV verbunden ist. Dabei ist jeweils ein solches 2/2-Wege-Magnetventil 16c, 16d von jeweils einer anderen der elektrischen Energiequellen 52 oder 54 durch elektrische Versorgungsleitungen 90, 92 dauerhaft bestromt und befindet sich somit in seiner Sperrstellung. Folglich befinden sich beide 2/2-Wege-Magnetventile 16c, 16d im Ausgangszustand in Sperrstellung, in welcher  
10 Verbindung zwischen dem pneumatischen Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. dem pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV und den dritten und vierten Drucksenken 86, 88 der beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16c, 16d hergestellt wird.

Die beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16c, 16d sind derart verschaltet, dass sie  
15 dann, wenn lediglich nur eines der beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16c oder 16d entstromt wird, beispielsweise durch einen Ausfall der dieses 2/2-Wege-Magnetventil 16c oder 16d elektrisch stromversorgenden elektrischen Energiequelle 52 oder 54 eine Verbindung zwischen dem Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. dem pneumatischen  
20 Steuereingang 22 des Relaisventils RV und der betreffenden dritten oder vierten Drucksenke 86 oder 88 hergestellt wird. Folglich reicht bei dieser Ausführungsform bereits aus, dass lediglich eine der elektrischen Energiequellen 52 oder 54 ausfällt, um ein automatisches Zuspinnen der Federspeicherbremszylinder 8 zu bewirken. Dann können beispielsweise die dritte Ventileinrichtung 28 und die  
25 vierte Ventileinrichtung 36 entfallen. Eine Ansteuerung der beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16c, 16d durch die beiden elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2 ist indes hier nicht vorgesehen. Logisch liegt hier daher eine „ODER“-Schaltung im Hinblick auf einen Ausfall der elektrischen Energieversorgungen 52, 54 vor.

30 Die Ausführungsform einer zweiten Ventileinrichtung gemäß **Fig.6** kann beispielsweise in der Ausführungsform der elektropneumatischen Ausrüstung von **Fig.7** eingesetzt werden, bei welcher die zweite Ventileinrichtung 16 ebenfalls jeweils von beiden elektrischen Energiequellen 52, 54 dauerhaft bestromt wird,

5 aber eine Ansteuerung der zweiten Ventileinrichtung 16 durch die beiden elektronischen Steuergeräte ECU1 und ECU2 nicht vorgesehen ist.

Alternativ kann die zweite Ventileinrichtung 16 generell oder in **Fig.7** auch wie in **Fig.8** dargestellt ausgeführt werden und umfasst dann wiederum zwei 2/2-Wege-Magnetventile 16e, 16f, wiederum jeweils als „Normally Open“ - Magnetventil  
10 ausgeführt. Die beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16e, 16f sind wiederum dauerhaft durch jeweils eine elektrische Energiequelle 52, 54 mittels elektrischer Versorgungsleitungen 90, 92 dauerhaft bestromt und befinden sich dann jeweils in Sperrstellung. Sie sind aber nun derart verschaltet, dass sie nur dann, wenn beide 2/2-Wege-Magnetventile 16e, 16f entstromt werden, eine Verbindung zwischen  
15 dem Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. dem pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV und einer fünften Drucksenke 94 hergestellt wird. Der Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. der pneumatische Steuereingang 22 des Relaisventils RV ist hier an einen Anschluss eines ersten  
20 2/2-Wege-Magnetventils 16e angeschlossen, der andere Anschluss des ersten 2/2-Wege-Magnetventils 16e steht mit einem Anschluss des zweiten 2/2-Wege-Magnetventils 16f in Verbindung, mit deren anderem Anschluss die fünfte Drucksenke 94 verbunden ist. Wenn hier daher lediglich eine der elektrischen Energiequellen 52 oder 54 ausfällt, so dass lediglich eines der beiden 2/2-Wege-Magnetventile 16e oder 16f in Durchgangsstellung schaltet, so reicht dies nicht  
25 aus, um den Strömungsweg zwischen der fünften Drucksenke 94 und dem pneumatischen Steueranschluss 20 durchzuschalten. Erst wenn beide elektrische Energiequellen 52 und 54 ausfallen, werden beide 2/2-Magnetventile 16e und 16f entstromt, wodurch beide 2/2-Wege-Magnetventile 16e und 16f in  
30 Durchgangsstellung schalten, der Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB entlüftet und die Federspeicherbremszylinder 8 dadurch automatisch zuspannen. Logisch liegt hier daher eine „UND“-Schaltung im Hinblick auf einen Ausfall der elektrischen Energieversorgungen 52, 54 vor.

5 Die Ausführungsform von **Fig.9** unterscheidet sich von der Ausführungsform von **Fig.1a** lediglich darin, dass ein sog. Rohrbruchsicherungsventil 96 verwendet wird, um die Funktion der dritten Ventileinrichtung 28 nachzubilden. Bei manchen Fahrzeugen ist bereits ein solches Rohrbruchsicherungsventil 96 vorhanden, das verhindern soll, dass die Federspeicherbremszylinder 8 bei einer gebrochenen  
10 Druckluftleitung zum Federspeicherbremszylinder 8 automatisch zuspannen, was zu einem ungewollten Blockieren der Räder führen könnte. Dieses Rohrbruchsicherungsventil 96 besteht vorzugsweise aus einem von dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuerten 3/2-Wege-Magnetventil 98a bzw. 98b (**Fig.10a, Fig.10b**), welches mittels Select-High-  
15 Ventilen 100 (**Fig.9**) am Eingang der Federspeicherbremszylinder 8 parallel auf die Federspeicherbremszylinder 8 wirkt und diese dann mit Vorratsdruck beispielsweise aus einem weiteren unabhängigen Druckluftvorrat 102 versorgen kann. Weiterhin besitzt das Rohrbruchsicherungsventil 96 auch eine sechste Drucksenke 104 zum Entlüften der Federspeicherbremszylinder 8  
20 Ein solches in manchen Fällen ohnehin bereits vorhandenes Rohrbruchsicherungsventil 96 kann somit die dritte Ventileinrichtung 28 ersetzen.

Bei der Ausführungsform von **Fig.11** ist die zweite Ventileinrichtung 16 beispielsweise in Form eines 2/2-Wege-Magnetventils 16g, welches als „Normally Open“-Ventil ausgeführt ist, durch ein Bistabil-Ventil 106 ergänzt, wie **Fig.12** zeigt.  
25 Dabei ist der eine Anschluss des 2/2-Wege-Magnetventils 16g an den pneumatischen Steueranschluss 20 der elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung EPB bzw. an den pneumatischen Steuereingang 22 des Relaisventils RV und der andere Anschluss an den einen Anschluss des Bistabil-Ventils 106 angeschlossen, dessen anderer Anschluss wiederum mit einer  
30 siebten Drucksenke 108 in Verbindung steht. Das 2/2-Wege-Magnetventil 16g wird über Versorgungsleitungen 90, 92 von beiden separaten elektrischen Energiequellen 52, 54 dauerhaft bestromt, weshalb es sich im Ausgangszustand in Sperrstellung befindet. Erst wenn beide elektrischen Energiequellen 52 und 54

5 ausfallen, wird das 2/2-Wege-Magnetventil 16d entstromt und schaltet dann in seine Durchgangsstellung.

Das Bistabilventil 106 wird von dem elektronischen Parkbremssteuergerät EPB-ECU gesteuert. Dann kann die Steuerlogik des elektronischen Parkbremssteuergeräts EPB-ECU entscheiden, ob die Parkbremse bei einem  
10 Stromausfall automatisch eingelegt werden soll. Die Bistabilität kann z.B. über ein rückgekoppeltes Booster-Ventil, das drucklos in Richtung geschlossen schaltet, realisiert werden. Die dritte Ventileinrichtung 28 und die vierte Ventileinrichtung 36 können dann entfallen.

Alle oben beschriebenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert  
15 werden, ohne dass dadurch der Schutzzumfang der Patentansprüche eingeschränkt wird.

	<u>Bezugszeichenliste</u>	
5	EPB	elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung
	EPB-ECU	elektronisches Parkbremssteuergerät
	RV	Relaisventil
	ECU1	erstes elektronisches Steuergerät
10	ECU2	zweites elektronisches Steuergerät
	iFBM	Fußbremsmodul
	1	elektropneumatische Ausrüstung
	2	elektropneumatische Parkbremseinrichtung
15	4	Gehäuse
	6	Druckluftvorrat
	8	Federspeicherbremszylinder
	10	erste Ventileinrichtung
	11	Einlass-/Auslassventilkombination
20	12	Vorratsleitung
	14	Vorratsanschluss
	16	zweite Ventileinrichtung
	16 a/c/d	2/2-Wege-Magnetventile
	16 e/f/g	2/2-Wege-Magnetventile
25	18	pneumatische Steuerleitung
	20	pneumatischer Steueranschluss
	22	pneumatischer Steuereingang
	24	Arbeitsausgang
	26	Arbeitsanschluss
30	28	dritte Ventileinrichtung
	28 a/b	3/2-Wege-Magnetventil
	28 c/d/e	3/2-Wege-Magnetventil

5	30	Bremsleitung
	32	Rückkopplungsverbindung
	34	Drosselement
	36	vierte Ventileinrichtung
	38	Vorratsverbindung
10	40	erste Drucksenke
	42	zweite Drucksenke
	44	Parkbremsbetätigungseinrichtung
	46	Parkbremsbetätigungsorgan
	48	Signalleitung
15	50	Signalanschluss
	52	erste elektrische Energiequelle
	54	zweite elektrische Energiequelle
	56	elektrische Versorgungsleitungen
	58	elektrische Steuerleitungen
20	60	Kreistrennungs-Dioden
	62	Stromsicherungen
	64	Anhängeranschluss
	66	pneumatische Leitung
	68	pneumatischer Steuereingang
25	70	Arbeitsausgang
	72	Vorratsleitung
	74	Steuerleitung

5	76	Steuerleitung
	78	Drucksensor
	80	Bremspedal
	82	Magnetventileinrichtung
	84	Select-High-Ventil
10	86	dritte Drucksenke
	88	vierte Drucksenke
	90	elektrische Versorgungsleitungen
	92	elektrische Versorgungsleitungen
	94	fünfte Drucksenke
15	96	Rohrbrucksicherungsventil
	98 a/b	3/2-Wege-Magnetventil
	100	Select-High-Ventil
	102	weiterer Druckluftvorrat
	104	sechste Drucksenke
20	106	Bistabil-Ventil
	108	siebte Drucksenke

5

## PATENTANSPRÜCHE

1. Elektropneumatische Ausrüstung (1) eines Fahrzeugs beinhaltend
  - a) eine elektropneumatische Parkbremseinrichtung (2) mit einer elektropneumatischen Parkbremssteuereinrichtung (EPB), wenigstens einem Druckluftvorrat (6, 102) und wenigstens einem pneumatischen Federspeicherbremszylinder (8), wobei
  - b) die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung (EPB) ein elektronisches Parkbremssteuergerät (EPB-ECU), eine wenigstens ein erstes Magnetventil (11) und wenigstens ein von diesem druckgesteuertes Ventil (RV) umfassende erste Ventileinrichtung (10) aufweist, bei welcher das wenigstens eine erste Magnetventil (11) von dem elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) gesteuert ist, wobei
  - c) ein pneumatischer Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) an das wenigstens eine erste Magnetventil (11) angeschlossen ist und ein Arbeitsausgang (24) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit dem wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8) in Verbindung bringbar ist, und wobei
  - d) das wenigstens eine erste Magnetventil (11) weiterhin an den wenigstens einen Druckluftvorrat (6) und an eine Drucksenke (40) angeschlossen ist, wobei
  - e) das wenigstens eine erste Magnetventil (11) ausgebildet ist, dass es abhängig von der Steuerung durch das elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) den pneumatischen Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit dem wenigstens einen Druckluftvorrat (6) oder mit der Drucksenke (40) verbindet, und wobei
  - f) das druckgesteuerte Ventil (RV) ausgebildet ist, dass es bei einer Entlüftung seines pneumatischen Steuereingangs (20) seinen Arbeitsausgang (24) entlüftet und bei einer Belüftung seines pneumatischen Steuereingangs (20) seinen Arbeitsausgang (24) belüftet, sowie
  - g) beinhaltend eine wenigstens ein zweites Magnetventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) aufweisende zweite Ventileinrichtung (16), welche an den

- 5 pneumatischen Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) der  
ersten Ventileinrichtung (16) angeschlossen und ausgebildet ist, dass sie  
abhängig von einer Bestromung oder Entstromung des wenigstens einen  
zweiten Magnetventils (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) den pneumatischen  
Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit einer weiteren  
10 Drucksenke (42; 86, 88; 94; 108) verbindet oder eine solche Verbindung  
sperrt, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- h) die elektropneumatische Parkbremssteuereinrichtung (EPB) durch lediglich  
zwei voneinander unabhängige elektrische Energiequellen (52, 54), einer  
ersten elektrischen Energiequelle (52) und einer zweiten elektrischen  
15 Energiequelle (54) mit elektrischer Energie versorgt ist, und dass
- i) das wenigstens eine zweite Magnetventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) der  
zweiten Ventileinrichtung (16) durch lediglich die beiden voneinander  
unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) oder durch zwei  
voneinander unabhängige elektronische Steuergeräte (ECU1, ECU2)  
20 bestrombar oder entstrombar ist, von welchen ein erstes elektronisches  
Steuergerät (ECU1) und ein zweites elektronisches Steuergerät (ECU2) von  
einer jeweils anderen elektrischen Energiequelle (52 oder 54) der lediglich  
zwei voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) mit  
elektrischer Energie versorgt ist.
- 25
2. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 1, **dadurch  
gekennzeichnet** dass die lediglich zwei voneinander unabhängigen  
elektrischen Energiequellen (52, 54) jeweils ein elektronisches Steuergerät  
(ECU1, ECU2) mit elektrischer Energie versorgen, nämlich eine erste  
30 elektrische Energiequelle (52) das erste elektronische Steuergerät (ECU1)  
und eine zweite elektrische Energiequelle (54) das zweite elektronische  
Steuergerät (ECU2).

- 5 3. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet** dass das erste elektronische Steuergerät (ECU1) und das zweite elektronische Steuergerät (ECU2) ausgebildet sind, dass ein Ausfall eines der Steuergeräte (ECU1 oder ECU2) die Funktion des jeweils anderen Steuergeräts (ECU1 oder ECU2) nicht beeinflusst.
- 10
4. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** dass
- a) erste Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des elektronischen Parkbremssteuergeräts (EPB-ECU), und
- 15 b) zweite Mittel zum Detektieren eines Fahrzustands des Fahrzeugs hinsichtlich Fahren oder Stillstand vorgesehen sind, wobei die ersten Mittel und die zweiten Mittel von wenigstens einer elektrischen Energiequelle (52, 54) der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen (52, 54) mit elektrischer Energie versorgt sind, sowie
- 20 c) eine in wenigstens einem elektronischen Steuergerät (ECU1, ECU2, EPB-ECU) implementierte Steuerlogik, welche Signale von den ersten Mitteln und den zweiten Mitteln empfängt und welche derart ausgebildet ist, dass sie
- d) bei einem detektierten Stillstand des Fahrzeugs und bei einem detektierten Ausfall des elektronischen Parkbremssteuergeräts (EPB-ECU) das erste elektronische Steuergerät (ECU1) und/oder das zweite elektronische Steuergerät (ECU2) steuert, dass diese(s) das wenigstens eine zweite Magnetventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) der zweiten Ventileinrichtung (16) steuern(t), um den pneumatischen Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) der Parkbremssteuereinrichtung (EPB) mit
- 25 der weiteren Drucksenke (42; 86, 88; 94; 108) zu verbinden.
- 30
5. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** dass

- 5 a) erste Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des elektronischen Parkbremssteuergeräts (EPB-ECU), und
- b) zweite Mittel zum Detektieren eines Fahrzustands des Fahrzeugs hinsichtlich Fahren oder Stillstand, und
- 10 c) dritte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektronischen Steuergeräts (ECU1) und/oder des zweiten elektronischen Steuergeräts (ECU2) vorgesehen sind, wobei die ersten Mittel, die zweiten Mittel und die dritten Mittel von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen (52, 54) mit elektrischer Energie versorgt sind, sowie
- 15 d) eine in wenigstens einem, von wenigstens einer elektrischen Energiequelle (52, 54) der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen (52, 54) mit elektrischer Energie versorgten elektronischen Steuergerät (ECU1, ECU2, EPB-ECU) implementierte Steuerlogik, welche Signale von den ersten Mitteln, von den zweiten Mitteln und von den dritten Mitteln empfängt und
- 20 welche derart ausgebildet ist, dass sie
- e) bei einem detektierten Stillstand des Fahrzeugs und bei einem detektierten Ausfall einerseits des ersten elektronischen Steuergeräts (ECU1) oder des zweiten elektronischen Steuergeräts (ECU2) und andererseits des elektronischen Parkbremssteuergeräts (EPB-ECU) das jeweils intakt verbliebene elektronische Steuergerät (ECU1 oder ECU2) der beiden elektronischen Steuergeräte (ECU1, ECU2) derart steuert, dass dieses intakt verbliebene elektronische Steuergerät (ECU1 oder ECU2) das wenigstens eine zweite Magnetventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) der zweiten Ventileinrichtung (16) steuert, um den pneumatischen
- 25 Steuereingang (20) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit der weiteren Drucksinke (42; 86, 88; 94; 108) zu verbinden.
- 30
6. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** dass eine dritte, wenigstens ein von

5 dem elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) gesteuertes drittes  
Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d; 28e) aufweisende Ventileinrichtung (28)  
vorgesehen ist, welche an den Arbeitsausgang (24) des druckgesteuerten  
Ventils (RV), an wenigstens einen Druckluftvorrat (6) sowie an den  
wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8) angeschlossen und  
10 ausgebildet ist, dass sie bei einer Entstromung des wenigstens einen dritten  
Magnetventils (28a, 28b; 28c, 28d; 28e) durch das elektronische  
Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) den wenigstens einen  
Federspeicherbremszylinder (8) mit dem Arbeitsausgang (24) des  
druckgesteuerten Ventils (RV) verbindet und bei einer Bestromung des  
15 wenigstens einen dritten Magnetventils (28a, 28b; 28c, 28d; 28e) durch das  
elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) eine solche Verbindung  
sperrt und dann den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8) mit  
dem wenigstens einem Druckluftvorrat (6, 120) verbindet oder den Druck in  
dem wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8) absperrt.

20

7. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** dass eine vierte, wenigstens ein von  
dem elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) gesteuertes viertes  
Magnetventil (36) aufweisende Ventileinrichtung vorgesehen ist, welche an  
25 einen pneumatischen Steueranschluss (68) eines elektropneumatischen  
Anhängersteuermoduls (TCM), an wenigstens einen Druckluftvorrat (6)  
sowie an den Arbeitsausgang (24) des druckgesteuerten Ventils (RV)  
angeschlossen und ausgebildet ist, dass sie bei einer Entstromung des  
wenigstens einen vierten Magnetventils (36) durch das elektronische  
Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) eine Verbindung zwischen dem  
30 pneumatischen Steueranschluss (68) des elektropneumatischen  
Anhängersteuermoduls (TCM) mit dem Arbeitsausgang (24) des  
druckgesteuerten Ventils (RV) herstellt und bei einer Bestromung des  
wenigstens einen vierten Magnetventils eine solche Verbindung sperrt und

- 5 eine Verbindung zwischen dem wenigstens einen Druckluftvorrat (6) und dem pneumatischen Steueranschluss (68) des elektropneumatischen Anhängersteuermoduls (TCM) herstellt.
8. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 7, **dadurch**  
10 **gekennzeichnet** dass das elektropneumatische Anhängersteuermodul (TCM) einen pneumatischen Anschluss (70) für eine pneumatische oder elektropneumatische Bremseinrichtung eines Anhängers des Fahrzeugs aufweist und ausgebildet ist, dass es bei einer Belüftung seines pneumatischen Steueranschlusses (68) den pneumatischen Anschluss (70)  
15 entlüftet und bei einer Entlüftung seines pneumatischen Steueranschlusses (68) den pneumatischen Anschluss (70) belüftet.
9. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch**  
20 **gekennzeichnet** dass das wenigstens eine vierte Magnetventil (36) durch ein Test-Magnetventil gebildet wird, welches für einen Test vorgesehen ist, ob das über den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8) eingebremste Zugfahrzeug eine Kombination aus dem Zugfahrzeug und einem Anhänger bei ungebremstem Anhänger im Stillstand halten kann.
- 25 10. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 6 und einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet** dass das wenigstens eine dritte Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d, 28e) und/oder das wenigstens eine vierte Magnetventil (36) jeweils durch eines der folgenden Ventile gebildet wird oder ein solches Ventil beinhaltet:  
30 a) ein 3/2-Wege-Magnetventil (28a, 28b; 36; 96),  
b) ein 2/2-Wege-Magnetventil (28c, 28d; 28e),  
c) eine Kombination aus einem 2/2-Wege-Magnetventil (28e) und einem Select-High-Ventil (84),  
d) ein Rohrbruchsicherungsventil (96).

5

11. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- 10 a) vierte Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektrischen Energiespeichers (52) und/oder des zweiten elektrischen Energiespeichers (54) vorgesehen sind, sowie
- b) eine in wenigstens einem, von wenigstens einer elektrischen Energiequelle der beiden voneinander unabhängigen Energiequellen (52, 54) mit elektrischer Energie versorgten elektronischen Steuergerät implementierte Steuerlogik, welche Signale von den vierten Mitteln empfängt und welche
- 15 derart ausgebildet ist, dass sie
- c) bei einem detektierten Ausfall einer einzigen elektrischen Energiequelle (52 oder 54) der beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) das elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) derart steuert, dass das wenigstens eine dritte Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d, 28e) der
- 20 dritten Ventileinrichtung (28) bestromt wird.

12. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 11 und einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet** dass die Steuerlogik weiterhin ausgebildet ist, dass sie bei einem detektierten Ausfall einer einzigen

25 elektrischen Energiequelle (52 oder 54) der beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) das elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) derart steuert, dass das wenigstens eine vierte Magnetventil (36) der vierten Ventileinrichtung bestromt wird.

30 13. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet** dass bei einem Ausfall der weiteren elektrischen Energiequelle (52 oder 54) der lediglich zwei voneinander unabhängigen Energiequellen (52, 54) das elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) sowie das wenigstens eine dritte Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d,

- 5 28e) der dritten Ventileinrichtung (28) entstromt sind, woraufhin das  
wenigstens eine dritte Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d, 28e) der dritten  
Ventileinrichtung (28) den wenigstens einen Federspeicherbremszylinder (8)  
mit dem Arbeitsausgang (24) des druckgesteuerten Ventils (RV) verbindet.
- 10 14. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 13 und einem der  
Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet** dass die Steuerlogik  
ausgebildet ist, dass bei einem Ausfall einer weiteren elektrischen  
Energiequelle (52 oder 54) der lediglich zwei voneinander unabhängigen  
Energiequellen (52, 54) das wenigstens eine vierte Magnetventil (36) der  
15 vierten Ventileinrichtung entstromt wird.
15. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der Ansprüche 4, 5, 11 oder  
12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerlogik jeweils in dem  
elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-ECU), dem ersten  
20 elektronischen Steuergerät (ECU1) und in dem zweiten elektronischen  
Steuergerät (ECU2) implementiert ist.
16. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das druckgesteuerte Ventil  
25 (RV) durch ein Relaisventil gebildet wird, welches mit einem  
Vorratsanschluss an den wenigstens einen Druckluftvorrat (6)  
angeschlossen ist.
17. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 16, **dadurch**  
30 **gekennzeichnet**, dass zwischen dem Arbeitsausgang (24) des Relaisventils  
und dem pneumatischen Steuereingang (20) des Relaisventils eine  
pneumatische Rückkopplungsverbindung (32) gezogen ist.

- 5 18. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der pneumatischen Rückkopplungsverbindung (32) wenigstens ein pneumatisches Drosselement (34) angeordnet ist.
- 10 19. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ventileinrichtung (16) wenigstens ein elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g) beinhaltet, welches
- 15 a) bestromt eine Durchgangsstellung einnimmt, in welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und welches unbestromt eine Sperrstellung einnimmt, in welcher diese Verbindung gesperrt ist, oder welches
- 20 b) unbestromt eine Durchgangsstellung einnimmt, in welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und welches bestromt eine Sperrstellung einnimmt, in welcher diese Verbindung gesperrt ist.
- 25 20. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ventileinrichtung (16) lediglich ein elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil (16a) beinhaltet, von welchem ein erster Anschluss mit dem pneumatischen Steuereingang (22) des druckgesteuerten Ventils (RV) und ein zweiter Anschluss mit der weiteren Drucksenke (42) verbunden oder verbindbar ist und welches von dem ersten elektronischen Steuergerät (ECU1) und unabhängig davon von dem zweiten elektronischen Steuergerät (ECU2) oder von den beiden elektrischen
- 30 Energiequellen (52, 54) elektrisch gesteuert ist.
21. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ventileinrichtung (16) zwei elektrisch

- 5 gesteuerte 2/2-Wegeventile (16c, 16d; 16e, 16f; 16g) oder ein einziges 2/2-Wege-Magnetventil (16a) mit zwei Spulen beinhaltet, wobei
- a) ein erstes 2/2-Wegeventil (16c; 16e) oder eine erste Spule des einzigen 2/2-Wege-Magnetventils (16a) von der ersten Energiequelle (52) bestromt ist und ein zweites 2/2-Wegeventil (16d; 16f) oder eine zweite Spule des  
10 einzigen 2/2-Wege-Magnetventils (16a) von der zweiten Energiequelle (54) bestromt ist, und wobei
- b) das einzige 2/2-Wege-Magnetventil (16a) oder das erste 2/2-Wegeventil (16c; 16e) und das zweite 2/2-Wegeventil (16d; 16f) derart mit dem pneumatischen Steuereingang (22) des druckgesteuerten Ventils (RV) und  
15 mit der weiteren Drucksenke (42; 86, 88; 94; 108) verschaltet ist, dass lediglich bei einem Ausfall beider elektrischer Energiequellen (52, 54) der pneumatischen Steuereingang (22) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit der weiteren Drucksenke (42; 86, 88; 94; 108) verbunden oder verbindbar ist und ansonsten, d.h. bei einem Ausfall lediglich einer der beiden voneinander  
20 unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) oder bei intakten beiden voneinander unabhängigen elektrischen Energiequellen (52, 54) eine solche Verbindung gesperrt ist.
22. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 19, **dadurch**  
25 **gekennzeichnet**, dass die zweite Ventileinrichtung (16) wenigstens ein elektrisch gesteuertes 2/2-Wegeventil (16g) beinhaltet, welches unbestromt eine Durchgangsstellung einnimmt, in welcher ein erster Anschluss mit einem zweiten Anschluss verbunden ist, und welches bestromt eine Sperrstellung einnimmt, in welcher diese Verbindung gesperrt ist, wobei  
30 weiterhin ein Bistabilventil (106) als von dem elektronischen Parkbremssteuergerät (EPB-ECU) gesteuertes 2/2-Wege-Magnetventil vorgesehen ist, welches von den lediglich beiden elektrischen Energiequellen (52, 54) bestromt ist und welches mit dem elektrisch gesteuerten 2/2-Wegeventil (16g) derart verschaltet ist, dass lediglich bei

- 5 einem Ausfall beider elektrischer Energiequellen (52, 54) der pneumatische  
Steuereingang (22) des druckgesteuerten Ventils (RV) mit der weiteren  
Drucksenke (108) verbunden ist und ansonsten, d.h. bei einem Ausfall  
lediglich einer der beiden voneinander unabhängigen elektrischen  
Energiequellen (52, 54) oder bei intakten beiden voneinander unabhängigen  
10 elektrischen Energiequellen (52, 54) eine solche Verbindung gesperrt ist.
23. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine erste  
Magnetventil (11) durch eine Kombination von zwei 2/2-Wege-  
15 Magnetventilen als Einlass-/Auslassventilkombination gebildet wird.
24. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste elektronische  
Steuergerät (ECU1) und das zweite elektronische Steuergerät (ECU2)  
20 jeweils durch eines der folgenden elektronischen Steuergeräte gebildet wird:
- a) Ein elektronisches Steuergerät (EBS-ECU), welches ein elektronisch  
geregelt elektropneumatisches Betriebsbremssystem (EBS) des  
Fahrzeugs steuert oder regelt,
- b) ein elektronisches Steuergerät (ECU2), welches einerseits eine  
25 Auswerteeinrichtung für Signale eines mit einem Bremspedal (80)  
zusammen wirkenden Bremswertgebers eines elektropneumatischen  
Fußbremsmoduls (iFBM) darstellt und welches andererseits eine  
Magnetventileinrichtung steuert, durch welche eine pneumatische  
Steuerkammer des elektropneumatischen Fußbremsmoduls (iFBM) be- oder  
30 entlüftet, mit welcher wenigstens ein pneumatischer Kanal des  
Fußbremsmoduls (iFBM) betätigbar ist,
- c) ein elektronisches Steuergerät, welches eine elektrische Lenkeinrichtung  
des Fahrzeugs steuert,

- 5 d) ein elektronisches Steuergerät, welches ein Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs steuert,
- e) ein elektronisches Steuergerät, welches eine Autopilotereinrichtung des Fahrzeugs steuert, mit welcher ein teilautonomes oder autonomes Fahren realisiert ist,
- 10 f) ein elektronisches Steuergerät, welches eine Druckluftaufbereitungseinrichtung für Druckluftverbraucher des Fahrzeugs steuert,
- g) ein elektronisches Steuergerät, welches eine Luftfederungseinrichtung des Fahrzeugs steuert,
- 15 h) ein elektronisches Steuergerät, welche einen zentralen Fahrzeugrechner des Fahrzeugs bildet.
25. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der Ansprüche 4, 5 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- 20 a) die ersten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des elektronischen Parkbremssteuergeräts (EPB-ECU), und/oder
- b) die dritten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektronischen Steuergeräts (ECU1) und/oder des zweiten elektronischen Steuergeräts (ECU2), und/oder
- 25 c) die vierten Mittel zum Detektieren eines Ausfalls des ersten elektrischen Energiespeichers (52) und/oder des zweiten elektrischen Energiespeichers (54)
- eine Detektion durch Eigenüberwachung oder eine Detektion durch Fremdüberwachung beinhalten.
- 30
26. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens das elektronische Parkbremssteuergerät (EPB-ECU), die erste Ventileinrichtung (10) samt dem wenigstens einen ersten Magnetventil (11) und das druckgesteuerte

- 5 Ventil (RV) in einem gemeinsamen Gehäuse (4) der Parkbremssteuereinrichtung (EPB) integriert sind.
27. Elektropneumatische Ausrüstung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine zweite Magnetventil (16a; 16c, 16d; 16e, 16f; 16g), das wenigstens eine dritte Magnetventil (28a, 28b; 28c, 28d, 28e) und/oder das wenigstens eine vierte Magnetventil (36) in dem Gehäuse (4) der Parkbremssteuereinrichtung (EPB) integriert ist (sind) oder an dem Gehäuse (4) der Parkbremssteuereinrichtung (EPB) angeflanscht ist (sind).
- 15 28. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste elektrische Energiequelle (52) und die zweite elektrische Energiequelle (54) jeweils durch Kreistrennungs-Dioden (60) und/oder durch in Reihe dazu geschaltete Stromsicherungen (62) und/oder durch Relais voneinander entkoppelt sind.
- 20 29. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ein elektronisch geregeltes elektropneumatisches Betriebsbremssystem (EBS) beinhaltet, bei welchem der Betriebsbremsdruck auf einen Sollwert geregelt wird.
- 25 30. Elektropneumatische Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden elektrischen Energiequellen (52, 54) jeweils einen elektrischen oder elektropneumatischen Betriebsbremskreis mit elektrischer Energie versorgen.
- 30 31. Fahrzeug mit einer elektropneumatischen Ausrüstung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

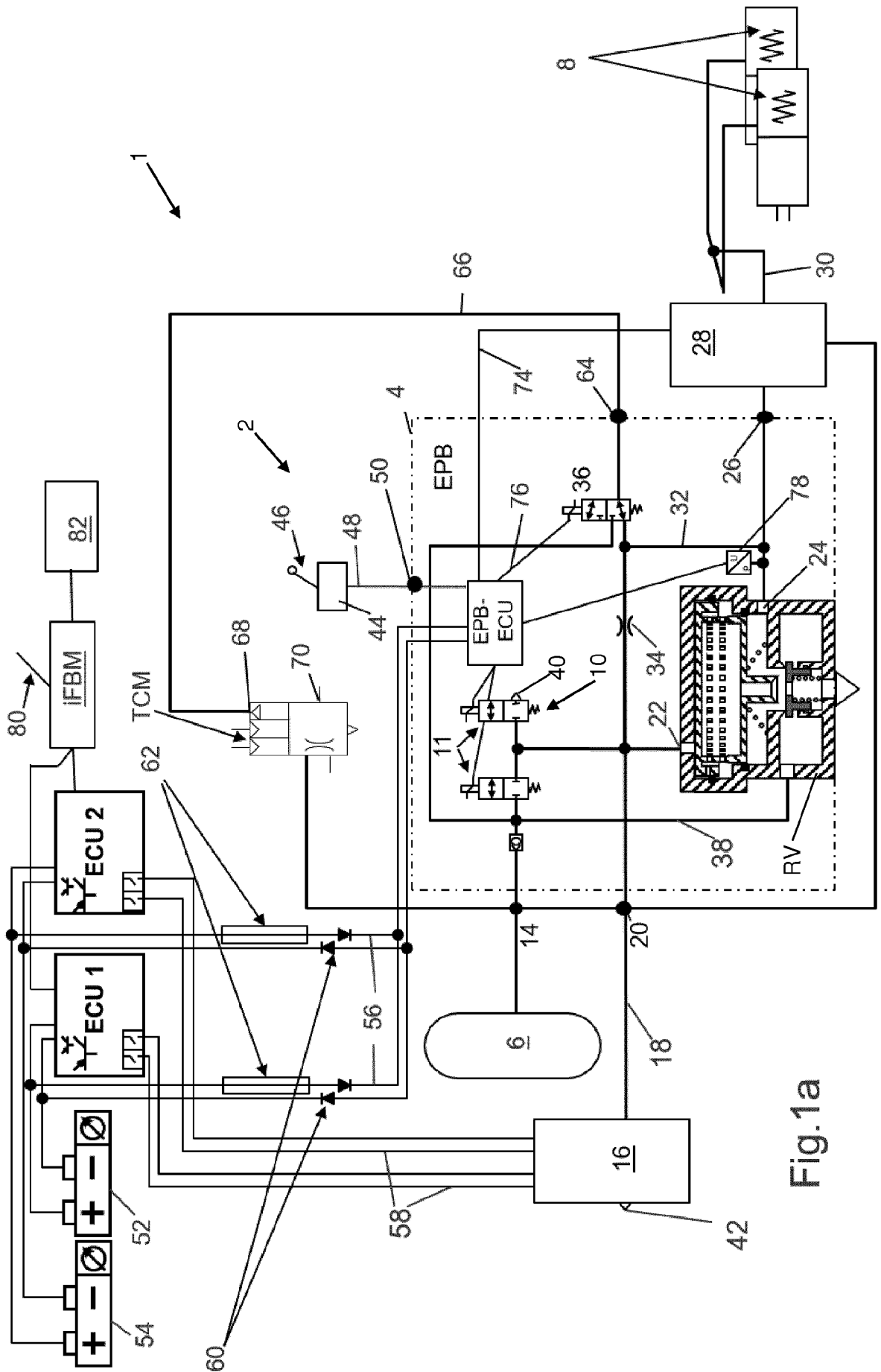


Fig.1a

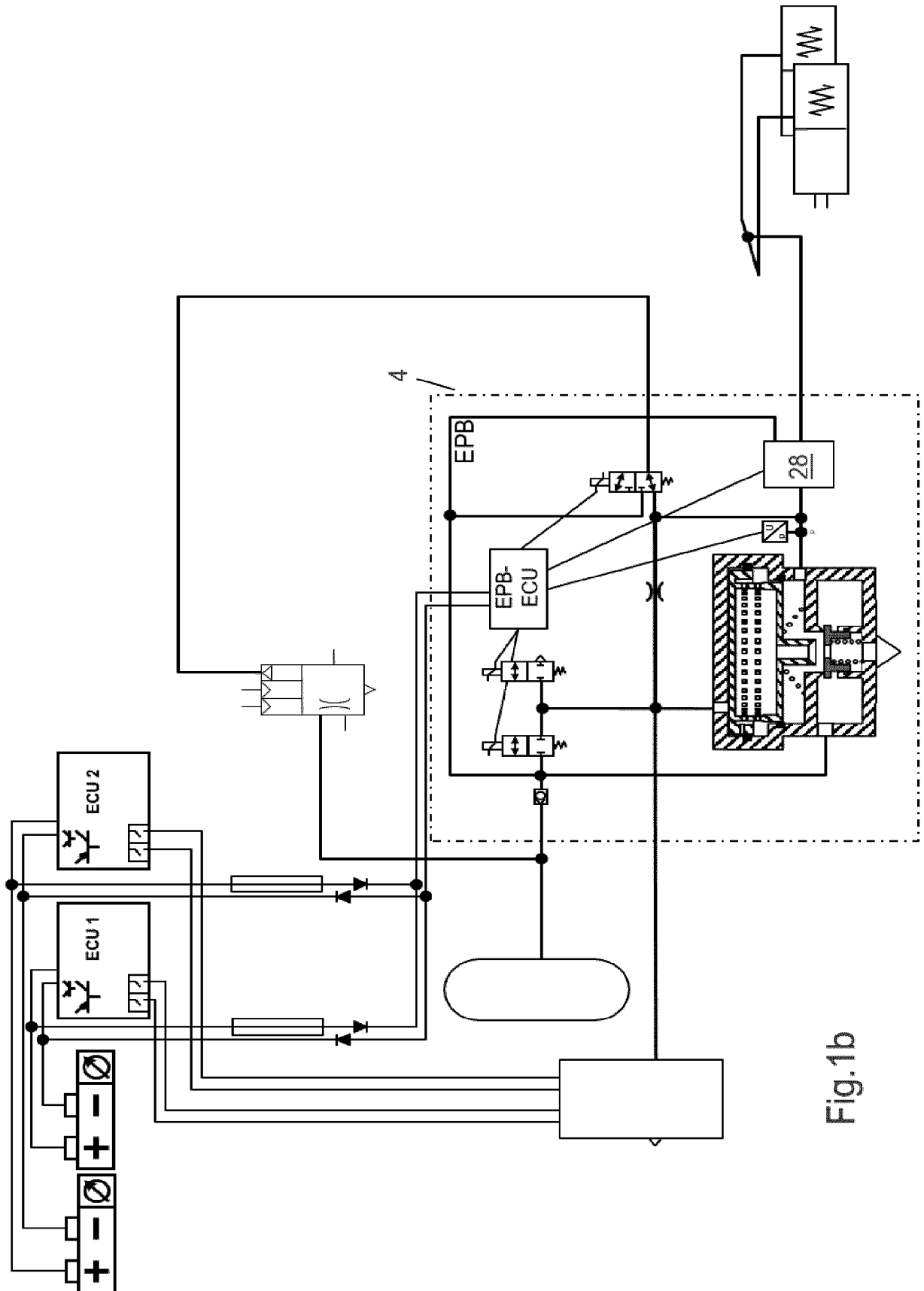


Fig.1b

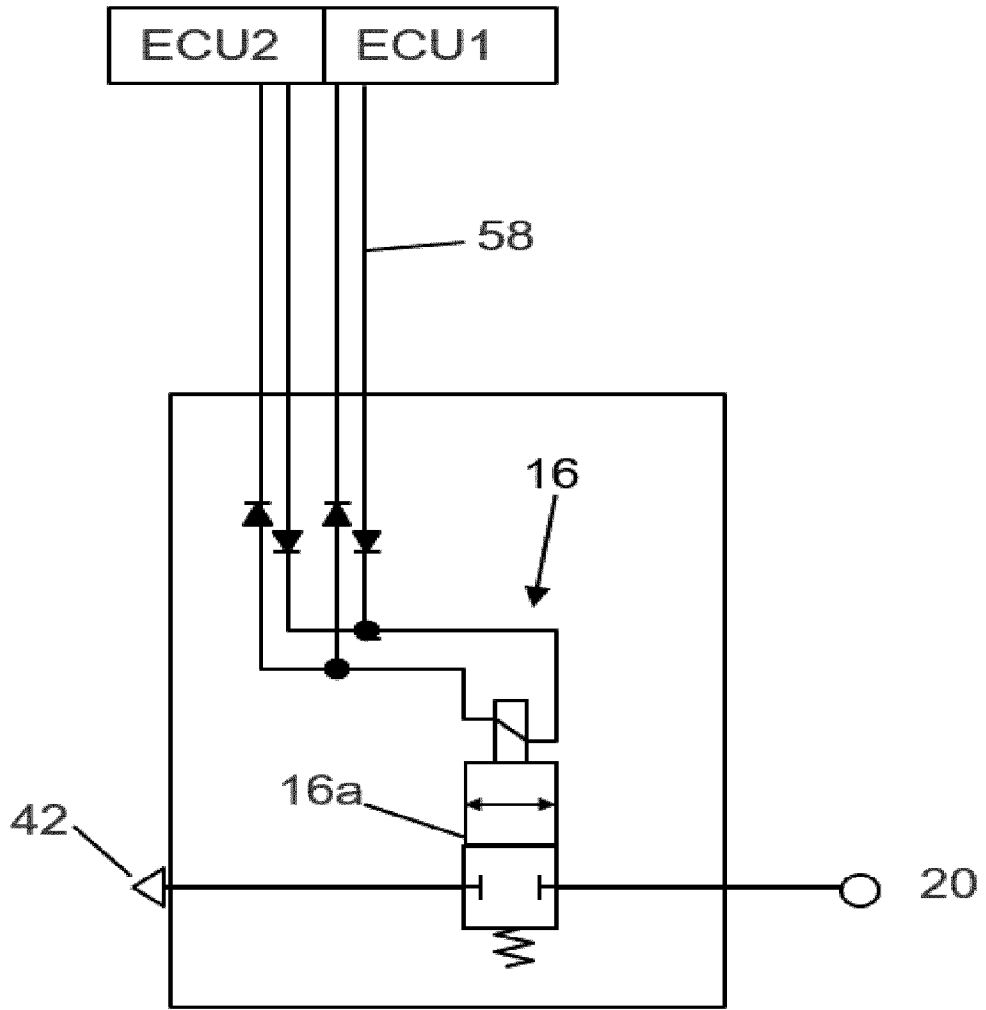


Fig.2

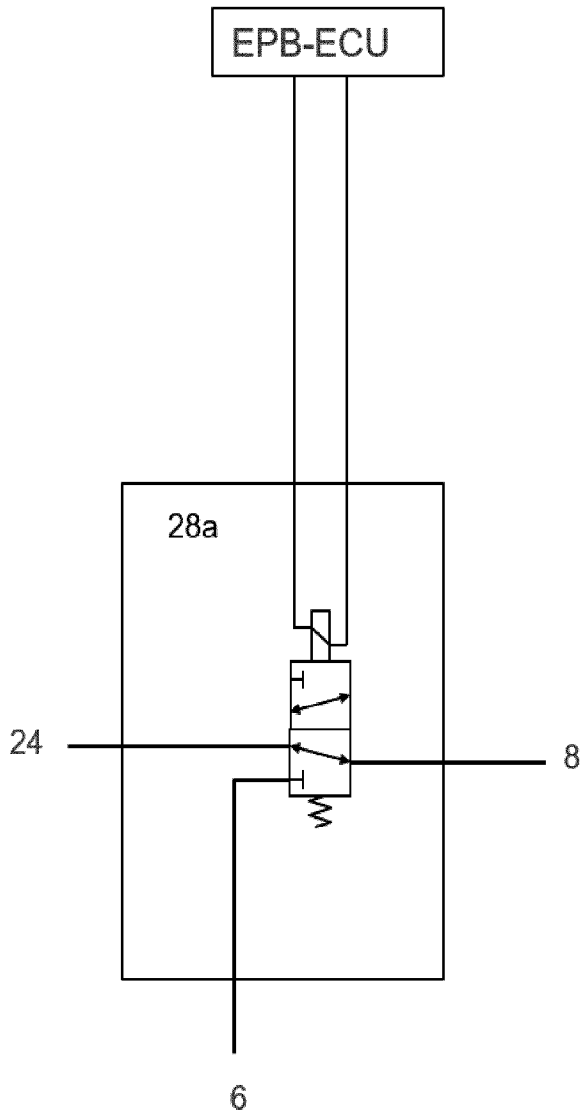


Fig.3a

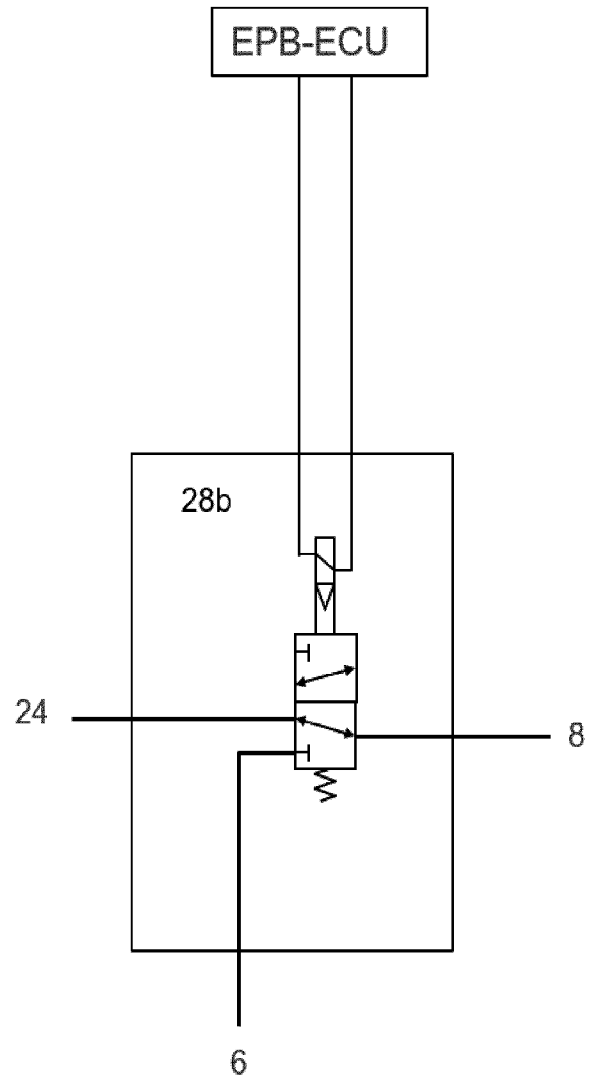


Fig.3b

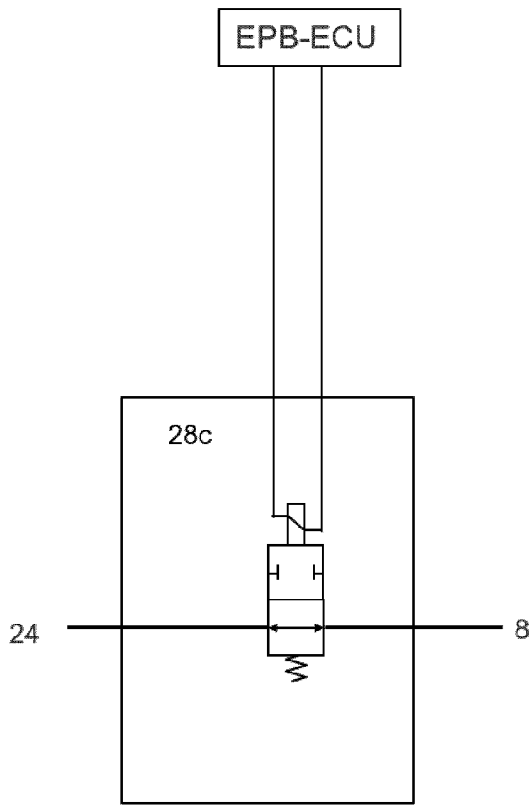


Fig.4a

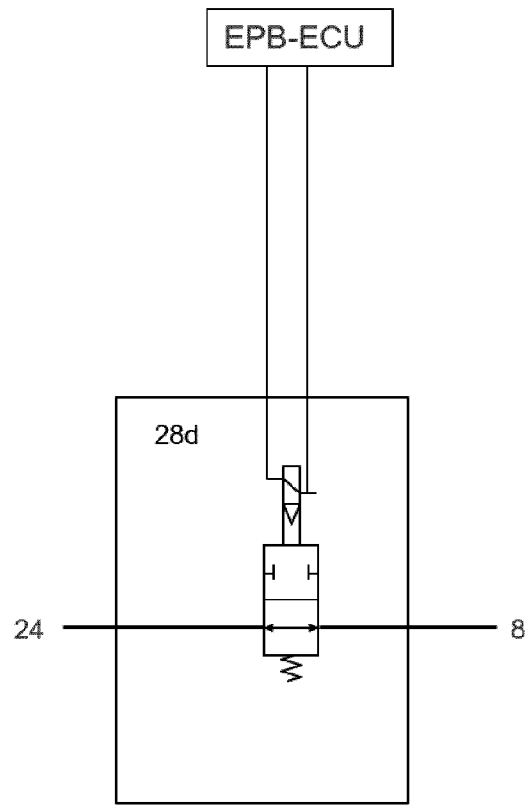


Fig.4b

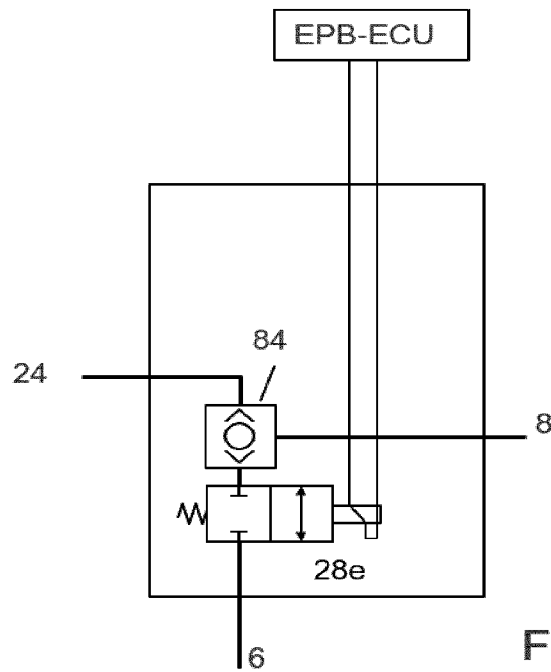


Fig.5

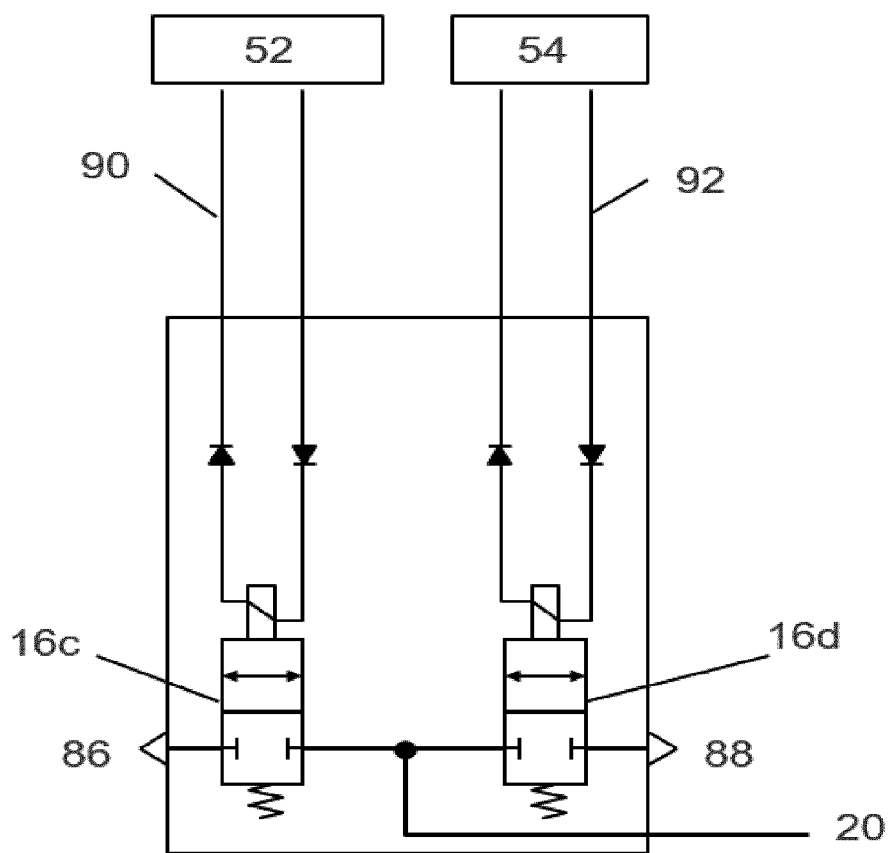


Fig.6

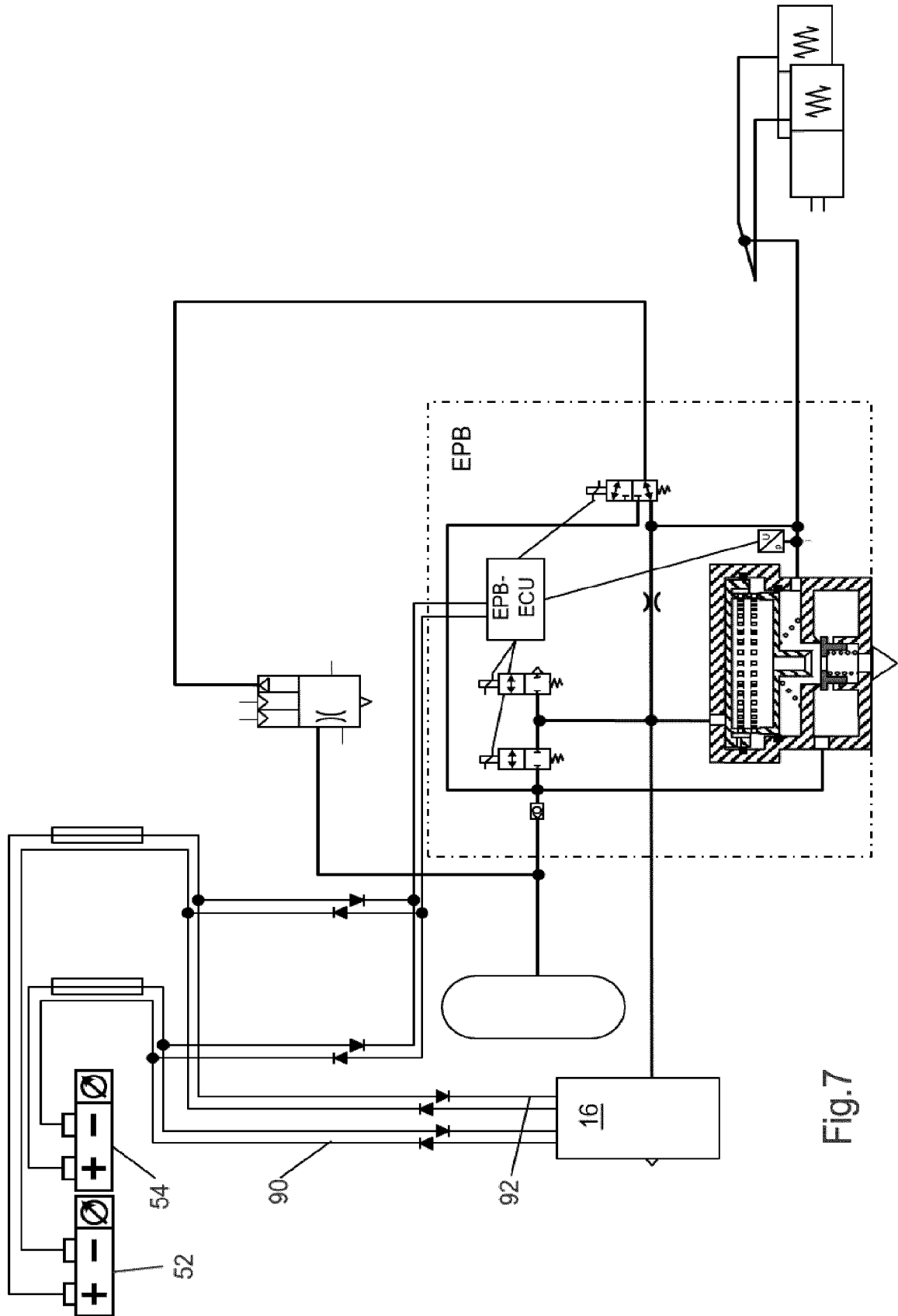


Fig.7

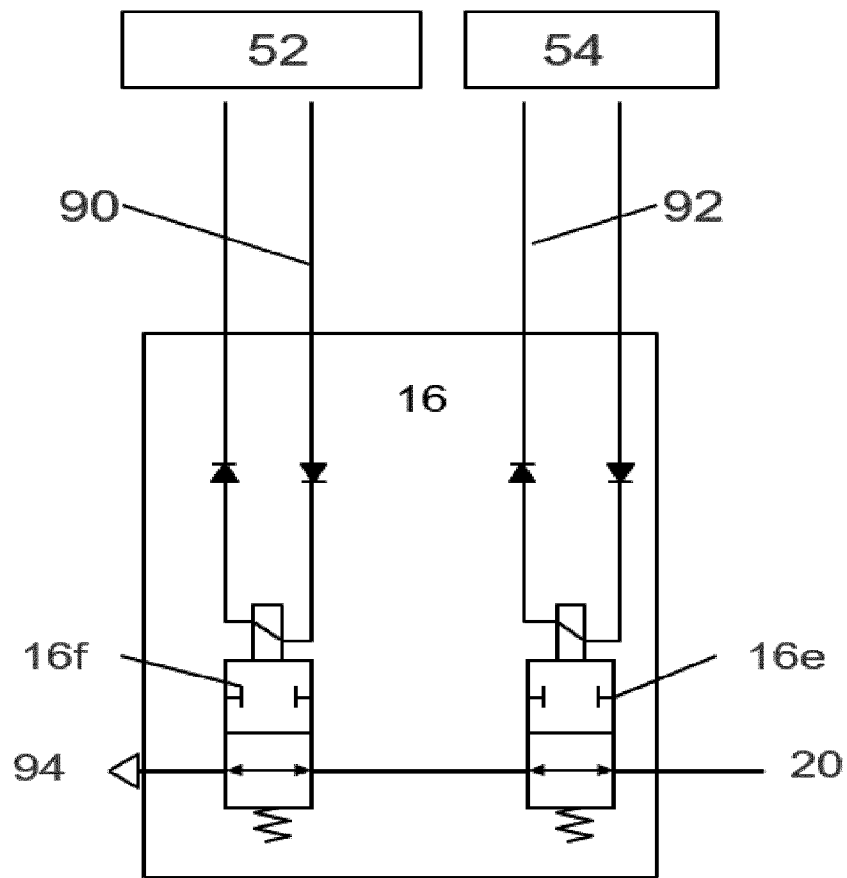


Fig.8

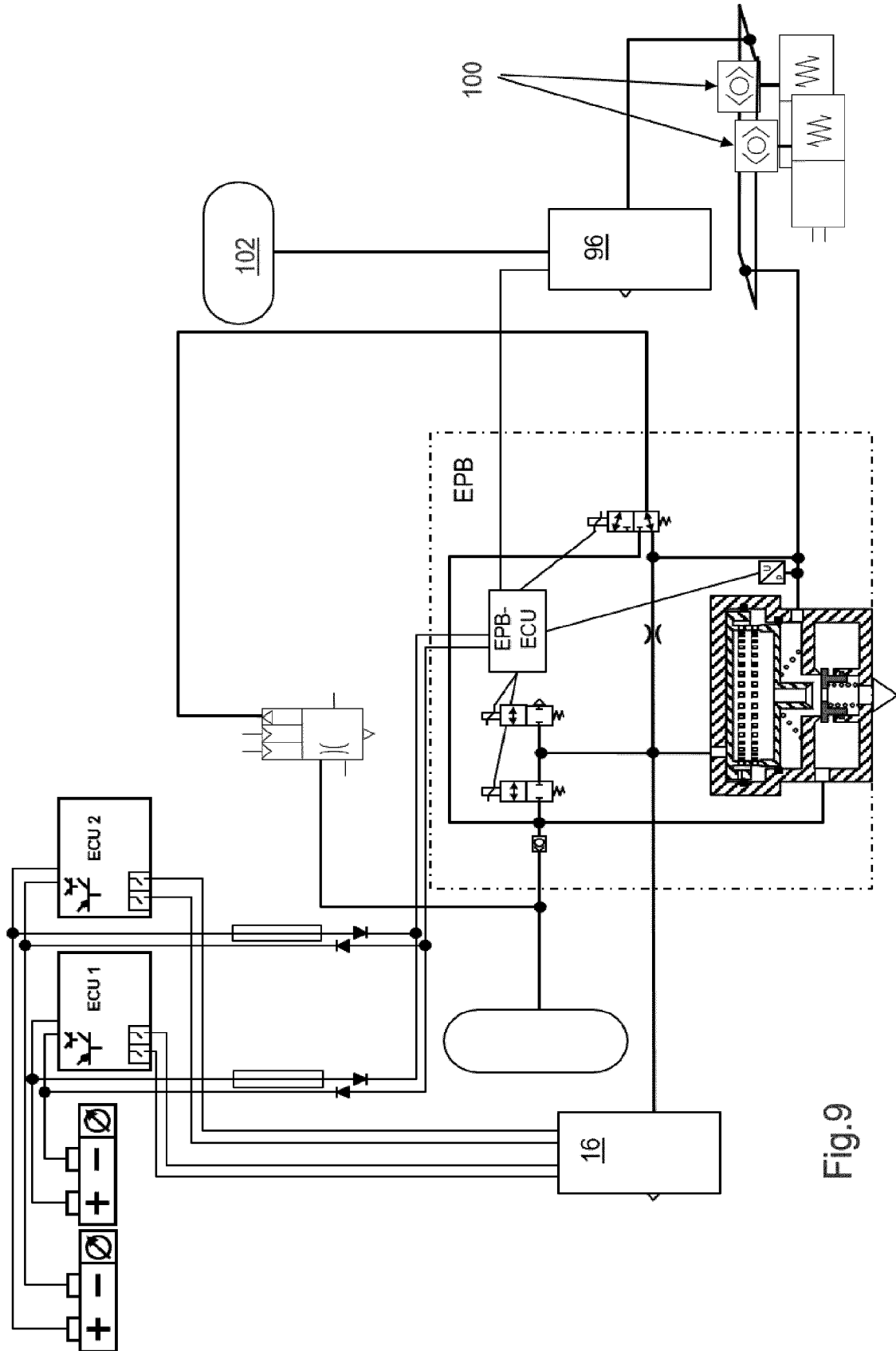


Fig.9

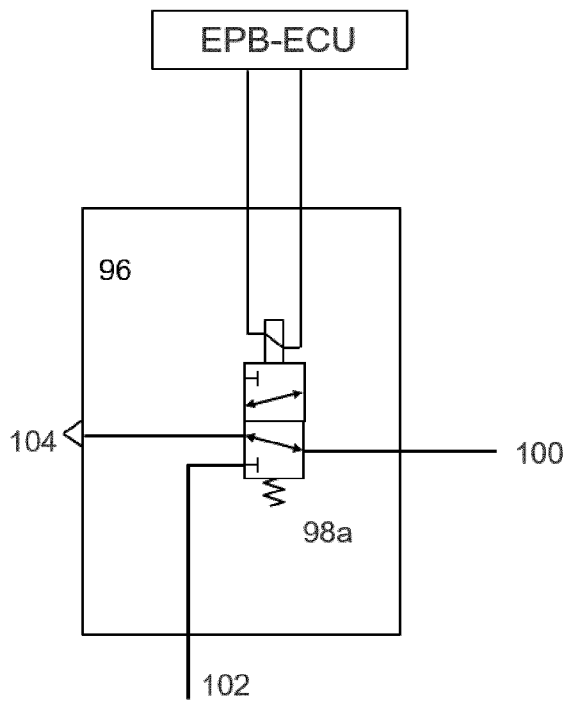


Fig.10a

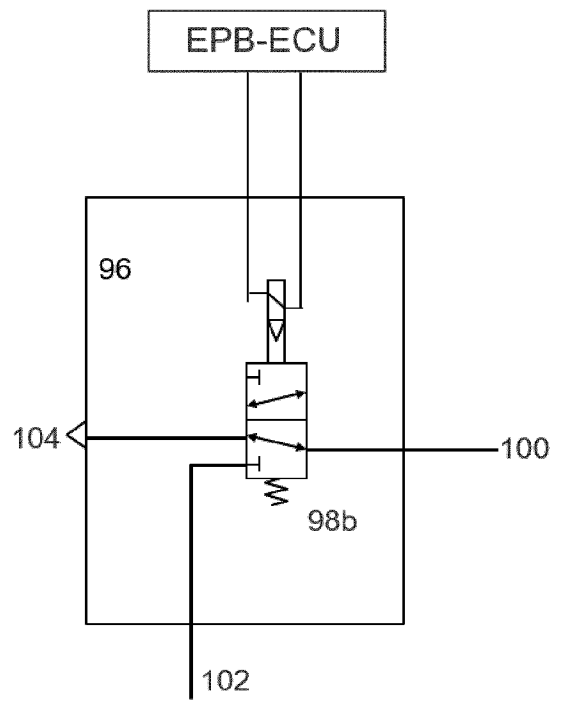


Fig.10b

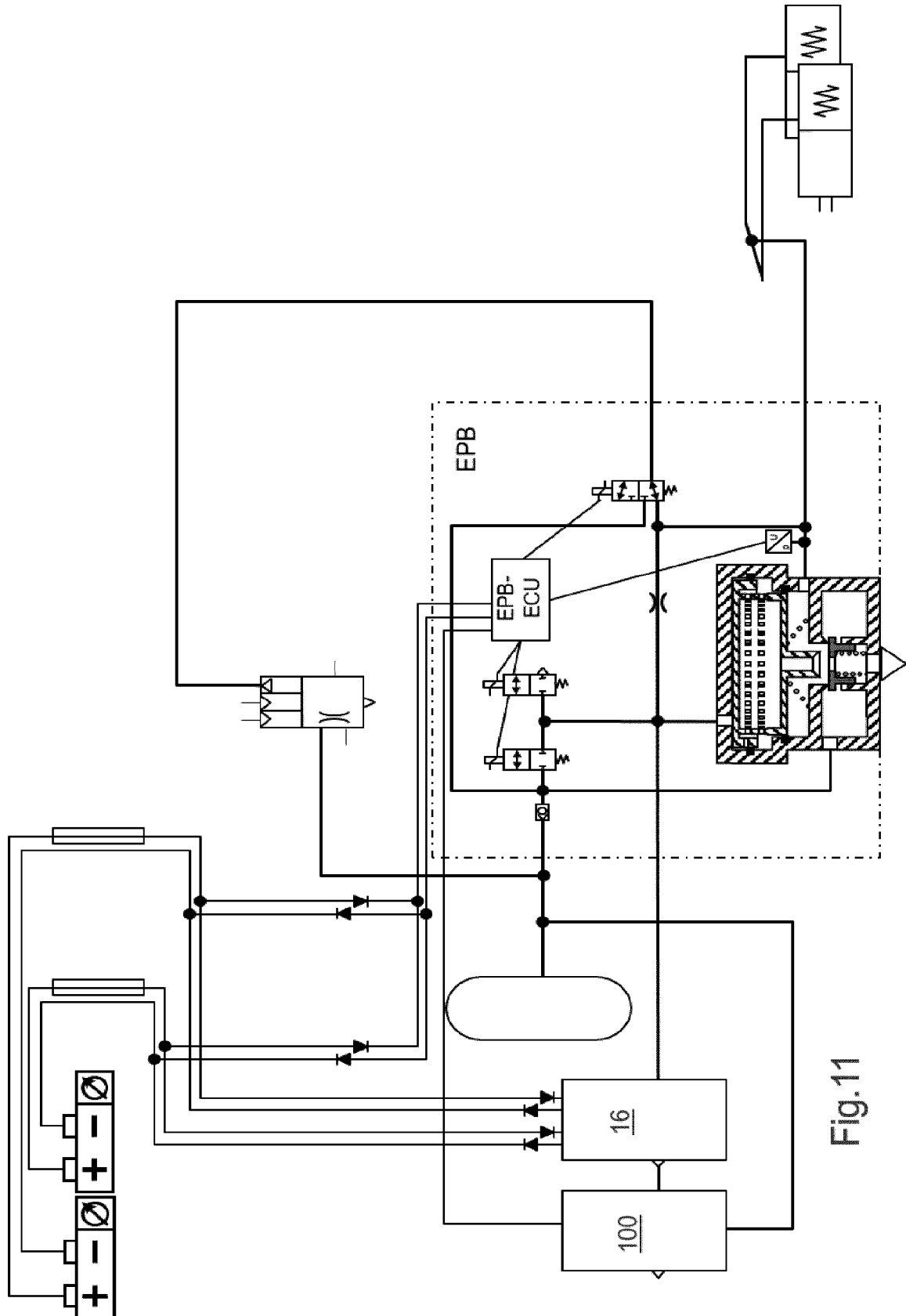


Fig.11

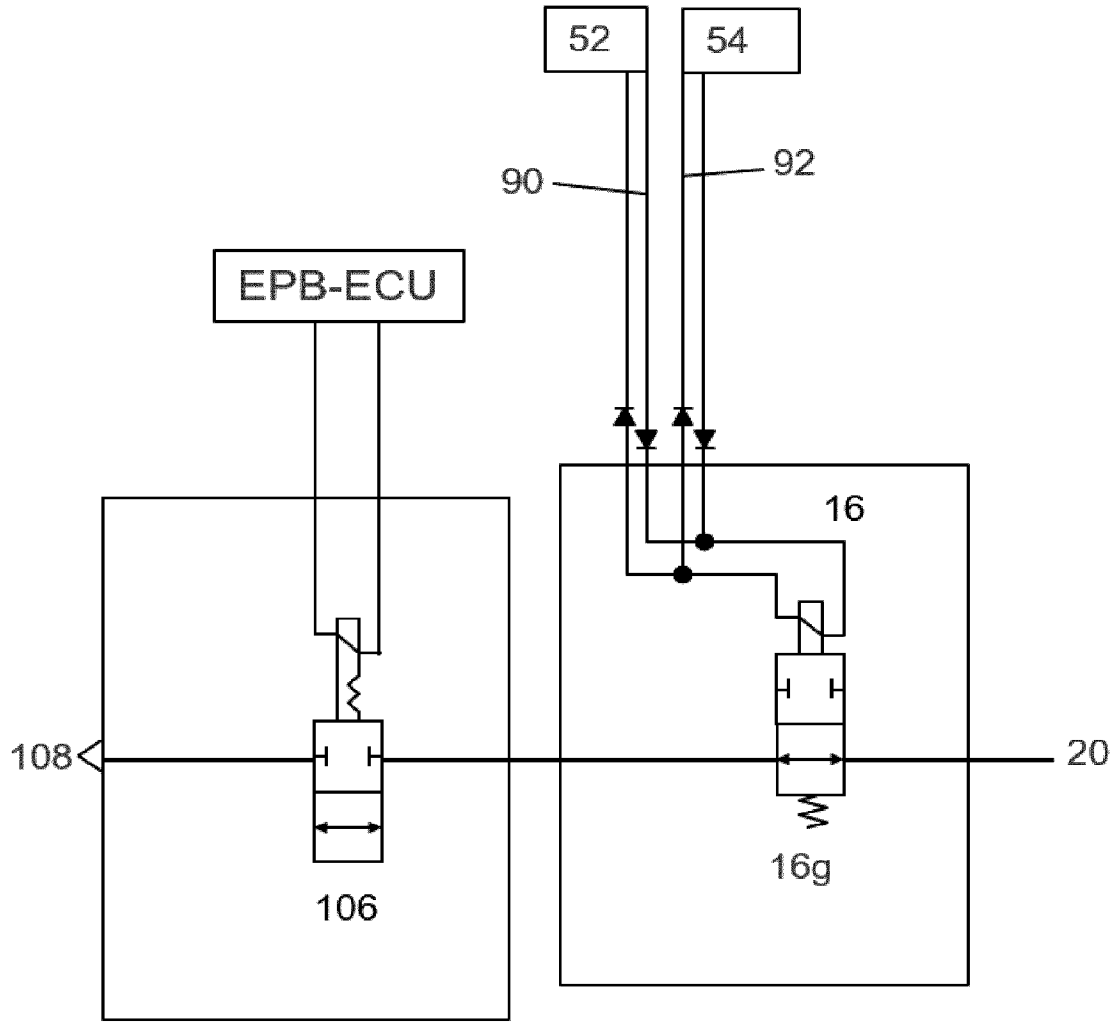


Fig.12

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2019/052049**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B60T 13/68</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60T  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2090481 B1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 06 November 2013 (2013-11-06) paragraph [0001] - paragraph [0039]; figures 1-4	1,2,8,31
A	WO 2004098967 A2 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]; GERUM EDUARD [DE] ET AL.) 18 November 2004 (2004-11-18) page 1 - page 12; figures 1,2	1,31
A	WO 2016116241 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28 July 2016 (2016-07-28) page 1 - page 21; figures 1,2	1,31
A	DE 102015206572 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19 November 2015 (2015-11-19) paragraph [0001] - paragraph [0063]; figure 1	1,31
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>03 May 2019</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 June 2019</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Kyriakides, D</b>  Telephone No.

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

International application No.

**PCT/EP2019/052049**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2090481	B1	06 November 2013	DE	102008009043	B3	14 May 2009
				EP	2090481	A2	19 August 2009
WO	2004098967	A2	18 November 2004	AT	345254	T	15 December 2006
				CN	1922065	A	28 February 2007
				DE	10320608	A1	02 December 2004
				EP	1625061	A2	15 February 2006
				JP	5009609	B2	22 August 2012
				JP	2006525172	A	09 November 2006
				US	2007170774	A1	26 July 2007
				WO	2004098967	A2	18 November 2004
WO	2016116241	A1	28 July 2016	CN	107206995	A	26 September 2017
				DE	102015201031	A1	28 July 2016
				EP	3247596	A1	29 November 2017
				US	2018001879	A1	04 January 2018
				WO	2016116241	A1	28 July 2016
DE	102015206572	A1	19 November 2015	CN	106458192	A	22 February 2017
				DE	102015206572	A1	19 November 2015
				EP	3142905	A1	22 March 2017
				KR	20170009857	A	25 January 2017
				US	2017072920	A1	16 March 2017
				WO	2015173134	A1	19 November 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60T13/68 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60T		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 090 481 B1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 6. November 2013 (2013-11-06) Absatz [0001] - Absatz [0039]; Abbildungen 1-4 -----	1,2,8,31
A	WO 2004/098967 A2 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]; GERUM EDUARD [DE] ET AL.) 18. November 2004 (2004-11-18) Seite 1 - Seite 12; Abbildungen 1,2 -----	1,31
A	WO 2016/116241 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28. Juli 2016 (2016-07-28) Seite 1 - Seite 21; Abbildungen 1,2 -----	1,31
A	DE 10 2015 206572 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 19. November 2015 (2015-11-19) Absatz [0001] - Absatz [0063]; Abbildung 1 -----	1,31
<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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Mai 2019		21/06/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Kyriakides, D

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/052049

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2090481	B1	06-11-2013	DE 102008009043 B3	14-05-2009
			EP 2090481 A2	19-08-2009
-----				
WO 2004098967	A2	18-11-2004	AT 345254 T	15-12-2006
			CN 1922065 A	28-02-2007
			DE 10320608 A1	02-12-2004
			EP 1625061 A2	15-02-2006
			JP 5009609 B2	22-08-2012
			JP 2006525172 A	09-11-2006
			US 2007170774 A1	26-07-2007
			WO 2004098967 A2	18-11-2004
-----				
WO 2016116241	A1	28-07-2016	CN 107206995 A	26-09-2017
			DE 102015201031 A1	28-07-2016
			EP 3247596 A1	29-11-2017
			US 2018001879 A1	04-01-2018
			WO 2016116241 A1	28-07-2016
-----				
DE 102015206572	A1	19-11-2015	CN 106458192 A	22-02-2017
			DE 102015206572 A1	19-11-2015
			EP 3142905 A1	22-03-2017
			KR 20170009857 A	25-01-2017
			US 2017072920 A1	16-03-2017
			WO 2015173134 A1	19-11-2015
-----				