



(10) **DE 10 2017 006 356 A1** 2018.09.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 006 356.7**
(22) Anmeldetag: **24.06.2017**
(43) Offenlegungstag: **27.09.2018**

(51) Int Cl.: **B60T 13/70 (2006.01)**
B60T 13/38 (2006.01)
B60T 13/66 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2017 002 715.3 21.03.2017

(72) Erfinder:
van Thiel, Julian, 30161 Hannover, DE

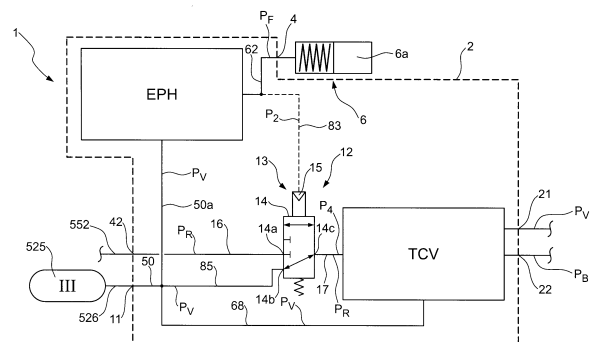
(71) Anmelder:
WABCO GmbH, 30453 Hannover, DE

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektro-Pneumatische Handbremse (EPH) mit integriertem TCV (Europäische Ansteuerung)**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektropneumatisches Steuermodul (1) für ein elektronisch steuerbares pneumatisches Bremssystem (520) für einen Fahrzeugzug (500) mit einem Zugwagen (502) und einem Anhängerwagen (504), mit: einem pneumatischen Vorratseingang (11), der mit einem Druckluftvorrat (525) verbindbar ist, einer Anhängersteuereinheit (TCV), die eine Anhängersteuer-Ventileinheit (65) mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen (RV, IV, OV), einen Anhängerbremsdruckanschluss (22) und einen Anhängerversorgungsdruckanschluss (21) aufweist, einer Feststellbremseinheit (EPH), die einen Federspeicher-Anschluss (4) für mindestens einen Federspeicher (6) für einen Zugwagen und eine Feststellbrems-Ventileinheit (8) mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen (10, 55), aufweist, und einer elektronischen Steuereinheit (ECU), wobei die elektronische Steuereinheit (ECU) dazu eingerichtet ist die Feststellbrems-Ventileinheit (8) basierend auf einem elektronischen Feststellsignal (S1) zu veranlassen wenigstens ein Ventil (10) der Feststellbrems-Ventileinheit (8) so zu schalten, dass der Federspeicher-Anschluss (4) zum Entlüften des Federspeichers (6) mit einer Drucksinke (3) verbunden wird. Die Erfindung zeichnet sich aus durch eine Parkbremsventileinheit (12), mit einem pneumatisch gesteuerten Schaltventil (13), welches einen pneumatischen Steuereingang (15) zum Aufnehmen eines pneumatischen Steuerdrucks (P_2) aufweist, wobei das pneumatisch gesteuerte ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektropneumatisches Steuermodul für ein elektronisch steuerbares pneumatisches Bremssystem für ein Fahrzeug mit einem Zugwagen und einem Anhängerwagen, mit einem pneumatischen Vorratseingang, der mit einem Druckluftvorrat verbindbar ist, einer Anhängersteuereinheit, die eine Anhängersteuer-Ventileinheit mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen, einen Anhängerbremsdruckanschluss und einen Anhängerversorgungsdruckanschluss aufweist, einer Feststellbremseinheit, die einen Federspeicher-Anschluss für einen Federspeicher für einen Zugwagen und eine Feststellbrems-Ventileinheit mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen aufweist und einer elektronischen Steuereinheit, wobei die elektronische Steuereinheit dazu eingerichtet ist, die Feststellbrems-Ventileinheit basierend auf einem elektronischen Feststellsignal zu veranlassen, wenigstens ein Ventil der Feststellbrems-Ventileinheit so zu schalten, dass der Federspeicher-Anschluss zum Entlüften des Federspeichers mit einer Drucksinke verbunden wird. Die Erfindung betrifft ferner einen Zugwagen mit einem elektropneumatischen Steuermodul der vorstehenden Art.

[0002] In Fahrzeugen, insbesondere Nutzfahrzeugen, mit einem pneumatischen Bremssystem, insbesondere ausgebildet als elektronisches Bremssystem (EBS) oder Antiblockiersystem (ABS) können zum Aussteuern von Bremsdrücken von einer Steuereinheit (ECU) elektropneumatische Ventile, beispielsweise Relaisventilen vorgeschaltete elektropneumatische Umschaltventile z.B. 3/2-Wegeventil oder Achsmodulatoren, angesteuert werden, die dann in Abhängigkeit einer angeforderten Fahrzeug-Soll-Verzögerung pneumatisch einen Bremsdruck an die Bremszylinder von Betriebsbremsen des Bremssystems weiterleiten.

[0003] Bei Bremssystemen für einen Fahrzeugzug weist das Bremssystem eine Anhängersteuereinheit, auch Trailer Control Valve (TCV) genannt, auf, die dazu vorgesehen ist, die von dem Zugwagen vorgegebenen Fahrzeug-Soll-Verzögerungen entsprechend auch über Anschlüsse, nämlich einen Anhängerbremsdruckanschluss und einen Anhängerversorgungsdruckanschluss, die auch als gelber und roter Kupplungskopf bezeichnet werden, pneumatisch auszusteuern. Über den Anhängerversorgungsdruckanschluss wird der Anhängerwagen mit einem Versorgungsdruck aus einem dafür vorgesehenen Vorrat des Zugwagens versorgt, während über den Anhängerbremsdruckanschluss der entsprechende Bremsdruck angesteuert wird.

[0004] Als ein weiteres Bauteil oder Modul weisen Bremssysteme der vorstehenden Gattung eine Feststellbremseinheit, auch als elektropneumatische

Handbremse (EPH) bezeichnet, auf. Solche Feststellbremseinheiten werden üblicherweise mit sogenannten Federspeichern betrieben, also Bremseinrichtungen, die aufgrund einer Federkraft eine oder mehrere Achsen des Zufahrzeugs bremsen. Im belüfteten Zustand sind die Bremsen gelöst und im entlüfteten Zustand gebremst. In einem drucklosen Zustand wird das entsprechende Fahrzeug also gebremst. Zur Aktivierung der Feststellbremseinheit ist in der Regel in der Fahrerkabine des Zugwagens ein elektrischer Schalter vorgesehen, über den ein entsprechendes Signal an eine elektronische Steuereinheit ausgebar ist, die dann ein oder mehrere elektropneumatische Ventile so schaltet, dass die Federspeicher entweder ent- oder belüftet werden.

[0005] Die Feststellbremseinheit, also die elektropneumatische Handbremse, wird zum Parken des Fahrzeugzugs aber auch als Zusatzbremse in besonderen Situationen verwendet. Das heißt, neben dem normalen Betriebsbremsen werden die Federspeicher wenigstens teilweise entlüftet, um diese zusätzlich oder alternativ zur Bremsung zu verwenden. So wird z.B. bei einem reinen Hilfsbremsen ausschließlich über Federspeicher im Zugfahrzeug und Betriebsbremsen im Anhängerwagen gebremst. Die Betriebsbremsen im Zugfahrzeug sind beim reinen Hilfsbremsen unbestätigt. Alternativ kann auch ein Redundanzmodus umgesetzt werden, wo z.B. bei einem Kreisausfall an der Hinterachse alternativ zu den Betriebsbremsen die Federspeicher zur Hilfe genommen werden. Die Vorderachse kann weiterhin über Betriebsbremsen gebremst werden, und der Anhängerwagen ebenfalls über Betriebsbremsen.

[0006] Um hier ein entsprechendes Bremssignal auch für den Anhängerwagen pneumatisch auszusteuern, wird in der Regel ein sogenanntes inverses Relaisventil verwendet, welches basierend auf einem sinkenden Druck in den Federspeichern einen steigenden Druck aussteuert. Solche inversen Relaisventile sind in ihrer Bauart aufwendig und weisen häufig mehrere Steuerkolben auf, die über verschiedene Steuerflächen und verschiedene Steuerkammern miteinander interagieren.

[0007] Ferner wird bei Bremssystemen der eingangs genannten Art zwischen der sogenannten „europäischen Anhängersteuerung“ und der „skandinavischen Anhängersteuerung“ unterschieden. Während bei der „europäischen Anhängersteuerung“ im abgestellten Zustand des Fahrzeugzugs ein den entlüfteten Federspeichern entsprechender positiver Bremsdruck an dem Anhängerwagen angesteuert wird, um diesen zusätzlich zu bremsen, ist bei der „skandinavischen Anhängersteuerung“ das Gegenteil der Fall: Im abgestellten Zustand des Fahrzeugzugs sollen die Betriebsbremsen des Anhängerwagens gelöst sein. Das bedeutet, bei der „europäischen Anhängersteuerung“ muss im abgestellten Zustand des Fahrzeug-

zugs, also im stromlosen Zustand, permanent ein positiver Bremsdruck über die Anhängersteuereinheit (TCV) an die Betriebsbremsen des Anhängerwagens ausgesteuert werden.

[0008] Da in der Praxis also die Anhängersteuereinheit (TCV) und die Feststellbremseinheit (EPH) interagieren, hat sich eine Integration dieser beiden Module als wünschenswert herausgestellt. Ein erster Ansatz der Integration ist beispielsweise in DE 10 2016 003 034 A1 offenbart. Während früher die Feststellbremseinheit (EPH) häufig in eine Druckluftaufbereitungseinheit integriert wurde, schlägt DE 10 2016 003 034 A1 vor, die Feststellbremseinheit (EPH) in die Anhängersteuereinheit (TCV) zu integrieren. Dies ermögliche eine besonders einfache Integration der elektropneumatischen Komponenten in das Fahrzeug. Entsprechendes sollte gelten, wenn die Steuereinrichtung zumindest teilweise in einer solchen Anhängereinrichtung integriert sei.

[0009] Auf ähnliche Weise schlägt auch DE 10 2008 014 458 A1 der hiesigen Anmelderin eine elektropneumatische Einrichtung vor, insbesondere eine Luftaufbereitungseinrichtung, einen Achsmodulator, ein Anhängersteuerventil, eine Steuereinrichtung eines elektronischen Bremssystems oder eine Fahrdynamikregelungseinrichtung, und/oder eine elektropneumatische Einrichtung des Fahrzeugs, insbesondere eine Luftaufbereitungseinrichtung oder eine Luftfederungseinrichtung mit einer darin integrierten Feststellbremsfunktion.

[0010] Eine praktische Ausführung für die „skandinavische Anhängersteuerung“ ist in DE 10 2015 112 490 A1 offenbart. Dort ist ein elektropneumatisches Steuermodul nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 offenbart. Das dort offenbarte Steuermodul weist eine gemeinsame Steuereinheit (ECU) sowohl für eine Feststellbremseinheit (EPH) als auch für eine Anhängersteuereinheit (TCV) auf. Konkret ist in DE 10 2015 112 490 A1 eine elektropneumatische Steuereinrichtung einer elektropneumatischen Bremsanlage einer Zugfahrzeug-Anhänger-Kombination wenigstens zum Steuern des Feststellbremsens der Zugfahrzeug-Anhänger-Kombination und des Hilfsbremsens der Zugfahrzeug-Anhänger-Kombination sowie des Betriebsbremsens wenigstens des Anhängers offenbart, mit wenigstens einem Gehäuse, in oder an welchem Folgendes angeordnet ist: a) ein pneumatischer Steuereingangsanschluss für eine zu einem pneumatischen Kanal einer Betriebsbremsbetätigungseinrichtung des Zugfahrzeugs führenden Steuerleitung, b) ein pneumatischer Versorgungsanschluss für eine zu wenigstens einem Druckluftvorrat des Zugfahrzeugs führende Versorgungsleitung, c) ein pneumatischer Steuerausgangsanschluss für eine zu einem Kupplungskopf „Bremsse“ des Zugfahrzeugs führende Betriebsleitung, d)

ein pneumatischer Versorgungsausgangsanschluss für eine zu einem Kupplungskopf „Vorrat“ des Zugfahrzeugs führende Versorgungsleitung, e) ein Feststellbremsausgangsanschluss für eine zu einem Federspeicherbremszylinder des Zugfahrzeugs führende Bremsleitung, f) ein elektrischer Feststellbremssteueranschluss für eine zu einer elektrischen Feststellbremsbetätigungseinrichtung führende Steuerleitung, g) ein elektrischer Betriebsbremssteueranschluss für eine zu einem elektrischen Kanal der Betriebsbremsbetätigungseinrichtung führende Signalleitung, h) ein erstes Relaisventil mit einem Steuereingang, einem ersten Arbeitsausgang und einem Versorgungseingang, wobei der erste Arbeitsausgang mit dem Feststellbremsausgangsanschluss und der Versorgungseingang mit dem Versorgungseingangsanschluss verbunden ist, i) ein elektronisches Steuergerät, j) eine von dem elektronischen Steuergerät gesteuerte erste elektromagnetische Einlass-/Auslass-Ventilkombination, welche den Steuereingang des ersten Relaisventils sperrt, mit einer Druckluftsenke oder mit dem pneumatischen Versorgungsanschluss verbunden ist, k) ein zweites Relaisventil mit einem pneumatischen Versorgungseingang, welcher mit dem Versorgungseingangsanschluss verbunden ist, einem pneumatischen Versorgungsausgang, welcher mit dem Versorgungsausgangsanschluss verbunden ist, einem zweiten Arbeitsausgang, welcher mit dem Steuerausgangsanschluss verbunden ist und mit einem ersten pneumatischen Steuereingang und einem zweiten pneumatischen Steuereingang, l) eine von dem elektronischen Steuergerät gesteuerte elektromagnetische Ventileinrichtung mit einer zweiten elektromagnetischen Einlass-/Auslass-Ventilkombination und einem elektromagnetischen Backup-Ventil, wobei das Backup-Ventil im entstromten Zustand den Steuereingangsanschluss mit dem ersten pneumatischen Steuereingang des zweiten Relaisventils verbindet und bestromt diese Verbindung sperrt und wobei die zweite elektromagnetische Einlass-/Auslass-Ventilkombination einen zweiten pneumatischen Steuereingang des zweiten Relaisventils sperrt, mit einer Druckluftsenke oder mit dem pneumatischen Versorgungseingangsanschluss verbunden ist, wobei m) das zweite Relaisventil zwei Steuerkolben umfasst, einen ersten Steuerkolben, welcher eine mit dem ersten pneumatischen Steuereingang in Verbindung stehende erste Steuerkammer begrenzt sowie einen zweiten Steuerkolben, welcher eine mit dem zweiten pneumatischen Steuereingang in Verbindung stehende zweite Steuerkammer begrenzt, wobei der erste Steuerkolben und der zweite Steuerkolben mit einem Doppelsitzventil zusammenwirken, welches ein Einlassventil sowie ein Auslassventil zur Be- oder Entlüftung des zweiten Arbeitsausgangs aufweist. Über eine elektromagnetische Ventileinrichtung können die beiden Steuerkolben des zweiten Relaisventils so gesteuert werden, dass einerseits mittels des ersten Steuerkolbens ein Betriebsbremsen des Anhängers sowie ein Hilfsbremsen ausge-

führt wird, wenn die Federspeicher des Zugwagens zum Bremsen verwendet werden. Der zweite Steuerkolben wird für einen Redundanzfall eingesetzt, wenn der Fahrzeugführer manuell über ein Bremspedal einen Redundanzdruck aussteuert. Eine „europäische Anhängersteuerung“ dergestalt, dass im unbestromten Zustand des Fahrzeugs bei entlüfteten Federspeichern der Anhänger über einen Bremsdruck mittels der Betriebsbremsen dauerhaft gebremst wird, ist bei der Konfiguration aus DE 10 2015 112 490 A1 nicht möglich und auch explizit nicht vorgesehen. Zudem ist die Konstruktion des Relaisventils mit zwei Steuerkolben in einem Relaisventil aufwendig.

[0011] Ferner ist aus DE 10 2012 000 435 A1 der hiesigen Anmelderin ein Feststellbremsmodul für eine „europäische Anhängersteuerung“ bekannt. Das dort offenbarte Modul nutzt ein Relaisventil sowie ein erstes und ein zweites bistabiles Ventil, um den entsprechenden Bremsdruck für die Betriebsbremsen des Anhängers auch im stromlosen Zustand bei entlüfteten Federspeichern aussteuern zu können.

[0012] Weiterhin ist aus DE 10 2004 051 309 B4 eine aus Modulen mit elektrischen und/oder pneumatischen Komponenten aufgebaute elektropneumatische Zentraleinheit des Nutzfahrzeugs offenbart. Die Zentraleinheit kann aus einzelnen Modulen zusammengesteckt werden, um entsprechende Funktionalitäten zu erreichen. Die einzelnen Module weisen elektrische und pneumatische Anschlüsse auf, die miteinander korrespondieren.

[0013] DE 10 2007 047 691 A1 offenbart einen Feststellbremsmodulator, mittels dessen Betriebsbremsen des Anhängers in Übereinstimmung mit Federspeichern des Zugwagens angesteuert werden können. Der Feststellbremsmodulator weist ein Zugwagenschutzventil auf, das so ausgebildet ist, dass bei einem Druckabfall des Vorratsdrucks für den Anhänger auch die Steuerdruckleitung gesperrt wird.

[0014] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein elektropneumatisches Steuermodul sowie einen Zugwagen mit einem solchen elektropneumatischen Steuermodul der eingangs genannten Art anzugeben, welches einen vereinfachten Aufbau aufweist, insbesondere leicht nachrüstbar ist und eine „europäische Anhängersteuerung“ erlaubt.

[0015] Die Aufgabe wird bei einem elektropneumatischen Steuermodul der eingangs genannten Art gelöst durch eine Parkbrems-Ventileinheit mit einem pneumatisch gesteuerten Schaltventil, welches einen pneumatischen Steuer Eingang zum Aufnehmen eines pneumatischen Steuerdrucks aufweist, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil bei Verbinden des Federspeicher-Anschlusses mit der Drucksenke so geschaltet wird, dass ein Bremsdruck

an dem Anhängerbremsdruckanschluss aussteuerbar ist.

[0016] Durch Einsatz des pneumatisch gesteuerten Schaltventils wird einerseits ein einfacher Aufbau erreicht, der es ermöglicht, auf ein inverses Relaisventil zu verzichten, andererseits wird die Aussteuerung eines Bremsdrucks an dem Anhängerbremsdruckanschluss in dem Fall erreicht, wenn die Federspeicher entlüftet sind. Es ist mit dieser Lösung also möglich, einerseits auf das inverse Relaisventil zu verzichten und andererseits eine sichere Anhängerbremsung gemäß der „europäischen Anhängersteuerung“ zu erreichen. Hierzu ist auch kein weiteres elektropneumatisches Ventil erforderlich, wie dies im Stand der Technik teilweise genutzt wurde. Ein pneumatisch gesteuertes Schaltventil hat den Vorteil, dass es auch stromlos aufgrund des pneumatischen Drucks alleine geschaltet werden kann. Das pneumatisch gesteuerte Schaltventil gemäß der Erfindung weist eine erste und eine zweite Schaltstellung auf, wobei es in der zweiten Schaltstellung so geschaltet ist, dass ein Bremsdruck am Anhängerbremsdruckanschluss angesteuert wird und in der zweiten Schaltstellung kein Bremsdruck an dem Anhängerbremsdruckanschluss angesteuert wird. Das pneumatisch gesteuerte Schaltventil ist vorzugsweise stromlos, insbesondere federbelastet in die erste Schaltstellung vorgespannt. Dies bedeutet, dass nur bei einem entsprechenden pneumatischen Druck am Steuereingang kein Bremsdruck an dem Anhängerbremsdruckanschluss angesteuert wird.

[0017] Dementsprechend ist der pneumatische Steuerdruck in einer ersten Ausführungsform der Druck an dem Federspeicher-Anschluss. Solange also die Federspeicher gelöst sind und die Zylinder der Federspeicher belüftet sind, ist das pneumatisch gesteuerte Schaltventil in der zweiten Schaltstellung, und wenn der Federspeicher-Anschluss mit einer Drucksenke verbunden ist und die Federspeicher entlüftet sind, wird das pneumatisch gesteuerte Schaltventil aufgrund der Federbelastung in die zweite Schaltstellung verbracht.

[0018] Alternativ ist es in einer weiteren Ausführungsform möglich, dass der pneumatische Steuerdruck ein Feststellbrems-Steuerdruck in einer vorgeschalteten Vorsteuereinheit der Feststellbremseinheit ist. Es kann also ebenso ein dem Druck an dem Federspeicher-Anschluss entsprechender bzw. äquivalenter Druck verwendet werden, wie insbesondere ein Steuerdruck für die Feststellbremsen. Zum Beispiel ist es möglich, den Steuerdruck an einem Relaisventil der Feststellbremseinheit (EPH) zu verwenden. Es ist also möglich, sowohl den Arbeitsdruck, der tatsächlich an dem Federspeicher anliegt, als Steuerdruck für das pneumatisch gesteuerte Schaltventil zu verwenden, als auch einen den Arbeitsdruck der Federspeicher aussteuernden Steuerdruck.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das elektropneumatische Steuermodul einen Redundanzdruckanschluss mit einer ersten Redundanzdruckleitung zum Anschluss eines Bremswertgebers oder des Brems- oder Steuerdrucks einer der anderen Fahrzeugachsen, über den z.B. durch Betätigung eines Bremspedals ein pneumatischer Bremsdruck am Anhängerbremsdruckanschluss aussteuerbar ist. Der Bremswertgeber kann rein pneumatisch, elektropneumatisch oder auf sonstige Weise ausgebildet sein. Der Redundanzdruckanschluss dient dazu, eine Fahrzeug-Soll-Verzögerung eines Fahrzeugführers zu empfangen, die dieser mittels des Bremswertgebers manuell einsteuert. Der Fahrzeugführer kann so in einem Fehlerfall, z.B. bei Ausfall der Versorgungsspannung rein pneumatisch einen Bremsdruck aussteuern. Alternativ wird an dem Redundanzanschluss ein Brems- oder Steuerdruck einer anderen Fahrzeugachse, z.B. der Vorderachse, ausgesteuert. Hierdurch kann dann im Fehlerfall der Anhängerwagen in Übereinstimmung mit der anderen Achse gebremst werden.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das pneumatisch gesteuerte Schaltventil mit einem Auslass mit einer zweiten Redundanzdruckleitung verbunden ist, mit welcher auch die erste Redundanzdruckleitung verbindbar ist, sodass bei Schalten des pneumatisch gesteuerten Schaltventils ein Druck in die zweite Redundanzdruckleitung aussteuerbar ist. Vorzugsweise ist folglich durch Schalten des pneumatisch gesteuerten Schaltventils ein pneumatischer Bremsdruck am Anhängerbremsdruckanschluss aussteuerbar. In der Redundanzdruckleitung ist vorzugsweise ein Redundanzventil angeordnet, welches beispielsweise als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein kann. Das Redundanzventil wird dazu verwendet den Redundanzdruck im üblichen Fahrbetrieb auszusperren. Durch die Verknüpfung des pneumatisch gesteuerten Schaltventils mit einem Auslass mit einer zweiten Redundanzdruckleitung, kann das Redundanzventil dazu eingesetzt werden den von dem pneumatisch gesteuerten Schaltventil ausgesteuerten Druck auszusperren und so eine „Anhängerkontrollstellung“ auszuführen, wie dies weiter unten noch genauer beschrieben werden wird. Weiterhin wird hierdurch die Bauweise und das Layout weiter vereinfacht, da nur eine Leitung, nämlich die zweite Redundanzdruckleitung, verwendet wird, um sowohl den Redundanzdruck als auch den Druck aus dem pneumatisch gesteuerten Schaltventil (Parkbremsdruck) auszusteuern. Es hat sich gezeigt, dass dies möglich ist, da der Redundanzdruck nur dann ausgesteuert wird, wenn das Fahrzeug im Betrieb ist, der Parkbremsdruck aber nur dann, wenn das Fahrzeug geparkt wird. Hierdurch werden Bauteile eingespart, und der Aufbau kann kompakter gestaltet werden.

[0021] Weiterhin ist bevorzugt, dass das pneumatisch gesteuerte Schaltventil als 3/2-Wegeventil mit einem ersten, einem zweiten und einem dritten Anschluss ausgebildet ist. Der dritte Anschluss ist vorzugsweise wie oben beschrieben mit der zweiten Redundanzdruckleitung verbunden und als Auslass ausgebildet.

[0022] In einer bevorzugten Variante ist der erste Anschluss des 3/2-Wegeventils mit dem Redundanzdruckanschluss und der zweite Anschluss des 3/2-Wegeventils mit dem Vorratseingang verbunden. Das 3/2-Wegeventil schaltet also in dieser Variante zwischen dem Redundanzdruckanschluss und dem Vorratseingang abhängig von dem pneumatischen Steuerdruck am Steuereingang hin und her und steuert diesen Druck in die zweite Redundanzdruckleitung aus. Der erste Anschluss des 3/2-Wegeventils ist vorzugsweise über die erste Redundanzdruckleitung mit dem Redundanzdruckanschluss verbunden. Werden folglich die Federspeicher entlüftet, schaltet das 3/2-Wegeventil aufgrund des sinkenden Steuerdrucks an dem Steuereingang auf die erste Schaltstellung, sodass der Vorratseingang mit der zweiten Redundanzdruckleitung verbunden ist. Im Fall der Entlüftung der Federspeicher ist somit das Aussteuern eines manuell eingegebenen Redundanzdrucks nicht möglich; der Redundanzdruckanschluss ist mit dem ersten Anschluss des 3/2-Wegeventils verbunden, der in diesem Schaltzustand gesperrt ist.

[0023] In einer zweiten Variante ist der erste Anschluss des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils mit einer Drucksenke verbunden. In dieser Variante schaltet das 3/2-Wegeventil zwischen dem Vorratseingang und der Drucksenke hin und her, sodass die zweite Redundanzdruckleitung, die mit dem dritten Anschluss des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils verbunden ist, bei entsprechender Schaltstellung des 3/2-Wegeventils entlüftbar ist. Der Redundanzanschluss kann in dieser Variante über ein zweites Ventil, beispielsweise ein 2/2-Wegeventil, mit der zweiten Redundanzdruckleitung verbunden sein.

[0024] Besonders bevorzugt ist, dass der dritte Anschluss des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils mit einem ersten Eingang eines Wechselventils verbunden ist, ein zweiter Eingang des Wechselventils mit dem Redundanzdruckanschluss verbunden ist und ein Ausgang des Wechselventils mit der zweiten Redundanzdruckleitung verbunden ist. Das Wechselventil ist vorzugsweise als sogenanntes Select-High-Ventil ausgebildet mit einem doppelwirkenden Rückschlagventil. Dies bedeutet, an dem Auslass wird stets der höhere Druck, der an dem ersten und zweiten Eingang anliegt, ausgesteuert. In dieser Variante ist es möglich, trotz eingelegter oder teilweise eingelegter Parkbremse, wenn diese beispielsweise als Hilfsbremse verwendet wird, einen Redundanzdruck manuell auszusteuern und den Druck, der durch das

pneumatisch gesteuerte 3/2-Wegeventil angesteuert wird, über das Wechselventil zu übersteuern. Hierdurch ist es möglich, auf ein weiteres 2/2-Wegeventil oder ein anderes Layout zu verzichten. Ein Wechselventil ist ein relativ kleines Bauteil, welches vorzugsweise mit dem 3/2-Wegeventil integriert ist.

[0025] In einer bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass zwischen einem Auslass des pneumatisch gesteuerten Schaltventils und dem Anhängerbremsdruckanschluss ein elektronisches Schaltventil angeordnet ist, sodass bei Verbinden des Federspeicher-Anschlusses mit der Drucksenke ein Aussteuern eines Bremsdrucks an dem Anhängerbremsdruckanschluss unterbunden werden kann. Das elektronische Schaltventil ist vorzugsweise als 3/2-Wegeventil oder 2/2-Wegeventil ausgebildet. Es ist vorzugsweise in einer stromlosen Stellung offen. Durch das elektronische Schaltventil lässt sich der Auslass des pneumatisch gesteuerten Schaltventils sperren. Ist der Auslass gesperrt, wird kein Bremsdruck an dem Anhängerbremsdruckanschluss angesteuert. Der Auslass des pneumatisch gesteuerten Schaltventils ist vorzugsweise der dritte Anschluss des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils, wenn das pneumatisch gesteuerte Schaltventil als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist.

[0026] Die vorstehende Variante ist besonders dann bevorzugt, wenn die Ausführung einer sogenannten „Anhängerkontrollstellung“ gewünscht ist. Eine Anhängerkontrollstellung dient dazu zu prüfen, ob der Fahrzeugzug auch ohne eingelegte Betriebsbremsen in dem Anhängerwagen allein durch die Federspeicher im Zugwagen steht. Ist beispielsweise der Fahrzeugzug an einer Stelle mit leichtem Gefälle abgestellt, soll der Fahrer eine Anhängerkontrollstellung einlegen können, um dies zu prüfen. Dies dient der Sicherheit, falls aufgrund einer Leckage die Bremskraft der Betriebsbremsen über die Zeit nachlässt, wenn der Fahrzeugzug über längere Zeit abgestellt ist. Zur Einlegung der „Anhängerkontrollstellung“ betätigt der Fahrer vorzugsweise einen entsprechenden Schalter, der über die Steuereinheit (ECU) veranlasst, dass das elektronische Schaltventil geschaltet wird und den Auslass des pneumatisch gesteuerten Schaltventils sperrt. Nach einer vorbestimmten Zeit, bei Ausschalten der Zündung und/oder durch ein entsprechendes Betätigen des beschriebenen Schalters wird das elektronische Schaltventil wieder freigegeben und in die offene Stellung geschaltet, vorzugsweise stromlos, sodass dann an dem Anhängerbremsdruckanschluss ein Bremsdruck angesteuert wird, der zum Einlegen der Betriebsbremsen des Anhängers verwendet werden kann.

[0027] Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass die Anhängersteuereinheit ein Relaisventil aufweist, welches einen mit dem Vorratseingang verbundenen Eingang, einen mit dem Anhängerbrems-

druckanschluss verbundenen Ausgang, einen Entlüftungsausgang, über den der Ausgang mit einer Drucksenke verbindbar ist, und einen Steuereingang aufweist, der in eine gemeinsame Steuerkammer mündet, wobei der Steuereingang über die Anhängersteuer-Ventileinheit mit dem Vorratseingang und/oder einer Drucksenke verbindbar ist, um einen Bremsdruck am Anhängerbremsdruckanschluss auszusteuern, wobei in die gemeinsame Steuerkammer sowohl ein Betriebsbrems-Steuerdruck, als auch ein Redundanzdruck aussteuerbar sind. Die Anhängersteuer-Ventileinheit weist dazu vorzugsweise ein Einlassventil und ein Auslassventil auf, wobei der Steuereingang mittels des Einlassventils mit dem Vorratseingang verbindbar ist und mittels des Auslassventils mit der Drucksenke verbindbar ist. Einlass- und Auslassventil können jeweils als 2/2-Wegeventil ausgebildet sein, oder sie sind gemeinsam als 3/2-Wegeventil integriert. Durch diesen Aufbau wird ein besonders einfaches Relaisventil verwendet, welches nur eine einzige Steuerkammer aufweist. Es kann vorgesehen sein, dass mehrere Eingänge in diese Steuerkammer münden. Bevorzugt ist aber nur ein einziger Steuereingang vorgesehen.

[0028] Vorzugsweise weist das Relaisventil nur eine einzige Steuerkammer auf. Vorzugsweise ist die gemeinsame Steuerkammer des Relaisventils durch einen einzigen Steuerkolben begrenzt. Vorzugsweise weist das Relaisventil auch nur einen einzigen Steuerkolben auf. Hierdurch ist die Bauweise weiter vereinfacht, und Kosten werden reduziert.

[0029] In einer bevorzugten Weiterbildung ist die Steuerkammer über ein elektronisch schaltbares Einlassventil mit dem Vorratseingang verbindbar. Vorzugsweise ist die Steuerkammer mit der zweiten Redundanzdruckleitung verbindbar. Hierzu ist es möglich, dass ein weiteres Ventil, beispielsweise ein elektronisch schaltbares 2/2-Wegeventil, vorgesehen ist. Varianten umfassen aber auch ein einfaches T-Stück, einen zweiten Steuereingang, der in dieselbe Steuerkammer mündet, ein 3/2-Wegeventil oder ein Select-High-Ventil.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die elektronische Steuereinheit ECU dazu eingerichtet, (1.) die Feststellbrems-Ventileinheit basierend auf einem ersten elektronischen Hilfsbremssignal zu veranlassen, wenigstens ein Ventil der Feststellbrems-Ventileinheit so zu schalten, dass an dem Federspeicher-Anschluss ein Arbeitsdruck zum temporären und gestuften Entlüften des wenigstens einen Federspeichers angesteuert wird; und (2.) die Anhängersteuer-Ventileinheit basierend auf dem ersten elektronischen Hilfsbremssignal oder einem zweiten Hilfsbremssignal zu veranlassen, wenigstens ein Ventil der Anhängersteuer-Ventileinheit so zu schalten, dass an dem Anhängerbremsdruckanschluss ein Bremsdruck angesteuert wird. Sol-

len die Federspeicher, die primär als Feststellbremsen bzw. Parkbremsen eingesetzt werden, auch zum Hilfsbremsen unter der Fahrt verwendet werden, werden von der elektronischen Steuereinheit basierend auf einem empfangenen oder ermittelten ersten elektronischen Hilfsbremssignal ein oder mehrere Ventile der Feststellbrems-Ventileinheit so geschaltet, dass die Federspeicher entsprechend teilweise entlüftet werden. Um in diesem Fall auch die Betriebsbremsen des Anhängerwagens zu betätigen, ist die elektronische Steuereinheit vorzugsweise ebenfalls dazu eingerichtet, basierend auf dem ersten elektronischen Hilfsbremssignal oder einem zweiten Hilfsbremssignal, falls ein zweites Hilfsbremssignal, das für Anhängerwagen vorgesehen ist, empfangen oder ermittelt wird, zu veranlassen, wenigstens ein Ventil der Anhängersteuer-Ventileinheit so zu schalten, dass an dem Anhängerbremsdruckanschluss ein Bremsdruck ausgesteuert wird. Der an dem Anhängerbremsdruckanschluss ausgesteuerte Bremsdruck ist vorzugsweise äquivalent zu der Entlüftung der Federspeicher, sodass der Zugwagen und der Anhängerwagen übereinstimmend gebremst werden. In dieser Variante ist eine Hilfsbremsfunktionalität implementiert, wodurch der Fahrzeugzug sicherer ist.

[0031] Das erste elektronische Hilfsbremssignal und vorzugsweise das zweite elektronische Hilfsbremssignal, für den Fall, dass es ein zweites elektronisches Hilfsbremssignal gibt, wird vorzugsweise entweder von einem Bedienelement (etwa. Handbremschalter), von einer Zentraleinheit oder einer übergeordneten Steuereinheit (etwa einer Steuereinheit für autonomes Fahren) bereitgestellt. Beispielsweise wird dieses erste elektronische Hilfsbremssignal über einen CAN-Bus oder LIN-Bus übermittelt.

[0032] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die elektronische Steuereinheit, die Anhängersteuereinheit und die Feststellbremseinheit in einem Modul integriert. Als in einem Modul integriert in diesem Sinne wird auch verstanden, wenn die einzelnen Komponenten, also die elektronische Steuereinheit, die Anhängersteuereinheit und/oder die Feststellbremseinheit als Sub-Module ausgebildet sind, die aneinander angeflanscht sind. Vorzugsweise sind diese Komponenten, nämlich mindestens die elektronische Steuereinheit, die Anhängersteuereinheit und die Feststellbremseinheit, in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Hierdurch wird insbesondere die Montage und auch der nachträgliche Einbau des elektropneumatischen Steuermoduls gemäß der Erfindung wesentlich vereinfacht. Die Steuereinheit dient dazu, sowohl die Anhängersteuereinheit als auch die Feststellbremseinheit zu steuern und ist lokal mit diesen in einem Gehäuse integriert. Hierzu ist es dann nur erforderlich, anstelle von separaten analogen Vorsteuerleitungen, die direkt von dem Zentralmodul zu der Anhängersteuer-Ventileinheit führen, einen elektrischen Anschluss, beispielsweise einen

CAN-Bus-Anschluss, an dem Gehäuse vorzusehen, sowie die entsprechenden pneumatischen Anschlüsse. Hierdurch ist auch die Fehleranfälligkeit wesentlich verringert, da externe Schnittstellen verringert sind.

[0033] Ein inverses Relaisventil ist in dem elektropneumatischen Steuermodul vorzugsweise nicht vorgesehen, sondern ein „normales“ Relaisventil. Anstelle des Inversteils des Relaisventils ist das pneumatisch gesteuerte Schaltventil vorgesehen. Durch den Entfall des inversen Relaisventils wird der Bauraum des elektropneumatischen Steuermoduls insgesamt verringert, und auch die Komplexität des Relaisventils nimmt ab, wodurch Kosten reduziert werden und auch die Fehleranfälligkeit geringer ist. Darüberhinaus kann ein weiteres elektropneumatisches Ventil in der Feststellbremseinheit (EPH) entfallen, das im Stand der Technik für die „Anhängerkontrollstellung“ verwendet wurde.

[0034] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das elektropneumatische Steuermodul einen Anschluss zum Empfang eines redundanten elektronischen Betriebs-Bremssignals auf, wobei das elektropneumatische Steuermodul dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit des empfangenen redundanten elektronischen Betriebs-Bremssignals wenigstens ein Ventil der Anhängersteuer-Ventileinheit so zu schalten, dass ein entsprechender Bremsdruck an dem Anhängerbremsdruckanschluss ausgesteuert wird. Das redundante elektronische Bremssignal wird beispielsweise von einem manuell betätigten Bremswertgeber bereitgestellt. Im üblichen Betrieb wird ein elektronisches Bremssignal von einem weiteren Steuergerät, zum Beispiel einem Zentralmodul, bereitgestellt. Für den Fall, dass dieses weitere Steuergerät ausfällt, ist das elektropneumatische Steuermodul gemäß dieser Ausführungsform dazu eingerichtet, ein redundantes elektronisches Bremssignal zu empfangen und dieses zu verwenden. Der Bremswertgeber kann beispielsweise als Bremspedal ausgebildet sein, das elektromechanisch arbeitet und bei dem ein Weggeber aufgrund des Pedalwegs ein entsprechendes elektrisches Signal bereitstellt.

[0035] Hierbei ist vorzugsweise vorgesehen, dass das elektropneumatische Steuermodul einen redundanten Drucksensor aufweist, der an der ersten Redundanzdruckleitung oder dem Redundanzdruckanschluss angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, den pneumatischen Redundanzdruck an dem Redundanzdruckanschluss oder in der ersten Redundanzdruckleitung zu erfassen und ein entsprechendes Redundanzdrucksignal als das redundante elektronische Betriebs-Bremssignal an der Steuereinheit bereitzustellen. Das von dem redundanten Drucksensor bereitgestellte Redundanzdrucksignal repräsentiert einen Fahrerwunsch, da der Drucksensor den manuell mittels des Bremswertgebers ausgesteuert

ten Redundanzdruck direkt oder indirekt erfasst. Die Steuereinheit ist vorzugsweise dazu eingerichtet das redundante elektronische Betriebs-Bremssignal, das sie vom Drucksensor empfängt, mit einem Betriebs-Bremssignal zu vergleichen, das die von dem Zentralmodul oder einer weiteren Steuereinheit empfängt. Für den Fall, dass das redundante elektronische Betriebs-Bremssignal eine höhere Verzögerungsanforderung repräsentiert als das von dem Zentralmodul empfangene Betriebs-Bremssignal, veranlasst die Steuereinheit das Schalten wenigstens eines Ventils der Anhängersteuer-Ventileinheit, um basierend auf dem Redundanzdruck die Aussteuerung eines Bremsdrucks am Anhängerbremsdruckanschluss zu ermöglichen. Mit anderen Worten, für den Fall, dass der Fahrer eine stärkere Verzögerung fordert als das Zentralmodul bzw. der weiteren Steuereinheit, wird das Zentralmodul bzw. die weitere Steuereinheit ausgesperrt und der Fahrer übernimmt manuell.

[0036] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die eingangs genannte Aufgabe durch einen Zugwagen gelöst, der ein elektropneumatisches Steuermodul nach einer der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen eines elektropneumatischen Steuermoduls gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung aufweist. Bezüglich der Ausgestaltungen der Ausführungsbeispiele sowie deren Vorteile wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung Bezug genommen.

[0037] Nachstehend wird die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Gesamtlayout eines Bremssystems für einen Fahrzeugzug mit einem erfindungsgemäßen elektropneumatischen Steuermodul;

Fig. 2 eine schematische Darstellung gemäß dem Stand der Technik mit einer Anhängersteuerereinheit und einer Feststellbremseinheit;

Fig. 3 ein erstes Ausführungsbeispiel eines elektropneumatischen Steuermoduls gemäß der Erfindung;

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines elektropneumatischen Steuermoduls gemäß der Erfindung;

Fig. 5 ein drittes, detaillierter dargestelltes, Ausführungsbeispiel eines elektropneumatischen Steuermoduls gemäß der Erfindung;

Fig. 6 ein viertes, detaillierter dargestelltes, Ausführungsbeispiel eines elektropneumatischen Steuermoduls gemäß der Erfindung;

Fig. 7 eine Darstellung eines Relaisventils; und

Fig. 8 ein schematisches Gesamtlayout eines Bremssystems für einen Fahrzeugzug mit einem erfindungsgemäßen elektropneumatischen Steuermodul gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

[0038] **Fig. 1** illustriert zunächst den Gesamtaufbau anhand eines Fahrzeugzugs **500**, der einen Zugwagen **502** und einen Anhängerwagen **504** umfasst. Der Anhängerwagen **504** ist hier nur schematisch gezeigt, nämlich nur eine Achse **506** des Anhängerwagens **504**. Der Anhängerwagen **504** weist ein nur schematisch dargestelltes Anhänger-Betriebsbremssystem **508** auf, das über entsprechende Anschlüsse **511**, **512** und pneumatische Leitungen **513**, **514** mit entsprechenden Anschlüssen **515**, **516** an dem Zugwagen **502** verbindbar ist. Über den Anschluss **515** ist der Anhängerwagen **504** mit einem Vorrat **525** verbindbar, und über den Anschluss **516** wird ein Bremsdruck weitergegeben. Das Anhänger-Betriebsbremssystem **508** weist schematisch dargestellte Betriebsbremsen **510a**, **510b** auf.

[0039] Der Zugwagen **502** weist ein Bremssystem **520** auf, welches einen ersten Vorrat **521** für einen Hinterachsbremskreislauf **522**, einen zweiten Vorrat **523** für einen Vorderachsbremskreislauf **524** und einen dritten Vorrat **525** für einen Anhängerbremskreislauf **533** und einen Feststellbremskreislauf beinhaltet.

[0040] Als zentrale und übergeordnete Steuereinheit ist ein Zentralmodul **527** vorgesehen, welches rein elektrisch arbeitet. Es ist mit einem elektropneumatischen Bremswertgeber **528** verbunden und steuert das Betriebsbremsen während der Fahrt. Dazu ist das Zentralmodul **527** mit einem Vorderachsmulator **529**, der die Bremskraft in zwei vorderen Betriebsbremsen **530a**, **530b** steuert, und einem Hinterachsmulator **531** verbunden, der die Bremskraft in zwei Betriebsbremsen **532a**, **532b** der Hinterachse steuert. Die Betriebsbremsen **532a**, **532b** sind hier als sogenannte Tristop-Bremsen ausgebildet und umfassen sowohl übliche pneumatische Bremszylinder als Betriebsbremsen als auch integrierte Federspeicher-Feststellbremsen, wie sie im Folgenden weiter unten genauer beschrieben werden.

[0041] Das Bremssystem **520** umfasst in diesem Ausführungsbeispiel auch ein elektropneumatisches Steuermodul **1** gemäß der Erfindung. Zur Ansteuerung einer Feststellbremse in den Betriebsbremsen **532a**, **532b** weist das Bremssystem **520** ferner einen elektrischen Handbremsschalter **534** auf. In Ausführungsbeispielen, die noch genauer erläutert werden, ist der elektrische Handbremsschalter **534** elektrisch mit dem elektropneumatischen Steuermodul **1** gekoppelt (wie in **Fig. 1** gezeigt).

[0042] Die weiteren in **Fig. 1** gezeigten Elemente sind in diesem Ausführungsbeispiel rein illustrati-

ver Natur und umfassen beispielsweise ABS-Module **535a**, **535b**, eine Steuereinheit **536** für autonomes Fahren, eine Energiequelle **537** für elektrische Energie, eine SAE-Einheit **538**, Lenkwinkel-Sensoren **539** sowie Sensoren 540a, 540b, 540c, 540d für die Bremsbelagverschleißsensierung und Sensoren 541a, 541b, 541c, 541d für die Drehzahl der entsprechenden Räder **507a**, **507b**, **507c**, **507d**.

[0043] Wie in **Fig. 1** zu sehen ist, ist das elektropneumatische Steuermodul **1** über eine Signalleitung 550 mit dem elektrischen Handbremschalter (HCU) **534** verbunden, über eine Redundanzdruckzufuhrleitung 552 mit dem Bremswertgeber **528**, über einen ersten direkten CAN-Bus **554** mit dem Zentralmodul **527**, über einen zweiten indirekten CAN-Bus **556** mit der SAE-Einheit **538** also dem Fahrzeugbus (und über diesen wiederum mit dem Zentralmodul **527**), über eine Spannungsversorgung 557 mit der Energiequelle **537**, über eine Spannungsversorgung 558 mit dem Handbremschalter **534**, und über pneumatische Leitungen 560a, 560b mit den Federspeichern der (Tristop)-Betriebsbremsen **532a**, **532b** verbunden. Zum Steuern des Anhängerwagens **504** ist das elektropneumatische Steuermodul **1** über einen Anhängerversorgungsdruckanschluss 21 mit dem Anschluss **515** verbunden, der auch als „roter Kupplungskopf“ bezeichnet wird und über einen Anhängerbremsdruckanschluss **22** mit dem Anschluss **516**, der auch als „gelber Kupplungskopf“ bezeichnet wird. Die Anschlüsse und deren Funktion in Bezug auf das elektropneumatische Steuermodul **1** werden im Folgenden näher erläutert werden.

[0044] In **Fig. 2** ist nun zunächst ein detaillierteres Layout gemäß dem Stand der Technik einer Kombination von einer Anhängersteuereinheit **TCV** und einer Feststellbremseinheit **EPH**, die voneinander getrennt sind, dargestellt. Die Übersicht in **Fig. 2** zeigt zudem einen elektropneumatischen Bremswertgeber BST mit einem Fußpedal **600**, einem elektrischen Weggeber **602**, der über eine elektrische Leitung **604** mit einem nicht gezeigten Zentralmodul **527** (vgl. **Fig. 1**) verbunden ist und einen pneumatischen Ausgang **605** aufweist, der mit einer Redundanzdruckzufuhrleitung 552 verbunden ist. Über eine weitere pneumatische Leitung **606** ist der Bremswertgeber BST mit dem ersten und/oder zweiten Vorrat 521, 523 verbunden. In der pneumatischen Leitung **606** liegt daher ein Vorratsdruck an. Durch Betätigung des Fußpedals **600** wird in der Leitung **552** ein pneumatischer Bremsdruck, nämlich der Redundanzdruck P_R , ausgesteuert. Der Redundanzdruck P_R ist proportional zu der manuell vorgegebenen Sollverzögerung.

[0045] Die Feststellbremseinheit **EPH** weist ein separates Gehäuse **607** auf, der eine Steuereinheit **608** und eine Feststellbremsventileinheit **609** aufweist. Über einen Vorratseingang **610** ist die Feststellbremseinheit **EPH** über eine Vorratsleitung **611** ebenfalls

mit dem Vorrat **525** verbunden. In der Vorratsleitung **611** liegt wiederum der Vorratsdruck P_V an. Die elektronische Steuereinheit **608** der Feststellbremseinheit **EPH** ist in der gezeigten Ausführungsform über einen elektrischen Anschluss **612** und eine Signalleitung **613** ebenfalls mit dem in der **Fig. 2** nicht gezeigten Zentralmodul **527** (vgl. **Fig. 1**) verbunden, auch wenn andere Verbindungen zusätzlich oder alternativ vorgesehen sein können. Die Steuereinheit **608** ist dazu eingerichtet, die Feststellbremsventileinheit **609** zu steuern. Die Feststellbremsventileinheit **609** weist in diesem zum Stand der Technik gehörenden Ausführungsbeispiel ein bistabiles Ventil **614**, ein 2/2-Wegeventil **616** und ein 3/2-Wegeventil **618** auf. Das bistabile Ventil **614** weist einen ersten Anschluss **615a**, einen zweiten Anschluss **615b** und einen dritten Anschluss **615c** auf. Der erste Anschluss **615a** ist über eine pneumatische Leitung **620** mit dem Vorratsseingang **610** verbunden. Der dritte Anschluss **615c** ist mit einer Drucksenke **3** verbunden. Der zweite Anschluss **615b** ist über eine pneumatische Leitung **621** mit einem ersten Anschluss **617a** des 2/2-Wegeventils **616** verbunden. Das 2/2-Wegeventil **616** ist federbelastet in eine erste offene Schaltposition vorgespannt, sodass es stromlos in der ersten in **Fig. 2** gezeigten Schaltposition ist. In der zweiten Schaltposition, die in **Fig. 2** nicht gezeigt ist, ist das 2/2-Wegeventil **616** gesperrt. An den zweiten Anschluss **617b** des 2/2-Wegeventils ist eine pneumatische Leitung **622** angeschlossen.

[0046] Die Feststellbremseinheit **EPH** weist ferner ein Relaisventil **636** auf, welches mit seinem Steuereingang **637a** mit der pneumatischen Leitung **622** verbunden ist. Mit einem Vorratsanschluss **637b** ist das Relaisventil **636** über eine pneumatische Leitung **638** mit dem Vorratseingang **610** verbunden, sodass in der pneumatischen Leitung **638** der Vorratsdruck P_V anliegt. Ein Arbeitsausgang **637c** des Relaisventils **636** ist mit einer Federspeicherleitung **640** verbunden, die zu einem Federspeicher-Anschluss **641** führt, an den ein Federspeicher **642** angeschlossen ist. Es soll verstanden werden, dass in der Praxis mehr als ein Federspeicher **642** angeschlossen werden kann, insbesondere zwei, wie in **Fig. 1** in Bezug auf die Tristop-Bremsen **532a**, **532b** beschrieben. Allgemein können jedoch auch weitere Fahrzeugachsen über Tristop-Bremsen verfügen die ebenfalls über den Federspeicher-Anschluss **641** angesteuert würden.

[0047] Im normalen Fahrbetrieb ist der Zylinder **642a** des Federspeichers **642** belüftet, und das Bistabilventil **614**, und das 2/2-Wegeventil **616** sind in den in **Fig. 2** gezeigten Schaltstellungen. An dem Anschluss **615a** liegt der Druck P_V an, welcher über die Leitung **621**, das 2/2-Wegeventil **616** und die Leitung **622** als Steuerdruck P_1 an dem Steuereingang **637a** des Relaisventils **636** anliegt. Das Relaisventil **636** steuert dann an dem Arbeitsausgang **637c** einen entspre-

chenden Federspeicher-Arbeitsdruck P_F aus, der dazu dient, den Zylinder **642a** zu belüften, sodass die Federspeicher **642** gelöst sind. Zum Hilfsbremsen ist es nun möglich, das Bistabilventil **614** in die zweite, in **Fig. 2** nicht gezeigte Schaltstellung zu schalten und mittels des 2/2-Wegeventils **616** die Federspeicher **642** gestuft zu entlüften. Hierdurch ist es möglich, eine vorbestimmte Sollverzögerung, die von einem Zentralmodul **527** über die Leitung **613** der Steuereinheit **608** oder über den Handbremschalter **534** bereitgestellt wird, auszusteuern.

[0048] Um auch an einem Anhängerwagen **504** eine entsprechende Verzögerung zu erreichen, ist die Feststellbremseinheit **EPH** mit der Anhängersteuereinheit **TCV** gekoppelt.

[0049] Die Anhängersteuereinheit **TCV** weist ein Gehäuse **650**, eine Einlass-Auslass-Ventileinheit **651**, ein inverses Relaisventil **652** und ein Anhängerabrissventil **654** auf. An dem Gehäuse **650** ist ein Anschluss **655** für eine pneumatische Versorgungsleitung **656** vorgesehen, in der der Vorratsdruck P_V anliegt. Über einen elektronischen Anschluss **657** und eine Signalleitung **658** ist die Anhängersteuereinheit **TCV** mit dem Zentralmodul **527** (in **Fig. 2** nicht gezeigt, s. **Fig. 1**) verbunden und empfängt Steuersignale für die Einlass-Auslass-Ventileinheit **651**. Die Einlass-Auslass-Ventileinheit **651** wird direkt von dem Zentralmodul **527** gesteuert. Die Einlass-Auslass-Ventileinheit **651** weist ein Einlassventil **660**, ein Auslassventil **662** und ein Redundanzventil **664** auf. Das Redundanzventil **664** ist mit einem ersten Anschluss **665a** mit der Redundanzdruckzufuhrleitung **552** verbunden, und an dem Anschluss **665a** liegt der Redundanzdruck P_R an. Das Einlassventil **660** ist mit einem ersten Anschluss **661a** mit dem Anschluss **655** und mit einem zweiten Anschluss **661b** mit einer ersten Steuerkammer **670** des inversen Relaisventils **652** verbunden. Zwischen den Anschluss **661b** und die Steuerkammer **670** ist das Anhängerabrissventil **654** geschaltet, welches nachfolgend aber nicht im Detail beschrieben wird. Es dient dazu, auch beim Abriss der pneumatischen Leitung **514** zum Anhänger ein sicheres Bremsen zu ermöglichen.

[0050] Weiterhin weist die Anhängersteuereinheit **TCV** einen Anhängerbremsdruckanschluss **671** und einen Anhängerversorgungsdruckanschluss **672** auf. Der Anhängerversorgungsdruckanschluss **672** ist mit dem Anschluss **516** (vgl. **Fig. 1**) verbunden, während der Anhängerbremsdruckanschluss **671** mit dem Anschluss **515** verbunden ist (vgl. **Fig. 1**). Über entsprechende Schaltung des Einlassventils **660**, des Auslassventils **662** und gegebenenfalls des Redundanzventils **664** kann dann ein gewünschter Bremsdruck P_{BA} für den Anhängerwagen an dem Anschluss **671** ausgesteuert werden.

[0051] Um nun auch die Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens **504** als Feststellbremse zu verwenden, für den Fall, dass mittels der Feststellbremseinheit **EPH** die Federspeicher **642** entlüftet werden, ist gemäß dem Stand der Technik eine Parkbremsdruckleitung **674** vorgesehen, die von einem Anschluss **675** an der Anhängersteuereinheit **TCV** zu einem Anschluss **676** an der Feststellbremseinheit **EPH** läuft. Der Anschluss **676** ist über eine pneumatische Leitung **677** mit einem ersten Anschluss **619a** des 3/2-Wegeventils **618** verbunden. Ein zweiter Anschluss **619b** des 3/2-Wegeventils **618** ist über eine pneumatische Vorratsleitung **678** mit dem Vorratsengang **610** verbunden, sodass in dieser der Vorratsdruck P_V anliegt. Der dritte Anschluss **619c** des 3/2-Wegeventils **618** ist über eine Abzweigleitung **679** mit der Federspeicherleitung **640** verbunden, sodass bei der in **Fig. 2** gezeigten Schaltstellung des 3/2-Wegeventils **618** an dem Anschluss **675** der Druck des Federspeicheranschlusses **641** ausgesteuert wird.

[0052] Da allerdings die Federspeicher **642** invers wirken (das heißt im belüfteten Zustand nicht bremsen und im entlüfteten Zustand bremsen), muss die Funktionalität über das Relaisventil **652** invers ausgebildet sein. Das heißt, bei einem ausgesteuerten Druck am Anschluss **675** soll kein Bremsdruck P_{BA} an dem Anschluss **671** ausgesteuert werden; bei entlüftetem Anschluss **675** soll allerdings ein Bremsdruck P_{BA} an dem Anschluss **671** ausgesteuert werden. Hierzu weist der inverse Relaiskolben **681** eine zweite Steuerkammer **680** auf, die mit dem Anschluss **675** in Verbindung steht. Die zweite Steuerkammer **680** wird begrenzt durch den inversen Relaiskolben **681**, der gleichzeitig eine dritte Steuerkammer **682** bilden, an der der Vorratsdruck P_V anliegt. Durch entsprechende Gestaltung der Steuerflächen des inversen Relaiskolbens **681** wird der inverse Relaiskolben **681** also bei Anliegen eines Drucks an dem Anschluss **675** so bewegt, dass der Relaiskolben **683** frei agieren kann, während der Relaiskolben **683** bei entlüftetem Anschluss **675** durch den inversen Relaiskolben **681** in **Fig. 2** herabgedrückt wird, sodass an dem Anschluss **675** ein Bremsdruck P_{BA} ausgesteuert wird.

[0053] Da diese Gestaltung sehr aufwendig ist, hat sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, eine einfachere Lösung anzugeben, bei der insbesondere eine komplexe Anhängersteuereinheit **TCV** mit einem inversen Relaisventil **652** nicht benötigt wird, insbesondere kein inverser Relaiskolben **681** benötigt wird.

[0054] **Fig. 3** zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des elektropneumatischen Steuermoduls **1** für ein elektronisch steuerbares pneumatisches Bremssystem **520** für einen Fahrzeugzug **500** mit einem Zugwagen **502** und einem Anhängerwagen **504**.

[0055] Das elektropneumatische Steuermodul **1** weist eine Anhängersteuereinheit **TCV** und eine Fest-

stellbremseinheit **EPH** auf. Beide sind in ein gemeinsames Gehäuse 2 integriert.

[0056] Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen zunächst nur schematische Darstellungen, bei denen die Feststellbremseinheit **EPH** und die Anhängersteuereinheit **TCV** nur schematisch dargestellt sind, wohl aber in den **Fig. 3** und **Fig. 4** nicht gezeigte Ventile enthalten.

[0057] In **Fig. 3** sind für das elektropneumatische Steuermodul 1 lediglich die pneumatischen Anschlüsse dargestellt, nämlich der Vorratszugang 11, der über die Vorratszufuhrleitung 526 mit dem dritten Druckluftvorrat 525 verbunden ist, der Redundanzanschluss 42, der über eine Redundanzdruckzufuhrleitung 552 mit einem in **Fig. 3** nicht gezeigten Bremswertgeber 528 verbunden ist, der Federspeicheranschluss 4, an dem ein oder mehrere Federspeicher 6 angeschlossen sind sowie der Anhängererversorgungsdruckanschluss 21 und der Anhängerbremsdruckanschluss 22. Im Inneren des Gehäuses 2 verläuft von dem Vorratszugang 11 eine Vorratsverteilungsleitung 50. Von der Vorratsverteilungsleitung 50 geht ein erster Abschnitt 50a zur Feststellbremseinheit **EPH**, um die Feststellbremseinheit **EPH** mit Vorratsdruck P_V zu versorgen. Die Feststellbremseinheit **EPH** ist dazu vorgesehen, in einer Federspeicherleitung 62 einen Federspeicher-Arbeitsdruck P_F auszusteuern, der zum Belüften des Zylinders 6a des Federspeichers 6 dient.

[0058] Weiterhin verläuft eine dritte Vorratsdruckabzweigleitung 68 zur Anhängersteuereinheit **TCV**, um die Anhängersteuereinheit **TCV** mit Versorgungsdruck P_V zu versorgen. Die Anhängersteuereinheit **TCV** dient dazu, an dem Anhängererversorgungsdruckanschluss 21 einen Vorratsdruck P_V bereitzustellen sowie am Anhängerbremsdruckanschluss einen Bremsdruck P_B auszusteuern, über den Betriebsbremsen 510a, 510b des Anhängerbremssystems 508 eingebremst werden können.

[0059] Das genaue Layout der Anhängersteuereinheit **TCV** und der Feststellbremseinheit **EPH** können in beliebiger Weise ausgestaltet werden, um die genannten Funktionen zu erfüllen. Ein konkretes Ausführungsbeispiel ist nachstehend mit Bezug auf die **Fig. 5** und **Fig. 6** erläutert.

[0060] Die Parkbremsventileinheit 12 dient erfindungsgemäß dazu, basierend auf dem Be-, bzw. Entlüften des Federspeichers 6 einen entsprechenden Bremsdruck P_B am Anhängerbremsdruckanschluss 22 auszusteuern, sodass bei Entlüften der Federspeicher 6 der Bremsdruck P_B ausgesteuert wird, um die Betriebsbremsen 510a, 510b des Anhängerwagens 504 einzubremsen, um den Anhängerwagen 504 in einer Parkstellung zusätzlich zu bremsen.

[0061] Die Parkbremsventileinheit 12 weist ein pneumatisch gesteuertes Schaltventil 13 auf, welches einen pneumatischen Steuereingang 15 zum Aufnehmen eines pneumatischen Steuerdrucks P_2 aufweist, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil 13 bei Verbinden des Federspeicheranschlusses 4 mit einer Drucksenke (in **Fig. 3** nicht gezeigt; siehe **Fig. 5**), also bei Entlüften des Federspeichers 6, so geschaltet wird, dass ein Bremsdruck P_B an dem Anhängerbremsdruckanschluss 22 aussteuerbar ist.

[0062] Der besondere Vorteil liegt hierbei darin, dass kein inverser Relaiskolben verwendet werden muss, sondern das pneumatisch gesteuerte Schaltventil 13 basierend auf dem Steuerdruck P_2 , der insbesondere unabhängig von einer Bestromung des Ventils ist, geschaltet wird. Als Steuerdruck P_2 wird gemäß diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F verwendet, der über eine pneumatische Steuerleitung 83 als Steuerdruck P_2 an dem Steuereingang 15 des pneumatisch gesteuerten Schaltventils 13 anliegt. Die pneumatische Steuerleitung 83 zweigt von der Federspeicherleitung 62 ab.

[0063] Das pneumatisch gesteuerte Schaltventil 13 weist einen ersten und einen zweiten Schaltzustand auf, wobei der erste Schaltzustand in **Fig. 3** gezeigt ist. Der erste Schaltzustand (in **Fig. 3** gezeigt) wird eingenommen, wenn die Federspeicher 6 entlüftet sind, also der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F gering ist, insbesondere dem Umgebungsdruck entspricht. Der zweite, in **Fig. 3** nicht gezeigte Schaltzustand, wird von dem pneumatisch gesteuerten Schaltventil 13 dann eingenommen, wenn der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F hoch ist, also insbesondere bei belüfteten Federspeichern 6. In der konkreten Ausführungsform gemäß **Fig. 3** ist das pneumatisch gesteuerte Schaltventil 13 als 3/2-Wegeventil 14 ausgebildet und weist einen ersten Anschluss 14a, einen zweiten Anschluss 14b und einen dritten Anschluss 14c auf.

[0064] Der erste Anschluss 14a ist mit der ersten Redundanzdruckleitung 16 verbunden. Der zweite Anschluss 14b des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils 14 ist mit einer sechsten Versorgungsdruckabzweigleitung 85 verbunden, die mit der Vorratsverteilungsleitung 50 verbunden ist. Somit liegt am ersten Anschluss 14a der Redundanzdruck P_R an und am zweiten Anschluss 14b der Vorratsdruck P_V .

[0065] Im normalen Fahrbetrieb sind die Federspeicher 6 belüftet und der Steuerdruck P_2 liegt an dem Steuereingang 15 an. Das Schaltventil 13 ist dann in der in **Fig. 3** nicht gezeigten zweiten Schaltstellung und der dritte Anschluss 14c ist in Verbindung mit dem ersten Anschluss 14a, sodass der Redundanzdruck P_R von dem Redundanzdruckanschluss 42 in die zweite Redundanzdruckleitung 17 ausgesteuert wird. Der Redundanzdruck P_R aus der zweiten Red-

undanzdruckleitung 17 wird dann in der Anhängersteuereinheit **TCV** verarbeitet (dies wird später im Detail beschrieben werden).

[0066] Wird nun der Fahrzeugzug **500** abgestellt und in eine Parkstellung verbracht, werden die Federspeicher **6** aufgrund eines Signals, beispielsweise von dem Handbremsschalter 534, entlüftet. Das Schaltventil **13** schaltet aufgrund des wegfallenden Steuerdrucks P_2 in die drucklose, erste Schaltstellung (in **Fig. 3** gezeigt) und in die Redundanzdruckleitung **17** wird der Vorratsdruck P_V ausgesteuert. Aufgrund der Druckaussteuerung des Vorratsdrucks P_V in der zweiten Redundanzdruckleitung 17 wird in der Folge der Bremsdruck P_B an dem Anhängerbremsdruckanschluss 22 ausgesteuert und die Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens **504** eingelegt.

[0067] In diesem Ausführungsbeispiel findet also durch das Schaltventil **13** abhängig von dem Federspeicherarbeitsdruck P_F ein automatisiertes Einlegen der Betriebsbremsen 510a, 510b des Anhängerwagens **504** statt.

[0068] **Fig. 4** zeigt eine Variante zu **Fig. 3**. Gleiche und ähnliche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen und insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung zur **Fig. 3** Bezug genommen. Im Nachfolgenden wird insbesondere auf die Unterschiede zwischen dem ersten Ausführungsbeispiel (**Fig. 3**) und dem zweiten Ausführungsbeispiel (**Fig. 4**) eingegangen.

[0069] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel (**Fig. 3**) ist in dem zweiten Ausführungsbeispiel (**Fig. 4**) der erste Anschluss **14a** des als 3/2-Wegeventils 14 ausgebildeten Schaltventils **13** nicht mit der ersten Redundanzdruckleitung **16** verbunden, sondern mit einer Drucksenke **3**. Der dritte Anschluss **14c** ist in Abweichung zum ersten Ausführungsbeispiel nunmehr mit einem ersten Wechselventileingang 18a eines Wechselventils **18** verbunden. Der zweite Wechselventileingang 18b ist mit der ersten Redundanzdruckleitung **16** verbunden. Der Wechselventilausgang 18c mündet dann in die zweite Redundanzdruckleitung **17**, die wiederum zur Anhängersteuereinheit **TCV** führt. Das heißt, in diesem Ausführungsbeispiel münden wiederum sowohl der Vorratseingang **11** als auch der Redundanzanschluss **42** in die zweite Redundanzdruckleitung **17**, aber über ein Wechselventil **18**. Das Wechselventil **18** ist vorzugsweise als doppelt wirkendes Rückschlagventil **19** ausgebildet und insbesondere als sogenanntes Select-High-Ventil.

[0070] Das Wechselventil **18** lässt also für den Fall, dass das 3/2-Wegeventil 14 in der in **Fig. 4** gezeigten drucklosen Schaltstellung ist, also zum Beispiel im Fall des Parkens und/oder des Hilfsbremsens, eine Übersteuerung durch einen Bremswertgeber zu,

wenn der Redundanzdruck P_R größer ist als der von dem 3/2-Wegeventil 14 ausgesteuerte Druck am Anschluss **14c**.

[0071] Die **Fig. 5** und **Fig. 6** zeigen nun detailliertere Ausführungsbeispiele, in denen insbesondere eine mögliche Realisierung für die einzelnen Ventile der Feststellbremseinheit **EPH** und der Anhängersteuereinheit **TCV** sowie die elektronische Steuereinheit **ECU** mit ihren Anschlüssen gezeigt sind.

[0072] In **Fig. 5** ist dargestellt, dass in das Gehäuse **2** ferner eine elektronische Steuereinheit **ECU** integriert ist, die sowohl die Anhängersteuereinheit **TCV** als auch die Feststellbremseinheit **EPH** steuert. Die elektronische Steuereinheit **ECU** weist einen ersten Bus- bzw. Netzwerkanschluss **561**, einen zweiten Bus- bzw. Netzwerkanschluss 562 und einen Anschluss **591** für den Handbremsschalter **534** auf, der weiter unten im Detail beschrieben werden wird. Der erste Busanschluss 561 ist über die direkte erste CAN-Busleitung **554** direkt mit dem Zentralmodul 527 verbunden. Der zweite Busanschluss **562** ist über die zweite indirekte CAN-Busleitung **556** mit dem Fahrzeugbus **538** verbunden. Über den zweiten Busanschluss **562** kann die Steuereinheit **ECU** also auch Signale von der Steuereinheit **536** für autonomes Fahren empfangen.

[0073] Das Gehäuse **2** weist einen Vorratseingang **11** auf, der über die pneumatische Vorratszufuhrleitung 526 mit dem dritten Vorrat **525** verbindbar ist. Im Inneren des Gehäuses **2** verläuft von dem Vorratseingang **11** die Vorratsverteilung **50**, über die verschiedene Elemente mit Vorratsdruck P_V versorgt werden. Ebenso verläuft im Inneren des Gehäuses **2** eine Entlüftungsverteilung **51**, die zu einer Drucksenke **3** führt und über die verschiedene Elemente des elektropneumatischen Steuermoduls **1** entlüftet werden können.

[0074] Die Feststellbremseinheit **EPH** ist in diesem Ausführungsbeispiel ähnlich wie im Stand der Technik (vgl. **Fig. 2**) ausgebildet und weist eine Feststellbrems-Ventileinheit 8 auf. Es soll verstanden werden, dass die Feststellbremseinheit **EPH** auch ein anderes Layout verwenden kann. Die Feststellbrems-Ventileinheit 8 weist ein bistabiles Ventil **10** auf. Das bistabile Ventil **10** ist wie im Stand der Technik als 3/2-Wegeventil ausgebildet und weist einen ersten Bistabilventil-Anschluss 10a, einen zweiten Bistabilventil-Anschluss **10b** und einen dritten Bistabilventil-Anschluss **10c** auf. Der erste Bistabilventil-Anschluss **10a** ist über eine erste Vorratsabzweigleitung **52** mit der Vorratsverteilung **50** verbunden. Der zweite Bistabilventil-Anschluss **10b** ist über eine erste Entlüftungsabzweigleitung 53 mit der Drucksenke **3** verbunden, sodass in der Entlüftungsabzweigleitung 53 Umgebungsdruck P_0 anliegt. Der dritte Bistabilventil-Anschluss 10c ist über eine erste Steuerleitung **54**

angeschlossen. Das bistabile Ventil **10** hat eine erste und eine zweite Schaltstellung, wobei in **Fig. 5** die erste Schaltstellung dargestellt ist. In der ersten Schaltstellung ist der zweite Bistabilventil-Anschluss **10b** mit dem dritten Bistabilventil-Anschluss **10c** verbunden, sodass die erste Steuerleitung **54** mit der Drucksinke **3** verbunden und entlüftbar ist. In der zweiten, in **Fig. 3** nicht gezeigten, Schaltstellung ist der erste Bistabilventil-Anschluss **10a** mit der ersten Steuerleitung **54** verbunden, sodass der Vorratsdruck P_V in der ersten Steuerleitung **54** aussteuerbar ist. Die erste Steuerleitung **54** ist weiterhin mit einem ersten Hilfsbremsventilanschluss **56a** eines Hilfsbremsventils **55** der Feststellbrems-Ventileinheit **8** verbunden. Das Hilfsbremsventil **55** ist elektronisch schaltbar und mit der **ECU** verbunden. Es ist in diesem Ausführungsbeispiel als 2/2-Wegeventil ausgebildet und weist neben dem ersten Anschluss **56a** einen zweiten Hilfsbremsventilanschluss **56b** auf. Es ist stromlos offen ausgebildet. In der in **Fig. 5** gezeigten ersten Schaltstellung ist das Hilfsbremsventil **55** offen, und in der zweiten, in **Fig. 5** nicht gezeigten Stellung ist das Hilfsbremsventil **55** geschlossen, sodass der erste Hilfsbremsventilanschluss **56a** und der zweite Hilfsbremsventilanschluss **56b** getrennt sind.

[0075] Weiterhin weist die Feststellbrems-Ventileinheit **8** gemäß diesem Ausführungsbeispiel, wie grundsätzlich auch im Stand der Technik bekannt, ein erstes Relaisventil **58** auf. Das erste Relaisventil **58** weist einen Steueranschluss **59a**, einen Vorratsanschluss **59b** und einen Ausgang **59c** auf. Der Steuereingang **59a** des ersten Relaisventils **58** ist über eine zweite Steuerleitung **57** mit dem zweiten Hilfsbremsventilanschluss **56b** verbunden. Der Vorratsanschluss **59b** des ersten Relaisventils **58** ist über eine zweite Vorratsabzweigleitung **60** mit der Vorratsverteilleitung **50**, genauer gesagt der Abzweigleitung **50a**, die zur Anhängersteuereinheit **EPH** führt, verbunden, sodass an dem Vorratsanschluss **59b** des ersten Relaisventils **58** der Vorratsdruck P_V anliegt. Der Ausgang **59c** des ersten Relaisventils **58** ist über eine Federspeicherleitung **62** mit dem Federspeicheranschluss **4** verbunden. Durch entsprechende Schaltung des bistabilen Ventils **10** und des Hilfsbremsventils **55** wird zunächst in der ersten und zweiten Steuerleitung **54**, **57** ein erster Steuerdruck P_1 ausgesteuert, der bei vollständig geöffneten Ventilen **10**, **55** dem Vorratsdruck P_V entspricht. Über das erste Relaisventil **58** wird dann basierend auf dem ersten Steuerdruck P_1 an dem Ausgang **59c** ein Federspeicher-Arbeitsdruck P_F ausgesteuert, der an dem Federspeicheranschluss **4** bereitgestellt wird. Im normalen Fahrbetrieb ist der Zylinder **6a** des Federspeichers **6** belüftet, sodass die Federspeicherbremsen gelöst sind. Es soll verstanden werden, dass an dem Federspeicheranschluss **4** mehr als ein Federspeicher **6** angeschlossen werden kann. Insbesondere können zwei Federspeicher **6** angeschlossen werden, wie dies auch in **Fig. 1** in Bezug auf die Tris-

top-Bremsen **532a**, **532b** erläutert wurde. Selbstverständlich können auch vier oder mehr Federspeicher **6** angeschlossen werden. Die genaue Anzahl und Konfiguration ist abhängig von der Art des Zugwagens **502**, in dem das elektropneumatische Steuermodul **1** eingesetzt wird.

[0076] Das Hilfsbremsventil **55** wird zu Hilfsbremszwecken verwendet und erlaubt bei Schaltung des bistabilen Ventils **10** in die in **Fig. 5** gezeigte Entlüftungsstellung, nämlich die erste Schaltstellung, ein gestuftes Be- oder Entlüften, indem zunächst das Hilfsbremsventil **55** geschlossen ist und dann gepulst geöffnet wird, sodass der Federspeicher **6** teilweise be- oder entlüftet werden kann.

[0077] Zu Regelungszwecken weist die Feststellbremseinheit **EPH** ferner einen Drucksensor **64** auf, der über eine erste Druckmessleitung **63** mit der Feststellbremsleitung **62** verbunden ist und so den Druck P_2 bzw. P_F erfasst. Der Drucksensor **64** stellt dann ein entsprechendes elektronisches Signal S_F an der **ECU** bereit, sodass eine Bremskraftregelung in Bezug auf ein Hilfsbremsen von der **ECU** ausgeführt werden kann und die **ECU** das bistabile Ventil **10** und das Hilfsbremsventil **55** entsprechend steuern kann.

[0078] Wie insbesondere aus dem Vergleich der **Fig. 2** und **Fig. 5** erkennbar, weist die Feststellbremseinheit **EPH** gemäß der Erfindung kein 3/2-Wegeventil **618** auf, welches im Stand der Technik (vgl. **Fig. 2**) dazu verwendet wurde, den ausgesteuerten Feststellbremsdruck P_2 dem Anschluss **675** des inversen Relaisventils **652** bereitzustellen bzw. für die Anhängerкотrollstellung die Betriebsbremse **510a**, **510b** im Anhängerwagen **504** temporär zu entlüften, was einer Aussteuerung des Vorratsdrucks P_V am Ausgang **676** entspricht.

[0079] Die Anhängersteuereinheit **TCV** weist eine Anhängersteuer-Ventileinheit **65** auf. Die Anhängersteuer-Ventileinheit **65** weist wie im Stand der Technik grundsätzlich bekannt eine Einlass-Auslass-Ventileinheit **66**, auch als Vorsteuereinheit bezeichnet, auf, die ebenso wie im Stand der Technik bekannt (vgl. **Fig. 2**) ein Einlassventil **IV**, ein Auslassventil **OV** und ein Schaltventil, hier als Redundanzventil **RV** ausgebildet, aufweist. Ferner weist die Anhängersteuer-Ventileinheit **65** ein zweites Relaisventil **20** auf, welches erfindungsgemäß gerade nicht als inverses Relaisventil ausgebildet ist, sondern als „normales Relaisventil“. Das Einlassventil **IV** ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet und weist einen ersten Einlassventil-Anschluss **67a** und einen zweiten Einlassventil-Anschluss **67b** auf. Der erste Einlassventil-Anschluss **67a** ist mit einer dritten Vorratsdruckabzweigleitung **68** verbunden, und der zweite Einlassventil-Anschluss **67b** ist mit einer dritten Steuerleitung **69** verbunden. Während in der dritten Vorratsdruckabzweigleitung **68** der Vorratsdruck P_V anliegt, ist durch

elektrisches Schalten des Einlassventils **IV** basierend auf einem Signal S_2 von der Steuereinheit **ECU** in der dritten Steuerleitung **69** ein dritter Steuerdruck P_3 aussteuerbar. Die dritte Steuerleitung **69** ist mit einem Steuereingang **25** des zweiten Relaisventils **20** verbunden. Das Relaisventil **20** weist ferner einen Eingang **23**, einen Ausgang **24** und einen Entlüftungsausgang **26** auf. Der Entlüftungsausgang **26** ist über eine zweite Entlüftungsabzweigleitung **70** mit der Entlüftungsverteilleitung **51** und somit mit der Drucksenke **3** verbunden. Der Eingang **23** dient dazu, einen Vorratsdruck P_V aufzunehmen und ist zunächst mit einer vierten Vorratsdruckabzweigleitung **71** verbunden, die mit einem ersten Anschluss **72a** des Anhängerabrissventils **73** verbunden ist. Das Anhängerabrissventil **73** ist als pneumatisch geschaltetes 2/2-Wegeventil ausgebildet und drucklos offen, in der in **Fig. 5** gezeigten Schaltstellung. Bei entsprechender Schaltung des Anhängerabrissventils **73** wird der erste Anschluss **72a** des Anhängerabrissventils **73** über eine Drossel mit dem zweiten Anschluss **72b** des Anhängerabrissventils **73** verbunden, welcher wiederum über eine fünfte Vorratsdruckabzweigleitung **74** mit der dritten Vorratsdruckabzweigleitung **68** verbunden ist. Im normalen Betrieb ist das Anhängerabrissventil **73** allerdings in der in **Fig. 5** gezeigten Stellung, sodass an dem Eingang **23** der Vorratsdruck P_V anliegt.

[0080] Empfängt nun das Relaisventil **20** den Steuerdruck P_3 an dem Steuereingang **25**, steuert das Relaisventil **20** an dem Ausgang **24** einen entsprechenden Bremsdruck P_B aus und stellt diesen über eine Anhängerbremsdruckleitung **75** an dem Anhängerbremsdruckanschluss **22** bereit. Für eine entsprechende Druckregelung ist ein Bremsdrucksensor **76** für die Anhängersteuereinheit **TCV** vorgesehen, der über eine Bremsdruckmessleitung **77** mit der Anhängerbremsdruckleitung **75** verbunden ist und ein entsprechendes Drucksignal S_{DA} an der Steuereinheit **ECU** bereitstellt.

[0081] Das Auslassventil **OV** ist elektropneumatisch geschaltet und beim Empfang eines Signals S_3 von der Steuereinheit **ECU** von dem ersten in **Fig. 5** gezeigten Schaltzustand, bei dem es geschlossen ist, in einen offenen Schaltzustand, der in **Fig. 5** nicht gezeigt ist, versetzbar. Stromlos ist das Auslassventil **OV** geschlossen.

[0082] Zur Entlüftung der Bremsen und somit zur Reduktion eines Bremsdrucks P_B ist das Auslassventil **OV** vorgesehen. Das Auslassventil **OV** ist ebenso wie das Einlassventil **IV** als 2/2-Wegeventil vorgesehen und weist einen ersten Auslassventilanschluss **78a** und einen zweiten Auslassventilanschluss **78b** auf. Der erste Auslassventilanschluss **78a** ist mit der dritten Steuerleitung **69** verbunden und der zweite Auslassventilanschluss **78b** mit einer dritten Entlüftungsabzweigleitung **79**. Die dritte Entlüftungsabzweiglei-

tung **79** verläuft von dem zweiten Auslassventil-Anschluss **78b** zu der Entlüftungsverteilleitung **51** und somit zur Drucksenke **3**.

[0083] In einer Variante sind Einlass- und Auslassventil **IV/OV** integriert und als 3/2-Wegeventil ausgebildet, wobei ein erster Anschluss mit der Leitung **68** verbunden ist, ein zweiter Anschluss mit der Leitung **69** und ein dritter Anschluss mit der Leitung **79**.

[0084] Um in einem Fehlerfall, in dem von der Steuereinheit **ECU** keine Signale S_2 , S_3 bereitgestellt werden und Einlass- und Auslassventil **IV**, **OV** stromlos sind manuell den im Regelfall von der Steuereinheit **ECU** angesteuerten Bremsdruck P_B , ersetzen zu können, weist das elektropneumatische Steuermodul **1** gemäß der Erfindung einen Redundanzanschluss **42** auf. An den Redundanzanschluss **42** ist über eine Redundanzdruckzufuhrleitung **552** ein Bremswertgeber **528** angeschlossen. Der Bremswertgeber **528** ist identisch zu dem BST aus **Fig. 2** gemäß dem Stand der Technik ausgebildet. An den Redundanzanschluss **42** ist im Inneren des Gehäuses **2** eine erste Redundanzdruckleitung **16** angeschlossen. Weiterhin ist die erste Redundanzdruckleitung **16** an dem zweiten Eingang **18b** eines Wechselventils **18** angeschlossen (vgl. auch zweites Ausführungsbeispiel gem. **Fig. 4**). Das Wechselventil **18** ist dazu eingerichtet, zwischen dem ersten Eingang **18a** und dem zweiten Eingang **18b**, an den die erste Redundanzdruckleitung **16** angeschlossen ist, hin und her zu schalten. Das Wechselventil **18** kann also grundsätzlich als 3/2-Wegeventil verstanden werden. Der Ausgang **18c** des Wechselventils **18** ist mit einer zweiten Redundanzdruckleitung **17** verbunden. Die Redundanzdruckleitung **17** verläuft zu einem ersten Redundanzventilanschluss **80a**. Der zweite Redundanzventilanschluss **80b** ist mit einer Redundanzdrucksteuerleitung **81** verbunden, die in die dritte Steuerleitung **69** mündet und somit in den Steuereingang **25** des zweiten Relaisventils **20**. Das Redundanzventil **RV** ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet und weist eine erste und eine zweite Schaltstellung auf, wobei es in **Fig. 5** in der ersten offenen Schaltstellung gezeigt ist.

[0085] Das Redundanzventil **RV** ist stromlos offen und dient dazu auch im Fehlerfall, bei dem die Einlass-Auslass-Ventileinheit **66** stromlos ist, einen Bremsdruck P_B aussteuern zu können. Wird im Fehlerfall durch Betätigen des Pedals **590** ein Redundanzdruck P_R in der Redundanzdruckzufuhrleitung **552** angesteuert, wird dieser Redundanzdruck P_R über die erste Redundanzdruckleitung **16**, das Wechselventil **18**, die zweite Redundanzdruckleitung **17**, das offene Redundanzventil **RV** und die Redundanzdrucksteuerleitung **81** an dem Steuereingang **25** des Relaisventils **20** bereitgestellt. An dem Ausgang **24** des zweiten Relaisventils **20** wird in der Folge der Bremsdruck P_B angesteuert.

[0086] Zur Verknüpfung der Anhängersteuereinheit **TCV** und der Feststellbremseinheit **EPH** um, wie bereits im Stand der Technik bekannt, die Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens **504** auch als Parkbremsen zu verwenden und so im Parkzustand an dem Anhängerbremsdruckanschluss **22** einen Bremsdruck P_B auszusteuern, während die Federspeicher **6** entlüftet sind, ist gemäß der Erfindung die Parkbremsventileinheit **12** vorgesehen mit dem pneumatisch gesteuerten Schaltventil **13**, welches einen pneumatischen Steuereingang **15** zum Aufnehmen eines pneumatischen Steuerdrucks P_2 aufweist, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil **13** bei Verbinden des Federspeicher-Anschlusses **4** mit der Drucksenke **3**, also bei Entlüften des Federspeichers **6**, so geschaltet wird, dass ein Bremsdruck P_B an dem Anhängerbremsdruckanschluss **22** aussteuerbar ist.

[0087] Als Steuerdruck wird vorzugsweise der Druck an dem Federspeicheranschluss **4** verwendet, also der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F . Dies ist in der konkreten Ausführungsform, die in **Fig. 5** dargestellt ist, gelöst durch eine pneumatische Steuerleitung **83**, die die Federspeicherleitung **62** mit dem Steuereingang **15** des pneumatisch gesteuerten Schaltventils **13** verbindet und den Federspeicher-Arbeitsdruck P_F als Steuerdruck P_2 and dem Steuereingang **15** bereitstellt. Das heißt, am Steuereingang **15** des pneumatisch gesteuerten Schaltventils **13** liegt der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F des Federspeicher-Anschlusses **4** und somit der Federspeicher **6** an.

[0088] In einer Variante kann die Steuerleitung **83** aber auch mit beispielsweise der Leitung **57** verbunden sein. In diesem Fall wird als Steuerdruck am Steuereingang **15** der Druck P_1 verwendet.

[0089] Das pneumatisch gesteuerte Schaltventil **13** weist (vgl. auch **Fig. 3** und **Fig. 4**) einen ersten und einen zweiten Schaltzustand auf, wobei der erste Schaltzustand in **Fig. 5** gezeigt ist. Der erste Schaltzustand (in **Fig. 5** gezeigt) wird eingenommen, wenn die Federspeicher **6** entlüftet sind, also der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F und somit auch der zweite Steuerdruck P_2 gering ist, insbesondere dem Umgebungsdruck P_0 entspricht. Der zweite, in **Fig. 5** nicht gezeigte Schaltzustand, wird von dem pneumatisch gesteuerten Schaltventil **13** dann eingenommen, wenn der zweite Steuerdruck P_2 hoch ist, also insbesondere bei belüfteten Federspeichern **6**. In der konkreten Ausführungsform gemäß **Fig. 5** ist das pneumatisch gesteuerte Schaltventil **13** als 3/2-Wegeventil **14** ausgebildet und weist einen ersten Anschluss **14a**, einen zweiten Anschluss **14b** und einen dritten Anschluss **14c** auf. Der erste Anschluss **14a** ist über eine vierte Entlüftungsabzweigung **84** mit der Entlüftungsverteilung **51** verbunden und somit mit der Drucksenke **3**. Der zweite Anschluss **14b** des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils **14** ist mit

einer sechsten Versorgungsdruckabzweigung **85** verbunden, die mit der Vorratsverteilung **50** verbunden ist. Somit liegt am ersten Anschluss **14a** Umgebungsdruck P_0 an und am zweiten Anschluss **14b** der Vorratsdruck P_V .

[0090] Im normalen Fahrbetrieb sind die Federspeicher **6** belüftet, und somit ist das pneumatisch gesteuerte 3/2-Wegeventil **14** in der zweiten (nicht gezeigten) Schaltstellung, und an dem dritten Anschluss **14c** wird der Umgebungsdruck P_0 ausgesteuert.

[0091] Wird nun der Federspeicher **6** entlüftet, sei es aufgrund der Einnahme einer Parkstellung oder aufgrund einer Hilfsbremsung mittels der Federspeicher **6**, wird zunächst das bistabile Ventil **10** in die in **Fig. 5** gezeigte erste Schaltstellung geschaltet, so dass der Steueranschluss **59a** des ersten Relaisventils **58** drucklos geschaltet wird und in Folge der Federspeicheranschluss **4** über den Ausgang **59c** des ersten Relaisventils **58** entlüftet wird; der Federspeicher-Arbeitsdruck P_F sinkt ab. In dieser Folge wird auch der Steuerdruck P_2 geringer, und das pneumatisch gesteuerte 3/2-Wegeventil **14** schaltet in die in **Fig. 5** gezeigte erste Schaltstellung. Folglich wird an dem dritten Anschluss **14c** nun ein entsprechender Druck P_4 ausgesteuert, der dem Versorgungsdruck P_V entspricht. Der dritte Anschluss **14c** ist mit dem ersten Eingang **18a** des Wechselventils **18** verbunden. Das Wechselventil **18** ist insbesondere als doppelt wirkendes Rückschlagventil **19** ausgebildet, also als sogenanntes Select-High-Ventil. Der jeweils höhere Druck an den Anschlüssen **18a**, **18b** wird an dem Ausgang **18c** ausgesteuert. Ist also in dem beschriebenen Fall der an dem dritten Anschluss **14c** ausgesteuerte Druck P_4 größer als der in der Redundanzdruckleitung **16** ausgesteuerte Druck P_R , wird in der zweiten Redundanzdruckleitung **17** der Druck P_4 ausgesteuert.

[0092] In einer Variante wird das Redundanzventil **RV** bereits in diesem Status stromlos geschaltet und somit geöffnet und in der Folge liegt an dem Steuereingang **25** des Relaisventils **20** der vierte Steuerdruck P_4 an. Auf diese Weise wird ein entsprechender Bremsdruck P_B an dem Anhängerbremsdruckanschluss **22** ausgesteuert.

[0093] In einer bevorzugten Variante allerdings, ist bei Beginn des Parkens das Redundanzventil **RV** zunächst mit dem Signal S_4 bestromt und geschlossen; der von dem Schaltventil **13** ausgesteuerte Druck P_4 wird zunächst ausgesperrt. Das Einlegen der Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens **504** wird zu Beginn des Parkens über die Einlass-Auslass-Ventileinheit **66**, die von der Steuereinheit **ECU** entsprechend geschaltet wird, realisiert. D.h. Wenn beispielsweise der Handbremssschalter **534** betätigt wird, bleibt das Redundanzventil **RV** zunächst ge-

schlossen. Die Steuereinheit **ECU** schaltet aber das Einlassventil **IV** so, dass der dritte Steuerdruck **P₃** an dem Relaisventil-Steureingang 25 anliegt und ein entsprechender Bremsdruck **P_B** an dem Anhängerbremsdruckanschluss 22 ausgesteuert wird, während die Federspeicher **6** nach und nach entlüftet werden und ihre Bremskraft entfalten. Sobald die Federspeicher **6** zu einem gewissen Grad entlüftet sind, oder vollständig entlüftet sind, werden alle Ventile **RV**, **IV**, **OV** der Einlass-Auslass-Ventileinheit **66** stromlos geschaltet; das Einlassventil **IV** schließt, während das Redundanzventil **RV** geöffnet wird. Nun liegt über das Schaltventil **13** und das Redundanzventil **RV** der vierte Steuerdruck **P₄** an dem Relaisventil-Steureingang 25 an und der Bremsdruck **P_B** wird ausgesteuert; die Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens 504 bleiben eingelegt.

[0094] Es soll verstanden werden, dass es nicht zwingend erforderlich ist, dass der dritte Anschluss **14c** des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils 14 letztlich in die zweite Redundanzdruckleitung 17 mündet. Ebenso ist es denkbar, dass der dritte Anschluss **14c** über ein separates Schaltventil direkt an einer separaten pneumatischen Leitung mit dem Steureingang 25 des Relaisventils **20** oder mit einem zweiten nicht gezeigten Steureingang des Relaisventils **20** verbunden ist. Der Vorteil des Wechselventils **18** liegt darin, dass Überbremsen verhindert werden kann, da entweder der Redundanzdruck **P_R** oder der an dem dritten Anschluss **14c** ausgesteuerte Druck **P₄** an den Steureingang 25 gelangt.

[0095] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das Redundanzventil **RV** dazu verwendet werden kann, eine Anhängerkontrollstellung einzunehmen. Die Anhängerkontrollstellung ist erforderlich, um zu prüfen, ob der Fahrzeugzug **500** im abgestellten Parkzustand auch ohne eingelegte Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens 504 sicher hält. Dazu betätigt der Fahrzeugführer die Anhängerkontrollstellung und wartet eine vorbestimmte Zeit, beispielsweise drei Minuten, ab, um zu prüfen, ob der Fahrzeugzug **500** allein aufgrund der Federspeicher **6** sicher steht. In der Anhängerkontrollstellung ist es daher wichtig, dass trotz eingelegter Feststellbremse, also entlüfteter Federspeicher **6**, die Betriebsbremsen **510a**, **510b** des Anhängerwagens **504** nicht betätigt werden, also kein Bremsdruck **P_B** an dem Anhängerbremsdruckanschluss 22 ausgesteuert wird.

[0096] Zu diesem Zweck wird in der Anhängerkontrollstellung das Redundanzventil **RV** durch ein elektrisches Signal **S₄** in den zweiten in **Fig. 5** nicht gezeigten Schaltzustand versetzt und die Aussteuerung des vierten Steuerdrucks **P₄** an dem Steureingang 25 gesperrt. In diesem Fall wird trotz Schalten des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils 14 und Schalten des Wechselventils **18** kein vierter Steuerdruck **P₄** an dem Steureingang 25 ausgesteuert.

Auch ein Redundanzdruck **P_R** kann an dem Steureingang 25 des Relaisventils **20** nicht ausgesteuert werden.

[0097] Die elektrische Steuereinheit **ECU** weist in diesem Ausführungsbeispiel ferner einen elektronischen Anschluss **591** zum Empfang eines redundanten elektronischen Bremssignals **S_R** auf. Der Anschluss **591** ist mit der Signalleitung **550** verbunden, die zum Handbremseschalter (HCU) **534** führt. Das vom Handbremseschalter gelieferte Signal wird als redundantes elektronisches Bremssignal **S_R** an der Steuereinheit **ECU** empfangen.

[0098] Basierend auf dem empfangenen redundanten Bremssignal **S_R** ist die Steuereinheit **ECU** dazu eingerichtet, ein entsprechendes Signal **S₂** an das Einlassventil **IV** zu senden, sodass ein Steuerdruck **P₃** an dem Steureingang 25 des Relaisventils **20** ausgesteuert wird, um so einen Bremsdruck **P_B** an dem Anhängerbremsdruckanschluss 22 auszusteuern. Hierdurch wird eine elektronisch ausgesteuerte Hilfsbremsung möglich.

[0099] In **Fig. 6** ist ein viertes bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung illustriert. Gleiche und ähnliche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, und insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung zu den **Fig. 1** und **Fig. 3** bis **Fig. 5** Bezug genommen. Im Folgenden wird im Wesentlichen auf die Unterschiede eingegangen.

[0100] Der einzige Unterschied zwischen dem dritten und vierten Ausführungsbeispiel liegt in einem redundanten Drucksensor **90**. Der redundante Drucksensor **90** ist über eine Redundanzdruckmessleitung **91** mit der ersten Redundanzdruckleitung 16 verbunden. Folglich misst der redundante Drucksensor **90** den Druck **P_R** in der ersten Redundanzdruckleitung 16, der manuell durch Betätigung des Bremspedals 590 an dem Redundanzdruckanschluss 42 ausgesteuert wird. Mit Bezug auf das erste, zweite und dritte Ausführungsbeispiel (**Fig. 1**, **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 5**) wurde bereits beschrieben, wie der manuell ausgesteuerte Redundanzdruck **P_R** über die erste Redundanzdruckleitung 16, das Wechselventil **18**, die zweite Redundanzdruckleitung 17, das Redundanzventil **RV**, die Redundanzdrucksteuerleitung 81 und das Relaisventil **20** zu einem am Anhängerbremsdruckanschluss 22 ausgesteuerten Bremsdruck **P_B** führt. Ebenso wurde beschrieben, dass der Handbremseschalter 534 einen ein redundantes elektrisches Betriebs-Bremssignal **S_R** an dem Anschluss **591** der Steuereinheit **ECU** bereitstellen kann.

[0101] Zur Erkennung einer Fahrerinteraktion bei autonomer Steuerung des Bremssystems 520, kann der redundante Drucksensor **90** genutzt werden. Der redundante Drucksensor **90** misst den manuell ausgesteuerten Redundanzdruck **P_R** und stellt ein ent-

sprechendes Signal S_{PR} , vorzugsweise als redundantes elektronische Betriebs-Bremssignal S_R , an der Steuereinheit **ECU** bereit.

[0102] Das von dem redundanten Drucksensor **90** bereitgestellte Redundanzdrucksignal S_{PR} repräsentiert einen Fahrerwunsch, da der Drucksensor **90** den manuell mittels des Bremswertgebers **528** ausgesteuerten Redundanzdruck P_R erfasst. Die Steuereinheit **ECU** ist vorzugsweise dazu eingerichtet das Signal S_{PR} , das sie vom Drucksensor **90** empfängt, mit einem Betriebs-Bremssignal, das sie beispielsweise von der Steuereinheit **536** für autonomes Fahren über den zweiten CAN-Bus **554** empfängt, zu vergleichen. Für den Fall, dass das redundante elektronische Betriebs-Bremssignal S_R bzw. das Drucksignal S_{PR} eine höhere Verzögerungsanforderung repräsentiert als das von der Steuereinheit **536** empfangene Betriebs-Bremssignal, veranlasst die Steuereinheit **ECU** das Schalten des Redundanzventils **RV**, um basierend auf dem Redundanzdruck P_R die manuelle Aussteuerung eines Bremsdrucks P_B am Anhängerbremsdruckanschluss **22** zu ermöglichen. Mit anderen Worten, für den Fall, dass der Fahrer eine stärkere Verzögerung fordert als das Zentralmodul **527** oder die Steuereinheit **536** für autonomes Fahren, wird das Zentralmodul ausgesperrt und der Fahrer übernimmt manuell.

[0103] Fig. 6 illustriert das zweite Relaisventil **20** in pneumatischer Querschnittsdarstellung. Das Relaisventil **20** weist den Steuereingang **25**, den Eingang **23**, an den die vierte Abzweigleitung **71** der Vorratsverteilung **50** angeschlossen ist, und an dem somit der Druck P_V anliegt, einen Ausgang **24**, der über die Bremsdrucksteuerleitung **75** mit dem Anhängerbremsdruckanschluss **22** verbunden ist und über den der Bremsdruck P_B ausgesteuert wird, sowie einen Entlüftungsausgang **26**, über den der Ausgang **24** entlüftet werden kann, und der mit der Drucksenke **3** verbunden ist. An dem Entlüftungsausgang **26** liegt folglich ein Druck P_0 an, der dem Druck der Drucksenke, insbesondere der Umgebung, entspricht. Der Entlüftungsausgang **26** läuft in diesem Ausführungsbeispiel über einen Geräuschdämpfer **130**, der nicht im Detail gezeigt ist, im Stand der Technik aber bekannt ist.

[0104] Wie sich insbesondere aus Fig. 7 ergibt, weist das Relaisventil **20** eine gemeinsame Steuerkammer **100**, in diesem Ausführungsbeispiel eine einzige Steuerkammer **100**, auf, in die der einzige Steuereingang **25** mündet. Über den Steuereingang **25** sind sowohl der Steuerdruck P_3 , als auch Redundanzdruck P_R in die gemeinsame Steuerkammer **100** aussteuerbar; insofern ist für die beiden Steuerdrücke P_3 , P_R nur eine gemeinsame Steuerkammer **100** vorgesehen. Die Steuerkammer **100** erfüllt somit zwei Funktionen: zum einen ist mittels der Steuerkammer **100** der Bremsdruck P_B in Abhängigkeit des Betriebs-

brems-Steuerdruck P_1 aussteuerbar, zum anderen ist mittels der Steuerkammer **100** der Bremsdruck P_B auch in Abhängigkeit des Redundanzdrucks P_R aussteuerbar.

[0105] Es kann vorgesehen sein, dass weitere Steuereingänge in die Steuerkammer **100** münden. Die Steuerkammer **100** wirkt auf einen einzigen Steuerkolben **102**. Der einzige Steuerkolben **102** ist axial gleitend entlang einer Achse **A** geführt. Bei Belüftung des Steuereingangs **25** mit dem Steuerdruck P_3 kann sich der Kolben **102** in Bezug auf Fig. 7 nach unten bewegen und kommt mit einem Ventilsitz **104** in Kontakt mit einem entsprechenden Schiebering **106**, der federbelastet in die axial obere Stellung geschoben ist. Dazu ist eine Spiralfeder **108** vorgesehen. Der Schiebering **106** weist einen zweiten Ventilsitz **110** auf, der gegen einen Vorsprung **112** abdichtet und somit den Eingang **23** zunächst geschlossen hält.

[0106] Der Steuerkolben ist in Fig. 7 in einer offenen Stellung gezeigt. In seiner Abschlusstellung ist der Ventilsitz **104** in Kontakt mit dem Schiebering **106**. In der Abschlusstellung sind sowohl der Eingang **23**, als auch der Ausgang **24** gegenüber dem Entlüftungsausgang **26** abgeschlossen.

[0107] Aufgrund des ausgesteuerten Drucks P_3 wirkt eine Kraft auf den Steuerkolben **102**, die zum Öffnen des Ventilsitzes **110** führt, sodass der Druck P_V in den Arbeitsraum **114** überspringen kann. Der Druck in dem Arbeitsraum **114** steigt an und führt zu einer Gegenkraft auf den Steuerkolben **102**, sodass sich der Steuerkolben wieder in die Abschlusstellung bewegt. Entsprechend wird ein Bremsdruck P_B an dem Ausgang **24** ausgesteuert und dort gehalten. Dieser Aufbau ist wesentlich einfacher als der mit Bezug auf Fig. 2 beschriebene inverse Relaiskolben.

[0108] Fig. 8 zeigt nun ein fünftes Ausführungsbeispiel. Grundsätzlich ähnelt das in Fig. 8 gezeigte Bremssystem **520** demjenigen gemäß Fig. 1 und gleiche und ähnliche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung der Fig. 1 Bezug genommen. Im Folgenden wird daher im Wesentlichen auf die Unterschiede eingegangen.

[0109] Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist der Redundanzanschluss **42** nicht mit über die Redundanzdruckzufuhrleitung **552** mit dem Bremswertgeber **528** verbunden; vielmehr wird an dem Redundanzanschluss **42** der Bremsdruck einer anderen Fahrzeugachse, in diesem Ausführungsbeispiel der Vorderachs-Bremsdruck P_{BV} , ausgesteuert. Dazu ist eine zweite Redundanzdruckzufuhrleitung **694** vorgesehen, die über ein T-Stück **692** mit einer Vorderachs-Bremsdruckleitung **693** verbunden ist. Über diese zweite Redundanzdruckzufuhrleitung **694** wird der Vorderachs-Bremsdruck P_{BV} der Be-

triebsbremsen **530a**, **530b** der Vorderachse **503** an dem Redundanzdruckanschluss **42** angesteuert.

[0110] Der Bremswertgeber **528** ist dann abweichend zum ersten Ausführungsbeispiel (**Fig. 1**) über ein Vorderachs-Wechselventil **690** mit dem Vorderachsmodulator **529** verbunden, um den Bremswertgeber-Steuerdruck P_{BST} an dem Vorderachsmodulator **529** redundant auszusteuern. Für den Fall, dass sowohl das elektropneumatische Steuermodul **1** aufgrund eines Fehlers stromlos ist und auch der Vorderachsmodulator **529** aufgrund des Fehlers oder eines anderen Fehlers stromlos ist, ist es möglich, auf diese Weise den manuell mittels des Fußpedals **600** angesteuerten Bremswertgeber-Steuerdruck P_{BST} über den Vorderachsmodulator **529** als Redundanzdruck P_R an dem Redundanzdruckanschluss **42** des elektropneumatischen Steuermoduls **1** auszusteuern.

[0111] Umgekehrt ist an das Vorderachs-Wechselventil **690** eine Steuerleitung **695** des elektropneumatischen Steuermoduls **1** angeschlossen, in die von dem elektropneumatischen Steuermodul **1** der Bremsdruck P_B des Anhängers **504** angesteuert wird. Die Steuerleitung **695** ist in **Fig. 8** so gezeigt, dass sie separat an einen Vorderachssteuerleistungsanschluss **696** des elektropneumatischen Steuermoduls **1** angeschlossen ist; in anderen Ausführungsformen kann sie auch von der pneumatischen Leitung **514** zum Anhängerwagen **504** abzweigen.

[0112] Das Vorderachs-Wechselventil **690** ist beispielsweise als Select-High-Ventil ausgebildet, so dass an dem Vorderachsmodulator **529** stets der höhere Druck des Bremsdrucks P_B und des Bremswertgeber-Steuerdruck P_{BST} angesteuert wird.

Bezugszeichenliste

A	Achse
ECU	elektronische Steuereinheit
EPH	Feststellbremseinheit
IV	Einlassventil
OV	Auslassventil
P_0	Umgebungsdruck
P_1	erster Steuerdruck
P_2	zweiter Steuerdruck
P_3	dritter Steuerdruck
P_4	vierter Steuerdruck
P_B	Bremsdruck
P_{BA}	Bremsdruck (Stand der Technik)

P_{BV}	Vorderachs-Bremsdruck
P_{BST}	Bremswertgeber-Steuerdruck
P_F	Federspeicher-Arbeitsdruck
P_R	Redundanzdruck
P_V	Vorratsdruck
RV	Redundanzventil
S_1	erstes Signal (Feststellbrems-Signal)
S_2	zweites Signal
S_3	drittes Signal
S_4	viertes Signal
S_{DA}	Drucksignal von Sensor 76
S_{H1}	erstes Hilfsbrems-signal
S_{H2}	zweites Hilfsbrems-signal
S_R	redundantes elektronisches Bremssignal
S_{PR}	Redundanzdrucksignal von Sensor 90
TCV	Anhängersteuereinheit
1	elektropneumatisches Steuermodul
2	Gehäuse
3	Drucksinke
4	Federspeicheranschluss
6	Federspeicher
6a	Zylinder d. Federspeichers
8	Feststellbrems-Ventileinheit
10	bistabiles Ventil
10a	erster Bistabilventil-Anschluss
10b	zweiter Bistabilventil-Anschluss
10c	dritter Bistabilventil-Anschluss
11	Vorratseingang

12	Parkbremsventileinheit	51	Entlüftungsverteilung
13	pneumatisch gesteuertes Schaltventil	52	erste Vorratsabzweigung
14	pneumatisch gesteuertes 3/2-Wegeventil	53	erste Entlüftungsabzweigung
14a	erster Anschluss d. 3/2-Wegeventils	54	erste Steuerleitung
		55	Hilfsbremsventil
14b	zweiter Anschluss d. 3/2-Wegeventils	56a	erster Hilfsbremsventilanschluss
14c	dritter Anschluss d. 3/2-Wegeventil	56b	zweiter Hilfsbremsventilanschluss
15	pneumatischer Steuereingang d. 3/2-Wegeventil	57	zweite Steuerleitung
		58	erstes Relaisventil
16	erste Redundanzdruckleitung	59a	Steuereingang d. ersten Relaisventils
17	zweite Redundanzdruckleitung	59b	Vorratsanschluss d. ersten Relaisventils
18	Wechselventil	59c	Ausgang d. ersten Relaisventils
18a	erster Eingang d. Wechselventils	60	zweite Vorratsabzweigung
18b	zweiter Eingang d. Wechselventil	62	Federspeicherleitung
18c	Auslass d. Wechselventil	63	erste Druckmessleitung
19	doppelt wirkendes Rückschlagventil	64	Drucksensor
20	zweites Relaisventil	65	Anhängersteuer-Ventileinheit
21	Anhängerversorgungsdruckanschluss	66	Einlass-Auslass-Ventileinheit
22	Anhängerbremdruckanschluss	67a	erster Einlassventil-Anschluss
23	Eingang d. zweiten Relaisventils	67b	zweiter Einlassventil-Anschluss
24	Ausgang d. zweiten Relaisventils	68	dritte Vorratsdruckabzweigung
25	Steuereingang d. zweiten Relaisventils	69	dritte Steuerleitung
		70	zweite Entlüftungsabzweigung
26	Entlüftungsausgang d. zweiten Relaisventils	71	vierte Vorratsdruckabzweigung
42	Redundanzdruckanschluss	72a	erster Anschluss d. Anhängerabrissventils
50	Vorratsverteilung		
50a	Abschnitt der Vorratsverteilung zur EPH	72b	zweiter Anschluss d. Anhängerabrissventils

73	Anhängerabrisssventil	506	Achse des Anhängerwagens
74	fünfte Vorratsdruckabzweingleitung	507a, 507b, 507c, 507d	Räder
75	Anhängerbremsdruckleitung	508	Anhänger-Betriebsbremsssystem
76	Bremsdrucksensor	510a, 510b	zwei Betriebsbremsen des Anhängerwagens
77	Bremsdruckmessleitung	511, 512	Anschlüsse
78a	erster Auslassventilanschluss	513, 514	pneumatische Leitungen
78b	zweiter Auslassventilanschluss	515, 516	Anschlüsse
79	dritte Entlüftungsabzweingleitung	520	elektronisch steuerbares pneumatisches Bremssystem
80a	erster Redundanzventilanschluss	521	erster Vorrat
80b	zweiter Redundanzventilanschluss	522	Hinterachsbremskreislauf
81	Redundanzdrucksteuerleitung	523	zweiter Vorrat
83	pneumatische Steuerleitung	524	Vorderachsbremskreislauf
84	vierte Entlüftungsabzweingleitung	525	dritter Druckluft-Vorrat
85	sechste Versorgungsdruckabzweingleitung	526	pneumatische Vorratszufuhrleitung
90	redundanter Drucksensor	527	Zentralmodul
91	Redundanzdruckmessleitung	528	Bremswertgeber
100	Steuerkammer	529	Vorderachsmodulator
102	Steuerkolben	530a, 530b	zwei vorderen Betriebsbremsen
104	Ventilsitz	531	Hinterachsmodulator
106	Schiebering	532a, 532b	zwei (Tristop-)Betriebsbremsen
108	Spiralfeder	533	Anhängerbremskreislauf
110	zweiter Ventilsitz	534	Handbremsschalter (HCU)
112	Vorsprung	535a, 535b	ABS-Module
114	Arbeitsraum	536	Steuereinheit für autonomes Fahren
130	Geräuschdämpfer	537	Energiequelle
500	Fahrzeugzug	538	SAE-Einheit (BUS-System)
502	Zugwagen	539	Lenkwinkel-Sensoren
504	Anhängerwagen		
503	Vorderachse		

540a, 540b, 540c, 540d	Sensoren für Bremsbelagverschleißsensierung	615c	dritter Anschluss d. Bistabilventil
		616	2/2-Wegeventil
541a, 541b, 541c, 541d	Sensoren für eine Drehzahl der Räder	617a	erster Anschluss d. 2/2-Wegeventil
550	Signalleitung	617b	zweiter Anschluss d. 2/2-Wegeventil
552	Redundanzdruckzufuhrleitung	618	3/2-Wegeventil
554	erster CAN-Bus (direkt)	619a	erster Anschluss d. 3/2-Wegeventil
556	zweiter CAN-Bus (indirekt)	619b	zweiter Anschluss d. 3/2-Wegeventil
557	Spannungsversorgung	619c	dritter Anschluss d. 3/2-Wegeventil
558	Spannungsversorgung HCU	620	pneumatische Leitung
560a, 560b	pneumatische Leitungen	621	pneumatische Leitung
561	erster Busanschluss	622	pneumatische Leitung
562	zweiter Busanschluss	636	Relaisventil EPH
590	elektronisches Bremspedal	637a	Steuereingang d. zweiten Relaisventils
591	Anschluss	637b	Vorratsanschluss d. zweiten Relaisventils
600	Fußpedal		
602	elektrischer Weggeber	637c	Arbeitsausgang d. zweiten Relaisventils
604	elektrische Leitung	638	pneumatische Leitung
605	pneumatischer Ausgang	640	Federspeicherleitung
606	pneumatische Leitung	641	Federspeicher-Anschluss
607	separates Gehäuse	642	Federspeicher
608	elektronische Steuereinheit	642a	Zylinder d. Federspeichers
609	Feststellbremsventileinheit	650	Gehäuse TCV
610	Vorratseingang	651	Einlass-Auslass-Ventileinheit
611	Vorratsleitung	652	inverses Relaisventil
612	elektrischer Anschluss	654	Anhängerabrissventil
613	Signalleitung	655	Anschluss
614	Bistabilventil	657	elektronischer Anschluss
615a	erster Anschluss d. Bistabilventils	658	Signalleitung
615b	zweiter Anschluss d. Bistabilventil	660	Einlassventil

661a	erster Anschluss d. Einlassventils
661b	zweiter Anschluss d. Einlassventils
662	Auslassventil
664	Redundanzventil
665a	erster Anschluss d. Redundanzventil
670	erste Steuerkammer d. inversen Relais- ventils
671	Anhängerbrems- druckanschluss
672	Anhängerversor- gungsdruckan- schluss
674	Parkbremsdrucklei- tung
675	Anschluss
676	Anschluss
677	pneumatische Lei- tung
678	pneumatische Vor- ratsleitung
679	Abzweigleitung
680	zweite Steuerkam- mer
681	inverser Relaiskol- ben
682	dritte Steuerkammer
683	Relaiskolben
690	Vorderachs-Wech- selventil
692	T-Stück
693	Vorderachs-Brems- druckleitung
694	zweite Redundanz- druckzufuhrleitung
695	Steuerleitung
696	Vorderachssteuerlei- tungsanschluss

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102016003034 A1 [0008]
- DE 102008014458 A1 [0009]
- DE 102015112490 A1 [0010]
- DE 102012000435 A1 [0011]
- DE 102004051309 B4 [0012]
- DE 102007047691 A1 [0013]

Patentansprüche

1. Elektropneumatisches Steuermodul (1) für ein elektronisch steuerbares pneumatisches Bremssystem (520) für einen Fahrzeugzug (500) mit einem Zugwagen (502) und einem Anhängerwagen (504), mit:

einem pneumatischen Vorratseingang (11), der mit einem Druckluftvorrat (525) verbindbar ist, einer Anhängersteuereinheit (TCV), die eine Anhängersteuer-Ventileinheit (65) mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen (RV, IV, OV), einen Anhängerbremsdruckanschluss (22) und einen Anhänger-versorgungsdruckanschluss (21) aufweist, einer Feststellbremseinheit (EPH), die einen Federspeicher-Anschluss (4) für mindestens einen Federspeicher (6) für einen Zugwagen und eine Feststellbrems-Ventileinheit (8) mit einem oder mehreren elektropneumatischen Ventilen (10, 55), aufweist, und

einer elektronischen Steuereinheit (ECU), wobei die elektronische Steuereinheit (ECU) dazu eingerichtet ist die Feststellbrems-Ventileinheit (8) basierend auf einem elektronischen Feststellsignal (S1) zu veranlassen wenigstens ein Ventil (10) der Feststellbrems-Ventileinheit (8) so zu schalten, dass der Federspeicher-Anschluss (4) zum Entlüften des Federspeichers (6) mit einer Drucksenke (3) verbunden wird,

gekennzeichnet durch eine Parkbremsventileinheit (12), mit einem pneumatisch gesteuerten Schaltventil (13), welches einen pneumatischen Steuereingang (15) zum Aufnehmen eines pneumatischen Steuerdrucks (P_2) aufweist, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil (13) bei Verbinden des Federspeicher-Anschlusses (4) mit der Drucksenke (3) so geschaltet wird, dass ein Bremsdruck (P_B) an dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) aussteuerbar ist.

2. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 1, wobei der pneumatische Steuerdruck (P_2) der Druck an dem Federspeicher-Anschluss (4) ist.

3. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 1, wobei der pneumatische Steuerdruck (P_2) ein Feststellbrems-Steuerdruck in einer vorgeschalteten Vorsteuereinheit der Feststellbremseinheit (EPH) ist.

4. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, aufweisend einen Redundanzdruckanschluss (42) mit einer ersten Redundanzdruckleitung (16) zum Anschluss eines Bremswertgebers (528) oder des Brems- oder Steuerdrucks einer der anderen Fahrzeugachsen (503), über den der Bremsdruck (P_B) an dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) aussteuerbar ist.

5. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 4, wobei ein Bremsdruck (P_{BV}) einer Betriebs-

bremse (530a, 530b) an dem Redundanzdruckanschluss (42) aussteuerbar ist.

6. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 4, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil (13) mit einem Anschluss (14c) mit einer zweiten Redundanzdruckleitung (17) verbunden ist, mit welcher auch die erste Redundanzdruckleitung (16) verbindbar ist, sodass bei Schalten des pneumatisch gesteuerten Schaltventils (13) ein Druck (P_4) in die zweite Redundanzdruckleitung (17) aussteuerbar ist.

7. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 6, wobei das pneumatisch gesteuerte Schaltventil (13) als 3/2-Wegeventil (14) mit einem ersten, einem zweiten und einem dritten Anschluss (14a, 14b, 14c) ausgebildet ist.

8. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 7, wobei der erste Anschluss (14a) des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils mit dem Redundanzdruckanschluss (42) und der zweite Anschluss (14b) des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils mit dem Vorratseingang (11) verbunden ist.

9. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 7, wobei der erste Anschluss (14a) des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils (14) mit einer Drucksenke (3) verbunden ist.

10. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche 7 bis 9, wobei der dritte Anschluss (14c) des pneumatisch gesteuerten 3/2-Wegeventils (14) mit einem ersten Eingang (18a) eines Wechselventils (18) verbunden ist, ein zweiter Eingang (18b) des Wechselventils (18) mit dem Redundanzdruckanschluss (42) verbunden ist, und ein Ausgang (18c) des Wechselventils (18) mit der zweiten Redundanzdruckleitung (17) verbunden ist.

11. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 10, wobei das Wechselventil (18) als ein Rückschlagventil (19) mit zwei Eingängen (18a, 18b), insbesondere als ein Select-High-Ventil, ausgebildet ist.

12. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei zwischen einem, insbesondere dritten, Anschluss (14c) des pneumatisch gesteuerten Schaltventils (14) und dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) ein elektronisches Schaltventil (RV), vorzugsweise in Form eines 3/2-Wegeventils oder eines 2/2-Wegeventils, angeordnet ist, welches besonders bevorzugt in einer stromlosen Stellung offen ist, sodass auch bei Verbinden des Federspeicher-Anschlusses (4) mit der Drucksenke (3) ein Aussteuern eines Bremsdrucks (P_B) an dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) unterbunden werden kann.

13. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Anhängersteuereinheit (TCV) ein Relaisventil (20) aufweist, welches einen mit dem Vorratseingang (11) verbundenen Eingang (23), einen mit dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) verbundenen Ausgang (24), einen Entlüftungsausgang (26), über den der Ausgang (24) mit einer Drucksenke (3) verbindbar ist, und einen Steuereingang (25) aufweist, der in eine gemeinsame Steuerkammer (100) mündet, wobei der Steuereingang (25) über die Anhängersteuer-Ventileinheit (65) mit dem Vorratseingang (11) und/oder einer Drucksenke (3) verbindbar ist, um einen Bremsdruck (P_B) am Anhängerbremsdruckanschluss (22) auszusteuern.

14. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 13, wobei die Steuerkammer (100) des Relaisventils (20) durch einen einzigen Steuer-Kolben (102) begrenzt ist.

15. Elektropneumatisches Steuermodul nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Steuerkammer (100) über ein elektronisch schaltbares Einlassventil (IV) mit dem Vorratseingang (11) verbindbar ist.

16. Elektropneumatisches Steuermodul nach den Ansprüchen 4 und 13, wobei die Steuerkammer (100) mit der ersten Redundanzdruckleitung (16) verbindbar ist.

17. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektronische Steuereinheit (ECU) dazu eingerichtet ist

- die Feststellbrems-Ventileinheit (8) basierend auf einem ersten elektronischen Hilfsbremssignal (S_{H1}) zu veranlassen wenigstens ein Ventil (10) der Feststellbrems-Ventileinheit (8) so zu schalten, dass an dem Federspeicher-Anschluss (4) ein Arbeitsdruck (P_2) zum temporären und gestuften Entlüften des Federspeichers (6) ausgesteuert wird; und
- die Anhängersteuer-Ventileinheit (65) basierend auf dem ersten elektronischen Hilfsbremssignal (S_{H1}) oder einem zweiten Hilfsbremssignal (S_{H2}) zu veranlassen wenigstens ein Ventil (IV) der Anhängersteuer-Ventileinheit (65) so zu schalten, dass an dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) ein Bremsdruck (P_B) ausgesteuert wird.

18. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektronische Steuereinheit (ECU), die Anhängersteuereinheit (TCV) und die Feststellbremseinheit (EPH) in einem Modul integriert sind.

19. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem

gemeinsamen Gehäuse (2), in dem mindestens die Komponenten der elektronischen Steuereinheit (ECU), der Anhängersteuereinheit (TCV) und der Feststellbremseinheit (EPH) angeordnet sind.

20. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei kein inverses Relaisventil vorgesehen ist.

21. Elektropneumatisches Steuermodul nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einem redundanten Drucksensor (90), der an der ersten Redundanzdruckleitung (16) oder dem Redundanzdruckanschluss (42) angeordnet ist und dazu ausgebildet ist, den pneumatischen Redundanzdruck (P_R) an dem Redundanzdruckanschluss (42) zu erfassen und ein entsprechendes Redundanzdruck-Signal (S_{PR}) als ein redundantes elektronisches Betriebs-Bremssignal (S_R) an der Steuereinheit (ECU) bereitzustellen, wobei die Steuereinheit (ECU) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit des empfangenen redundanten elektronischen Betriebs-Bremssignals (S_R) wenigstens ein Ventil (RV) der Anhängersteuer-Ventileinheit (65) so zu schalten, dass ein entsprechender Bremsdruck (P_B) an dem Anhängerbremsdruckanschluss (22) ausgesteuert wird.

22. Zugwagen (502) mit einem elektropneumatischen Steuermodul (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 21.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

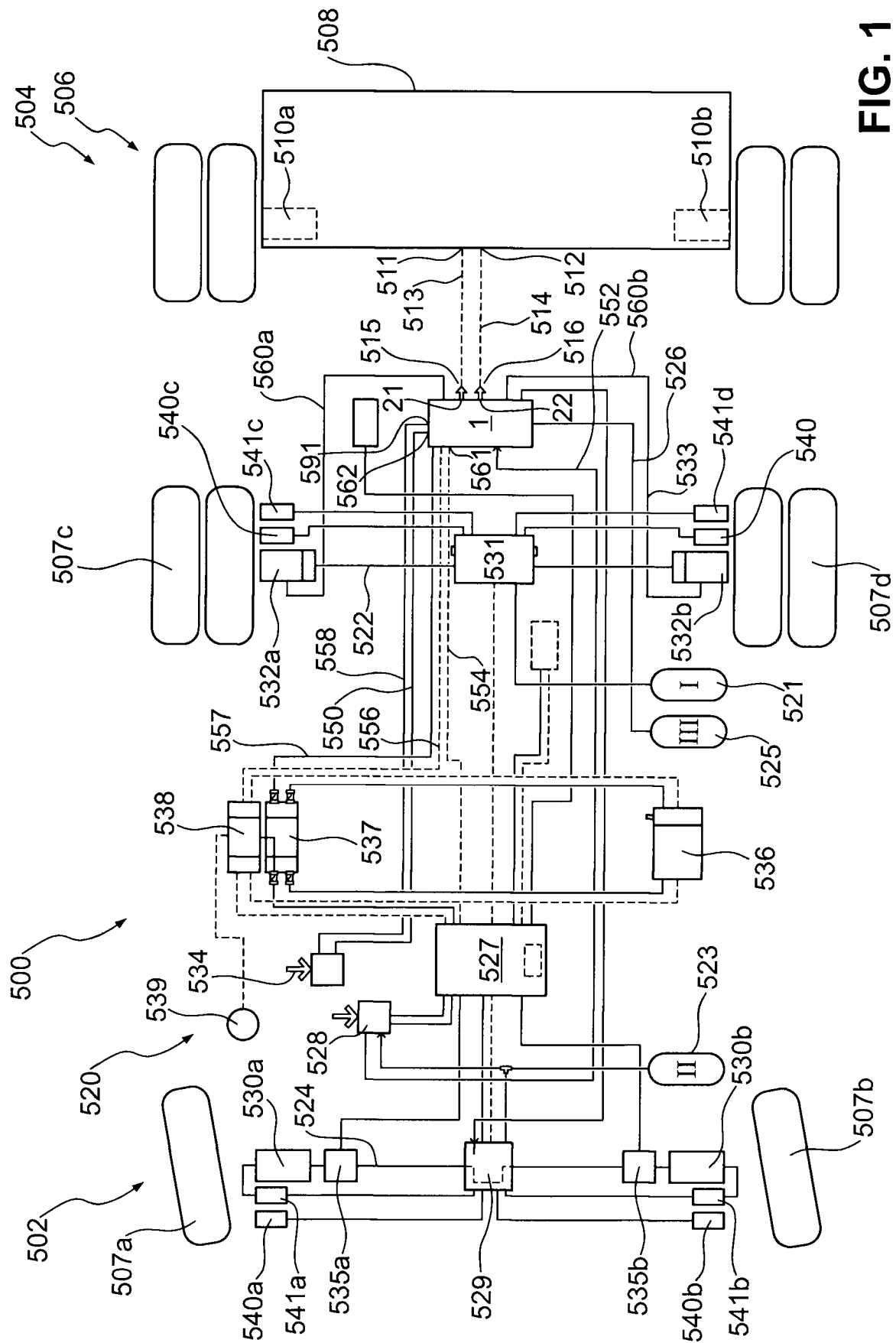


FIG. 1

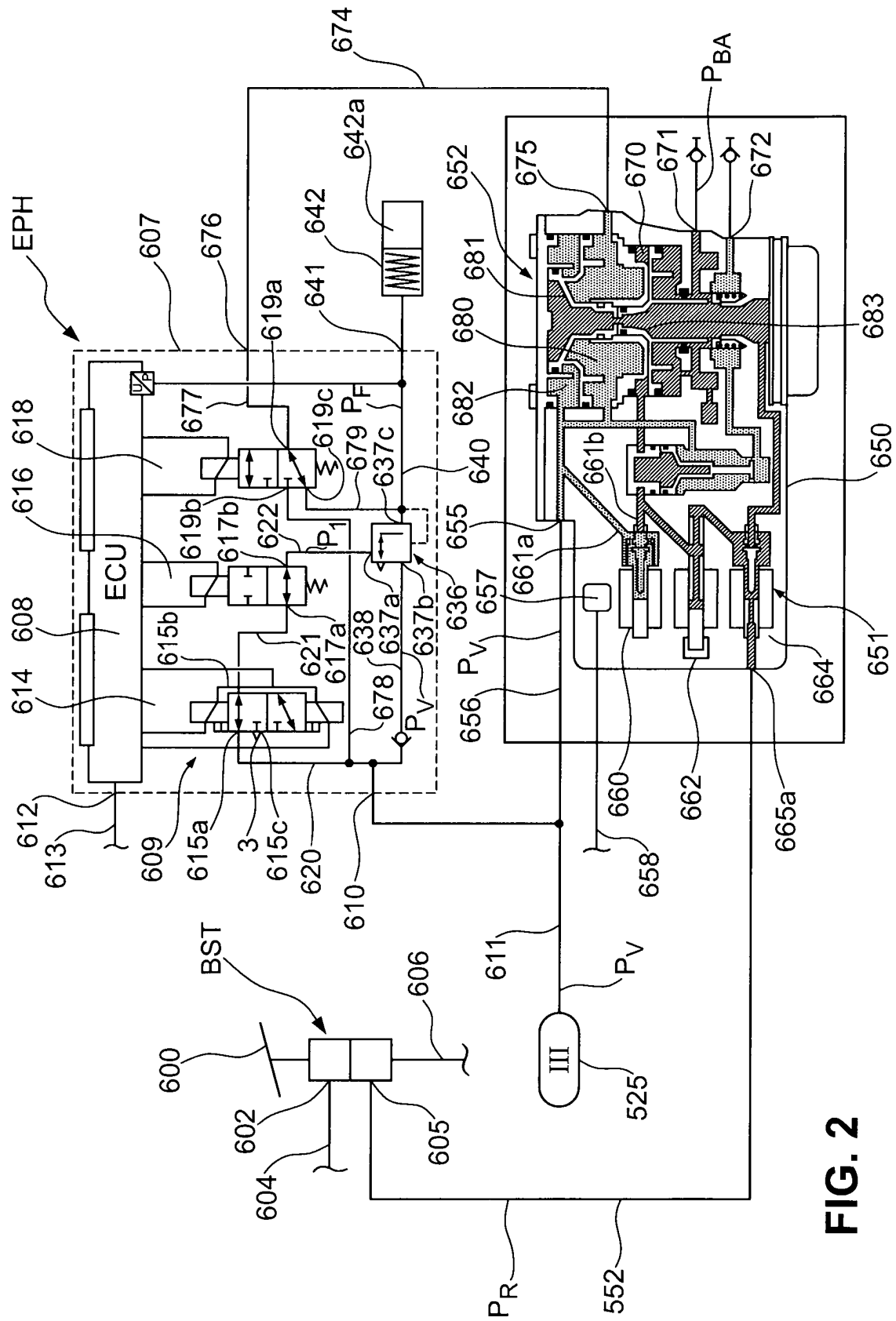


FIG. 2

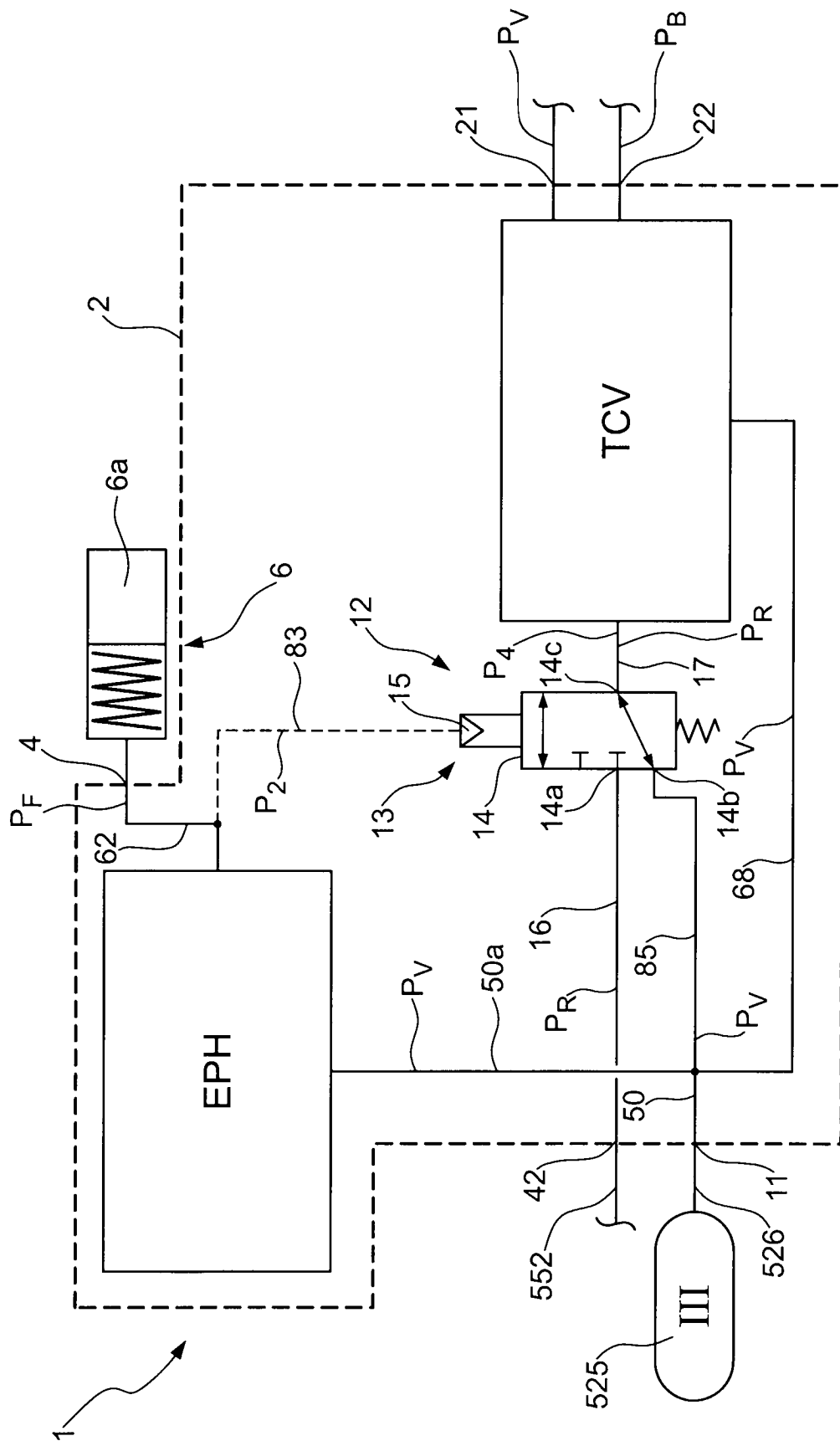


FIG. 3

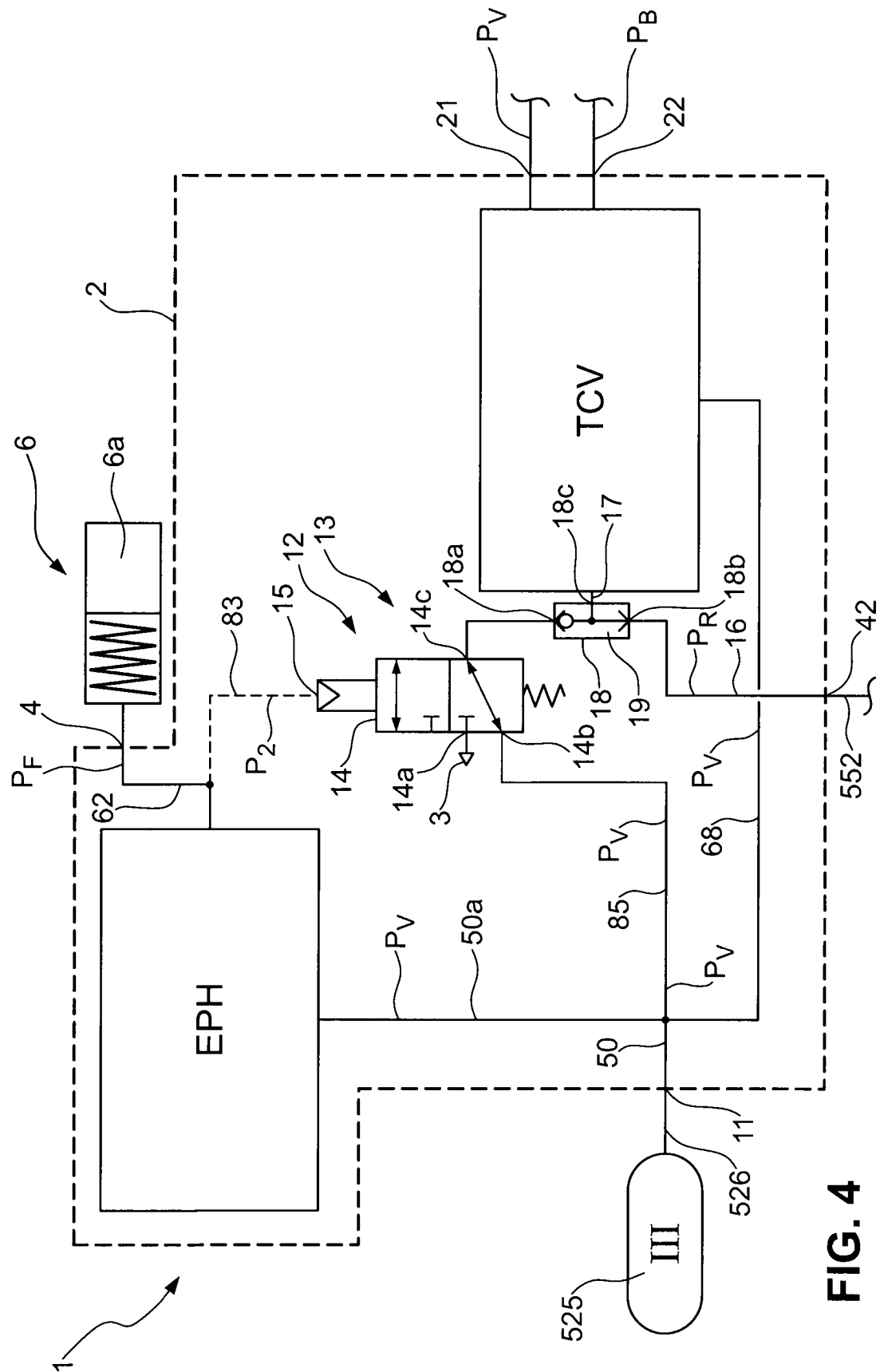


FIG. 4

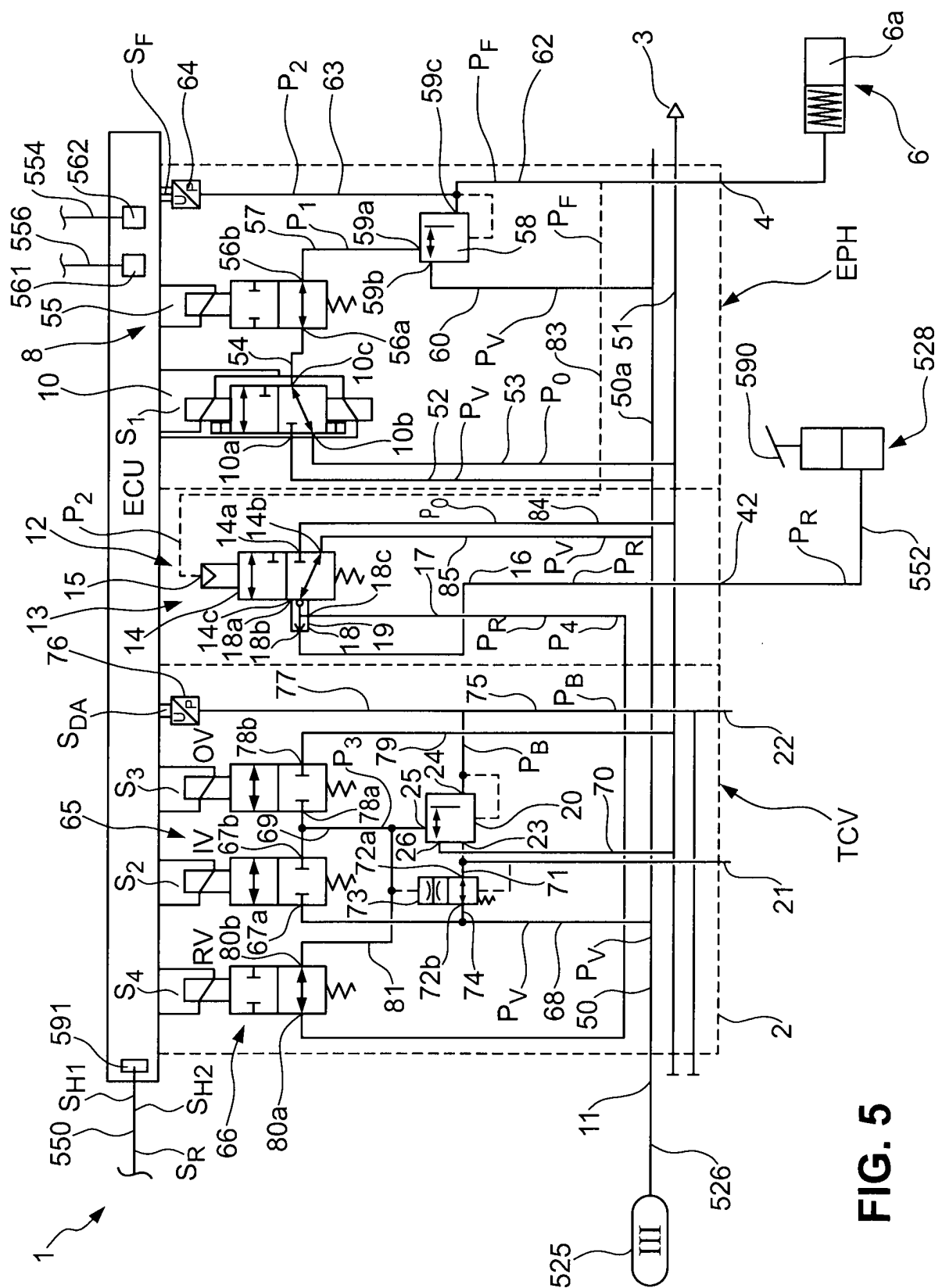


FIG. 5

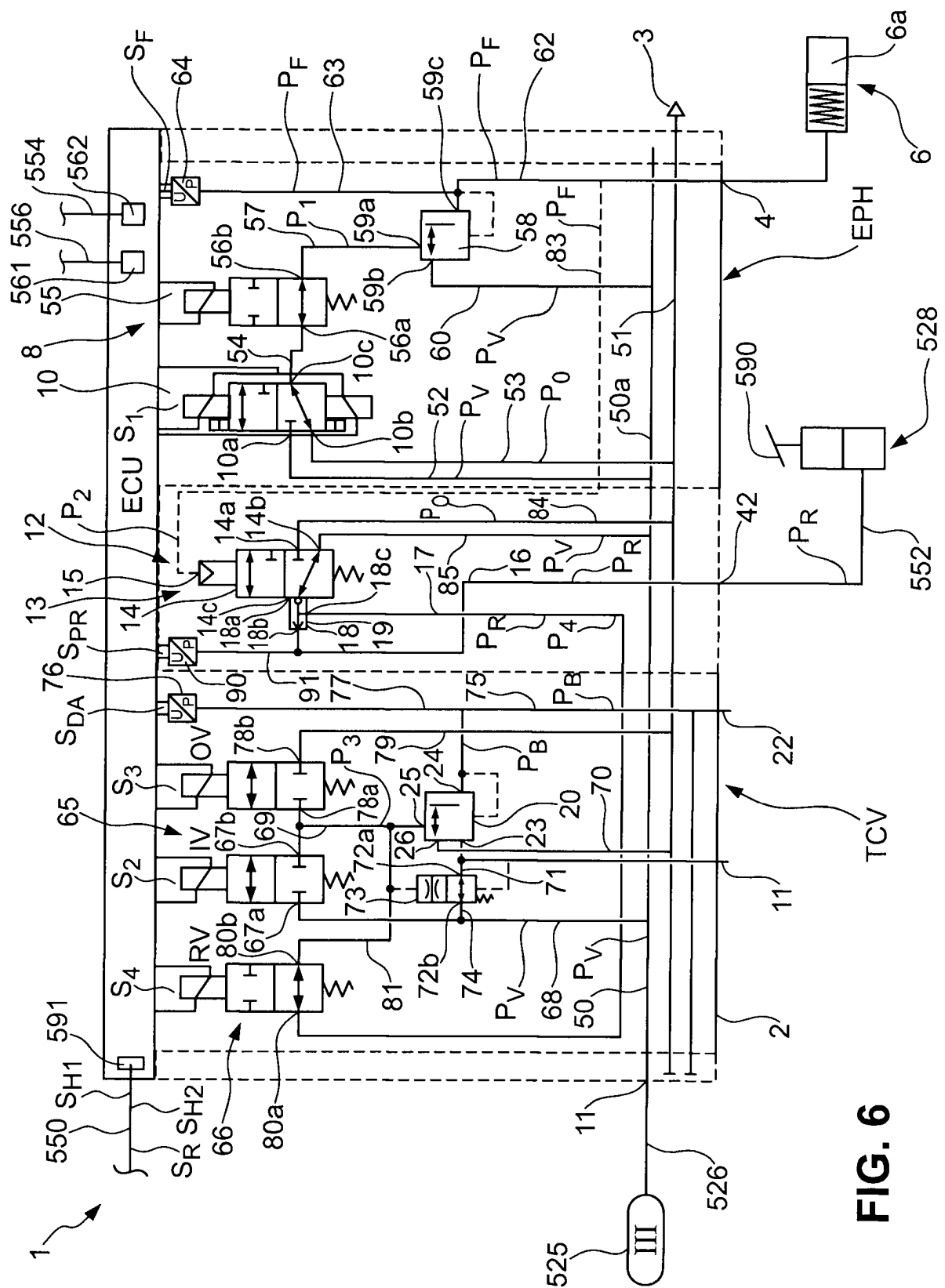


FIG. 6

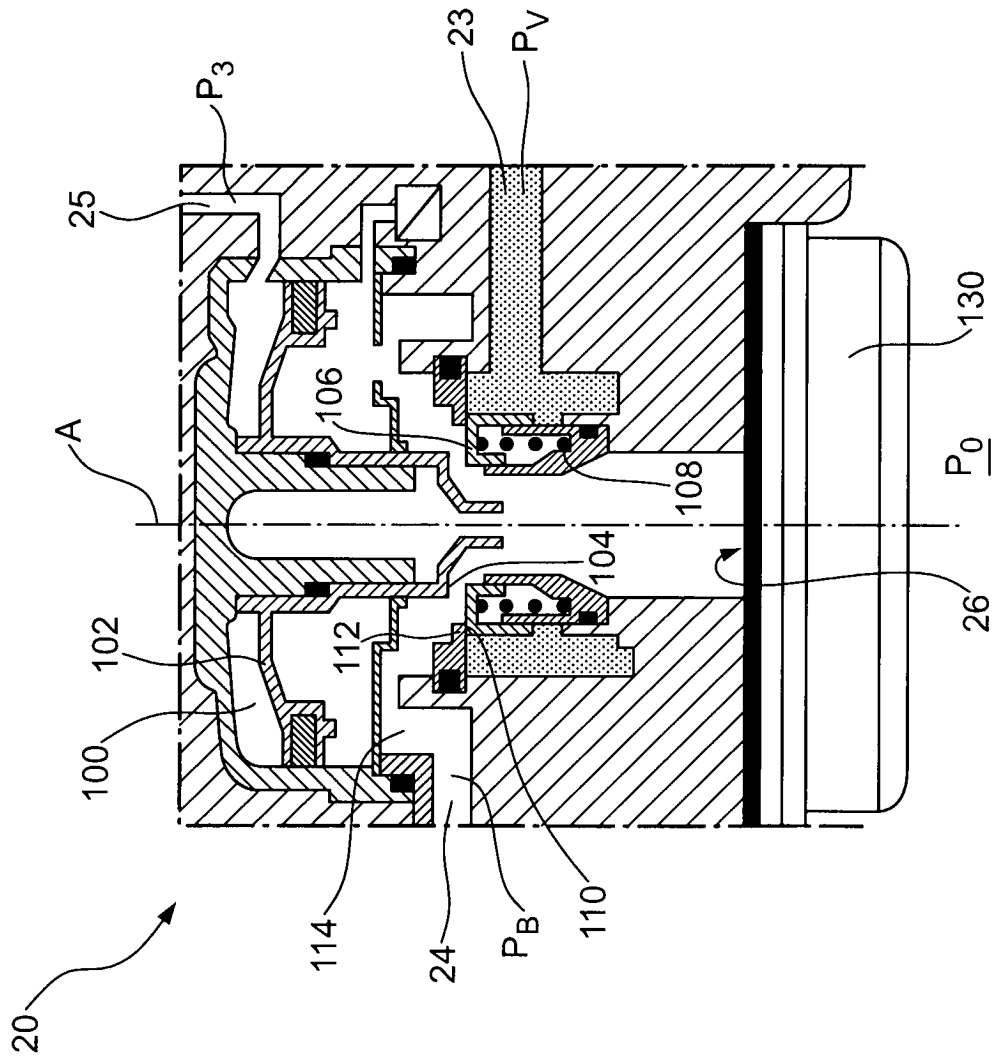


FIG. 7

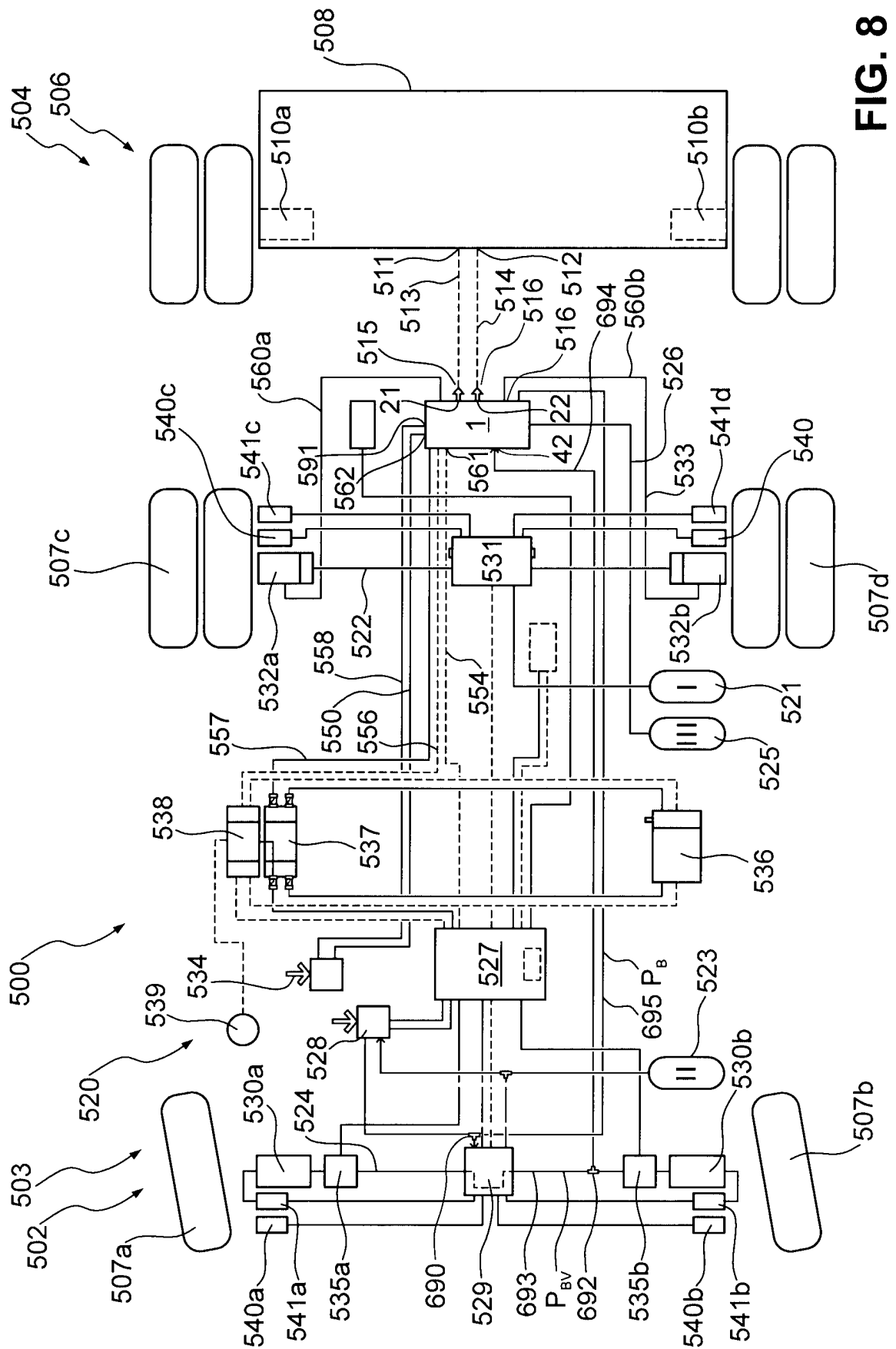


Fig. 8