



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 030 276.7**

(22) Anmeldetag: **18.06.2010**

(43) Offenlegungstag: **30.12.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B60T 13/74 (2006.01)**
B60T 13/66 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2009 027 035.3 18.06.2009

(71) Anmelder:
**Continental Teves AG & Co. OHG, 60488 Frankfurt,
DE**

(72) Erfinder:
**Schneider, Heinz-Anton, 65527 Niedernhausen,
DE; Balz, Jürgen, 65510 Hünstetten, DE**

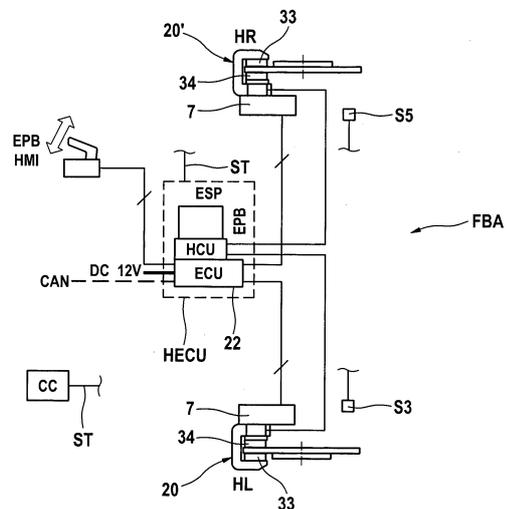
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeugbremsanlage mit einem hydraulisch betätigbaren Betriebsbremsystem und mit einem elektromechanisch betätigbaren Bremssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeugbremsanlage mit einem hydraulisch betätigbaren Betriebsbremsystem und mit einem elektromechanisch betätigbaren Bremssystem umfassend ein Bedienelement HMI, insbesondere zum Aktivieren einer Feststellbremsfunktion, eine elektronische Steuereinheit (EPB-ECU) zum Aktivieren eines elektromechanischen Aktuators 7 des elektromechanisch betätigbaren Bremssystems, sowie eine elektrohydraulische Steuereinheit (HECU), die einer Betriebsbremse zugeordnet ist, und zum Steuern oder Regeln von hydraulisch ausgeübten Betriebsbremsfunktionen, Fahrstabilitätsfunktionen, und/oder Bremsassistentenfunktionen dient.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Beitrag zur Schonung von Bauteilen oder Komponenten der Bremsanlage zu leisten.

Es wird vorgeschlagen, dass nach hydraulischer Bremsbetätigung in integrierten Bremsätteln (20, 20') ein elektronisch geregeltes, hydraulisches Druckkonditionierungsverfahren durchgeführt wird, wobei weiterhin vorgesehen ist, dass das elektromechanische Bremssystem erst nach dem hydraulischen Druckkonditionierungsprozess zusätzliche Zuspannkräfte erzeugt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugbremsystem mit den Merkmalen vom Oberbegriff des Patentanspruch 1. Die Merkmalskombination ist als Bremssystem mit elektromechanisch ausgeführter Parkbremsfunktion grundsätzlich bekannt.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin ein zugehöriges Betriebsverfahren für das Kraftfahrzeugbremsystem.

[0003] Aus der EP 0 825 081 B1 ist ein Kraftfahrzeug mit Fahrstabilitätsfunktion ESP und einem hydraulischen Druckerzeuger in Gestalt einer Pumpe und mit einer elektromechanischen Stelleinheit für einen Aktuator bekannt, wobei eine Übergabe zwischen Betätigungseinrichtungen und Betätigungsarten auf Grundlage einer Mindestzuspannkraft definiert ist. Dadurch ist zwingend vorgegeben, dass die elektromechanische Stelleinheit unter allen Betriebsbedingungen mindestens die Größe der hydraulisch durch die Pumpe eingesteuerten Zuspannkraft erzeugen kann, damit die zitierte Übergabebedingung erfüllt werden kann.

[0004] Eine hydraulische Fahrzeugbremse mit elektrisch betätigbarer Feststellbremsvorrichtung ist weiterhin aus der DE 101 50 803 B4 bekannt. Demnach wird vorgeschlagen, dass von dem Elektromotor – zur Optimierung der Belastung der Komponenten der Fahrzeugbremse – eine im Vergleich zu einer maximalen Zuspannkraft reduzierte Zuspannkraft bereitgestellt wird, wenn Sensorinformationen eine Betätigung eines Betriebsbremspedals anzeigen. Mit anderen Worten wird der elektromotorisch zu erzeugende Zuspannkraftanteil um eine Größe reduziert, welche hydraulisch vom Fahrzeugführer eingesteuert worden ist. Diese Vorgehensweise ermöglicht während einer Zuspannphase eine Entlastung des Elektromotors durch Reduktion des elektrischen Strombedarfs. Im Ergebnis resultiert daraus ein zustandsabhängig aufgespaltener Kraftfluss der Reaktionskräfte. Denn während der Zuspannbetätigungsphase – unter Ausnutzung der hydraulischen Unterstützung – liegt in dem elektromechanischen Antriebsstrang eine reduzierte Reaktionskraft vor. Der hydraulische Reaktionskraftanteil wird nach hydraulischem Druckabbau (Fahrer beendet die Pedalbetätigung) schlagartig zusätzlich dem Kraftfluss des Antriebsstrangs des Parkbremssystems aufgeprägt.

[0005] Bekannte Systeme, Vorrichtungen und Verfahren verfügen in Verbindung mit sogenannten integrierten Bremssätteln über den Nachteil, dass ein elektromechanischer Antriebs- und Getriebestrang vom Aktuator sowie vor allem das Bremssattelgehäuse und die Bremssattelbrücke prinzipiell mechanisch überdimensioniert, also erheblich leistungsfähiger als

zwingend nötig, auszulegen ist, damit Wechselbeanspruchungen im Übergabeprozess sicher ertragen werden können.

[0006] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Kraftfahrzeugbremsanlage und ein Betriebsverfahren bereitzustellen, das die Nachteile vom Stand der Technik eliminiert, und es bei grundsätzlich gleicher Ausfallsicherheit ermöglicht, sämtliche Bauteile eines Kraftfahrzeuges ohne übermäßige Dimensionierung dauerhaft auszubilden, und dadurch dazu beiträgt, Bauteilgewicht und Herstellkosten zu senken.

[0007] Im Prinzip basieren die Lösungsmerkmale der Erfindung auf einem hydraulischen Druckkonditionierungsprozess im Sinne einer elektronisch gesteuerten oder geregelten hydraulischen Druckherabsetzung oder zumindest einer Drucklimitierung, bevor der elektromechanische Aktuator Zuspannkraft liefert, oder überhaupt elektrisch in Betrieb genommen wird. Dabei wird die Druckherabsetzung oder Drucklimitierung bevorzugt zustandsabhängig, das heißt in Abhängigkeit von bestimmten, insbesondere sicherheitsrelevanten Randbedingungen, wie insbesondere dem Fahrzeugstillstand vorgenommen. Eine Ausdehnung auf weitere Kriterien ist denkbar. Eine Schwelle oder Grenze für einen elektrischen Strombedarf des Aktuators wird nicht variiert, sondern bleibt konstant.

[0008] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, den eingesteuerten hydraulischen Druck in den integrierten Bremssätteln bei erfasstem Fahrzeugstillstand auf eine bestimmte vorgegebene Größe zu reduzieren, sofern der hydraulische Druckaufbau aus einer Bremsbetätigung während der Fahrt des Kraftfahrzeuges resultiert, oder es wird schlicht eine Begrenzung des hydraulischen Druckes auf eine bestimmte, definierte Größe vorgenommen, wenn beispielsweise erkannt wurde, dass der hydraulische Druck eingesteuert wurde, um das Fahrzeug in den Stillstand zu versetzen, und durch Übergabe an das elektromechanische Bremssystem in dem Stillstand zu halten.

[0009] Es versteht sich, dass Mittel und Maßnahmen für eine Plausibilisierung einer Druckkonditionierung vorgesehen sind, in deren Zusammenhang beispielsweise im voraus bestimmt wird, ob ein planmäßiger Druckkonditionierungsprozess ohne Schaden für Mensch und Fahrzeug durchgeführt werden kann oder nicht. Dies ist insbesondere unter Auswertung und Abgleich von elektrischen Geber-, Schalter- oder Sensorinformationen (Drucksensor, Neigungswinkelsensor, Raddrehzahl- oder Beschleunigungssensoren, Gas- und Bremsbetätigungssensoren, Fahrzeugsensoren, Bilderfassungsgeräte, (insbesondere Sensoren für Kupplungsweg-, Steigung-, Gierwinkel-, Beschleunigung-, Abstand-, Radar-, Lidar-, Ul-

traschall-, Raddreho. ä.) ermöglicht. Dabei wird vorab mit Hilfe eines übergeordneten Abgleichs von mehreren Geberinformationen (ggf. vom Chassis Controller), überprüft, ob ein planmäßiger Druckkonditionierungsprozess zu einem – als unerwünscht gewerteten – Wegrollvorgang des Fahrzeugs führen würde. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Druckkonditionierungsprozess eine variable Schwelle aufweist, und dass der Druckkonditionierungsprozess bis zu einem Punkt durchgeführt wird, der durch eine sensorisch erfasste oder ermittelte Zustandsänderung indiziert ist.

[0010] Durch die beschriebene Maßnahme wird eine grundsätzliche Betriebsbremsfunktion eines integrierten Bremssattels in keiner Weise beeinträchtigt. Vielmehr wird die Kenntnis ausgenutzt, dass bei Fahrzeugstillstand an gemessenen oder als gegeben angenommener Hangneigung (Steigung oder Gefälle) je nach Bedarf deutlich geringere hydraulische Drücke im Bremssystem bzw. in den integrierten Bremssätteln zum definierten Halten eines Fahrzeuges ausreichen, als durch einen Fahrzeugführer durch völlig unreflektiertes Betätigen eines Bremspedals/Betätigung der Betriebsbremsfunktion erzeugbar ist, so dass eine derart unreflektiert vorgenommene, übermäßige, Bremsbetätigung elektronisch geregelt also abgeändert und derart konditioniert umgesetzt wird, dass die Systemkomponenten bei voller Systemverfügbarkeit und vollem Funktionsumfang vor unnötiger Überbelastung geschont werden.

[0011] Die Erfindung ermöglicht es, die Dauerfestigkeit der Komponenten des elektromechanisch betätigbaren Bremssystems zu erhöhen, indem bestimmte, Betätigungsfälle eines Lastkollektives, die ein erhöhtes Schädigungspotential aufweisen, prädiaktiv ausgeschlossen werden. Dies kann durch intelligente Ansteuerung von Komponenten einer HECU in Verbindung mit einer Druckbegrenzung oder Druckminderung erfolgen. Damit dient und ermöglicht die Erfindung insbesondere eine stark verbesserte, vernetzte Ansteuerung zwischen einem elektromechanisch betätigbaren Parkbremssystem und einem ohnehin vorhandenen ESP-Betriebsbremssystem, indem die gemeinsamen Ressourcen, Energiequellen und Aktuatoren in Hinblick auf das gewünschte Spannkraftergebnis aufeinander abgestimmt, geregelt und nur so stark wie zwingend nötig, betätigt werden.

[0012] Die genannte Druckbegrenzung bzw. Druckreduzierung wird also durch Kooperation von Komponenten des Feststellbremssystems und des Betriebsbremssystems im Sinne einer aufeinander abgestimmten Regelung durchgeführt. Dabei kann die Notwendigkeit einer Konditionierung im Sinne einer Druckbeeinflussung oder Druckbegrenzung bei Fahrzeugstillstand mit Hilfe einer ohnehin vorhandenen Drucksensorinformation unter Vergleich mit einem vorgebbaren Druckschwellenwert (Vor-

druck-Maximalwert) – beispielhaft 40 bar – abgeschätzt werden. Bei positivem Ergebnis kann eine Druckbegrenzung insbesondere dadurch vorgenommen werden, dass bei Vorliegen der beschriebenen Randbedingungen (Stillstand, Überschreiten der Druckschwelle) Einlassventile (EV) zwischen elektrohydraulischer Energiequelle (ESP-Hydraulikaggregat/Motor-Pumpen-Aggregat, fremdbetätigbarer Bremskraftverstärker oder Hauptzylinder) und den jeweiligen integrierten Bremssätteln geschlossen werden. Eine Druckreduzierung kann dadurch umgesetzt werden, dass ein zu hoher hydraulischer Druck in den integrierten Bremssätteln durch Schließen der Einlassventile (EV) zwischen ESC-Aggregat und den integrierten Bremssätteln und/oder Öffnen von Auslassventile (AV) zwischen integrierten Bremssätteln und dem ESC-Aggregat erfolgt, wobei der überzählige Druck durch Volumenverschiebung in einen Niederdruckspeicher (NDS) vom ESC abgebaut wird.

[0013] Bei diagonaler Bremskreisaufteilung (X-Split) ist es zusätzlich zu der beschriebenen Verfahrensweise je Bremskreis grundsätzlich möglich wenigstens ein Trennventil (TV) zwischen einem hydraulischen Druckgeber (Hauptzylinder) und der HECU einzufügen oder ein vorhandenes Trennventil zu nutzen, wobei die Hydraulikpumpe der HECU gestartet wird, und ein in den Niederdruckspeichern (NDS) befindliches Flüssigkeitsvolumen zwecks Druckaufbau in Bremssättel ohne Feststellfunktion gepumpt wird.

[0014] Weitere Einzelheiten der Erfindung gehen nachstehend anhand der Beschreibung der Zeichnung hervor. In der Zeichnung zeigt jeweils vereinfacht am Beispiel einer sogenannten schwarz/weiß-Bremskreisaufteilung:

[0015] [Fig. 1](#): Prinzipskizze zum Aufbau eines elektromechanischen Bremssystems als Bestandteil einer teilweise gezeigten Fahrzeugbremsanlage FBA enthaltend eine gemeinsame elektronische Steuereinheit (IPB),

[0016] [Fig. 2](#): Prinzipskizze zum Aufbau eines elektromechanisch betätigbaren Bremssystems als Bestandteil einer teilweise gezeigten Fahrzeugbremsanlage FBA mit einer gesonderten (stand-alone) Steuereinheit (EPB-ECU),

[0017] [Fig. 3](#): Schaltplan eines fremdbetätigbaren hydraulischen Fahrzeugbremssystem einschließlich ESP-Funktion mit integrierten, kombiniert betätigbaren Bremssätteln im Bereich einer Hinterachse,

[0018] [Fig. 4](#): ein elektromechanisch und hydraulisch kombiniert betätigbarer, integrierter, Bremssattel im Schnitt, und

[0019] [Fig. 5](#): ein Diagramm zur exemplarischen

Verdeutlichung vom Verlauf mehrerer physikalischer Größen bei einem elektronisch geregelten Druckkonditionierungsprozess, jeweils abgetragen über der Zeit t .

[0020] Eine Fahrzeugbremse weist einerseits eine hydraulisch betätigbare Betriebsbremsfunktion und andererseits eine elektromechanisch betätigbare Bremsfunktion auf, die vorrangig als Feststellbremsfunktion ausgelegt ist. Die Fahrzeugbremse ist gemäß [Fig. 4](#) als Schwimmsattel-Scheibenbremse ausgeführt. Zur Ausführung einer elektromechanischen Bremsfunktion dient ein elektromechanischer Aktuator **7** einschließlich Elektromotor **7a**. Dazu gehört ein mehrstufiges, insbesondere zweistufiges Getriebe **1**, Sensoren S1-Sx sowie eine elektronische Steuereinheit **22** (ECU(EPB)). Die oben erwähnte Fahrzeugbremse weist weiterhin ein Bremsgehäuse bzw. einen Bremssattel **20**, **20'** auf, welcher den äußeren Rand einer nicht dargestellten Bremsscheibe und zwei auf beiden Seiten der Bremsscheibe angeordnete Bremsbeläge **33**, **34** umgreift. Das Bremssattel **20** bildet auf seiner Innenseite einen Bremszylinder **9**, der einen Bremskolben **5** axial verschiebbar aufnimmt. In den zwischen Bremszylinder **9** und Bremskolben **5** gebildeten Betriebsdruckraum **6** kann zur Durchführung von Betriebsbremsungen Bremsflüssigkeit zugeführt werden, so dass sich ein Bremsdruck aufbaut, der den Bremskolben **5** axial entlang einer Achse X zur Bremsscheibe hin verschiebt. Dadurch wird der dem Bremskolben **5** zugewandte Bremsbelag **34** gegen die Bremsscheibe gedrückt. Als Reaktion kann sich der Bremssattel **20** in entgegen gesetzter Richtung verschieben, so dass auch der andere Bremsbelag **33** gegen die Bremsscheibe gedrückt wird.

[0021] Im Rahmen einer automatisch oder fahrerinitiierten elektromechanischen Bremsbetätigung wird der Elektromotor **7a** bestromt, und die rotatorische Antriebsdrehbewegung wird mit Hilfe vom Getriebe **1** in eine Translationsbewegung vom Kolben **5** entlang der Achse X umgewandelt. Das Getriebe **1** kann neben den besagten zwei Getriebestufen zur Wandlung eine Spindel **2** und eine Gewindemutter **3** aufweisen, die über Wälzkörper **4** miteinander in Verbindung stehen. Die Wälzkörper **4** sind als Kugeln ausgebildet. Ein mit der Spindel **2** verbundener Schaft **17** ragt an der der Bremsscheibe abgewandten Seite aus dem Bremssattel **20** heraus und wird unter Zwischenschaltung vom Getriebe **1** angetrieben. Dabei sind Mittel zum Abdichten des Betriebsdruckraums **6** in der Bohrung des Bremssattels **20**, durch die der Schaft **17** ragt, vorgesehen. Die auf die Spindel **2** übertragene Rotationsbewegung wird über die Wälzkörper **4**, die sich im Gewindegang zwischen Spindel **2** und Gewindemutter **3** befinden, auf die Gewindemutter **3** übertragen, die eine Translationsbewegung in Richtung der Achse X vollzieht. Dadurch wird der Bremskolben **5** betätigt, an dem sich die Gewinde-

mutter **3** abstützt. Gleichzeitig wird die Spindel **2** von einer Stufenbohrung **30** im Bremssattel **20** aufgenommen und stützt sich über einen, mit der Spindel **2** verbundenen, Kragen **19** und ein Axiallager **18** am Bremssattel **20** ab. Das Getriebe **1** setzt also die Drehbewegung des elektromechanischen Aktuators **7** in eine Linearbewegung um und ist für die Generierung der Zuspännkraft zur Durchführung eines elektromechanisch ausgeführten (Feststell-)Bremsvorganges verantwortlich.

[0022] Zum Lösen der elektromechanischen Bremsvorrichtung wird der Aktuator **7** reversiert betrieben und die Gewindemutter **3** und damit auch der Bremskolben **5** vollziehen eine Bewegung in der [Fig. 4](#) nach rechts. Die Bremsbeläge **33**, **34** stehen dadurch nicht mehr mit der Bremsscheibe in Kontakt und der Lösezustand der Feststellbremsvorrichtung ist hergestellt.

[0023] Die [Fig. 1–Fig. 3](#) verdeutlichen Gestaltungsformen einer mehrkreisigen elektronisch geregelten, fremdansteuerbaren, Kraftfahrzeugbremsanlage FBA mit ESP-Funktion, wobei das Betriebsbremsystem grundsätzlich eine diagonale Bremskreis aufteilung aufweist, und wobei die elektromechanische Bremsbetätigung einen Bremskreis betrifft, der durch die Bremssättel **20**, **20'** der Radbremsen HR, HL einer Hinterachse gebildet ist. Eine Hydraulikeinheit HCU umfasst ein Motor-Pumpen-Aggregat mit einer Pumpe P, umfassend einen Druckmitteleingang E und einen Druckmittelausgang A, wobei im Anschluss an den Druckmittelausgang A üblicherweise eine Dämpfungsvorrichtung enthaltend mehrere, in Kaskade geschaltete, Dämpfungsmittel unter Beteiligung von wenigstens einer Dämpfungskammer vorgesehen ist. Der Druckmittelausgang A ist, wie schematisch verdeutlicht, je nach erforderlicher Funktion ventilgesteuert mit einem Hauptzylinder (THZ) oder mit Radbremsen VR, HL, VL, HR verbindbar. Zur Druckregelung oder Umschaltung in Saug- und Druckpfad der Pumpe P sind elektromagnetische Einlassventile EV, Auslassventile AV, Umschaltventile EUV und Trennventile TV in der HCU vorgesehen. Pumpe P, Dämpfungsmittel und Ventile EV, AV, EUV, TV sind prinzipiell zusammen mit der Pumpe P in einem gemeinsamen Aufnahmekörper der gebildeten HCU angeordnet. Zur elektronischen Ansteuerung und Versorgung von Ventilen V und Pumpe P ist ein elektronisches Steuergerät ECU vorgesehen, die gleichzeitig zur elektrischen Ansteuerung der integrierten Bremssättel HL, HR vorgesehen ist, und zu diesem Zweck direkt elektrisch mit den Bremssätteln **20**, **20'** anhand von 2- oder Mehrdrahtleitern verbunden ist. Insgesamt ist dadurch eine, in einem einzigen Gehäuse angeordnete, integrierte, Steuereinheit (IPB) für Betriebs- und Feststellfunktion arrangiert.

[0024] Nachdem oben im Wesentlichen die Komponenten eines Fahrzeugbremsystems mit hydraulischer

schen Betriebsbremskomponenten und elektromechanischen Bremskomponenten sowie integrierten Bremssätteln **20**, **20'** erläutert ist, erfolgt nachstehend eine Funktionsbeschreibung eines Betriebsverfahrens mit einem elektronisch gesteuert oder geregelt vorgenommenen hydraulischen Konditionierungsprozess anhand der [Fig. 5](#).

[0025] Zunächst kann eine bevorstehende hydraulische oder elektromechanische Bremsbetätigung durch Plausibilisierung anhand mehrerer unterschiedlicher Informationen, wie insbesondere anhand von einem Abgleich von Sensorinformationen zur Bewertung von einem aktuellen oder bevorstehenden Fahrzeugfahrzustand, vorherbestimmt werden. Dadurch ist es möglich, eine bevorstehende Bremsbetätigung in einem Vorfeld zu ermitteln. Dies kann beispielsweise im Rahmen von bildgestützten, automatisierten Fahrzeugregelsystemen zur Unfallvermeidung, oder durch sonstige elektronische Fahrerassistenzsysteme (beispielsweise ADAS, Global Chassis Control o. a.) erfolgen. Zusammenfassend wird auf Grundlage der vorliegenden Informationen eine Entscheidung getroffen, ob eine elektronisch geregelte hydraulische Druckkonditionierung prinzipiell nötig ist, oder nicht.

[0026] Es versteht sich in diesem Zusammenhang auch, dass weiterhin gesonderte Mittel oder Maßnahmen zur Plausibilisierung einer Entscheidung vorgesehen sind, in deren Zusammenhang im voraus bestimmt wird, ob ein geplanter Druckkonditionierungsprozess überhaupt ohne Schaden für Mensch oder Fahrzeug durchgeführt werden kann oder nicht. Dies ist insbesondere unter Auswertung und Abgleich von Sensorinformationen (Neigungswinkelsensor, Radrehensor, (Dreh-)Beschleunigungssensor o. ä.) möglich, indem vorab mit Hilfe von den Sensorinformationen überprüft wird, ob ein planmäßiger Druckkonditionierungsprozess zu einem unerwünschten, unkomfortablen oder gefährlichen Fahrzeugverhalten (beispielsweise Rückrollvorgang am Hang) führen würde. Alternativ kann vorgesehen sein, dass der elektronisch geregelte Druckkonditionierungsprozess eine variable Schwelle derart aufweist, dass der Druckkonditionierungsprozess bis zu einem Punkt durchgeführt wird, die durch eine sensorisch erfasste Zustandsänderung (beispielsweise der sensorisch erfasste Beginn des Abrollvorgangs am Hang oder eine bestimmte Abrollgeschwindigkeit) indiziert ist.

[0027] Im Anschluss an die Erkennung und Verifikation kann es in Abhängigkeit von dem gewünschten Ergebnis und Fahrzeugverhalten vorgesehen sein, dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess zeitlich erst nach Bestromung vom Aktuator **7** oder gewissermaßen vorausschauend (prädiktiv) vorgenommen wird. Es ist wesentlich, dass der Druckkonditionierungsprozess gestartet wird, bevor der Aktuator **7** in Wesentlichem

Umfang einen Zuspannkraftanteil F_{ea} beiträgt. Beispielsweise erfolgt ein Zeitpunkt t_v zur Initiierung von dem Druckkonditionierungsprozess in einem Zeitfenster bis etwa 0,4 s nach dem Starten einer Betätigung des elektromechanischen Aktuators **7** (Zeitpunkt $t = 0$).

[0028] Der elektronisch geregelte, hydraulische Druck-Konditionierungsprozess kann im Sinne einer elektronisch geregelten, hydraulischen Druckminderung oder im Sinne einer elektronisch geregelten, hydraulischen Druckbegrenzung vorgenommen werden. Dabei wird die hydraulische Druck-Konditionierung (Druckminderung oder Druckbegrenzung) in Abhängigkeit von sensierten oder gemessenen konkreten Fahrzeugfahr- oder Fahrzeugbetriebs-, beziehungsweise Bedienungs- wie insbesondere Bremsbetätigungszuständen, zustandsabhängig, vorgenommen. Der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess kann insbesondere vorgenommen werden, wenn der Fahrzeugstillstand nach dem fahrerinitiierten Abbremsen im Sinne eines Fahrzeugfeststellvorgangs hergestellt oder abgesichert werden soll. Dabei ist eine Schwelle für eine maximale Stromaufnahme $I_{Aktuator}$ des Aktuators **7** fest vorgegeben definiert und wird insbesondere nicht abgeändert oder variiert.

[0029] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird es auch vorgeschlagen, den hydraulischen Druck p_{Hydr} in den integrierten (kombinierten) Bremssätteln **20**, **20'** bei Fahrzeugstillstand auf ein bestimmtes Maß zu reduzieren, sofern der hydraulische Druckaufbau aus einer automatisierten Abbremsung, beispielsweise bis zum Stillstand des Kraftfahrzeuges, resultiert. Sofern der Abgleich der ermittelten oder gemessenen Signal- und Informationsmuster eine spätere Betätigung der Feststellbremsvorrichtung gewissermaßen vorausschauend sicher erkennen lässt, kann alternativ bereits während der Bremsbetätigung eine schlichte Begrenzung oder Regulierung des eingesteuerten hydraulischen Druckes auf ein bestimmtes Maß vorgenommen werden. Mit anderen Worten kann eine gewisse Abblendwirkung vorgesehen sein. Dies ist aus [Fig. 5](#) ersichtlich, indem keine schlagartige Absenkung sondern eine lineare Verringerung von dem hydraulischen Druck p_{hydr} ab dem Zeitpunkt t_v vorgesehen ist.

[0030] Die genannte Druckbegrenzung bzw. Druckreduzierung kann durch Kooperation vom vorzugsweise integrierten EPB-System und ESP-System, sowie erforderlichenfalls durch Interaktion mit anderen Kraftfahrzeug-Assistenzsystemen gewissermaßen koordiniert vorgenommen werden. Zu diesen Systemen sind insbesondere zu zählen: Komfortassistenzfunktionen, wie Kraftfahrzeugabstandsregelungssysteme, Antriebsstrang- und Getrieberegelungssysteme, Systeme zur regenerativen oder rekuperativen Abbremsung, Unfallvermeidungssysteme

oder andere Kraftfahrzeugregelsysteme. Durch die Vernetzung ist es ermöglicht, eine übergeordnete, aufeinander abgestimmte elektronische Systemregelung durchzuführen, um Lastspitzen im Bereich der Feststellbremsvorrichtung zu reduzieren. Grundsätzlich kann die Notwendigkeit einer Druckmodifikation, Druckbeeinflussung oder Druckbegrenzung mit Hilfe eines Drucksensors S1 durch Vergleich mit einem vorgebbaren Druckschwellenwert (Vordruck-Maximalwert) bei ermitteltem Fahrzeugstillstand – beispielsweise sind dies 40 bar – vorgesehen werden. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Einsatz und eine Verwendung der Signale von Drucksensoren denkbar, die den hydraulischen Druck in den Druckräumen 6 der integrierten Bremssättel 20, 20' messen.

[0031] Eine Druckbegrenzung kann insbesondere dadurch vorgenommen werden, dass bei Vorliegen der beschriebenen Randbedingungen (Stillstand, Überschreiten der Druckschwelle) Einlassventile EV zwischen elektrohydraulischer Energiequelle (ESP-Hydraulikaggregat/Motor-Pumpen-Aggregat, fremdbetätigbarer Bremskraftverstärker oder Hauptzylinder) und den jeweiligen integrierten Bremssätteln geschlossen werden.

[0032] Eine Druckreduzierung kann dadurch umgesetzt werden, dass ein zu hoher hydraulischer Druck in den integrierten Bremssätteln durch Schließen der Einlassventile EV der HECU und/oder Öffnen von Auslassventile AV der HECU erfolgt, wobei der hydraulische Druck durch Volumenverschiebung in einen Niederdruckspeicher NDS der HECU reduziert wird.

[0033] Bei diagonaler Bremskreisaufteilung (X-Split) wird zusätzlich zu der beschriebenen Verfahrensweise je Bremskreis wenigstens ein Trennventil TV zwischen einem hydraulischen Druckgeber (Hauptzylinder THZ) und dem ESP-Aggregat geschlossen, wobei die Hydraulikpumpe des ESP-Aggregates gestartet wird, und ein in den Niederdruckspeichern NDS befindliches Flüssigkeitsvolumen zwecks Druckaufbau in die nichtintegrierten Bremssättel (in bevorzugter Ausführung die an einer Vorderachse VA angeordneten Bremssättel) gepumpt wird und dort zu einer Druckerhöhung genutzt werden kann.

[0034] Obwohl die Erfindung primär bei einer manuell angeforderten elektromechanisch ausgeführten Feststellbremsbetätigung erläutert worden ist, sind vielfache Ausführungsformen und Anwendungen denkbar, die mit teil- oder vollautomatisierten Fahrerassistenzfunktionen in Verbindung stehen können. Es versteht sich, dass zu diesem Zweck eine entsprechende Vernetzung der Steuereinheit ECU mit anderen Sensoren S1–Sx und/oder anderen elektronischen Steuergeräten eines Kraftfahrzeugs, im Rah-

men von einem vernetzten, drahtgebundenen oder drahtlosen Datenübertragungssystem (CAN, LIN, FLEXRAY, Byteflight etc.) vorgesehen ist. Es versteht sich weiterhin, dass die elektronische Steuereinheit ECU wenigstens eine offene Schnittstelle ST aufweist, die dazu eingerichtet ist, dass ein Druckkonditionierungsprozess auf Anforderung von extern, also auf Anforderung von einem fahrzeugintegrierten Steuergerät oder auf Anforderung von einem außerhalb vom Fahrzeug angeordneten Steuergerät (external request) ausgeführt wird. Diese Schnittstelle ST kann, genauso wie eine Vernetzung von verschiedensten elektronischen Steuergeräten im Übrigen, drahtgebunden oder drahtlos vorgesehen sein.

[0035] Die Erfindung eignet sich insbesondere für eine Verbindung mit einem übergeordneten, elektronischen Chassis-Controller CC, dem eine übergeordnete Koordinierung sowie Steuerung und Regelung von übergeordneten Aufgaben in einem automatisierten, elektronischen Kraftfahrzeugregelungsverbund zukommt, so dass durch diese übergeordnete elektronische Vernetzung und Interaktion beispielsweise zwischen einander widersprechenden Regelungseingriffen von unterschiedlichen elektronischen Steuereinheiten eines Kraftfahrzeugs vermittelt werden kann. In einer derartigen Kraftfahrzeugkonfiguration ist es insbesondere denkbar, dass dem Chassis Controller in der Ansteuerung gewissermaßen eine Master-Funktion zukommt, die die Steuerung und Regelung der Feststellbremsfunktion beeinflusst. Auch der umgekehrte Fall ist denkbar, dass der Chassis-Controller gewissermaßen einen Auftrag zur Ausführung einer Druckkonditionierung an ein elektronisches Steuergerät ausgibt, wobei der Auftrag beispielsweise aus Sicherheitsgründen von dem betreffenden elektronischen Steuergerät (ECU, IPB, EPB-ECU) verworfen werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Getriebe
2	Spindel
3	Gewindemutter
4	Wälzkörper
5	Bremskolben
6	hydraulischer Betriebsdruckraum
7	elektromechanischer Aktuator
7a	Elektromotor
8	Motorwelle
9	Bremszylinder
11	Getriebestufe
12	Getriebestufe
17	Schaft
18	Axiallager
19	Kragen
20	Bremssattel
21	Antriebsmodul
22	Steuereinheit

28	Gehäuse
28a	Gehäusedeckel
30	Stufenbohrung
33	Bremsbelag
34	Bremsbelag
A	Auslaß
CC	elektronischer Chassis Controller
E	Einlaß
ECU	Elektronisches Steuergerät
EV, AV, TV, EUV	Ventil
ESP	Fahrstabilitätsfunktion
FBA	Kraftfahrzeugbremsanlage
HMI	Mensch-Maschine-Schnittstelle
HCU	Hydraulikeinheit
IPB	gemeinsame Steuereinheit
NDS	Niederdruckspeicher
P	Pumpe
S1, 2, 3...x	Sensor (Druck-, Rad-, etc.)
ST	Schnittstelle
THZ	Tandemhauptzylinder
VR	Radbremse vorne rechts
VL	Radbremse vorne links
HR	Radbremse hinten rechts
HL	Radbremse hinten links
X Achse	
I_{Aktuator}	gemessener/ermittelter Aktuatorstrom
I_{asoll}	vorgegebener Aktuatorstrom (Stromvorgabe)
F_{ea}	Zuspannkraftanteil elektromechanisch
F_{soll}	Soll-Zuspannkraft (gesetzliche Vorgabe)
F_{hydr}	Zuspannkraftanteil hydraulisch
F_{ges}	(Summen-)Zuspannkraft
p_{hydr}	hydraulischer Druck
t_v	Schließzeitpunkt EV

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

- EP 0825081 [\[0003\]](#)
- DE 10150803 B4 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugbremsanlage (FBA) mit einem hydraulisch betätigbaren Betriebsbremssystem und mit einem elektromechanisch betätigbaren Bremsystem umfassend ein Bedienelement (EPB-HMI) insbesondere zum Aktivieren einer Feststellbremsfunktion, eine elektronische Steuereinheit (EPB-ECU) zum Aktivieren von einem Aktuator (7) des Bremssystems, und eine elektrohydraulische Steuereinheit (HECU), die grundsätzlich einer Betriebsbremse zugeordnet ist, und grundsätzlich zum Steuern oder Regeln von Betriebsbremsfunktionen, Fahrstabilitätsfunktionen, und/oder Bremsassistentenfunktionen dient, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Belastungsreduktion von Bauteilen oder Komponenten des elektromechanischen Bremssystems nach einer automatischen oder fahrerinitiierten hydraulischen Bremsbetätigung, sowie vor Vollendung einer zeitlich anschließenden elektromechanischen Bremsbetätigung in wenigstens einem Betriebsdruckraum (6) eines elektromechanisch betätigbaren Bremssattels (20, 20'), ein elektronisch geregelter, hydraulischer Druckkonditionierungsprozess durchgeführt wird.

2. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bremsbetätigung durch Plausibilisierung anhand mehrerer unterschiedlicher Informationen, wie insbesondere anhand von einem Abgleich von mehreren Sensorinformationen zur Bewertung von einem aktuellen Fahrzeugfahrzustand, vorherbestimmt wird, und dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess zeitlich nach einer Bestromung vom Aktuator (7) erfolgt.

3. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (7) zeitlich nach dem elektronisch geregelten, hydraulischen Druckkonditionierungsprozess einen merklichen Zuspannkraftanteil (Fea) erzeugt.

4. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (7) während dem elektronisch geregelten, hydraulischen Druckkonditionierungsprozess aktuiert wird, und einen reduzierten Zuspannkraftanteil (Fea) erzeugt.

5. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess eine hydraulische Druckbegrenzungsfunktion oder eine hydraulische Druckreduktionsfunktion aufweist.

6. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess vorgegebene Parameter, wie insbesondere konstant vorgegebene hydraulische Druckschwellwerte, auf-

weist, die in der elektronischen Steuereinheit (EPB-ECU, IPB) abgelegt sind.

7. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess zustandsabhängig angepasste hydraulische Druckschwellwerte aufweist.

8. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektronisch geregelte, hydraulische Druckkonditionierungsprozess zustandsabhängig, in Abhängigkeit von bremsrelevanten, Randbedingungen, Messwerten und/oder Parametern, wie insbesondere in Abhängigkeit von einem erkannten Fahrzeugstillstand, durchgeführt wird.

9. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass vor Durchführung oder Beendigung vom elektronisch geregelten, hydraulischen Druckkonditionierungsprozess eine Plausibilisierung durchgeführt wird, um im Voraus auf Grundlage von gemessenen oder ermittelten Informationen zu bestimmen, ob der Druckkonditionierungsprozess gefahrlos durchgeführt werden kann oder nicht, und dass eine Entscheidung zur Durchführung von einem Druckkonditionierungsprozess nach einem negativen Ergebnis der Plausibilisierung verworfen, unterbrochen oder beendet wird.

10. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektronisch geregelter, hydraulischer Druckkonditionierungsprozess wenigstens eine, von der elektronischen Steuereinheit (ECU) des Betriebsbremssystems gesteuerte oder geregelte, Betätigung eines Elektromagnetventils (AV, EV, EUV, TV) einer elektrohydraulischen Steuereinheit (HECU) aufweist.

11. Kraftfahrzeugbremsanlage nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinheit des elektromechanisch betätigbaren Bremssystems (EPB-ECU) und die elektronische Steuereinheit (ECU) des Betriebsbremssystems als gemeinsame Steuereinheit (IPB) in einem gemeinsamen Gehäuse integriert vorgesehen sind.

12. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die gemeinsame Steuereinheit (IPB) eine Vernetzung mit anderen Sensoren (S1-Sx) und/oder elektronischen Steuergeräten (ECU) eines Kraftfahrzeugs, im Rahmen von einem vernetzten, drahtgebundenen oder drahtlosen Datenübertragungssystem (CAN, LIN, FLEXRAY, Byteflight etc.) aufweist.

13. Kraftfahrzeugbremsanlage nach Anspruch 11 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die gemein-

same elektronische Steuereinheit (IPB) wenigstens eine offene Schnittstelle (ST) aufweist, die dazu eingerichtet ist, dass ein Druckkonditionierungsprozess auf Anforderung von einem anderen fahrzeugintegrierten elektronischen Steuergerät, oder auf Anforderung von einem außerhalb vom Fahrzeug angeordneten elektronischen Steuergerät, wie insbesondere durch Anforderung von einem übergeordneten elektronischen Chassis Controller (CC), ausgeführt wird.

14. Betriebsverfahren für eine Kraftfahrzeugbremsanlage mit den Merkmalen von Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen oder mehrere Verfahrensschritte nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 10.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

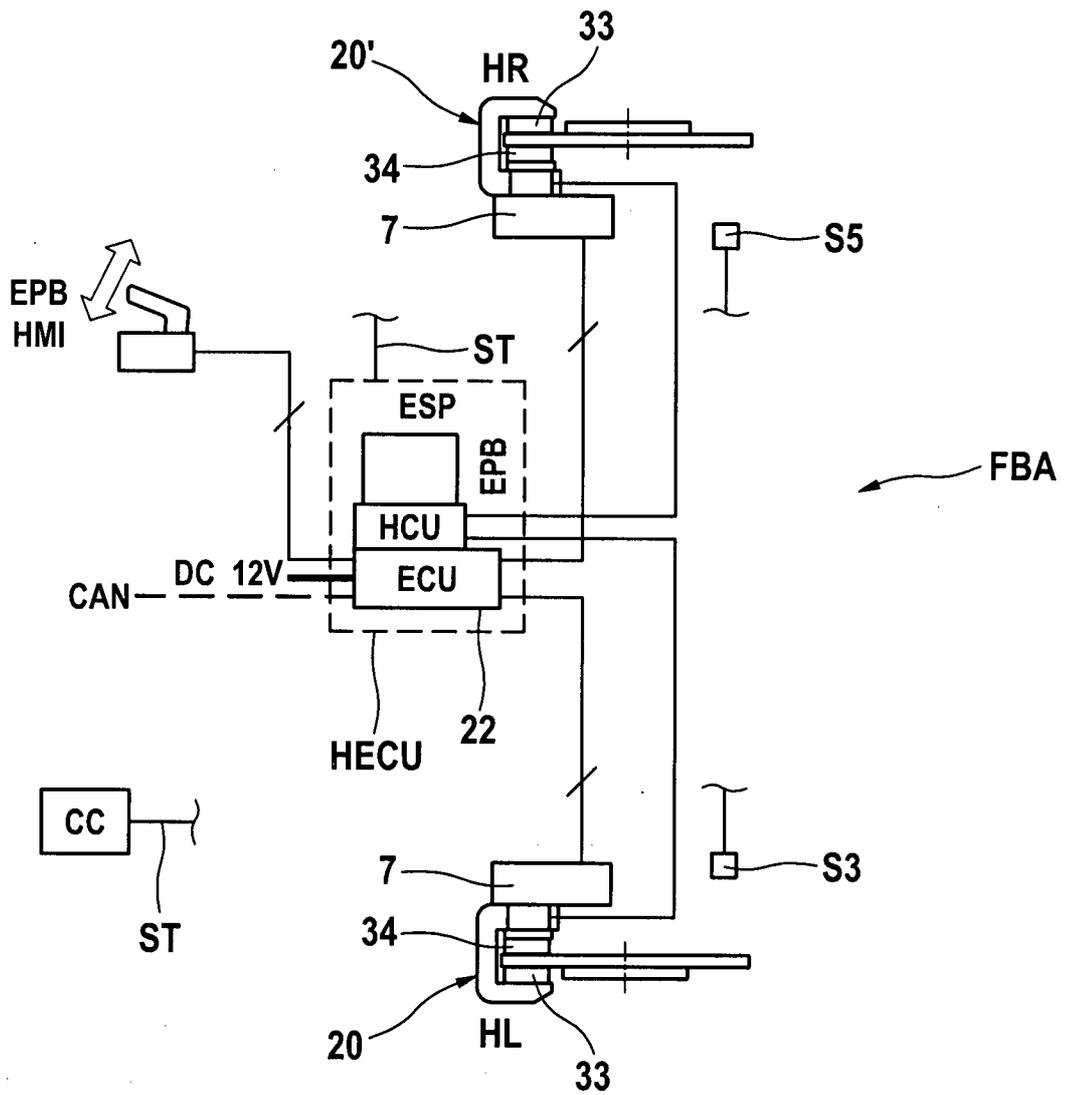


Fig. 1

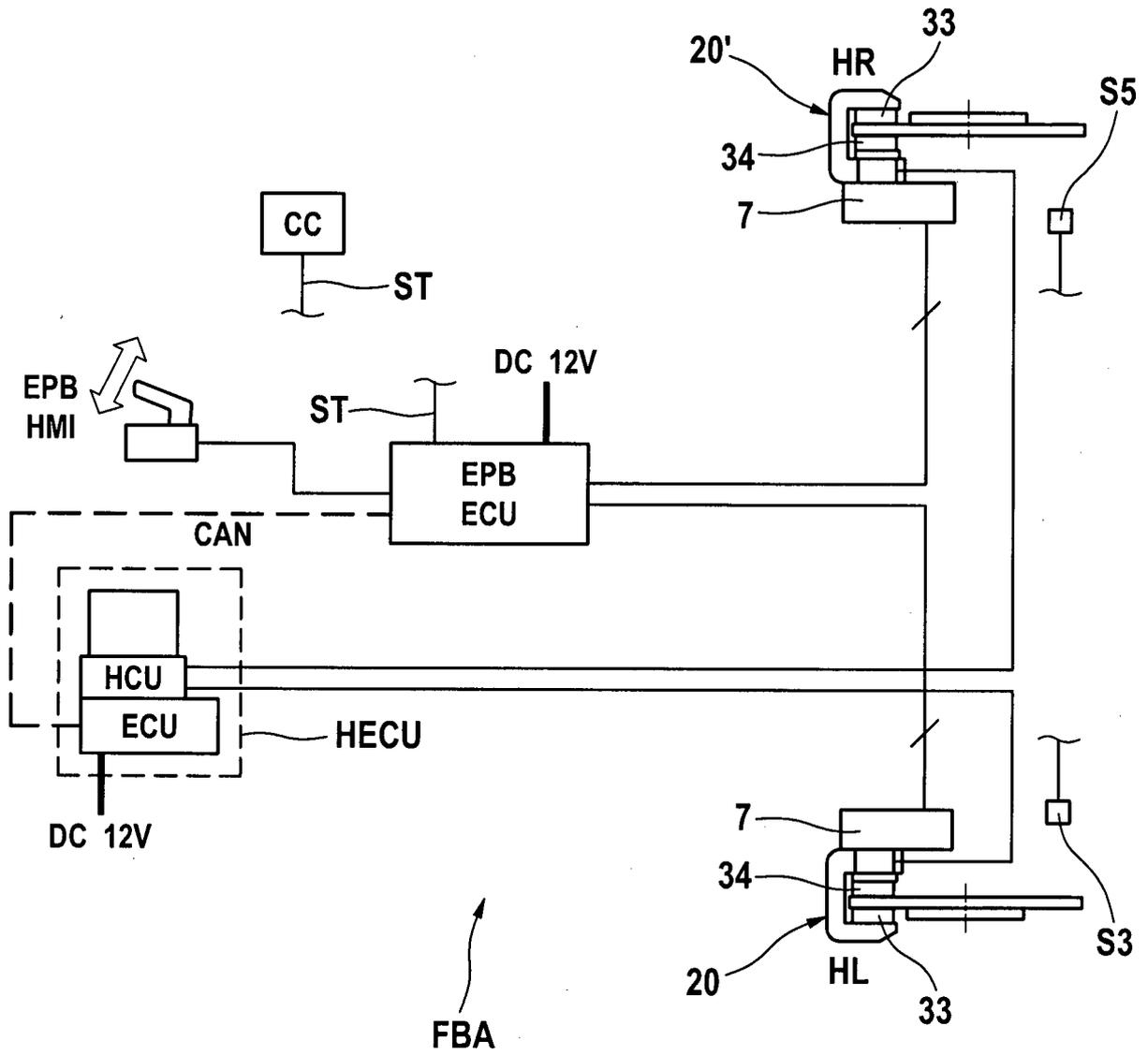


Fig. 2

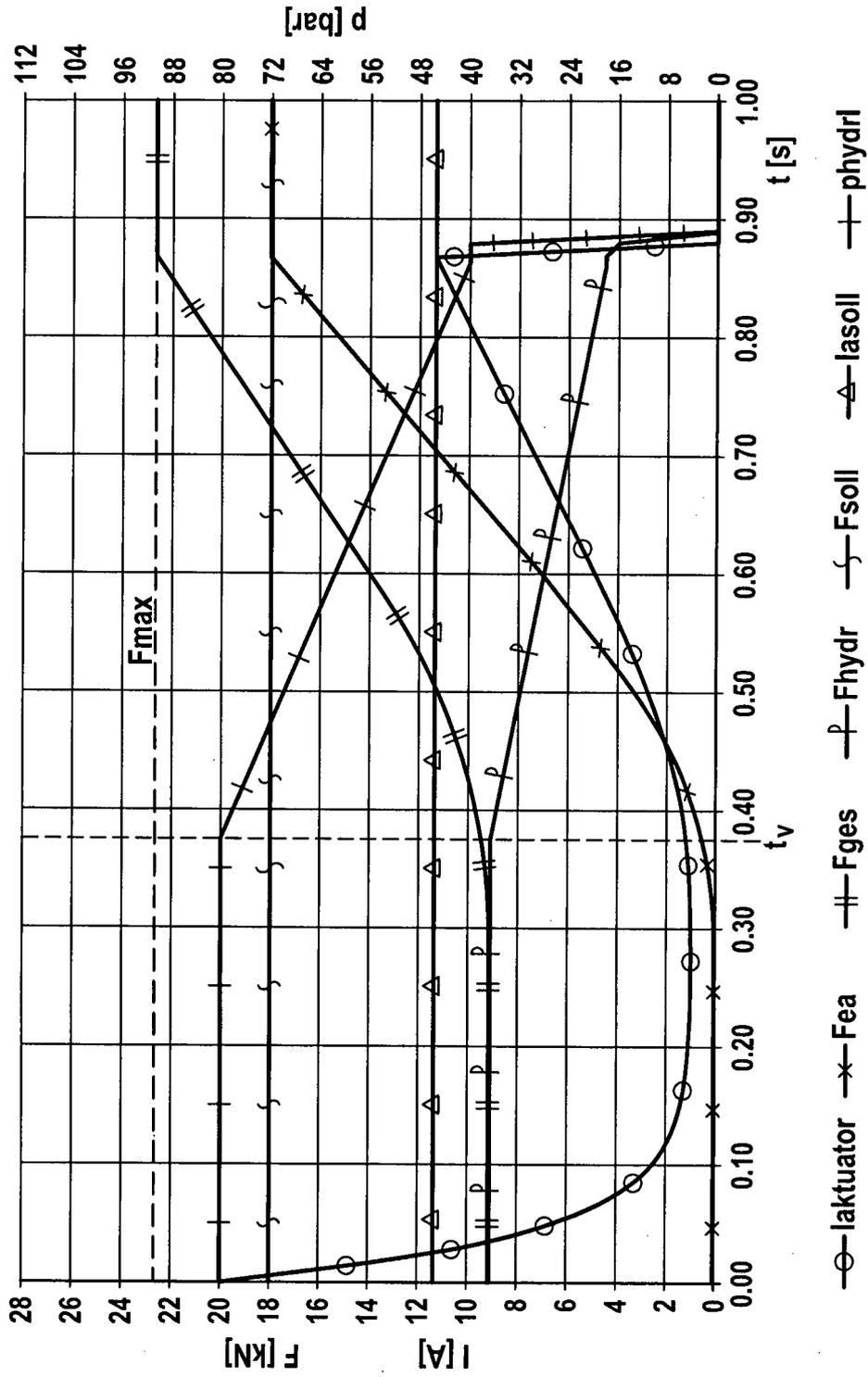


Fig. 5