



(10) **DE 10 2015 213 710 B4** 2018.07.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 213 710.4**
(22) Anmeldetag: **21.07.2015**
(43) Offenlegungstag: **26.01.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.07.2018**

(51) Int Cl.: **B60T 13/132 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Volkswagen Aktiengesellschaft, 38440 Wolfsburg,
DE**

(72) Erfinder:
**Neef, Barbara, 38518 Gifhorn, DE; Stand, Carsten,
29392 Wesendorf, DE; Kessels, Joost, Dr., 38104
Braunschweig, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 050 103	A1
DE	10 2007 032 501	A1
DE	10 2010 024 734	A1
DE	10 2011 006 411	A1
DE	10 2014 226 255	A1

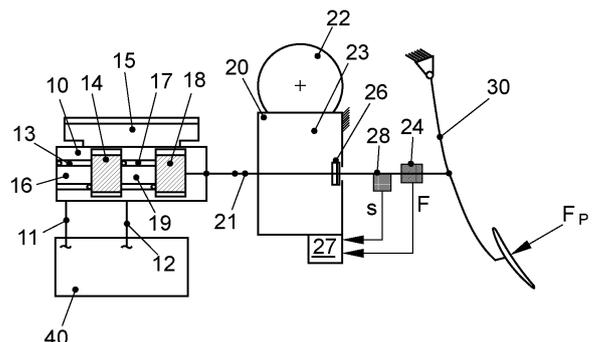
(54) Bezeichnung: **Elektromechanischer Bremskraftverstärker**

(57) Hauptanspruch: Elektromechanischer Bremskraftverstärker, umfassend:

eine Druckstange (21) zur Ankopplung an einen Hauptbremszylinder (10), welche bei unbetätigter Bremse eine definierte Ausgangsstellung aufweist und bei Bremsbetätigung aus dieser Ausgangsstellung in Richtung des Hauptbremszylinders (10) verlagerbar ist, einen Elektromotor (22), der über ein Getriebe (23) mit der Druckstange (21) gekoppelt ist, und

eine Steuereinrichtung (27) zur Ansteuerung des Elektromotors (22), die derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse ein Überführen der Druckstange (21) in die Ausgangsstellung zu gewährleisten, dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuereinrichtung (27) weiterhin derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse die Bewegung der Druckstange (21) in Richtung der Ausgangsstellung in einem die Ausgangsstellung einschließenden Teilabschnitt Δs des Verlagerungswegs s der Druckstange (21) durch den Elektromotor (22) abzubremsen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen elektromechanischen Bremskraftverstärker, umfassend eine Druckstange zur Ankopplung an einen Hauptbremszylinder, welche bei unbetätigter Bremse eine definierte Ausgangsstellung aufweist und bei Bremsbetätigung aus dieser Ausgangsstellung in Richtung des Hauptbremszylinders verlagerbar ist, einen Elektromotor, der über ein Getriebe mit der Druckstange gekoppelt ist, und eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung des Elektromotors, die derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse ein Überführen der Druckstange in die Ausgangsstellung zu gewährleisten.

[0002] Ein solcher Bremskraftverstärker ist aus der DE 10 2007 032 501 A1 bekannt.

[0003] Elektromechanische Bremskraftverstärker der eingangs genannten Art kommen in unterschiedlichen Betätigungskonzepten zum Einsatz, bei denen entweder die vom Fahrer am Bremspedalhebel erzeugte Kraft unterstützt wird oder aber, wie bei Konzepten mit Pedalsimulator üblich, die Bremskraft allein durch den Bremskraftverstärker bereitgestellt wird.

[0004] Im letztgenannten Fall dient das Bremspedal, wie beispielsweise in DE 10 2010 024 734 A1 beschrieben, lediglich als Signalgeber. Im normalen Betrieb sind hierbei die Druckstange und das Bremspedal mechanisch entkoppelt. Im Störfall ist jedoch ein mechanischer Durchgriff möglich.

[0005] Beispiele für Betätigungskonzepte, welche die vom Fahrer am Bremspedalhebel erzeugte Kraft unmittelbar am Hauptbremszylinder zur Wirkung bringen, sind beispielsweise aus DE 10 2007 032 501 A1 und DE 10 2004 050 103 A1 bekannt. Aufgrund der Verbindung des Bremspedalhebels mit dem Hauptbremszylinder kann im Unterschied zu Systemen mit Pedalsimulator die vom Fahrer aufgebrachte Fußkraft unmittelbar dazu genutzt werden, um Bremsdruck im Hauptbremszylinder aufzubauen.

[0006] Über den elektromechanischen Bremskraftverstärker gemäß DE 10 2007 032 501 A1 kann dabei sowohl in Richtung der Fußkraft als auch in entgegengesetzter Richtung Kraft aufgebracht werden, um beispielsweise den Fahrer bei einem Bremsvorgang zu unterstützen oder die Rückstellung des Bremspedalhebels in dessen Ausgangsstellung zu fördern.

[0007] Bei elektromechanischen Bremskraftverstärkern von Typ gemäß DE 10 2004 050 103 A1 wirkt die Unterstützungskraft des Elektromotors hingegen über einen Mitnehmer auf die Druckstange, so dass die Druckstange bei einer sehr schnellen Brems-

pedalbetätigung in Richtung des Hauptbremszylinders dem Elektromotor kurzzeitig auch vorausziehen kann. In Gegenrichtung, d.h. bei einem Lösen der Bremse, nimmt die Druckstange über den Mitnehmer den Elektromotor stets mit. Die hierfür erforderlichen Rückstellkräfte resultieren, wie auch bei den anderen vorgenannten Betätigungskonzepten, zum einen aus dem hydraulischen Gegendruck der Bremsanlage und zum anderen aus gegebenenfalls zusätzlich vorhandenen Rückstellfedern.

[0008] Bei einem Lösen der Bremse wird in sämtlichen Fällen der Elektromotor derart angesteuert, um ein Überführen der Druckstange in die Ausgangsstellung zu gewährleisten. Hierbei können aufgrund der Rückstellkräfte hohe Pedalrücklaufgeschwindigkeiten entstehen, welche in der Ausgangsstellung der Druckstange durch einen Anschlagpuffer aufgefangen werden können, um Impulslasten und Geräuschemissionen beim Auftreffen auf einen die Ausgangsstellung der Druckstange definierenden mechanischen Endanschlag zu verringern.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, hierzu eine technische Alternative aufzuzeigen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen elektromechanischen Bremskraftverstärker gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Der erfindungsgemäße elektromechanische Bremskraftverstärker umfasst eine Druckstange zur Ankopplung an einen Hauptbremszylinder, welche bei unbetätigter Bremse eine definierte Ausgangsstellung aufweist und bei Bremsbetätigung aus dieser Ausgangsstellung in Richtung des Hauptbremszylinders verlagerbar ist, einen Elektromotor, der über ein Getriebe mit der Druckstange gekoppelt ist, und eine Steuereinrichtung zur Ansteuerung des Elektromotors, die derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse ein Überführen der Druckstange in die Ausgangsstellung zu gewährleisten. Er zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuereinrichtung weiterhin derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse die Bewegung der Druckstange in Richtung der Ausgangsstellung in einem die Ausgangsstellung einschließenden Teilabschnitt des Verlagerungswegs der Druckstange durch den Elektromotor abzubremsen.

[0011] Hierdurch können ein hartes Aufschlagen der bewegten Teile des elektromechanischen Bremskraftverstärkers auf den Endanschlag sowie die Notwendigkeit eines Anschlagpuffers vermieden werden. Die Abpufferung der Druckstange in deren Ausgangsstellung wird vielmehr durch entsprechende Ansteuerung des Elektromotors kurz vor Erreichen des Endanschlags, welcher der Ausgangsstellung der Druckstange entspricht, erzielt werden.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Patentansprüche.

[0013] Vorzugsweise wird der Bereich der Abbremsung auf einen sehr kleinen Teilabschnitt des Verlagerungswegs der Druckstange beschränkt, so dass dies für den Fahrer beim Betätigen des Bremspedals nicht spürbar ist. So kann beispielsweise hierzu die Ausgangsstellung einschließende Teilabschnitt des Verlagerungswegs der Druckstange auf maximal $1/5$ des maximalen Verlagerungswegs der Druckstange beschränkt werden.

[0014] Weiterhin kann nach Erreichen der Ausgangsstellung das Bremsmoment des Elektromotors über einen fest vorgegebenen oder einen einstellbaren Zeitraum verringert werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Druckstange und das Bremspedal im unbetätigten Zustand ihre Ausgangsstellung zuverlässig beibehalten. Zudem wird ein dauerhaftes Motormoment kurz vor dem mechanischen Endanschlag vermieden.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Bremsmoment des Elektromotors in Abhängigkeit einer die Position der Druckstange repräsentierenden Größen und einer die Geschwindigkeit der Druckstange repräsentierenden Größe ermittelt, wodurch bei der Rückstellung der Druckstange sowohl dynamische als auch statische Einflüsse berücksichtigt werden.

[0016] Eine oder beide dieser Größen können mittels einer in der Steuereinrichtung abgelegten Kennlinie ermittelt werden, wodurch eine hohe Systemdynamik erzielt wird. Dabei kann ferner aus jeder Größe ein separater Beitrag für das Bremsmoment ermittelt werden. Die Vorgabe der Kennlinien und entsprechender Parameter lässt sich an das jeweilige Bremssystem anpassen und gegebenenfalls auch durch den Fahrer beeinflussen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Nachlaufbohrungen des Hauptbremszylinders vollständig geöffnet werden.

[0017] Zur weiteren Verfeinerung können eine oder beide der vorgenannten Größen unter Berücksichtigung einer die Pedalkraft an einem Bremspedal repräsentierenden Größe ermittelt werden.

[0018] Die vorstehend erläuterte Funktion eignet sich sowohl für unterschiedliche Typen von elektromechanischen Bremskraftverstärkern als auch für die unterschiedlichen eingangs erläuterten Betätigungskonzepte.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 einen zwischen einem Bremspedalhebel und einem Tandem-Hauptbremszylinder einer Fahrzeugbremsanlage eingekoppelten elektromechanischen Bremskraftverstärker nach ei-

nem möglichen Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Verlauf der Druckstangengeschwindigkeit v in Abhängigkeit des Druckstangenwegs s bezogen auf eine Ausgangsstellung s_0 beim Lösen der Bremse, und in

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Erzeugung des Ansteuersignals zum Abbremsen der Druckstange durch den Elektromotor.

[0020] Das Ausführungsbeispiel in **Fig. 1** zeigt eine Fahrzeugbremsanlage mit einem Hauptbremszylinder **10**, einem elektromechanischen Bremskraftverstärker **20** und einem Bremspedalhebel **30**. An den Hauptbremszylinder **10** schließt eine ESP-Hydraulikeinheit **40** an, über welche Radbremsen der einzelnen Fahrzeu­grä­der angesteuert werden.

[0021] Der Hauptbremszylinder **10** ist über zwei Bremskreise **11** und **12** mit der ESP-Hydraulikeinheit **40** verbunden. Die beiden Bremskreise **11** und **12** werden über einen ersten, durch eine erste Feder **13** abgestützten Schwimmkolben **14** sowie einen zweiten, durch eine zweite Feder **17** abgestützten Primärkolben **18** angesteuert. Die erste Feder **13** dient dazu, den Schwimmkolben **14** zurück zu drücken, damit Bremsflüssigkeit aus einem Ausgleichsbehälter **15** in einen ersten Druckraum **16** des Hauptbremszylinders **10** nachströmen kann. Bei einer Leckage im zweiten hydraulischen Bremskreis **12** dient die weitere Feder **17** dazu, den Schwimmkolben **14** vom Primärkolben **18** zu separieren, so dass Bremsflüssigkeit aus dem Ausgleichsbehälter **15** in einen weiteren Druckraum **19** zwischen dem Schwimmkolben **14** und dem Primärkolben **18** strömen kann. Die Federn **13** und **17** sind so ausgelegt, dass sie die Rückstellung beider Kolben **14** und **18** in allen Fahrsituationen erfüllen. Der vorstehend erläuterte und in **Fig. 1** dargestellte Hauptbremszylinder **10** ist lediglich beispielhafter Natur. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können ohne Weiteres auch andere Typen von Hauptbremszylindern **10** zu Einsatz kommen, welche mit einem elektromechanischen Bremskraftverstärker **20** kompatibel sind.

[0022] Der erfindungsgemäße elektromechanische Bremskraftverstärker **20** weist eine Druckstange **21** zur Ankopplung an den Hauptbremszylinder **10** auf. Insbesondere kann die Druckstange **21** an den Primärkolben **18** oder eine Kolbenstange desselben angeschlossen sein. Bei Betätigungskonzepten, bei denen eine vom Fahrer am Bremspedalhebel **30** aufgebrachte Pedalkraft F_P unmittelbar am Hauptbremszylinder **10** zur Wirkung gebracht wird, ist die Druckstange **21** ferner mit dem Bremspedalhebel **30** gekoppelt. Diese Verbindung kann derart ausgeführt sein, dass zwischen dem Hauptbremszylinder **10** und dem Bremspedalhebel **30** sowohl Druck- als

auch Zugkräfte übertragen werden können. Jedoch ist auch eine Ausgestaltung möglich, bei der die Unterstützung durch den Elektromotor **22** über einen Mitnehmer in die Druckstange **21** eingeleitet wird. Im Fall von Betätigungskonzepten mit Pedalsimulator ist hingegen eine direkte Kopplung zwischen der Druckstange **21** und dem Bremspedalhebel **30** im Normalbetrieb nicht vorgesehen.

[0023] Der elektromechanische Bremskraftverstärker **20** weist weiterhin einen Elektromotor **22** auf, der über ein Getriebe **23** mit der Druckstange **21** gekoppelt ist, um die Drehbewegung des Elektromotors in eine vorzugsweise translatorische Verlagerungsbewegung der Druckstange zu übersetzen. Die diesbezügliche Darstellung in **Fig. 1** ist lediglich beispielhafter Natur. So kann anstelle eines Elektromotors **22** mit einer Drehachse quer zur Druckstange **21** auch ein Elektromotor **22** mit einer Drehachse schräg, parallel oder koaxial zur Druckstange **21** vorgesehen werden.

[0024] Bei einer Aktivierung des Elektromotors **22** wird je nach Drehrichtung an der Druckstange **21** eine positive oder negative Kraft in Axialrichtung derselben erzeugt. Unter einer positiven Kraft wird eine Kraft verstanden, welche in die gleiche Richtung weist, wie eine vom Fahrer bei einer Bremsbetätigung am Bremspedalhebel **30** erzeugte Pedalkraft F_p . Eine negative Kraft weist in entgegengesetzte Richtung und wirkt damit der Pedalkraft F_p des Fahrers entgegen.

[0025] Im Verstärkerbetrieb wird die Druckstange **21** infolge der Pedalkraft F_p sowie einer durch den Elektromotor **22** bereitgestellten positiven Unterstützungskraft aus ihrer in **Fig. 1** dargestellten Ausgangsstellung in Richtung des Hauptbremszylinders **10** verlagert. Hierbei wird die vom Fahrer aufgebrachte Pedalkraft F_p zum Beispiel mit einem Kraftsensor **24** an der Druckstange **21** oder am Bremspedalhebel **30** gemessen. Alternativ oder ergänzend kann hierzu auch der vom Hauptbremszylinder **10** erzeugte Vordruck mittels eines Drucksensors erfasst werden. In Abhängigkeit der erfassten Pedalkraft F_p wird der Elektromotor **22** entsprechend bestromt. Sollte der elektromechanische Bremskraftverstärker **20** nicht arbeiten oder stromlos werden, kann der Fahrer mit seinem Fuß die Bremse allein betätigen.

[0026] Um nach einer Bremsbetätigung ein Reduzieren des Bremsdrucks auf Null zu ermöglichen, kann der Antrieb des elektromechanischen Bremskraftverstärkers **20** gegebenenfalls selbsthemmungsfrei ausgebildet sein. Insbesondere kann dieser so ausgelegt sein, dass durch den hydraulischen Gegendruck, das Federsystem des Hauptbremszylinders **10** mit den Federn **13** und **17** sowie eine gegebenenfalls vorhandene Pedalrückholfeder im Bremskraftverstärker **20** eine ausreichende Rückstellkraft aufgebaut wird,

welche den elektromechanischen Bremskraftverstärker **20** sowie den Bremspedalhebel **30** in die unbetätigte Ausgangsstellung zurückfährt. Zur eindeutigen Lagefestlegung kann hierzu an dem elektromechanischen Bremskraftverstärker **20** ein mechanischer Endanschlag **31** vorgesehen sein. Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel ist hierzu an der Druckstange **21** ein Vorsprung **26** vorgesehen, der mit dem Endanschlag **31** zusammenwirkt. Jedoch kann ein solcher mechanischer Endanschlag **31** zur Definition der Ausgangsstellung der Druckstange **21** auch durch andere Komponenten des elektromechanischen Bremskraftverstärkers **20** oder beispielsweise zwischen der Druckstange **21** oder dem Bremspedalhebel **30** und einem Abschnitt des Fahrzeugaufbaus oder einer aufbaufesten Komponente vorgesehen sein.

[0027] Die vorstehend genannte Rückstellbewegung bei Lösen der Bremse kann gegebenenfalls auch durch den elektromechanischen Bremskraftverstärker **20** unterstützt werden, um beispielsweise eine schnellere Rückstellung in die Ausgangsstellung zu bewerkstelligen.

[0028] Eine Steuereinrichtung **27** zur Ansteuerung des Elektromotors **22** ist daher derart konfiguriert, dass bei einem Lösen der Bremse ein Überführen der Druckstange **21** in die Ausgangsstellung in jedem Fall gewährleistet wird. Diese Steuereinrichtung **27** ist weiterhin derart konfiguriert, dass bei einem Lösen der Bremse die Bewegung der Druckstange **21** in Richtung der Ausgangsstellung in einem die Ausgangsstellung einschließenden Teilabschnitt des Verlagerungswegs der Druckstange **21** durch den Elektromotor **22** abgebremst wird.

[0029] Wie **Fig. 2** entnommen werden kann, können bei der Rückstellung der Druckstange **21** in deren Ausgangsstellung unter Umständen sehr hohe Rückstellgeschwindigkeiten auftreten. Wird beispielsweise bei vollständig niedergedretenem Bremspedalhebel **30** die Bremse schlagartig gelöst, indem der Fahrer den Fuß vom Bremspedalhebel **30** nimmt, so steigt die Druckstangengeschwindigkeit v ausgehend von ihrem maximalen Verlagerungsweg s_{max} in Richtung auf die Ausgangsstellung stark s_0 an. Ohne weitere Maßnahmen ergäbe sich in etwa der mit a) gekennzeichnete Geschwindigkeitsverlauf mit einer hohen Aufprallgeschwindigkeit im mechanischen Endanschlag **31**. Erfindungsgemäß wird hingegen durch einen in der Steuereinrichtung **26**, beispielsweise softwaretechnisch, implementierten Dämpfer die Impulslast im mechanischen Endanschlag **31** vermindert, so dass dort gegebenenfalls sogar gänzlich auf einen mechanischen Anschlagpuffer verzichtet werden kann. Es ergibt sich in **Fig. 2** in etwa der mit b) gekennzeichnete Geschwindigkeitsverlauf mit deutlich reduzierter Druckstangengeschwindigkeit v im mechanischen Endanschlag, d.h. in der Ausgangsstellung.

lung s_0 der Druckstange **21**. Die Druckstangengeschwindigkeit v kann, muss jedoch dort nicht unbedingt auf 0 reduziert werden.

[0030] Wie **Fig. 2** weiter entnommen werden kann, wird der Elektromotor **22** derart angesteuert, dass die Druckstange **21** lediglich kurz vor Erreichen des mechanischen Endanschlags **31** abgebremst wird. Der Abbremsvorgang beschränkt sich somit auf einen die Ausgangsstellung s_0 einschließenden Teilabschnitt Δs des maximalen Verlagerungswegs s_{\max} der Druckstange **21**. Mit anderen Worten, der Teilabschnitt Δs ist deutlich kleiner als der maximale Verlagerungsweg s_{\max} . Er kann auf maximal 1/5 des maximalen Verlagerungswegs s_{\max} der Druckstange **21** beschränkt werden oder sogar noch kleiner gewählt werden und beispielsweise lediglich 1/10 des maximalen Verlagerungswegs s_{\max} der Druckstange **21** betragen.

[0031] Die Berechnung der Druckstangenabbremmung in der Steuereinrichtung **27** kann ausdrücklich ohne Beschränkung hierauf in Abhängigkeit einer die Position s der Druckstange **21** repräsentierenden Größe $f_1(s)$ und einer die Geschwindigkeit v der Druckstange **21** repräsentierenden Größe $f_2(v)$ ermittelt werden, wodurch bei der Rückstellung der Druckstange **21** sowohl dynamische als auch statische Einflüsse berücksichtigt werden. Dazu kann beispielsweise die Position der Druckstange **21** mittels eines Wegsensors **28** ermittelt werden. Die Geschwindigkeit v kann durch Ableitung der Weggröße erhalten werden. Sind die Druckstange **21** und der Elektromotor **22** zwangsgekoppelt, können entsprechende Informationen beispielsweise auch aus einem Rotorlagesensor des Elektromotors **22** bezogen werden.

[0032] Beide Größen $f_1(s)$ und $f_2(v)$ können addiert werden, um hierdurch das Ansteuersignal i_M für den im Teilabschnitt Δs als Bremse wirkenden Elektromotor **22** zu bestimmen. Zur weiteren Verfeinerung können eine oder beide der vorgenannten Größen ferner unter Berücksichtigung einer die Pedalkraft F_P repräsentierenden Größe ermittelt werden.

[0033] Weiterhin können eine oder beide Größen $f_1(s)$ und $f_2(v)$ können mittels in der Steuereinrichtung **27** abgelegter Kennlinien oder Kennfelder ermittelt werden. Die Bedatung der Kennlinien, Kennfelder und/oder entsprechender Parameter wird an das jeweilige Bremssystem angepasst, wobei allerdings sicherzustellen ist, dass die Nachlaufbohrungen des Hauptbremszylinders **10** in der Ausgangsstellung vollständig geöffnet werden können.

[0034] Durch Bereitstellung unterschiedlicher Kennlinien, Kennfelder und/oder entsprechender Parameter in der Steuereinrichtung **27** können dem Fahrer verschiedene Pedalcharakteristiken in Bezug auf

die Pedalrückstellung zur Verfügung gestellt werden, zwischen welchen dieser wählen kann.

[0035] Weiterhin kann die Ansteuerung des Elektromotors **22** so vorgenommen sein, dass nach Erreichen der Ausgangsstellung s_0 durch die Druckstange **21** die Bremskraft des Elektromotors **22** über einen fest vorgegebenen Zeitraum oder einen einstellbaren Zeitraum verringert werden. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Druckstange **21** im unbetätigten Zustand ihre Ausgangsstellung zuverlässig beibehält. Ein dauerhaftes Motormoment kurz vor dem mechanischen Endanschlag **31** wird hierdurch vermieden.

[0036] Die vorstehend erläuterte Erfindung ermöglicht es, ein hartes Aufschlagen der bewegten Teile eines elektromechanischen Bremskraftverstärkers **20** auf einen mechanischen Endanschlag **31** zu vermeiden. Herkömmliche mechanische Anschlagpuffer können durch die gezielt kurz vor Erreichen des Endanschlags einsetzende Motorbremse gegebenenfalls entfallen, da hierdurch ein weiches Anlaufen gegen den Endanschlag **31** möglich ist.

[0037] Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich sowohl für die unterschiedlichen Betätigungskonzepte wie eingangs erwähnt als auch für unterschiedliche Typen von elektromechanischen Bremskraftverstärkern **30**.

[0038] So kann die vorstehend erläuterte Ansteuerung des Elektromotors **22** beispielsweise in Bremskraftverstärkern gemäß DE 10 2010 024 734 A1, DE 10 2007 032 501 A1 und DE 10 2004 050 103 A1 zum Einsatz kommen, deren Inhalt in Bezug auf das Betätigungskonzept als solches wie auch in Bezug auf dessen konkrete Verwirklichung in die vorliegende Anmeldung mit einbezogen wird. Für die Einleitung der Unterstützungskraft in die Druckstange **21** können insbesondere auch Ausgestaltungen um Einsatz kommen, wie sie in der Deutschen Patentanmeldung DE 10 2014 226 255 A1 beschrieben, deren diesbezüglicher Inhalt hiermit in die vorliegende Anmeldung einbezogen wird.

[0039] Die Erfindung wurde vorstehend anhand eines Ausführungsbeispiels und weiterer Abwandlungen näher erläutert. Insbesondere können technische Einzelmerkmale, welche oben im Kontext bestimmter Einzelmerkmale erläutert wurden, unabhängig von diesen sowie in Kombination mit weiteren Einzelmerkmalen verwirklicht werden, und zwar insbesondere auch dann, wenn dies nicht ausdrücklich beschrieben ist, solange dies technisch möglich ist. Die Erfindung ist daher ausdrücklich nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel und dessen erläuterte Abwandlungen beschränkt, sondern umfasst alle durch die Patentansprüche definierten Ausgestaltungen.

Bezugszeichenliste

10	Hauptbremszylinder
11	erster Bremskreis
12	zweiter Bremskreis
13	erste Feder
14	Schwimmkolben
15	Druckreservoir
16	Druckraum
17	weitere Feder
18	Primärkolben
20	elektromechanischer Bremskraftverstärker
21	Druckstange
22	Elektromotor
23	Getriebe
24	Kraftsensor
26	Vorsprung
27	Steuereinrichtung
28	Wegsensor
30	Bremspedalhebel
40	ESP-Hydraulikeinheit
f_1	den Verlagerungsweg s der Druckstange 21 repräsentierende Größe
f_2	die Geschwindigkeit v der Druckstange 21 repräsentierende Größe
F_P	Pedalkraft
i_M	Ansteuersignal des Elektromotors
s	Verlagerungsweg der Druckstange, d.h. Absolutwert des Wegs der Druckstange bezogen auf deren unbetätigte Ausgangsstellung
s_0	Bezugspunkt des Druckstangenwegs entsprechend der Ausgangsstellung der Druckstange
s_{max}	maximaler Druckstangenweg
Δs	die Ausgangsstellung einschließender Teilabschnitt des Verlagerungswegs s
v	Druckstangengeschwindigkeit

Patentansprüche

1. Elektromechanischer Bremskraftverstärker, umfassend:
eine Druckstange (21) zur Ankopplung an einen Hauptbremszylinder (10), welche bei unbetätigter Bremse eine definierte Ausgangsstellung aufweist

und bei Bremsbetätigung aus dieser Ausgangsstellung in Richtung des Hauptbremszylinders (10) verlagerbar ist, einen Elektromotor (22), der über ein Getriebe (23) mit der Druckstange (21) gekoppelt ist, und eine Steuereinrichtung (27) zur Ansteuerung des Elektromotors (22), die derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse ein Überführen der Druckstange (21) in die Ausgangsstellung zu gewährleisten, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (27) weiterhin derart konfiguriert ist, um bei einem Lösen der Bremse die Bewegung der Druckstange (21) in Richtung der Ausgangsstellung in einem die Ausgangsstellung einschließenden Teilabschnitt Δs des Verlagerungswegs s der Druckstange (21) durch den Elektromotor (22) abzubremesen.

2. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der die Ausgangsstellung einschließende Teilabschnitt Δs des Verlagerungswegs s der Druckstange (21) maximal $1/5$ des maximalen Verlagerungswegs s_{max} der Druckstange (21) beträgt.

3. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Erreichen der Ausgangsstellung die Bremskraft des Elektromotors (22) über einen fest vorgegebenen oder einen einstellbaren Zeitraum verringert wird.

4. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bremsmoment des Elektromotors (22) in Abhängigkeit einer den Verlagerungsweg s der Druckstange (21) repräsentierenden Größe f_1 und einer die Geschwindigkeit v der Druckstange (21) repräsentierenden Größe f_2 ermittelt wird.

5. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder beide Größen f_1 und f_2 jeweils mittels einer in der Steuereinrichtung (27) abgelegten Kennlinie ermittelt werden.

6. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus jeder Größe f_1 und f_2 ein separater Beitrag für das Bremsmoment ermittelt wird.

7. Elektromechanischer Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine oder beide Größen f_1 und f_2 jeweils unter Berücksichtigung einer die Pedalkraft F_P an einem Bremspedalhebel (30) repräsentierenden Größe ermittelt werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

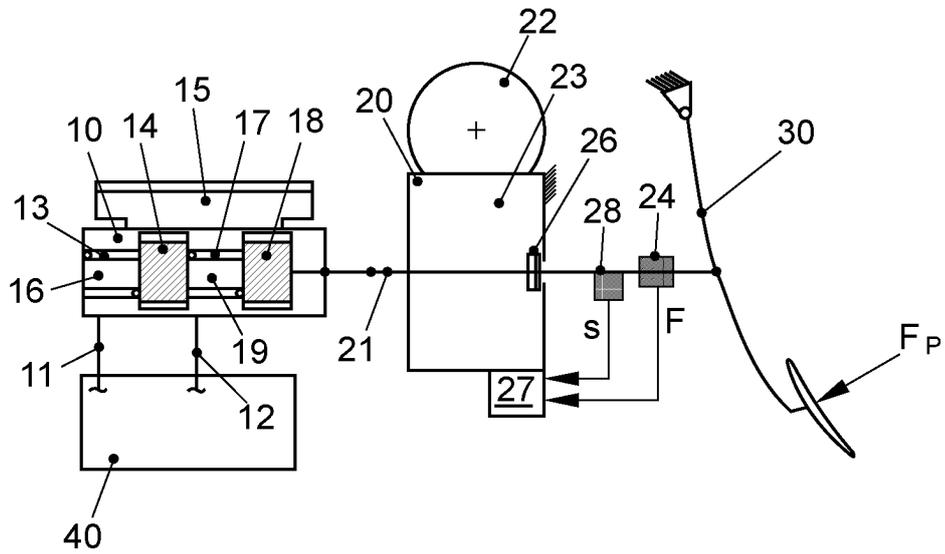


FIG. 1

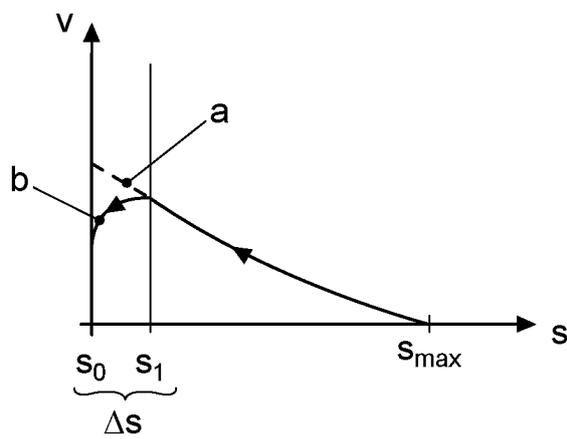


FIG. 2

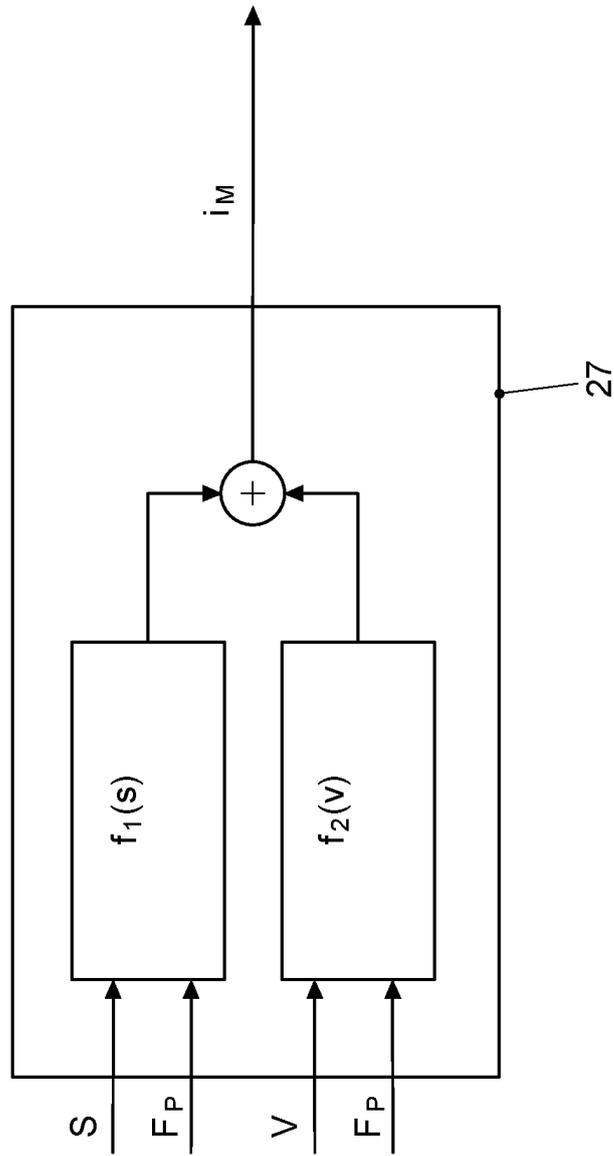


FIG. 3