



(10) **DE 10 2009 048 785 A1** 2011.04.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 048 785.9**

(22) Anmeldetag: **08.10.2009**

(43) Offenlegungstag: **14.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B60T 8/00 (2006.01)**

B60W 20/00 (2006.01)

B60L 7/24 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:
**Hennings, Stephan, 71229 Leonberg, DE; Poppe,
Frank, 73230 Kirchheim, DE; Maurer, Jens, 71272
Renningen, DE; Seelbach, Christoph, 71229
Leonberg, DE**

DE	43 16 339	A1
US	72 84 803	B2
US	58 95 100	A
US	54 33 512	A
EP	1 795 412	A2
WO	2009/0 22 211	A1
JP	2006-1 23 657	A
JP	2005-2 31 440	A
JP	2005-0 47 395	A

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

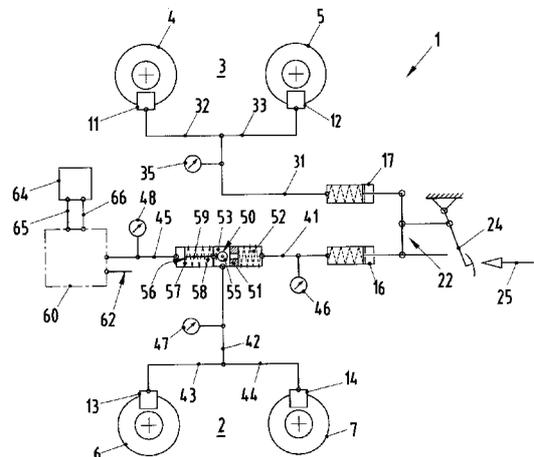
DE	197 16 404	C1
DE	10 2007 043592	A1
DE	10 2005 039314	A1
DE	43 35 676	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb, der mindestens ein Rad (6, 7) umfasst, das durch eine elektrische Maschine antreibbar ist, mit der in einer Rekuperationsphase bei einem Bremsvorgang Energie rekuperierbar ist, und mit einer Bremsanlage zum Abbremsen des antreibbaren Rades (6, 7) mit Hilfe einer Radbremse (13, 14), die fluidisch durch einen Bremsdruck betätigbar ist, der in der Rekuperationsphase durch eine Druckminderungsventileinrichtung (50) gemindert wird. Um das Kraftfahrzeug, insbesondere im Hinblick auf den Energieverbrauch und/oder die Steuerdynamik, zu optimieren, umfasst die Druckminderungsventileinrichtung (50) einen Druckminderungskolben (51), der durch einen Aktuator (56) bewegbar ist, um den Bremsdruck in der Rekuperationsphase zu mindern.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb, der mindestens ein Rad umfasst, das durch eine elektrische Maschine antreibbar ist, mit der in einer Rekuperationsphase bei einem Bremsvorgang Energie rekuperierbar ist, und mit einer Bremsanlage zum Abbremsen des antreibbaren Rades mit Hilfe einer Radbremse, die fluidisch durch einen Bremsdruck betätigbar ist, der in der Rekuperationsphase durch eine Druckminderungsventileinrichtung gemindert wird. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Kraftfahrzeugs.

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2005 039 314 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Rekuperation von Energie bei einem Bremsvorgang eines Hybridfahrzeugs bekannt, das einen Verbrennungsmotor und einen elektrischen Antrieb sowie eine hydraulische oder pneumatische Bremsanlage aufweist. Die bekannte Bremsanlage umfasst wenigstens ein Druckminderungsventil, mit dem der vom Fahrer ausgeübte Bremsdruck in Abhängigkeit vom Verzögerungsanteil der elektrischen Maschine reduziert wird. Ähnliche Verfahren oder Vorrichtungen sind aus den japanischen Veröffentlichungen JP 2005047395 A, JP 2006123657 A, JP 2005231440 A, den US-Patenten US 7,284,803 B2 und US 5,895,100, der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2007 043 592 A1, der europäischen Patentanmeldung EP 1 795 412 A2 und der internationalen Veröffentlichung WO 2009/022211 A1 bekannt.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere im Hinblick auf den Energieverbrauch und/oder die Steuerungsdynamik, zu optimieren.

[0004] Die Aufgabe ist bei einem Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb, der mindestens ein Rad umfasst, das durch eine elektrische Maschine antreibbar ist, mit der in einer Rekuperationsphase bei einem Bremsvorgang Energie rekuperierbar ist, und mit einer Bremsanlage zum Abbremsen des antreibbaren Rades mit Hilfe einer Radbremse, die fluidisch durch einen Bremsdruck betätigbar ist, der in der Rekuperationsphase durch eine Druckminderungsventileinrichtung gemindert wird, dadurch gelöst, dass die Druckminderungsventileinrichtung einen Druckminderungskolben umfasst, der durch einen Aktuator bewegbar ist, um den Bremsdruck in der Rekuperationsphase zu mindern. Bei der erfindungsgemäßen Druckminderungsventileinrichtung wird die Druckminderungsfunktion durch einen Druckminderungskolben ermöglicht, der mit dem Bremsdruck beaufschlagt ist. Dadurch kann das Ansprechverhalten beziehungsweise die Steuerungsdynamik der Druck-

minderungsventileinrichtung deutlich verbessert werden.

[0005] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass der Druckminderungskolben gegen eine Kolbenfeder vorgespannt ist. Der Druckminderungskolben ist durch die Vorspannkraft der Kolbenfeder gegen einen Anschlag in seine Grundstellung vorgespannt.

[0006] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass der Druckminderungskolben ein Durchgangsloch aufweist, das einen Hauptbremszylinder fluidisch mit der Radbremse verbindet. Durch diese Verbindung wird auf einfache Art und Weise ein normaler Bremsbetrieb ermöglicht, wenn sich das Kraftfahrzeug nicht in einer Rekuperationsphase befindet.

[0007] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben durch einen Schließkörper verschließbar ist, der durch den Aktuator betätigbar ist. Der Schließkörper ist zum Beispiel als Kugel ausgeführt. Der Aktuator ist zum Beispiel als Kolbenstange ausgeführt, an welcher ein Kolben befestigt ist, der mit einem Aktuatordruck beaufschlagt ist. Bei entsprechender Druckbeaufschlagung des Aktuators drückt die Kolbenstange den Schließkörper so gegen das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben, dass die fluidische Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder und der Radbremse unterbrochen wird. Daher kann der Druckminderungskolben auch als Trennkolben bezeichnet werden.

[0008] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schließkörper in einem Normalzustand so von dem Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben beabstandet ist, dass der Hauptbremszylinder fluidisch mit der Radbremse verbunden ist. Als Normalzustand wird ein Bremszustand bezeichnet, in welchem sich das Kraftfahrzeug nicht in einer Rekuperationsphase befindet.

[0009] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schließkörper in einer Rekuperationsphase das Durchgangsloch verschließt und gemeinsam mit dem Druckminderungskolben bewegbar ist, um den Bremsdruck an der Radbremse zu mindern. Dadurch wird auf einfache Art und Weise eine Volumenverschiebung ermöglicht, durch die der Bremsdruck an der Radbremse in einer Rekuperationsphase schnell und effektiv um ein gewünschtes Maß reduziert werden kann.

[0010] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet,

dass der Aktuator durch eine Hydraulikeinheit mit einem Hydraulikdruck beaufschlagbar ist, um den Aktuator zu betätigen. Die Größe des benötigten Hydraulikdrucks, der auch als Aktuatordruck bezeichnet wird, wird vorzugsweise durch einen Hybridmanager des Kraftfahrzeugs ermittelt und zum Ansteuern der Druckminderungsventileinrichtung verwendet.

[0011] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikeinheit ein Servoventil und/oder Proportionalventil umfasst, das den Aktuator der Druckminderungsventileinrichtung entweder mit einer Hydraulikdruckquelle oder mit einem Hydrauliktank verbindet. Das Servoventil ist vorzugsweise durch eine Federeinrichtung in eine Tankverbindungsstellung vorgespannt, in welcher der Druckminderungskolben mit einem Hydrauliktankdruck beaufschlagt ist, der dem Umgebungsdruck entsprechen kann.

[0012] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass das Servoventil als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist, das elektromagnetisch betätigbar ist. Durch Aufbringen eines elektrischen Steuerstroms kann der Druckminderungskolben mit einem Hydraulikdruck beaufschlagt werden, der proportional zum Steuerstrom ist. Daher wird das Servoventil auch als Proportionalventil bezeichnet.

[0013] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikeinheit einen Druckspeicher umfasst, der so an eine Lenkungsanlage mit einem hydraulischen Lenkhilfeventil angeschlossen ist, dass eine Drosselwirkung des Lenkhilfeventils verwendet werden kann, um den Druckspeicher aufzuladen. Das eine Drossel darstellende Lenkhilfeventil ist in einer Mittelstellung vollständig geöffnet. Bei einer Lenkhilfeanforderung wird ein Durchflussquerschnitt des Lenkhilfeventils verringert, also die Drosselung erhöht. Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird der durch das Lenkhilfeventil erzielbare Druckanstieg genutzt, um den Druckspeicher aufzuladen.

[0014] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsanlage als Zweikreisbremsanlage mit einem ersten Hauptbremszylinder für eine Vorderachse, die durch die elektrische Maschine antreibbar ist, und mit einem zweiten Hauptbremszylinder für eine Hinterachse ausgeführt ist, die durch eine Brennkraftmaschine antreibbar ist. Die Hauptbremszylinder sind vorzugsweise mit einer Bremsverstärkungsfunktion ausgestattet.

[0015] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftfahrzeugs ist dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsanlage ein Waagebalkensystem

zur Verteilung des Bremsdrucks zwischen der Vorderachse und der Hinterachse umfasst. Das Waagebalkensystem ist zwischen ein Bremspedal und die beiden Hauptbremszylinder der Vorderachse und der Hinterachse geschaltet.

[0016] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Betreiben eines vorab beschriebenen Kraftfahrzeugs.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Es zeigen:

[0018] Fig. 1 einen Hydraulikschaltplan eines Kraftfahrzeugs mit einer Bremsanlage, die als Zweikreisbremsanlage mit getrennten Hauptbremszylindern ausgeführt ist und

[0019] Fig. 2 eine detaillierte Darstellung einer Hydraulikeinheit aus Fig. 1.

[0020] In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug **1** mit einer nur durch ein Bezugszeichen angedeuteten Vorderachse **2** und einer Hinterachse **3** in Form eines Hydraulikschaltplans vereinfacht dargestellt. Die Hinterachse **3** umfasst zwei Räder **4, 5**, die durch eine Brennkraftmaschine antreibbar sind. Die Vorderachse **2** umfasst zwei Räder **6, 7**, die durch eine Elektromaschine antreibbar sind. Das Kraftfahrzeug mit der Brennkraftmaschine und der Elektromaschine, die einen Hybridantrieb darstellen, wird auch als Hybridfahrzeug bezeichnet.

[0021] Das Hybridfahrzeug **1** kann entweder durch die Brennkraftmaschine über die Hinterachse **3** oder durch die Elektromaschine über die Vorderachse **2** angetrieben werden. Es ist auch möglich, das Hybridfahrzeug **1** gleichzeitig über beide Achsen **2, 3** durch die Elektromaschine und die Brennkraftmaschine anzutreiben.

[0022] Die Elektromaschine übt einerseits die Funktion eines Elektromotors aus, wenn die Räder **6, 7** der Vorderachse **2** durch die Elektromaschine angetrieben werden. Darüber hinaus kann die Elektromaschine in einer Rekuperationsphase, in welcher die Elektromaschine als Generator wirkt, beim Abbremsen des Hybridfahrzeugs **1** erzeugte Bremsenergie in elektrische Energie umwandeln. Die Energierückgewinnung beim Bremsen des Hybridfahrzeugs **1** wird auch als Rekuperation bezeichnet. Die beim Bremsen zurückgewonnene Energie kann in einem oder mehreren elektrischen Energiespeichern gespeichert werden, z. B. elektrochemischen Speichern wie Akkumulatoren, elektrostatischen Speichern wie Kondensatoren, oder elektromechanischen Speichern wie elektrischen Schwungradern.

[0023] Das Hybridfahrzeug **1** umfasst eine hydraulische Bremsanlage mit vier Radbremsen **11**, **12**, **13**, **14**. Die beiden Radbremsen **11** und **12** sind den Rädern **4**, **5** der Hinterachse **3** zugeordnet. Die Radbremsen **13**, **14** sind den Rädern **6**, **7** der Vorderachse **2** zugeordnet. Die Bremsanlage mit den vier Radbremsen **11** bis **14** ist als hydraulische Zweikreisbremsanlage mit getrennten Hauptbremszylindern **16**, **17** ausgeführt. Der Hauptbremszylinder **16** ist den Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** zugeordnet. Der Hauptbremszylinder **17** ist den Radbremsen **11**, **12** der Hinterachse **3** zugeordnet.

[0024] Die beiden Hauptbremszylinder **16**, **17** sind über ein Waagebalkensystem **22** mit einem Bremspedal **24** gekoppelt. Das Bremspedal **24** ist durch den Fuß eines Fahrers mit einer Betätigungskraft beaufschlagbar, die durch einen Pfeil **25** angedeutet ist. Die Betätigungskraft **25**, die auch als Bremskraft bezeichnet wird, wird mit Hilfe der Hauptbremszylinder **16**, **17**, gegebenenfalls verstärkt, in einen Bremsdruck umgewandelt, durch den die Radbremsen **11** bis **14** betätigbar sind. Das Waagebalkensystem **22** dient dazu, die Bremsdruckverteilung zwischen der Vorderachse **2** und der Hinterachse **3** einzustellen oder zu regeln.

[0025] Der Hauptbremszylinder **17** ist über Hydraulikleitungen **31**, **32**, **33** hydraulisch mit den beiden Radbremsen **11**, **12** der Hinterachse **3** verbunden. Der Bremsdruck in den Hydraulikleitungen **31** bis **33** wird durch einen Drucksensor **35** erfasst.

[0026] Der Hauptbremszylinder **16** ist über Hydraulikleitungen **41**, **42**, **43**, **44** hydraulisch mit den beiden Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** verbindbar. Eine Druckminderungsventileinrichtung **50** ist dem Hauptbremszylinder **16** nachgeschaltet. Die Druckminderungsventileinrichtung **50** steht über die Hydraulikleitung **41** mit dem Hauptbremszylinder **16** in Verbindung. Über die Hydraulikleitung **42** und die Hydraulikleitungen **43**, **44** steht die Druckminderungsventileinrichtung **50** mit den Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** in Verbindung. Über eine weitere Hydraulikleitung **45** steht die Druckminderungsventileinrichtung **50** mit einer Hydraulikeinheit **60** in Verbindung. Die Drücke in den Hydraulikleitungen **41** bis **45** werden durch Drucksensoren **46**, **47**, **48** erfasst. Dabei ist der Drucksensor **46** der Hydraulikleitung **41**, der Drucksensor **47** den Hydraulikleitungen **42** bis **44** und der Drucksensor **48** der Hydraulikleitung **45** zugeordnet.

[0027] Die Druckminderungsventileinrichtung **50** umfasst einen Druckminderungskolben **51**, der in einem Ventilraum **53** hin und her bewegbar aufgenommen ist. Der Druckminderungskolben **51** ist durch eine Kolbenfeder **52** in dem Ventilraum **53** gegen einen Anschlag in eine Grundstellung vorgespannt. Die Kolbenfeder **52** ist auf der Seite des Ventilraums **53** an-

geordnet, auf der die Hydraulikleitung **41** in den Ventilraum **53** mündet. Der Druckminderungskolben **51** weist ein zentrales Durchgangsloch aus, das durch einen Schließkörper **55** verschließbar ist, der als Kugel ausgeführt ist.

[0028] Der Schließkörper **55** ist in der dargestellten Grundstellung der Druckminderungsventileinrichtung **50** so von dem Durchgangsloch des Druckminderungskolbens **51** beabstandet, dass der Hauptbremszylinder **16** über die Hydraulikleitung **41**, das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben **51**, den Ventilraum **53** und die Hydraulikleitungen **42** bis **44** ungemindert mit den Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** verbunden ist. In dieser Grundstellung der Druckminderungsventileinrichtung **50** findet beim Bremsen keine Rekuperation statt.

[0029] Wenn eine Rekuperation stattfindet, dann wird der auf die Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** wirkende Bremsdruck mit Hilfe der Druckminderungsventileinrichtung **50** gemindert, um die beim Abbremsen des Kraftfahrzeugs **1** von der als Generator betriebenen Elektromaschine an der Vorderachse aufgebrachte Bremskraft zu kompensieren. Beim Umschalten der Druckminderungsventileinrichtung **50** wird der Schließkörper **55** mit Hilfe eines Aktuators **56** so gegen das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben **51** gedrückt, dass die Hydraulikverbindung zwischen dem Hauptbremszylinder **16** und den Radbremsen **13**, **14** unterbrochen wird.

[0030] Der Aktuator **56** umfasst einen Aktuatorkolben **57** mit einer Druckfläche, die über die Hydraulikleitung **45** mit einem von der Hydraulikeinheit **60** bereitgestellten Aktuatordruck beaufschlagt ist. Von dem Aktuatorkolben **57** geht eine Kolbenstange **59** aus, an deren Ende ein Aktuator- und Dichtelement angebracht ist. Der Aktuator **56** umfasst des Weiteren eine Aktuatorfeder **58**. Die Aktuatorfeder **58** ist zwischen dem Aktuatorkolben **57** und einem gehäusefesten Federanschlag so eingespannt, dass der Aktuatorkolben **57** in seine dargestellte Grundstellung vorgespannt ist, in welcher das Aktuator- und Dichtelement von dem Schließkörper **55** beabstandet ist. Das Aktuator- und Dichtelement kommt beim Umschalten der Druckminderungsventileinrichtung **50** an dem Schließkörper **55** zur Anlage. Gleichzeitig dient das Aktuator- und Dichtelement **59** zum Abdichten des Aktuators **56** gegenüber dem Bremsdruck.

[0031] Die Druckminderungsventileinrichtung **50** ist in nicht betätigter Grundstellung wirkungslos bezüglich der Bremsdruckverteilung zwischen der Vorderachse **2** und der Hinterachse **3**. Wenn die Druckminderungsventileinrichtung **50** über die Hydraulikeinheit **60** mit einem definierten Aktuatordruck aktiviert wird, dann wird der wirksame Bremsdruck an den Radbremsen **13**, **14** der Vorderachse **2** kontinuierlich zum

Aktuatordruck gemindert. Die Bremsdruckanpassung erfolgt dabei mit Hilfe der Drucksensoren **46** bis **48**. Die Verstellung der Bremsdruckverteilung erfolgt reaktionsfrei auf die anliegende Betätigungskraft **25**.

[0032] In **Fig. 2** ist die Hydraulikeinheit **60**, die dazu dient, den Aktuator **58** der Druckminderungsventileinrichtung **50** anzusteuern, in Form eines Hydraulikschaltplans dargestellt. Die Hydraulikeinheit **60** steht über die Hydraulikleitung **45** mit der Druckminderungsventileinrichtung **50** in Verbindung. Über eine Hydraulikleitung **62** steht die Hydraulikeinheit **60** optional mit einer (nicht dargestellten) Kupplung in Verbindung. Durch ein Quadrat **64** ist eine Lenkungsanlage angedeutet, die über weitere Hydraulikleitungen **65**, **66** mit der Hydraulikeinheit **60** in Verbindung steht.

[0033] Als Druckquelle weist die Hydraulikeinheit **60** eine Pumpe **70** auf, die durch einen Motor **71**, zum Beispiel einen Elektromotor, angetrieben ist. Zwischen den Ausgang der Pumpe **70** und einem Druckspeicher **75** ist ein Rückschlagventil **73** geschaltet, das ein unerwünschtes Rückströmen von Hydraulikmedium aus dem Druckspeicher **75** verhindert. Der Druckspeicher **75** kann über die Pumpe **70** aus einem Hydrauliktank **78** mit Hydraulikmedium befüllt und aufgeladen werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Druckspeicher **75** über ein Lenkhilfeventil **76** der Lenkungsanlage **64** aufgeladen werden. Das Lenkhilfeventil **76**, dessen Drosselwirkung symbolisch dargestellt ist, steht über die Hydraulikleitung **65** mit dem Hydrauliktank **78** und über die Hydraulikleitung **66** unter Zwischenschaltung des Rückschlagventils **73** mit dem Druckspeicher **75** in Verbindung.

[0034] Der Druck in dem Druckspeicher **75** beziehungsweise zwischen dem Druckspeicher **75** und dem Rückschlagventil **73** wird durch einen Drucksensor **79** erfasst. Der Druckspeicher **75** steht mit einem Servoventil **81** und einem Kupplungsventil **82** in Verbindung. Durch das Kupplungsventil **82**, das als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist, kann über die Hydraulikleitung **62** die Kupplung betätigt werden. Bei der Kupplung handelt es sich vorzugsweise um eine hydraulische Kupplung, die zum Beispiel dazu dient, die elektrische Maschine abzukoppeln. Darüber hinaus verfügt die Hydraulikeinheit **60** vorzugsweise über ein Druckbegrenzungsventil, das beispielhaft auf einen Druck von 96 bar eingestellt ist.

[0035] Das Servoventil **81** ist durch eine Feder in die gezeigte Stellung vorgespannt und elektrisch beziehungsweise elektromagnetisch betätigbar. Das Servoventil **81** ist als Proportionalventil ausgeführt und ermöglicht einen proportionalen Druckanstieg des Aktuatordrucks an dem Druckminderungsventil **50**, genauer gesagt an der Druckfläche des Aktuatorkolbens **57**. Das als Proportionalventil ausgeführte Servoventil **81** ist als 3/2-Wegeventil ausgeführt, das die

Hydraulikleitung **45** in seiner dargestellten Grundstellung in den Hydraulikmediumtank **78** entlastet. Wenn das Servoventil **81** durch Bestromung umgeschaltet wird, dann wird die Druckminderventileinrichtung **50** über die Hydraulikleitung **45** so mit dem Druckspeicher **75** verbunden, dass der Aktuatorkolben **57** mit dem Druck aus dem Druckspeicher **75** beaufschlagt wird.

[0036] Dieser Druck wird auch als Aktuatordruck bezeichnet und bewirkt eine Verschiebung des Aktuatorkolbens **57** mit der Kolbenstange **59** entgegen der Federkraft der Aktuatorfeder **58** auf den Schließkörper **55** und den Druckminderungskolben **51** zu. Durch eine weitere Verschiebung des Aktuatorkolbens **57** in **Fig. 1** nach rechts, das heißt auf die Kolbenfeder **52** zu, wird das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben **51** durch den Schließkörper **55** verschlossen und der Schließkörper **55** zusammen mit dem Druckminderungskolben **51** nach rechts verschoben, um die vorab beschriebene Druckminderung des Bremsdrucks an den Radbremsen **13**, **14** zu bewirken.

ZITATE ENHALTEN 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 102005039314 A1 [0002]
- JP 2005047395 A [0002]
- JP 2006123657 A [0002]
- JP 2005231440 A [0002]
- US 7284803 B2 [0002]
- US 5895100 [0002]
- DE 102007043592 A1 [0002]
- EP 1795412 A2 [0002]
- WO 2009/022211 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug mit einem Hybridantrieb, der mindestens ein Rad (**6, 7**) umfasst, das durch eine elektrische Maschine antreibbar ist, mit der in einer Rekuperationsphase bei einem Bremsvorgang Energie rekuperierbar ist, und mit einer Bremsanlage zum Abbremsen des antreibbaren Rades (**6, 7**) mit Hilfe einer Radbremse (**13, 14**), die fluidisch durch einen Bremsdruck betätigbar ist, der in der Rekuperationsphase durch eine Druckminderungsventileinrichtung (**50**) gemindert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckminderungsventileinrichtung (**50**) einen Druckminderungskolben (**51**) umfasst, der durch einen Aktuator (**56**) bewegbar ist, um den Bremsdruck in der Rekuperationsphase zu mindern.

2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckminderungskolben (**51**) gegen eine Kolbenfeder (**52**) vorgespannt ist.

3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckminderungskolben (**51**) ein Durchgangsloch aufweist, das einen Hauptbremszylinder (**16**) fluidisch mit der Radbremse (**13, 14**) verbindet.

4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben (**51**) durch einen Schließkörper (**55**) verschließbar ist, der durch den Aktuator (**56**) betätigbar ist.

5. Kraftfahrzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Schließkörper (**55**) in einem Normalzustand so von dem Durchgangsloch in dem Druckminderungskolben (**51**) beabstandet ist, dass der Hauptbremszylinder (**16**) fluidisch mit der Radbremse (**13, 14**) verbunden ist.

6. Kraftfahrzeug nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schließkörper (**55**) in einer Rekuperationsphase das Durchgangsloch verschließt und gemeinsam mit dem Druckminderungskolben (**51**) bewegbar ist, um den Bremsdruck an der Radbremse (**13, 14**) zu mindern.

7. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (**56**) durch eine Hydraulikeinheit (**60**) mit einem Hydraulikdruck beaufschlagbar ist, um den Aktuator (**56**) zu betätigen.

8. Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikeinheit (**60**) ein Servoventil (**81**) umfasst, das den Aktuator (**56**) der Druckminderungsventileinrichtung (**50**) entweder mit einer Hydraulikdruckquelle oder mit einem Hydrauliktank (**78**) verbindet.

9. Kraftfahrzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Servoventil (**81**) als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist, das elektromagnetisch betätigbar ist.

10. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikeinheit (**60**) einen Druckspeicher (**75**) umfasst, der so an eine Lenkungsanlage (**64**) mit einem hydraulischen Lenkhilfeventil (**76**) angeschlossen ist, dass eine Drosselwirkung des Lenkhilfeventils (**76**) verwendet werden kann, um den Druckspeicher (**75**) aufzuladen.

11. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsanlage als Zweikreisbremsanlage mit einem ersten Hauptbremszylinder (**16**) für eine Vorderachse (**2**), die durch die elektrische Maschine antreibbar ist, und mit einem zweiten Hauptbremszylinder (**17**) für eine Hinterachse (**3**) ausgeführt ist, die durch eine Brennkraftmaschine antreibbar ist.

12. Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsanlage ein Waagebalkensystem (**22**) zur Verteilung des Bremsdrucks zwischen der Vorderachse (**2**) und der Hinterachse (**3**) umfasst.

13. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

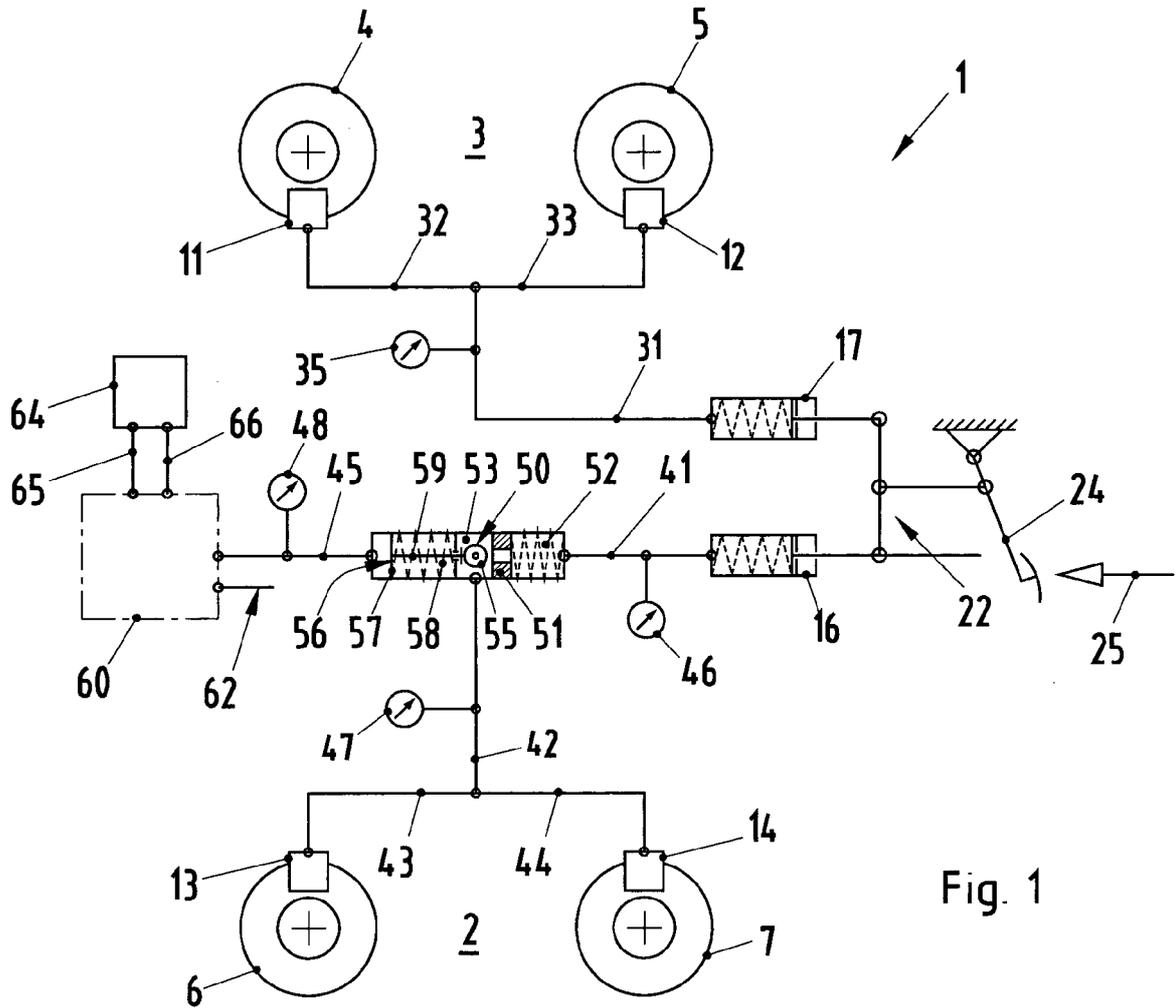


Fig. 1

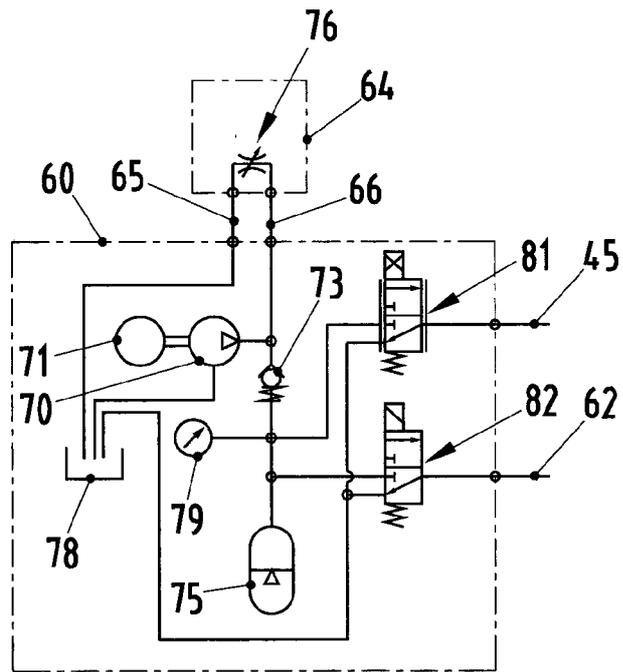


Fig. 2