



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 018 047.8**

(22) Anmeldetag: **18.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **21.10.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 5/30** (2006.01)
B62D 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(72) Erfinder:
Bootz, Andreas, Dr., 80804 München, DE

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

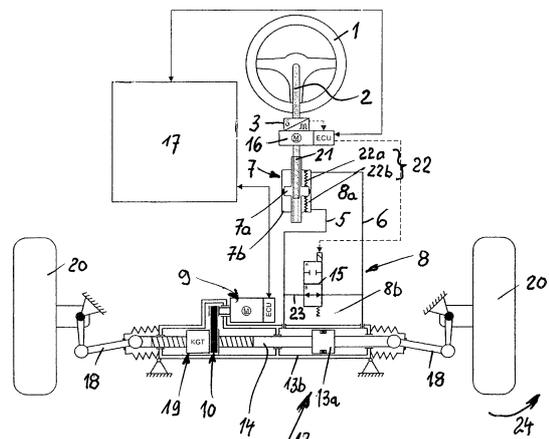
DE	198 01 393	C1
DE	195 46 942	C1
DE	195 46 733	C1
DE	198 38 490	A1
DE	101 57 797	A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Fahrzeug-Lenkssystem der by-wire-Bauart**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug-Lenkssystem der by-wire-Bauart ohne mechanischem Durchtrieb zwischen einem Lenkrad des Fahrers und einem eine vom Fahrer über das Lenkrad vorgegebene Lenkbewegung zumindest eines lenkbaren Fahrzeug-Rades initiierenden Lenk-Getriebe, dem ein mit Signalen aus der Lenkrad-Vorgabe von einer elektronischen Steuereinheit angesteuerter Aktuator direkt oder indirekt vorgeschaltet ist, mit einer hydraulischen Rückfallebene, die eine an das Lenkrad gekoppelte Hydraulik-Fördereinheit in Form einer Kolben-Zylinder-Einheit sowie eine an das genannte Lenk-Getriebe gekoppelte oder dasselbe bildende Hydraulik-Stelleinheit aufweist, wobei die Hydraulik-Fördereinheit und die Hydraulik-Stelleinheit über zwei Hydraulikleitungen derart miteinander verbindbar sind, dass bei nicht funktionsfähigem Aktuator ein mit dem Lenkrad vorgegebener Lenkrad-Drehwinkel über die Hydraulik-Fördereinheit und die Hydraulik-Stelleinheit in einen entsprechenden Rad-Lenkswinkel umgesetzt wird, wobei diese beiden genannten Hydraulikleitungen zwischen der Hydraulik-Fördereinheit und der Hydraulik-Stelleinheit über ein schaltbares sog. Lenkventil miteinander verbindbar sind. In oder an der als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Hydraulik-Fördereinheit ist eine Kraftspeicherelement-Anordnung vorgesehen, die den Kolben der Hydraulik-Fördereinheit gegenüber deren Zylinder in einer Mittelstellung zu halten trachtet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug-Lenkssystem der by-wire-Bauart ohne mechanischem Durchtrieb zwischen einem Lenkrad (allgemein: einer Lenkhandhabe) des Fahrers und einem eine vom Fahrer über das Lenkrad vorgegebene Lenkbewegung zumindest eines lenkbaren Fahrzeug-Rades initiierenden Lenk-Getriebe, dem ein mit Signalen aus der Lenkrad-Vorgabe von einer elektronischen Steuereinheit angesteuerter Aktuator direkt oder indirekt vorgeschaltet ist, mit einer hydraulischen Rückfallebene, die eine an das Lenkrad gekoppelte Hydraulik-Fördereinheit in Form einer Kolben-Zylinder-Einheit sowie eine an das genannte Lenk-Getriebe gekoppelte oder dasselbe bildende Hydraulik-Stelleinheit aufweist, wobei die Hydraulik-Fördereinheit und die Hydraulik-Stelleinheit über zwei Hydraulikleitungen derart miteinander verbindbar sind, dass bei nicht funktionsfähigem Aktuator ein mit dem Lenkrad vorgegebener Lenkrad-Drehwinkel über die Hydraulik-Fördereinheit und die Hydraulik-Stelleinheit in einen entsprechenden Rad-Lenkwinkel umgesetzt wird, wobei diese beiden genannten Hydraulikleitungen zwischen der Hydraulik-Fördereinheit und der Hydraulik-Stelleinheit über ein schaltbares sog. Lenkventil miteinander verbindbar sind. Zum bekannten Stand der Technik wird neben der DE 198 01 393 C1 und der EP 1 213 205 B1 insbesondere auf die DE 198 38 490 A1 verwiesen.

[0002] Die sog. Steer-by-Wire-Systeme, bei denen der vom Fahrer eines Fahrzeugs am Lenkrad oder dergleichen (anstelle eines Lenkrads kann auch ein sog. Sidestick oder anderes als Lenkhandhabe vorgesehen sein – im weiteren wird der Einfachheit halber nur vom Lenkrad gesprochen) eingestellte Lenkwunsch den lenkbaren Fahrzeugrädern nicht auf direktem mechanischen Wege, nämlich wie bei den heute üblichen Fahrzeugen über die sog. Lenksäule oder Lenkspindel sowie ein daran gekoppeltes Lenkgetriebe (bspw. Zahnstangenlenkgetriebe) übermittelt wird, sondern auf elektrischem oder hydraulischem Weg, sind hinsichtlich der Anordnungsmöglichkeiten für die Systembestandteile im Fahrzeug vorteilhaft. Da jedoch der genannte Aktuator, der angesteuert von Signalen der Lenkradvorgabe die lenkbaren Räder verschwenkt, ausfallen kann, ist eine sog. Rückfallebene vorzusehen, welche im Hinblick auf eine erwünschte Bauraum-Flexibilität zumeist hydraulisch ausgebildet ist und die im Oberbegriff des Anspruchs 1 hierzu aufgelisteten Merkmale, nämlich eine an das Lenkrad gekoppelte Hydraulik-Fördereinheit sowie eine an das genannte Lenk-Getriebe gekoppelte Hydraulik-Stelleinheit sowie einen diese beiden Einheiten hydraulisch miteinander verbindenden Hydraulikkreis aufweist.

[0003] Zumeist ist bei Steer-by-Wire-Systemen ein sog. Lenkmoment-Simulator in Form eines geeignet

angesteuerten Elektromotors vorgesehen, mit Hilfe dessen an das Lenkrad ein dem vom Fahrer aufgegebenes Lenkmoment entgegen gerichtetes Moment angelegt werden kann, um dem Fahrer ein übliches Lenkgefühl und somit quasi einen haptischen Kontakt zur Fahrbahn zu vermitteln. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, die hydraulische Rückfallebene als Lenkmoment-Simulator heranzuziehen, wie in einer nicht vorveröffentlichten internationalen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen PCT/EP2009/002408 beschrieben ist.

[0004] Wie das für den Fahrer an seinem Lenkrad spürbare Lenkmoment, welches auch als Handmoment bezeichnet wird, an einem Lenksystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in einfacher Weise zumindest beim Anlenken, d. h. bei einer Betätigung des Lenkrads aus einer zuvor gehaltenen Position heraus, so gestaltet werden kann, wie dies der Fahrer von den heute noch üblichen Lenksystemen mit mechanischem Durchtrieb gewohnt ist, soll hiermit aufgezeigt werden (= Aufgabe der vorliegenden Erfindung).

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, dass in oder an der als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Hydraulik-Fördereinheit eine Kraftspeicherelement-Anordnung vorgesehen ist, die den Kolben der Hydraulik-Fördereinheit gegenüber deren Zylinder in einer Mittelstellung zu halten trachtet. Vorzugsweise besteht die Kraftspeicherelement-Anordnung aus zwei gegeneinander wirkenden Federelementen und/oder es kann der Kolben der Hydraulik-Fördereinheit über einen Spindeltrieb mit dem Lenkrad verbunden sein.

[0006] Es hat sich gezeigt, dass sich bei Verwendung eines einfachen hydraulischen Geberzylinders bzw. einer sog. Gleichgang-Zylinder-Kolbeneinheit für die besagte mit dem Lenkrad mechanisch gekoppelte Hydraulik-Fördereinheit jedenfalls dann, wenn kein eigenständiger Lenkmoment-Simulator in Form eines geeignet angesteuerten Elektromotors wirkt, zu Beginn eines Lenkvorganges, also beim sog. Anlenken, für den Fahrer des Fahrzeugs ein ungewohntes Lenkgefühl einstellt, dahingehend, dass dieses Anlenken zu leichtgängig erfolgt. Dieses Problem wird nun dadurch behoben, dass einer Anlenk-Bewegung (des Lenkrads) eine weitere Kraft entgegen gesetzt wird, die durch eine geeignete Anordnung eines oder mehrerer Kraftspeicherelemente(s) erzeugt wird. Vorzugsweise sind hierfür zwei gegeneinander wirkende gleichartige Federelemente vorgesehen, die einer Bewegung des aus einer Mittellage in zwei einander entgegen gerichtete Richtungen verlagerbaren Kolbens zusätzlich zum durch die hierbei erfolgende Verdrängung von Hydraulikmedium eine zusätzliche Kraft entgegen setzen, wobei ausdrücklich erwähnt sei, dass hiermit sowohl beim Anlenken aus der Mittel-lage des Lenkrads heraus, als auch beim Anlen-

ken aus einer beliebigen zuvor gehaltenen Lenkrad-Position heraus ein verbessertes Lenkgefühl erzeugt werden kann.

[0007] Die beigefügte Prinzipdarstellung zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0008] Es trägt ein vom Fahrer des Fahrzeugs zu betätigendes Lenkrad die Bezugsziffer **1**. In die mit diesem verdrehfest verbundene Lenksäule **2** ist ein Drehwinkelsensor **3** integriert, mit dem der vom Fahrer mit seinem Lenkrad **1** vorgegebene Lenkwinkel erfasst werden kann. Zusätzlich kann in der Lenksäule **2** ein Drehmomentsensor vorgesehen sein, mit dem das vom Fahrer am Lenkrad **1** vorgegebene Lenkmoment bzw. Handmoment erfasst werden kann. Weiterhin ist in der Lenksäule **2** ggf. unter Zwischenschaltung eines hier nicht dargestellten Untersetzungsgetriebes bspw. in Form eines Planetengetriebes ein auf die Lenksäule **2** einwirkender Lenkmoment-Simulator **16** vorgesehen. Schließlich folgt am dem Lenkrad **1** gegenüberliegenden Ende der Lenksäule **2** eine Hydraulik-Fördereinheit **7** in Form einer Zylinder-Kolben-Einheit, die bzw. deren Kolben **7a** mit einer Drehbewegung des Lenkrads **1** unter Zwischenschaltung eines geeigneten Getriebes – vorliegend handelt es sich um einen Spindeltrieb **21** – je nach Drehrichtung des Lenkrads **1** ein Hydraulikmedium aus dem Zylinder **7b** der Hydraulik-Fördereinheit **7** in einem sog. lenkradseitigen Teil **8a** eines Hydraulikkreises **8** nach der einen oder anderen Seite fördert, d. h. in eine der beiden mit den Bezugsziffern **5**, **6** gekennzeichnete Hydraulik-Leitungen, die über eine sog. Kurzschluss-Leitung **23**, in welcher ein sog. Lenkventil **15** vorgesehen ist, in Abhängigkeit von dessen Schaltposition direkt hydraulisch miteinander verbunden werden können.

[0009] Die beiden lenkbaren Räder **20** (= Vorderräder) des zweispurigen Fahrzeugs sind in grundsätzlich bekannter Weise über Spurhebel und Spurstangen **18** verschwenkbar und somit lenkbar, wobei diese Spurstangen **18** an die beiden Enden eines quer zur Fahrzeuginnenrichtung verlagerbaren Getriebeelements **14** in Form einer Stange eines Lenk-Getriebes **19** angelenkt sind. Dieses Lenk-Getriebe **19** ist nach Art eines dem Fachmann bekannten Zahnstangen-Lenkgetriebes ausgebildet, dessen beidseitig verlängerte Zahnstange das genannte Getriebeelement **14** des Lenk-Getriebes **19** bildet und welche(s) über ein endloses Zugmittelgetriebe **10** mit nachgeschaltetem Kugelgewindetrieb („KGT“) von einem Elektromotor **9** seitlich verlagert werden kann. Dabei bildet dieser Elektromotor **9** zusammen mit dem Zugmittelgetriebe **10** einen sog. Aktuator, für welchen im weiteren ebenfalls die Bezugsziffer **9** verwendet wird. Dieser Aktuator **9** kann mit geeigneter Ansteuerung durch eine elektronische Steuereinheit **17**, welche unter anderem die Signale des mit dem Lenkrad **1** verbundenen Drehwinkelsensors **3**, welche eine

Lenkvorgabe des Fahrers wiedergeben, berücksichtigt, die entsprechende Verlagerung des Getriebeelements **14** und somit eine gewünschte Lenk- oder Verschwenkbewegung der Räder **20** hervorrufen. Hierbei kann der elektronischen Steuereinheit **17** über die Auswertung eines Rotorpositions-Sensors des Aktuators **9** oder mit Hilfe eines nicht gezeigten Wegsensors die Position des genannten Getriebeelements **14** des Lenk-Getriebes **19** übermittelt werden. Solange die lenkbaren Räder **20** alleine durch den Aktuator **9** entsprechend einer Lenk-Vorgabe am Lenkrad **1** verstellt werden, wird durch den bereits genannten Lenkmoment-Simulator **16** ein entsprechendes Lenkmoment oder Handmoment an das Lenkrad **1** angelegt, welches dem Fahrer ein bei üblichen Lenksystemen mit mechanischem Durchtrieb entsprechendes Lenkgefühl vermittelt.

[0010] Das genannte Getriebeelement **14** des Lenk-Getriebes **19** ist weiterhin Bestandteil einer Kolben-Zylinder-Einheit, die als sog. Hydraulik-Stelleinheit **13** fungiert, wobei das Getriebeelement **14** die beidseitig verlängerte Kolbenstange des Kolbens **13a** dieser Hydraulik-Stelleinheit **13** bildet. Beidseitig des Kolbens **13a** mündet im Innenraum des Zylinders **13b** dieser Hydraulik-Stelleinheit **13** jeweils eine der beiden genannten Hydraulikleitungen **5**, **6**. Dabei wird ein sog. lenkgetriebeseitiger Teil **8b** des genannten Hydraulikkreises **8** durch diese in der Hydraulik-Stelleinheit **13** mündenden Abschnitte der Hydraulikleitungen **5**, **6** sowie die genannte Kurzschlussleitung **23** mit dem Lenkventil **15** gebildet. Dieses genannte Lenkventil **15** kann entweder als einfaches Auf-Zu-Ventil oder als sog. Stetigventil ausgebildet sein. Im letztgenannten Fall kann dieses Lenkventil **15** die Kurzschluss-Leitung **23** entweder vollständig absperren oder teilweise oder vollständig freigeben.

[0011] Nimmt das Lenkventil **15** die figürlich dargestellte Position ein, so ist die Kurzschluss-Leitung **23** vollständig geöffnet und es wird beim Betätigen des Lenkrads **1** das vom Kolben **7a** der Hydraulik-Fördereinheit **7** verdrängte Hydraulikmedium einfach im lenkradseitigen Teil **8a** des Hydraulikkreises **8** zur anderen Seite des Zylinders **7b** dieser Hydraulik-Fördereinheit **7** umgewälzt. Das für den Fahrer spürbare Handmoment wird hierbei insbesondere vom Lenkmoment-Simulator **16** bereit gestellt.

[0012] Bei einem Ausfall des Aktuators **9** muss eine sog. Rückfallebene aktiv geschaltet werden, welche durch die Hydraulik-Fördereinheit **7** und die Hydraulik-Stelleinheit **13** sowie den diese beiden Einheiten miteinander verbindenden Hydraulikkreis **8** in Form der beiden Hydraulik-Leitungen **5**, **6** gebildet wird, indem das Lenkventil **15** in eine die Kurzschlussleitung **23** vollständig oder im wesentlichen vollständig absperrende Position gebracht wird. Dann gelangt beim Verdrehen des Lenkrads **1** Hydraulikmedium, welches beispielsweise in die bzw. der Hydraulikleitung

5 von der Hydraulik-Fördereinheit **7** in Richtung der Hydraulik-Stelleinheit **13** verdrängt wird, vollständig in den Zylinder **13b** dieser Hydraulik-Stelleinheit **13**, und zwar in der Figurendarstellung linksseitig von deren Kolben **13a**. Wird also durch Verdrehen des Lenkrads **1** der Kolben **7a** der Hydraulik-Fördereinheit **7** in der Figurendarstellung nach unten bewegt, so bewirkt das hierdurch aus der unterhalb des Kolbens **7a** liegenden Arbeitskammer des Zylinders **7b** der Hydraulik-Fördereinheit **7** in die Hydraulikleitung **5** verdrängte Hydraulikmedium über die Hydraulik-Stelleinheit **13** ein Verschwenken der Räder **20** im durch den Pfeil **24** dargestellten Sinn, wobei ein bestimmter Lenkrad-Drehwinkel am Lenkrad **1** einem bestimmten Rad-Lenkwinkel entspricht. Dabei wird aus der in der Figur rechtsseitig des Kolbens **13a** liegenden Kammer des Zylinders **13b** Hydraulikmedium über die Hydraulikleitung **6** in die Hydraulik-Fördereinheit **7** (zurück) verdrängt, und zwar in die in der Figur oberhalb von deren Kolben **7a** liegende Arbeitskammer des Zylinders **7b**.

[0013] Da bei einem Ausfall des Aktuators **9**, insbesondere falls dieser bspw. aufgrund fehlerhafter Sensorsignale oder dgl. von der elektronischen Steuereinheit **17** nicht geeignet angesteuert werden kann, auch der Lenkmoment-Simulator **16** nicht mehr geeignet angesteuert werden kann, kann dann durch diesen Lenkmoment-Simulator **16** auch kein sinnvolles für den Fahrer am Lenkrad **1** spürbares Handmoment gestellt werden. Jedoch wird bei aktivierter Rückfallebene dem Fahrer am Lenkrad **1** durch die Hydraulik-Fördereinheit **7** ein Gegenmoment vermittelt, welches jedenfalls bei größeren Verdrehbewegungen des Lenkrads **1** bei geeigneter Auswahl der hydraulischen Übersetzungsverhältnisse im Hydraulikkreis **8** durchaus dem Handmoment eines üblichen Lenksystems vergleichbar sein kann. Für das sog. Anlenken hingegen, d. h. für den Beginn einer Verdrehbewegung des Lenkrads **1** kann die Hydraulik-Fördereinheit **7** alleine kein geeignetes bzw. ausreichendes Gegenmoment an das Lenkrad **1** anlegen.

[0014] Als Abhilfemaßnahme für dieses Problem ist in oder an der als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Hydraulik-Fördereinheit **7** eine Kraftspeicherelement-Anordnung **22** vorgesehen ist, die den Kolben **7a** der Hydraulik-Fördereinheit **7** gegenüber deren Zylinder **7b** in einer Mittelstellung zu halten trachtet. Vorzugsweise besteht die Kraftspeicherelement-Anordnung **22** aus zwei gegeneinander wirkenden Federelementen **22a**, **22b** in Form von Schrauben-Druckfedern, die vorliegend in den beidseitig des Kolbens **7a** liegenden Zylinderräumen des Zylinders **7b** zwischen dem Kolben **7a** und der jeweiligen Zylinder-Endwand eingespannt sind. Selbstverständlich sind jedoch auch andere geeignete Anordnungen eines oder mehrerer Kraftspeicherelemente(s) möglich, mit Hilfe derer der gewünschte Effekt erzielt wird.

[0015] Es sei darauf hingewiesen, dass mittels einer solchen Kraftspeicherelement-Anordnung **22** nicht nur bei aktivierter Rückfallebene, sondern auch bei korrektem Betrieb des Aktuators **9** ein besseres Lenkgefühl am Lenkrad **1** bzw. ein verbesserter zeitlicher Verlauf des Handmoments insbesondere beim Anlenken erzielt werden kann. Insbesondere gilt dies auch dann, wenn kein eigenständiger Lenkmoment-Simulator **16** vorgesehen ist, sondern wenn das Lenkmoment bzw. Handmoment am Lenkrad **1** durch die hydraulische Rückfallebene selbst erzeugt wird, was bei geeignet betriebenen Aktuator durch zumindest teilweises Öffnen des Lenkventils **15** erzielt werden kann. Ferner ist eine solche Kraftspeicherelement-Anordnung **22** auch hilfreich, wenn im Reparatur- oder Wartungsfall beispielsweise der Hydraulikkreis **8** geleert wird, da dann das Lenkrad **1** durch diese Kraftspeicherelement-Anordnung **22** in seiner Mittelstellung oder Nulllage gehalten wird, so dass die dem Fachmann bekannte am Lenkrad vorgesehene Wickelfeder zur Übertragung elektrischer Signale vor einer Überbeanspruchung geschützt ist, wobei weiterhin darauf hingewiesen sei, dass durchaus eine Vielzahl von Details abweichend von obigen Ausführungen gestaltet sein kann, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen.

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 19801393 C1 [\[0001\]](#)
- EP 1213205 B1 [\[0001\]](#)
- DE 19838490 A1 [\[0001\]](#)
- EP 2009/002408 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Fahrzeug-Lenksystem der by-wire-Bauart ohne mechanischem Durchtrieb zwischen einem Lenkrad (1) (allgemein: einer Lenkhandhabe) des Fahrers und einem eine vom Fahrer über das Lenkrad (1) vorgegebene Lenkbewegung zumindest eines lenkbaren Fahrzeug-Rades (20) initiierenden Lenk-Getriebe (19), dem ein mit Signalen aus der Lenkrad-Vorgabe von einer elektronischen Steuereinheit (17) angesteuerter Aktuator (9, 10) direkt oder indirekt vorgeschaltet ist, mit einer hydraulischen Rückfallebene, die eine an das Lenkrad (1) gekoppelte Hydraulik-Fördereinheit (7) in Form einer Kolben-Zylinder-Einheit sowie eine an das genannte Lenk-Getriebe (19) gekoppelte oder dasselbe bildende Hydraulik-Stelleinheit (13) aufweist, wobei die Hydraulik-Fördereinheit (7) und die Hydraulik-Stelleinheit (13) über zwei Hydraulikleitungen (5, 6) derart miteinander verbindbar sind, dass bei nicht funktionsfähigem Aktuator (9, 10) ein mit dem Lenkrad (1) vorgegebener Lenkrad-Drehwinkel über die Hydraulik-Fördereinheit (7) und die Hydraulik-Stelleinheit (13) in einen entsprechenden Rad-Lenkwinkel umgesetzt wird, wobei diese beiden genannten Hydraulikleitungen (5, 6) zwischen der Hydraulik-Fördereinheit (7) und der Hydraulik-Stelleinheit (13) über ein schaltbares sog. Lenkventil (15) miteinander verbindbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass in oder an der als Kolben-Zylinder-Einheit ausgebildeten Hydraulik-Fördereinheit (7) eine Kraftspeicherelement-Anordnung (22) vorgesehen ist, die den Kolben (7a) der Hydraulik-Fördereinheit (7) gegenüber deren Zylinder (7b) in einer Mittelstellung zu halten trachtet.

2. Fahrzeug-Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftspeicherelement-Anordnung aus zwei gegeneinander wirkenden Federelementen (22a, 22b) besteht.

3. Fahrzeug-Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (7a) der Hydraulik-Fördereinheit (7) über einen Spindeltrieb mit dem Lenkrad (1) verbunden ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

