

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. Mai 2006 (04.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/045707 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B62D 5/04 (2006.01) *B62D 5/065* (2006.01)

B62D 5/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/055251

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. Oktober 2005 (14.10.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2004 051 194.2

21. Oktober 2004 (21.10.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ZF LENKSYSTEME GMBH** [DE/DE]; Richard-
Bullinger-Strasse 77, 73527 Schwäbisch Gmünd (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BUDAKER, Mar-
tin** [DE/DE]; Limesstrasse 7, 73540 Heubach (DE).

LEUTNER, Wilfried [DE/DE]; Laichlesweg 4, 73527
Schwäbisch Gmünd (DE). **KNOEDLER, Helmut**
[DE/DE]; Elsternweg 6, 73547 Lorch (DE). **LEIMBACH,
Klaus-Dieter** [DE/DE]; Amselweg 11, 73569 Eschach
(DE).

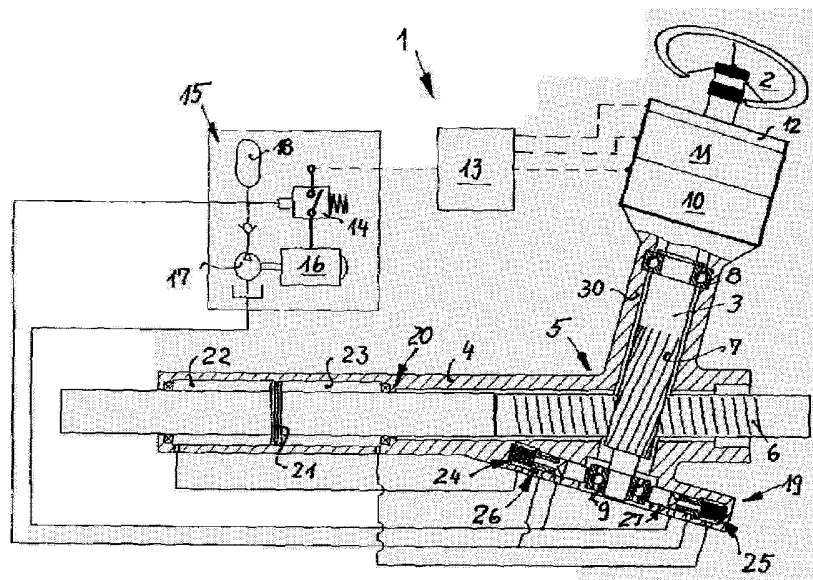
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STEERING SYSTEM FOR VEHICLES

(54) Bezeichnung: LENKSYSTEM FÜR FAHRZEUGE



(57) Abstract: The invention relates to a steering system for vehicles, said system being assisted by a servo motor and comprising an actuating member that is coupled to the drive wheels by a drive connection. The servo actuator is equipped with a control valve (19), which is controlled in accordance with the steering torque and whose characteristic curve representing the servo action produced by the supplied steering torque deviates from a predetermined target characteristic curve. A torque is provided by an electric servo motor (10), which is coupled to the steering shaft (3), said torque being overlaid on the actuating torque that is predetermined by the driver and that acts on the steering shaft (3). The torque produces an actuating torque in the steering-torque dependent control valve (19), said torque providing servo assistance that corresponds to the target characteristic curve of the reference point.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/045707 A1



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Ein Lenksystem für Fahrzeuge, das mit servomotorischer Unterstützung arbeitet und ein in Antriebsstellverbindung zu den lenkbaren Rädern eingekoppeltes Verstellglied aufweist, sieht für das Servostellglied ein lenkmomentenabhängig gesteuertes Steuerventil (19) vor, dessen die Servowirkung über dem aufgegebenen Lenkmoment darstellende Ventilkennlinie von einer vorgegebenen Wunschkennlinie abweicht, und es wird durch einen auf die Lenkspindel (3) eingekoppelten elektrischen Servomotor (10) überlagernd zum fahrerseitig vorgegebenen, auf die Lenkspindel (3) wirkenden Betätigungsmoment ein Moment aufgegeben, durch das sich seitens des momentenabhängig gesteuerten Steuerventils (19) ein Stellmoment ergibt, das eine der Wunschkennlinie im Bezugspunkt entsprechende Servoverstellung zur Folge hat.

Lenksystem für Fahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Lenksystem für Fahrzeuge, das mit servomotorischer Unterstützung arbeitet, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Lenksysteme der vorgenannten Art sind aus der DE 44 22 386 C1 bekannt und weisen als Lenkhandhabe ein Lenkrad auf, das über eine Lenkspindel, ein Lenkgetriebe und nachgeordnete Lenkgestänge mit den lenkbaren Rädern einer Achse des Fahrzeuges mechanisch gekoppelt ist, derart, dass ein Lenkeinschlag der gelenkten Räder zwangsläufig mit einer Drehung des Lenkrades gekoppelt ist und umgekehrt.

In der mechanischen Antriebsverbindung zwischen dem die Lenkhandhabe bildenden Lenkrad und den gelenkten Rädern ist die Lenkspindel in zwei relativ zueinander gegen Federkraft begrenzt verdrehbare Teile aufgetrennt und die Relativverdrehung derselben gegeneinander bildet die Steuergröße für ein hydraulisches Steuerventil, das eine offene Mitte aufweist und über das ein in der Antriebsverbindung zu den lenkbaren Rädern liegendes Servostellglied versorgt wird. Die Summe der durch das fahrerseitig aufgebrachte Betätigungsmoment und des der Stellkraft des Servostellers entsprechenden Momentes bildet das auf die lenkbaren Räder wirkende Lenkmoment, zu dem die durch die

Radführungskräfte bedingten Gegenmomente ebenso wie das Betätigungsmoment korrelieren.

Das Betätigungsmoment ist bei gleich bleibendem Lenkmoment über einen elektrischen Servomotor zu beeinflussen, der in den der Lenkhandhabe zugeordneten Spindelteil eingekoppelt ist und der in Abhängigkeit vom Betätigungsmoment und von Fahrparametern, insbesondere der Fahrgeschwindigkeit den Fahrer unterstützend angesteuert ist, z. B. derart, dass der Servomotor lediglich bei kleinen Geschwindigkeiten angetrieben ist und dadurch das seitens des Fahrers aufzubringende Betätigungsmoment reduziert. Entsprechend der Ansteuerung des Steuerventiles in Abhängigkeit vom Betätigungsmoment ergibt sich eine von der Kennlinie des Steuerventiles abhängige Servounterstützung sowie bedingt durch die Ausgestaltung des Steuerventiles als Ventil mit offener Mitte auch ein verhältnismäßig hoher Energiebedarf.

Bei einem weiteren bekannten Lenksystem für Kraftfahrzeuge (DE 196 01 826 A1) ist in die die Lenkhandhabe mit dem auf die lenkbaren Räder wirkenden Lenkgetriebe verbindende Lenkspindel ein Überlagerungsgetriebe eingekoppelt, das elektromotorisch verstellbar ist und über das die über das Überlagerungsgetriebe miteinander verbundenen Lenkspindelteile gegeneinander verdrehbar sind, so dass lenkgetriebeseitig ein aus der Überlagerung des durch den Fahrer eingegebenen Lenkwinkels mit der durch die Verstellung des Überlagerungsgetriebes sich ergebenden Lenkwinkeländerung resultierender Lenkwinkel gegeben ist, der durch die variabel ausgelegte mechanische Übersetzung des Lenkgetriebes als Radstellungswinkel auf die gelenkten Räder übertragen wird. Durch die variabel ausgelegte Übersetzung des Lenkgetriebes in Verbindung mit den Verstellmöglichkeiten des Überlagerungsgetriebes lassen sich Zusammenhänge zwischen dem fahrerseitig für die Lenkhandhabe vorgegebenen Lenkradwinkel und dem Radstellungswinkel realisieren, die von unterschiedlichen Para-

metern, wie Fahrzustand, Fahrzeuggeschwindigkeit usw. abhängig sein können. Durch derartige Verknüpfungen ergeben sich für die Bedienung durch den Fahrer keine Veränderungen bezüglich der gewohnten Verhältnisse bei Lenkgetrieben mit mechanischer variabler Übersetzung, es lässt sich aber vermeiden, dass die Lenkung bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und kleinen Lenkradwinkeln durch zu große Leichtgängigkeit ein schwammiges Verhalten zeigt.

Aus der EP 0 440 638 B1 ist es weiter bekannt, die mit einer Lenkhandhabe verbundene Lenkspindel über ein Drehschieberventil mit dem als Lenkschnecke oder Ritzel ausgebildeten Eingangsglied eines Lenkgetriebes zu verbinden und über das Drehschieberventil den Arbeitskolben eines in das Gehäuse des Lenkgetriebes integrierten Servostellers in Abhängigkeit von einer Relativverdrehung zwischen Eingangsglied und Lenkspindel mit Druck momentenabhängig zu beaufschlagen. Über einen mit der Lenkspindel antriebsverbundenen elektrischen Servomotor soll eine Mittenzentrierung des Drehschieberventils erreicht werden und es sollen ferner die seitens der Lenkhandhabe spürbaren Rückwirkungskräfte und damit das fahrerseitig aufzubringende Betätigungsmoment parameterabhängig, also in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, dem Beladungszustand des Fahrzeuges oder dergleichen beeinflusst werden können.

Ein im mechanischen Aufbau ähnliches, aber ohne Servomotor als Hilfskraftlenkung arbeitendes System ist aus der DE 198 29 531 A1 bekannt, und es wird bei diesem System Größe und Richtung der Hilfskraftunterstützung sowie die Rückstellung der zu lenkenden Räder über ein insbesondere als Proportionalventil gestaltetes, gemeinsames und elektronisch gesteuertes Elektromagnetventil bestimmt, und zwar bei Erfassung des jeweiligen Betätigungsmomentes über einen Drehmomenten- und/oder Lenkkraftsensor und dessen Verarbeitung in einem Steuergerät, über das ge-

gegebenenfalls überlagernd Fahrgeschwindigkeit und Giergeschwindigkeit als Steuerparameter berücksichtigt werden. Das Elektromagnetventil kann mit offener oder geschlossener Mitte ausgeführt sein, so dass sich durch diese Gestaltung mit einfachen Mitteln auch energiesparende Lösungen einer hohen Lenkpräzision ermöglichenden Hilfskraftlenkung realisieren lassen.

Eine Ausgestaltungsmöglichkeit eines hydraulischen Steuerventils für eine Hilfskraftlenkung, bei dem die Ventilverstellung mechanisch in unmittelbarer Abhängigkeit von dem über das Lenkgetriebe laufenden Lenkmoment dadurch erfolgt, dass das Eingangsglied des Lenkgetriebes momentenabhängig quer zu seiner Erstreckung verschoben wird, zeigt die EP 0 624 135 B1. Das Steuerventil ist mit geschlossener Mitte ausgebildet, weist momentenabhängig eine im Wesentlichen lineare Kennlinie auf und enthält Sitzventile, deren Achsen sich im Wesentlichen senkrecht zum Eingangsglied in dessen momentenabhängiger Verlagerungsrichtung erstrecken.

Ferner ist aus der DE 195 41 749 C1 eine hydraulische Servolenkung für Kraftfahrzeuge bekannt, die - ohne mechanische Verbindung zwischen Lenkhandhabe und lenkbaren Rädern - als sogenannte steer by wire-Lenkung ausgebildet ist und die, in die Verbindung des Lenkgetriebes zu den lenkbaren Rädern eingekuppelt, ein Servostellglied aufweist, das über ein Drehschieberventil mit offener Mitte angesteuert ist, welches im Wellenstrang zwischen einem die Lenkkräfte aufbringenden Elektromotor und dem Lenkgetriebe liegt. Der Elektromotor wird über eine Regelschaltung bestromt, und zwar bei Abweichungen des von einem Ist-Wertgeber erfassten Stellungswinkels der lenkbaren Räder von einem Soll-Wert, der in einem Soll-Wertgeber in Zuordnung zu seitens des Fahrers über die Lenkeingabe vorgegebenen Stellbefehlen abgelegt ist. Abweichungen vom Soll-Wert haben eine ent-

sprechende Verstellung des Drehschieberventils mit dadurch vorgegebener Beaufschlagung des Servostellgliedes zur Folge.

Derartige steer by wire-Lenkungen geben zwar in der konstruktiven Gestaltung des Fahrzeuges zusätzliche Möglichkeiten, bedingen aber aus Sicherheitsgründen eine redundante, aufwendige Gestaltung.

Wird der elektromotorische Antrieb einem weiteren Ausführungsbeispiel zufolge durch einen hydraulischen Drehantrieb ersetzt, so kompliziert dies den Aufbau nicht unwesentlich, ungeachtet dessen, dass eine entsprechend leistungsstarke hydraulische Versorgung sichergestellt sein muss.

Überlagert zur auf fahrerseitigen Lenkeingaben mit Soll-Ist-Vergleich beruhender Lenkung kann einer weiteren Ausgestaltung zufolge ein fahrerunabhängiger Lenkeingriff als sogenannte Aktivlenkung in Abhängigkeit von Fahrparametern dadurch realisiert werden, dass der Drehschieber überlagert zu seiner durch fahrerseitige Lenkeingaben vorgegebenen Stellung in seiner Drehstellung verändert wird und dadurch über das Servostellglied in Reaktion auf kritische Fahrparameter die jeweilige Stellung der gelenkten Räder verändert.

Entsprechende, von fahrerseitigen Lenkeingaben unabhängige, für aktive Lenkungen notwendige Radstellungsänderungen sind auch bei Lösungen gemäß der DE 100 23 485 A1 vorgesehen, bei der in die mechanische Verbindung zwischen Lenkgetriebe und Lenkeingabe in einer ersten Ausführungsform ein Reduziergetriebe und ein Überlagerungsgetriebe integriert sind, die jeweils elektromotorisch angetrieben und über entsprechende Steuereinheiten angesprochen sind. Abhängig von dem über einen Drehmomentensensor fahrerseitig auf die Lenkeingabe ausgeübten Betätigungsmoment wird zur Servounterstützung der Lenkbetätigung parameterabhän-

gig das in die Lenkspindel eingekoppelte, elektromotorisch angetriebene Reduziergetriebe angesprochen. Entsprechendes gilt für ein zwischen Drehmomentensensor und Reduziergetriebe in die Lenkspindel eingekoppeltes Überlagerungsgetriebe bezogen auf aktive Lenkeingriffe.

In einer weiteren Ausgestaltung wird über die Lenkspindel momentenabhängig ein hydraulisches Steuerventil angesprochen, über das ein in die Antriebsverbindung zwischen Lenkgetriebe und lenkbaren Rädern eingekoppeltes Servostellglied beaufschlagt wird. Überlagert zu diesen dem Fahrkomfort dienenden Servoeinrichtungen ist zwischen Steuerventil und Lenkgetriebe in die Lenkspindel auch bei dieser Lösung ein Überlagerungsgetriebe eingekoppelt, über das, wie vorgeschildert, aktive und fahrerunabhängige Lenkeingriffe vorgenommen werden können.

Eine weitere Ausgestaltung eines Lenksystems, das bei mechanischer Verbindung zwischen Lenkgetriebe und Lenkeingabe mit servomotorischer Unterstützung arbeitet und zusätzlich aktive, von fahrerseitigen Vorgaben unabhängige Lenkeingriffe ermöglicht, ist aus der DE 42 43 267 A1 bekannt.

Schließlich ist aus der DE 102 45 975 A1 ein Lenksystem für Fahrzeuge bekannt, bei dem auf hydraulischer Basis sowohl eine servomotorische Unterstützung möglich ist wie auch aktive Lenkeingriffe, und zwar für beide Zwecke mit der gleichen Hydraulik. Diese umfasst ein in die Antriebsverbindung zwischen Lenkgetriebe und lenkbaren Rädern eingekoppeltes servomotorisches Stellglied in Form eines Stellzylinders, der über ein als Proportionalventil ausgebildetes Steuerventil mit geschlossener Mitte versorgt wird, das über eine Pumpe mit elektromotorischem, abkuppelbarem Antrieb gespeist ist. Das Steuerventil ist mit einer Rechneinheit verbunden, in der u. a. drehmomenten-/drehwinkelabhängige Signale einer Sensoreinheit eingespeist

werden, die benachbart zur Lenkeingabe der Lenkspindel zugeordnet ist. In diese ist auslaufend auf das Lenkgetriebe auch ein Überlagerungsgetriebe integriert, das als Planetentrieb ausgebildet ist und dessen Sonnenrad mit dem zur Lenkeingabe führenden Teil der Lenkspindel verbunden ist, während der Planetenträger in der Verbindung zum Lenkgetriebe liegt. Das Hohlrad kann angetrieben sein, ungebremst drehen oder auch vollständig blockiert werden, u. a. über einen entsprechenden elektromotorischen Antrieb. Damit ist es bei dem geschilderten Lenksystem möglich, fahrerseitige, über die Lenkeingabe vorgegebene Stellbefehle servomotorisch unterstützt auf die lenkbaren Räder zu übertragen, oder auch über das hydraulische Stellglied unabhängig von fahrerseitigen Lenkeingaben aktiv, z. B. in Abhängigkeit von fahrzustandsabhängigen Parametern einzugreifen, wobei letzteres in Abhängigkeit von der Ansteuerung des Planetentriebes ohne oder mit verminderter Rückwirkung auf die Lenkeingabe möglich ist.

Bei einem Lenksystem dieser Art lässt sich das Lenkverhalten somit in vielfältiger Weise beeinflussen, wenn auch bei einem konstruktivem und steuertechnischem Aufwand, der sich auch bei verringerten Anforderungen kaum reduzieren lässt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lenksystem der eingangs genannten Art ausgehend von einer einfachen Grundbauform, die servokraftunterstützt fahrerseitigen Wunschvorstellungen für den Lenkkennlinienverlauf gerecht wird, sich mit einfachen Aggregaten energiesparend realisieren lässt und eine geeignete Basis auch für funktional erweiterte Bauformen darstellt, zu verwirklichen.

Gemäß der Erfindung wird dies mit den Merkmalen des Anspruches 1 erreicht.

Ausgangspunkt für die Erfindung ist, dass fahrerseits in Abhängigkeit von der Höhe des aufzubringenden Betätigungsmomentes aus Komfortgründen ebenso wie aus Gründen einer sicheren Führung des Fahrzeuges bei hohen aufzubringenden Lenkkräften eine Servounterstützung gewünscht wird, dass diese Servounterstützung aber auch einen „Wunschverlauf“ haben soll, in der Regel über dem aufzubringenden Betätigungsmoment einen etwa parabelförmigen Verlauf.

Jede derartige Servounterstützung für den Fahrer bedingt einen Energieeinsatz, der die Fahrleistungen beeinträchtigen kann, falls das jeweilige Fahrzeug schwach motorisiert ist. Besonders kritisch wird die Situation, wenn die zur Servounterstützung erforderliche Leistung elektrisch aufgebracht werden soll, in Anbetracht der Vielzahl der elektrischen Verbraucher in Fahrzeugen und der entsprechenden Leistungsanforderungen bei schwachen Bordnetzen. Berücksichtigt man weiter, dass entsprechende fahrerseitige Ansprüche auch schon bei kleinen Fahrzeugen bestehen, im Rahmen der preislichen Vorgaben, trotz unerlässlicher Zuverlässigkeit des Systems aber nur funktional verhältnismäßig einfache Aggregate eingesetzt werden können, so kommt es wesentlich darauf an, einen Weg für die Servounterstützung zu finden, mit dem sich Wunschverläufe des fahrerseitig aufzubringenden Betätigungsmomentes bei minimiertem Energieeinsatz gestalten lassen.

Dies bedingt einmal eine entsprechende Ausgestaltung der Hydraulik durch Ausbildung des verwendeten Steuerventils als mit geschlossener Mitte arbeitendes Steuerventil. Zum anderen, um auf zusätzliche Betätigungsmittel für das Steuerventil verzichten zu können, dessen Anordnung im Antriebsstrang der Antriebsverbindung zwischen Lenkeingabe und lenkbaren Rädern. Um bei der Ansteuerung des Steuerventils Verfälschungen zu vermeiden, ist des Weiteren die Antriebsverbindung zumindest in dem Be-

reich des Antriebsstranges mechanisch geschlossen ausgebildet, der auf die gelenkten Räder ausläuft und zu dem eingangsseitig der Servomotor angeordnet ist, über den das Betätigungsmoment erfindungsgemäß in Abhängigkeit von der Kennlinie des Steuerventiles an den vorgegebenen Wunschverlauf anzupassen ist. Durch diese Art der Anpassung lässt sich der Energieeinsatz minimieren und es können auch, da die korrigierend über den Servomotor aufzubringenden Rückstellkräfte auf die Lenkeingabe verhältnismäßig klein sind, klein bauende, leichte und billige Servomotoren eingesetzt werden. Insgesamt ist somit für ein Lenksystem eine Grundausgestaltung geschaffen, die sich bei guter Funktionalität preisgünstig darstellen lässt und die zudem die Möglichkeit bietet, gewünschtenfalls als Ausbaustufen, weitere Funktionalitäten in dieses System unter Beibehalt des Grundaufbaus zu integrieren.

Für das Steuerventil erweist sich dabei eine Ausgestaltung als zweckmäßig, bei der die Verstellung des Steuerventils in Abhängigkeit von drehmomentenabhängigen Verlagerungen der Lenkspindel erfolgt, wie dies an sich bekannt ist und beispielsweise der EP 0 624 135 in einer konstruktiven Ausgestaltungsform zu entnehmen ist.

Bei einer derartigen Lösung ist der Lenkspindel abtriebsseitig als Teil des Lenkgetriebes das Lenkritzel zugeordnet und es ist die Lenkspindel im Eingriffsbereich des Ritzels zu einer Zahnstange quer zu ihrer Erstreckungsrichtung lenkmomentenabhängig auslenkbar gelagert, und es wird über die entsprechende Auslenkung das Steuerventil angesteuert. Analoge Lösungen lassen sich auch realisieren, wenn anstelle des Ritzels als Eingangsglied zum Lenkgetriebe eine Lenkschnecke oder dergleichen vorgesehen ist.

Zur Vereinfachung des Aufbaus trägt weiter bei, wenn ein Steuerventil Verwendung findet, das über dem als Eingangssteuergröße dienenden Moment einen linearen Verlauf aufweist.

Die im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung notwendige Zuordnung zwischen der Kennlinie des Steuerventils und der dem Wunschverlauf entsprechenden Kennlinie des Betätigungsmomentes wird in bekannter Weise rechnerunterstützt, beispielsweise in einer Recheneinheit vorgenommen, die die Berücksichtigung und/oder Ansteuerung durch weitere Parameter ermöglicht, so insbesondere die Berücksichtigung des Drehwinkels der Lenkeingabe und/oder des Betätigungsmomentes.

Wird, in einer Ausbaustufe, zusätzlich ein variables Übersetzungsverhältnis in der Antriebsverbindung zwischen Lenkhandhabe und lenkbaren Rädern gewünscht und/oder sollen aktive Lenkeingriffe parameterabhängig möglich sein, so lässt sich dies durch zusätzliche Integration eines Überlagerungsgetriebes in den Lenkstrang realisieren, wobei das Überlagerungsgetriebe zweckmäßigerweise zwischen dem Servomotor und benachbart zur Lenkhandhabe liegendem Drehwinkel- und/oder Drehmomentensensor liegt und als Planetengetriebe ausgestaltet ist. Die diesbezüglichen Ausgestaltungsmöglichkeiten sind bekannt.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen. Ferner wird die Erfindung nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Lenksystems für Fahrzeuge in einer erfindungsgemäßen Ausgestaltungsform und

Fig. 2 wiederum schematisiert, in einem Diagramm den Grad der Servounterstützung des verwendeten hydraulischen

Servostellgliedes als Druckdifferenz ΔP zwischen den Arbeitskammern des Servostellgliedes über dem fahrerseitigen Betätigungsmoment der Lenkhandhabe, bezogen auf die Kennlinie eines Steuerventils einerseits und eine fahrerseitige Wunschkenmlinie.

Das in Fig. 1 schematisiert dargestellte Lenksystem 1 umfasst eine Lenkhandhabe 2, die über eine Lenkspindel 3 mit einem in einem Lenkgetriebegehäuse 4 angeordneten Lenkgetriebe 5 verbunden ist. Das Lenkgetriebe 5 ist als Zahnstangenlenkung mit einer Zahnstange 6 und einem Ritzel 7 ausgebildet, das hier einen Teil der Lenkspindel 3 bildet. Im zum Lenkgetriebegehäuse 4 benachbarten und einstückig zu diesem ausgebildeten Bereich eines Lenkspindelgehäuses 30 ist die Lenkspindel 3 über Lager 8 und 9 gehalten, die beiderseits der Zahnstange 6 liegen und von denen das Lager 9 in nicht gezeigter Weise verschiebbar geführt ist, was eine entsprechend schwenkbare Abstützung im oder über das Lager 8 voraussetzt.

Im Ausführungsbeispiel zwischen dem benachbart zum Ritzel 7 vorgesehenen Lager 8 und dem nur teilweise dargestellten, auf die Lenkhandhabe 2 auslaufenden Teil der Lenkspindel 3 ist in die Lenkspindel 3 ein Servomotor 10 eingekoppelt, wobei der Servomotor als selbsthemmungsfreier E-Motor ausgebildet ist. Die Ausbildung des Servomotors 10 entspricht bekannten Lösungen, beispielsweise derart, dass der Motor gegen das Lenkspindelgehäuse 30 abgestützt ist und mit einem Ritzel in eine entsprechende Gegenverzahnung der Lenkspindel 3 eingreift. Entsprechend der lediglich schematischen Darstellung des Servomotors 10 ist auch ein benachbartes, in die Lenkspindel 3 eingekoppeltes Überlagerungsgetriebe 11 lediglich angedeutet. Das Überlagerungsgetriebe 11 kann bevorzugt als Planetentrieb ausgebildet sein, dessen Hohlrad eine Antriebs- und/oder Bremseinrichtung zugeordnet ist, wobei Antriebs- und Bremseinrichtung

durch einen Elektromotor gebildet sein können, der als Brems- und/oder Antriebselement mit gegenläufigen Antriebsrichtungen oder als Freilauf wirkt. Ferner ist mit 12 ein Drehmomenten- und/oder Drehwinkelsensor angedeutet, wobei auf den Servomotor 10 in Richtung auf die Lenkhandhabe 2 das Überlagerungsgetriebe 11 und auf dieses der Drehmomenten- und/oder Drehwinkelsensor 12 folgt, gegebenenfalls zu einer Baueinheit zusammengefasst. Dem Servomotor 10 und dem Überlagerungsgetriebe 11 sind nicht dargestellte Leistungsverbindungen zugeordnet und strichliiert sind Signalverbindungen zwischen dem Servomotor 10, dem Überlagerungsgetriebe 11 und dem oder den Sensoren 12 und einer Recheneinheit 13 vorgesehen. Die Recheneinheit 13 steht des Weiteren in einer Signalverbindung zum Druckbegrenzungsventil 14 der hydraulischen Versorgungseinheit, die insgesamt mit 15 bezeichnet ist und die einen elektrischen Antriebsmotor 16, eine Pumpe 17, einen Hydrospeicher 18 und weitere Elemente umfasst. Die hydraulische Versorgungseinheit steht über die dargestellten, nicht bezeichneten Leitungswege mit dem Steuerventil 19 und dem Servostellglied 20 in Verbindung, wobei letzteres einen mit der Zahnstange 6 verkoppelten, und bevorzugt in Flucht zur Zahnstange 6 liegenden Stellzylinder aufweist, in dem über einen Stellkolben 21 zwei Arbeitskammern 22 und 23 gegeneinander abgegrenzt sind.

Das Steuerventil 19 umfasst, bei symmetrischem Aufbau, zwei einander gegenüberliegende Ventile 24 und 25, die gleich ausgebildet sind und die jeweils einen druckseitigen Anschluss, einen niederdruckseitigen Anschluss und einen Anschluss zu einer der Kammern 22, 23 aufweisen. Der jeweils mittlere, druckseitige Anschluss ist über ein Einlasssitzventil 26 gegen den kammerseitigen Anschluss über ein federbelastetes Ventilglied abgesperrt, das über eine Durchgangsbohrung den kammerseitigen Anschluss mit dem Anschluss zur Niederdruckseite verbindet, so lange dieser nicht abgesteuert ist. Dies geschieht über das

Auslasssitzventil 27, das ein zapfenförmiges Ventilglied umfasst, über das in seiner Schließlage die Durchgangsbohrung im Ventilglied des Einlassspritzsitzventiles 26 absperrbar ist. Das zapfenförmige Ventilglied beider das Steuerventil 19 bildenden Ventile 24, 25 ist gegen das drehmomentenabhängig auslenkbare Lager 9 der Ventilspindel 3 abgestützt, schließt bei entsprechender Beaufschlagung die Durchgangsbohrung im federbelasteten Ventilglied und drückt dieses Ventilglied entgegen der Federbelastung in seine den druckseitigen Anschluss mit der jeweiligen Arbeitskammer 22 bzw. 23 verbindende Lage.

Ein Steuerventil 19 dieses Aufbaus weist eine im Wesentlichen lineare Kennlinie 28 auf, wie schematisiert im Diagramm gemäß Fig. 2 veranschaulicht. In diesem ist einmal bezogen auf die Ventilkennlinie 28 die Druckdifferenz zwischen den Arbeitskammern 22, 23 über dem seitens der Lenkhandhabe 2 anstehenden Moment M_{LR} abgetragen, und zum anderen bezogen auf eine sogenannte Wunschkennlinie 29. Diese Wunschkennlinie 29 gibt den Verlauf einer gewünschten Servoverstärkung, als Druckunterschied ΔP erfasst, bezogen auf ein seitens der Lenkhandhabe aufgegebenes Moment M_{LR} wieder, und zeigt, bezogen auf Fig. 2 als Ausführungsbeispiel, dass die Ansteuerung des Steuerventiles 19 mit einem der Wunschkennlinie 29 entsprechenden Moment M_{LRW} eine unerwünscht höhere Servokraft zur Folge hätte. Dem wird erfindungsgemäß dadurch begegnet, dass der Servomotor 10 angesteuert wird und über den Servomotor 10 auf die Lenkspindel 3 ein Moment eingeleitet wird, das dem seitens der Lenkhandhabe 2 vom Fahrer aufgegebenen Moment entgegenwirkt, so dass sich lenkgetriebeseitig ein entsprechend verringertes Moment ergibt, mit der Folge einer verringerten Auslenkung der Lenkspindel 3 und dadurch, wie erläutert, einer Reduzierung der Servounterstützung auf das Maß, das durch die Wunschkennlinie 29 vorgegeben ist.

Die Antriebsverbindung ausgehend von der Lenkhandhabe 2 bis zu den nicht dargestellten lenkbaren Rädern ist im Rahmen der Erfindung mechanisch geschlossen und zumindest im Wesentlichen drehstarr, somit ist auch ein unverfälschtes Lenkgefühl sichergestellt.

Wird, gegebenenfalls in einer Ausbaustufe, ein Überlagerungsgetriebe 11 vorgesehen, das als Planetengetriebe gestaltet ist, so ist die Lenkspindel 3 im Bereich des Überlagerungsgetriebes 11 aufgetrennt, entsprechend der Verbindung des eingangsseitigen Spindelteles mit dem Sonnenrad und des ausgangsseitigen Spindelteles mit dem Planetenträger bei Stellzugriff auf das Hohlrad. Bezogen auf jeweilige Fixstellungen des Planetengetriebes ist auch so eine im Wesentlichen drehstarre Antriebsverbindung gegeben, aber bei entsprechend der jeweiligen Stelllage geändertem Verhältnis zwischen eingangsseitig, also seitens der Lenkhandhabe 2 vorgegebenem Stellwinkel und ausgangsseitig, d. h. der gelenkten Räder sich einstellendem Radwinkel.

Eine in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehene Integration des Überlagerungsgetriebes 11 in den Antriebsstrang lässt sich zudem bei entsprechender sensorischer Erfassung extremer Fahrzustände für einen fahrerunabhängigen Stabilitätseingriff durch Einflussnahme auf die lenkbaren Räder, also für eine aktive Lenkung nutzen. Hierbei wird der Radstellungswinkel durch Verdrehung des Hohlrades des Planetengetriebes über den dem Überlagerungsgetriebe zugehörigen Elektromotor überlagernd zu den fahrerseitigen Lenkvorgaben verstellt, wobei die Servounterstützung bestehen bleibt.

Patentansprüche

1. Lenksystem für Fahrzeuge, das mit servomotorischer Unterstützung arbeitet,
mit einer Lenkhandhabe,
mit einer Lenkspindel,
mit einem Lenkgetriebe,
mit lenkbaren, einer Achse des Fahrzeuges zugehörigen Rädern,
mit einer über die Lenkspindel und das Lenkgetriebe laufenden mechanischen Antriebsverbindung der Lenkhandhabe zu den gelenkten Rädern,
mit einem abtriebsseitig mit der Lenkhandhabe antriebsverbundenen, selbsthemmungsfreien, elektrischen Servomotor,
mit in Abhängigkeit von von dem zwischen Lenkspindel und Lenkgetriebe übertragenen Lenkmoment angesteuertem hydraulischem Steuerventil und
mit einem über das Steuerventil versorgten, zwischen Lenkgetriebe und lenkbaren Rädern in die Antriebsstellverbindung eingekoppeltem Servostellglied,
wobei über den Servomotor die Größe des an der Lenkhandhabe fahrerseitig aufzubringenden zu einem radseitigen Lenkmoment korrespondierenden Betätigungsmomentes an einen vorgegebenen Wunschverlauf der Servounterstützung anzupassen ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Antriebsverbindung zu den lenkbaren Rädern zumindest ausgehend von der Einkopplung des Servomotors (10) in die Lenk-

spindel (3) mechanisch geschlossen ausgebildet ist, dass das Steuerventil (19) im Antriebsstrang der Antriebsverbindung liegt und als Ventil mit geschlossener Mitte ausgebildet ist und dass über den Servomotor (10) die Größe des fahrerseitig auf die Lenkhandhabe aufzubringenden Betätigungsmomentes (M_{LR}) in Abhängigkeit von der Kennlinie (28) des Steuerventiles (19) an den einer Wunschkennlinie (29) entsprechenden vorgegebenen Wunschverlauf anzupassen ist.

2. Lenksystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Steuerventil (19) durch einen lenkmomentenabhängige Verlagerung der Lenkspindel (3) zu ventilseitigen Übertragungsgliedern ansteuerbar ist.

3. Lenksystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Lenkspindel (3) abtriebsseitig als Teil des Lenkgetriebes (5) ein Lenkritzel (7) zugeordnet ist und dass die Lenkspindel (3) im Eingriffsbereich des Lenkritzels (7) zu einer Zahnstange (6) quer zu ihrer Erstreckung lenkmomentenabhängig auslenkbar gelagert ist, wobei durch die Auslenkung das Steuerventil (19) angesteuert ist.

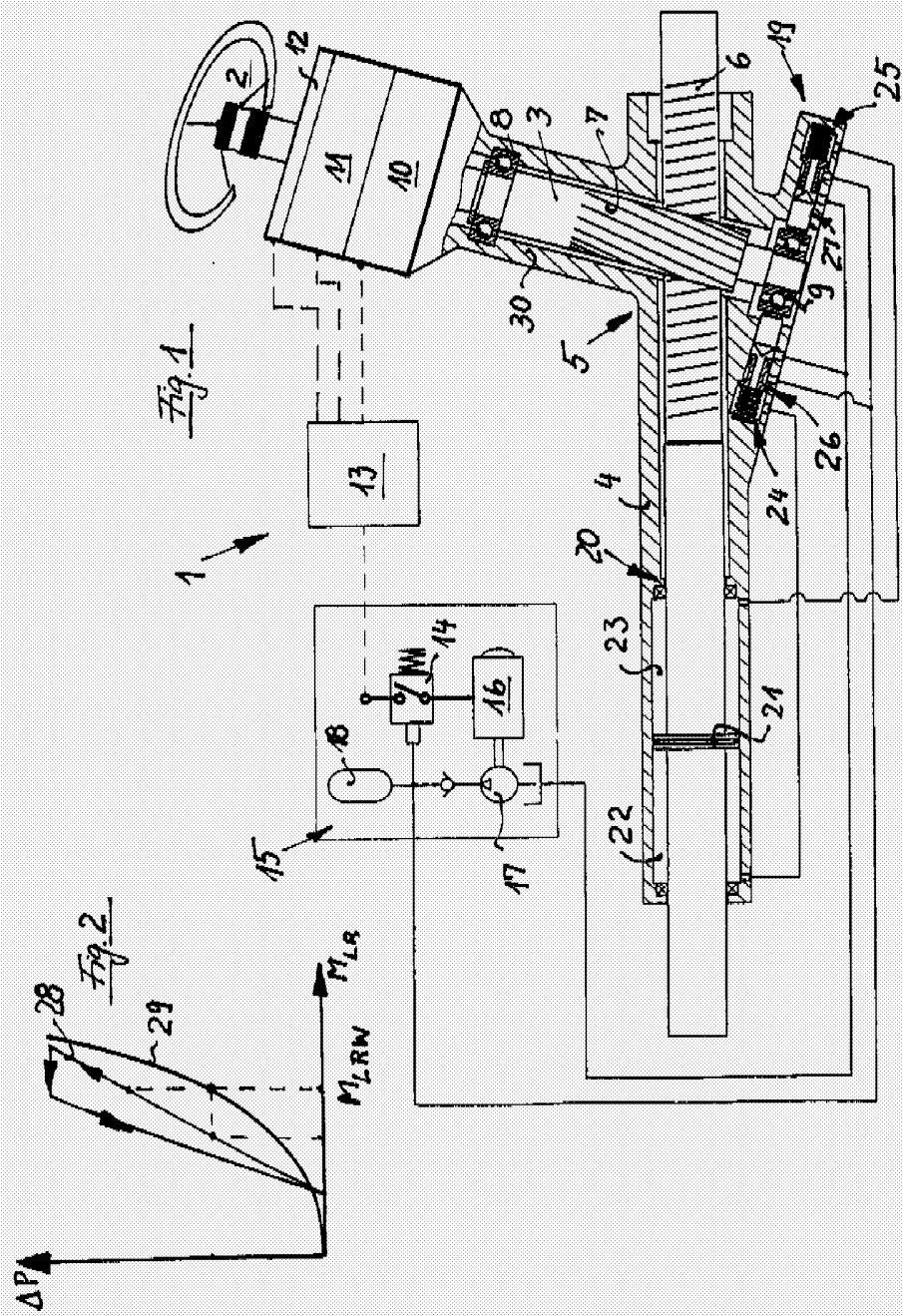
4. Lenksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im die Antriebsverbindung bildenden Antriebsstrang im Übergang zwischen Lenkhandhabe (2) und Servomotor (10) benachbart zur Lenkhandhabe (2) ein Drehmomentensensor (12) vorgesehen ist.

5. Lenksystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass in dem die Antriebsverbindung bildenden Antriebsstrang im Übergang der Lenkhandhabe (2) zum Servomotor (10) ein Überlagerungsgetriebe (11) vorgesehen ist.

6. Lenksystem nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Überlagerungsgetriebe (11) zwischen dem Drehmomentensensor (12) und der Einkopplung des Servomotors (10) liegt.

7. Lenksystem nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Überlagerungsgetriebe (11) durch ein Planetengetriebe mit elektrischem Stellantrieb gebildet ist.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/055251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B62D5/04 B62D5/06 B62D5/065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 03/072418 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG; BOEHM, JUERGEN; LINKENBACH, STEFFEN; HO) 4 September 2003 (2003-09-04) paragraphs '0027! - '0032!, '0040!, '0041!; figures 1,5-7 -----	1-4
Y	WO 2004/005112 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; BOEHM, JUERGEN; LINKENBACH, STEFFEN) 15 January 2004 (2004-01-15) page 7, line 7 - page 11, line 4; figures 1-4 -----	1-4
Y	WO 03/002395 A (ZF LENKSYSTEME GMBH; BUDAKER, MARTIN; LEUTNER, WILFRIED; KNOEDLER, HEL) 9 January 2003 (2003-01-09) page 4, line 8 - page 5, line 1 page 7, line 24 - page 10, line 10; figures 1,2 ----- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 December 2005

Date of mailing of the international search report

29/12/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blondeau, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/055251

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 22 386 C1 (MERCEDES-BENZ AG, 70327 STUTTGART, DE) 28 September 1995 (1995-09-28) cited in the application the whole document	1
P,A	DE 103 20 846 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 2 December 2004 (2004-12-02) the whole document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/055251

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 03072418	A	04-09-2003	EP 1480864 A1	01-12-2004
			JP 2005518303 T	23-06-2005
			US 2005160851 A1	28-07-2005
WO 2004005112	A	15-01-2004	EP 1521700 A1	13-04-2005
			JP 2005532218 T	27-10-2005
			US 2005257987 A1	24-11-2005
WO 03002395	A	09-01-2003	DE 10130812 A1	02-01-2003
			EP 1399349 A1	24-03-2004
			US 2004149509 A1	05-08-2004
DE 4422386	C1	28-09-1995	FR 2721572 A1	29-12-1995
			GB 2290511 A	03-01-1996
			IT RM950426 A1	27-12-1995
			JP 3010547 B2	21-02-2000
			JP 8011733 A	16-01-1996
DE 10320846	A1	02-12-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/055251

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

B62D5/04 B62D5/06 B62D5/065

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B62D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 03/072418 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG; BOEHM, JUERGEN; LINKENBACH, STEFFEN; HO) 4. September 2003 (2003-09-04) Absätze '0027! - '0032!, '0040!, '0041!; Abbildungen 1,5-7	1-4
Y	WO 2004/005112 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; BOEHM, JUERGEN; LINKENBACH, STEFFEN) 15. Januar 2004 (2004-01-15) Seite 7, Zeile 7 - Seite 11, Zeile 4; Abbildungen 1-4	1-4



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Dezember 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/12/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blondeau, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/055251

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 03/002395 A (ZF LENKSYSTEME GMBH; BUDAKER, MARTIN; LEUTNER, WILFRIED; KNOEDLER, HEL) 9. Januar 2003 (2003-01-09) Seite 4, Zeile 8 - Seite 5, Zeile 1 Seite 7, Zeile 24 - Seite 10, Zeile 10; Abbildungen 1,2 -----	1-4
A	DE 44 22 386 C1 (MERCEDES-BENZ AG, 70327 STUTTGART, DE) 28. September 1995 (1995-09-28) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1
P,A	DE 103 20 846 A1 (DAIMLERCHRYSLER AG) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) das ganze Dokument -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/055251

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03072418	A	04-09-2003	EP 1480864 A1	01-12-2004
			JP 2005518303 T	23-06-2005
			US 2005160851 A1	28-07-2005
WO 2004005112	A	15-01-2004	EP 1521700 A1	13-04-2005
			JP 2005532218 T	27-10-2005
			US 2005257987 A1	24-11-2005
WO 03002395	A	09-01-2003	DE 10130812 A1	02-01-2003
			EP 1399349 A1	24-03-2004
			US 2004149509 A1	05-08-2004
DE 4422386	C1	28-09-1995	FR 2721572 A1	29-12-1995
			GB 2290511 A	03-01-1996
			IT RM950426 A1	27-12-1995
			JP 3010547 B2	21-02-2000
			JP 8011733 A	16-01-1996
DE 10320846	A1	02-12-2004	KEINE	