

(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  
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

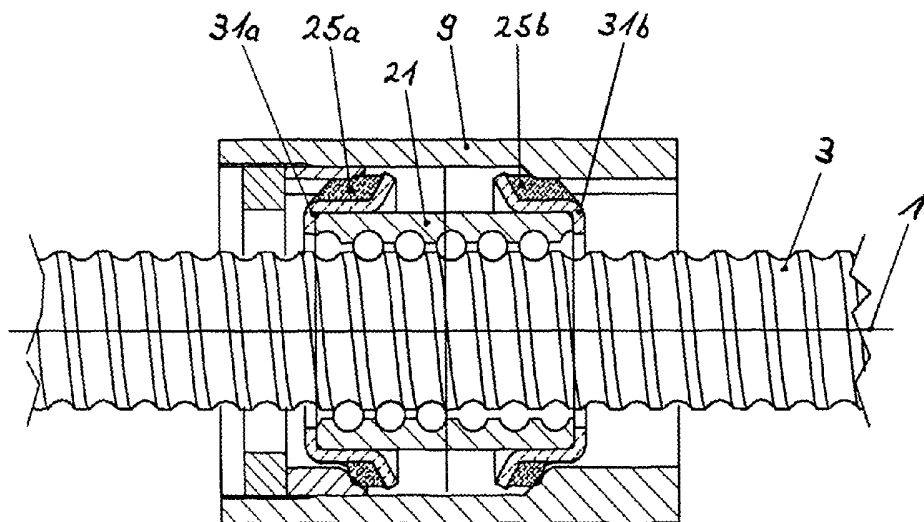
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/016122 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B62D 5/04**, F16H 25/24
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH02/00421
- (22) Internationales Anmeldedatum: 26. Juli 2002 (26.07.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 1504/01 15. August 2001 (15.08.2001) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **THYSSENKRUPP PRESTA AG** [LI/LI]; Essanestrasse, FL-9492 Eschen (LI).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRUNNSCHWEILER, Daniel** [CH/CH]; Oberdorf 94, CH-7306 Fläsch (CH). **BUCHER, Stefan** [CH/CH]; Bahnhofstrasse 38, CH-9470 Buchs (CH). **PINTYE, Ferenc** [HU/HU]; Hevesi u. 10, HU-4033 Debrecen (HU).
- (74) **Anwalt: WEGMANN, Urs**; Saschela 3, CH-9479 Oberschan (CH).
- (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** COMPACT TUBULAR SHAPED, ELECTRICALLY SUPPORTED STEERING BOOSTER

(54) **Bezeichnung:** KOMPAKTE ROHRFÖRMIGE, ELEKTRISCH UNTERSTÜTZTE LENKHILFE



(57) **Abstract:** The invention relates to a steering booster for vehicles, comprising a drive unit arranged coaxially in relation to a thrust rod arrangement (2, 3), said thrust rod arrangement (2, 3) containing a toothed rack (2) in a partial section which is connected to another partial section, said latter section being embodied as a ball bearing spindle (3). The electronically commutated electric motor (7, 8, 9, 10, 11, 12) arranged coaxially in relation to the ball bearing spindle (3) drives a ball nut (21) with the rotor (9) thereof, said nut forming a ball screw (20) together with the ball bearing spindle (3), enabling the thrust rod arrangement to move in a translatory manner. Jamming of the ball screw (20), which sometimes occurs due to bending of the trust rod arrangement (2, 3) are avoided by connecting the ball nut (21) to the rotor (9) by means of an elastic retaining element (22, 25, 26). As a result, it is possible to construct a smaller, cheaper drive unit thereby enlarging the operating range.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/016122 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*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:** Die Erfindung betrifft eine Lenkhilfe für Kraftfahrzeuge mit einer koaxial zu einer Schubstangenanordnung 2, 3 angeordneten Antriebseinheit, wobei die Schubstangenanordnung 2, 3 in einem Teilabschnitt eine Zahnstange 2 enthält, die verbunden ist mit einem anderen Teilabschnitt, der als Kugelumlaufspindel 3 ausgebildet ist. Der koaxial zur Kugelumlaufspindel 3 angeordnete, elektronisch kommutierte Elektromotor 7, 8, 9, 10, 11, 12 treibt mit seinem Rotor 9 eine Kugelmutter 21 an, welche zusammen mit der Kugelumlaufspindel 3 einen Kugelgewindtrieb 20 bildet und hierdurch die translatorische Bewegung der Schubstangenanordnung ermöglicht. Durch die Verbindung der Kugelmutter 21 mit dem Rotor 9 über eine elastische Halterung 22, 25, 26 werden Verklebungen des Kugelgewindtriebes 20 beim Durchbiegen der Schubstangenanordnung 2, 3 vermieden. Hierdurch ist es möglich, die Antriebseinheit kleiner und kostengünstiger zu bauen, was den Einsatzbereich wesentlich erweitert.

-1-

**Kompakte rohrförmige, elektrisch unterstützte Lenkhilfe**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Lenkhilfenanordnung für Kraftfahrzeuge nach Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bekannte Servolenksysteme werden beispielsweise hydraulisch unterstützt betrieben dadurch, dass an der Lenkwelle das vom Lenker erzeugte Steuerdrehmoment gemessen wird und damit über eine Hydraulik ein Kolben gesteuert wird, der auf die querliegende Zahnstange des Lenksystems, welche Teil einer Schubstange ist, einwirkt und somit eine Kraftunterstützung je nach Ausschlag des Lenkrades erzeugt. Solche elektrohydraulische Systeme haben den Nachteil, dass bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten, wo an sich die geringste Servokraftunterstützung benötigt wird, die grösste Hydraulikleistung anfällt und im Stillstand des Fahrzeuges die Kraftunterstützung stark abfällt, wo die grössten Lenkkräfte benötigt würden.

Man hat deshalb bereits versucht, Lenkhilfenanordnungen zu realisieren, die direkt die Zahnstange mit einem Elektromotor antreiben. Solche Systeme sparen Platz und Energie, da der Elektromotor nur bei Bedarf aktiviert wird. Mit elektromotorisch betriebenen Lenkhilfenanordnungen wäre es möglich, das Hilfskraftangebot zum richtigen Zeitpunkt bereitzustellen, beispielsweise entsprechend stärker bei stillstehendem Fahrzeug.

Aus der US-Patentschrift 5,711,396 ist beispielsweise ein elektromotorisch betriebener Servoantrieb bekannt geworden, welcher direkt auf die Zahnstange des Lenksystems wirkt. Um genügend hohe Kräfte erzeugen zu können, ist ein entsprechend robuster Elektromotor vorgesehen, der entsprechend

-2-

stark untersetzt werden muss, um genügend hohe Stellkräfte zu erzeugen. Bei der vorerwähnten Patentschrift wurde der Elektromotor seitlich zur Zahnstange beziehungsweise Schubstange angeordnet, welcher ein Kugelspindelgetriebe antreibt, das koaxial zur Zahnstangenachse angeordnet ist und als Untersetzungsgetriebe dient. Bei dieser Anordnung ist nachteilig, dass der Motor und die Getriebeanordnung kompliziert aufgebaut ist und relativ viel Einbauraum beansprucht. Ausserdem ist der Wirkungsgrad nicht besonders hoch. Um Einbauraum zu sparen, wurde auch versucht, rezirkulierende Kugelspindelgetriebe zusammen mit dem Elektromotor koaxial auf der Zahnstangenachse anzuordnen, wie dies beispielsweise aus der GB 2 284 790 bekannt geworden ist. Eine weitere koaxiale Anordnung wurde in der EP 0 101 579 offenbart.

Eine weitere elektrisch unterstützte Lenkhilfeanordnung ist in der US 5,650,701 offenbart. Hier ist ebenfalls eine rohrförmige Anordnung gezeigt, bei welchem der Antriebsmotor koaxial zur Schubstange angeordnet ist, bestehend aus einem Zahnstangenteil und einem Gewindespindelteil. Der koaxial angeordnete Motor treibt mit dessen Rotor eine Kugelumlaufmutter an, welche in Zusammenwirkung mit der Gewindespindel die Translationsbewegung der Schubstange bewirkt. Der Rotor trägt hierbei die rotierende Wicklung, so dass diese über eine Schleifkontaktanordnung gespiesen werden muss. Die Permanentmagnete dieses Gleichstrommotores sind stationär koaxial zur Wicklung im Aussenbereich angeordnet. Wegen der hohen benötigten Schubkräfte und des relativ geringen Wirkungsgrades weist diese Anordnung grosse Abmessungen auf, womit der Einsatzbereich begrenzt ist. Ein spezielles Problem ergibt sich bei solchen Anordnungen mit einem derartigen Kugelspindelgetriebe bzw. Kugelgewindetrieb (KGT) dadurch, dass durch die hohen Schubkräfte sich die Schubstange

-3-

etwas verbiegt und dadurch der präzise laufende Kugelgewindetrieb verspannt wird, was den Wirkungsgrad massiv verschlechtert. Wegen diesen Verspannungen muss ausserdem der Kugelgewindetrieb wesentlich stärker dimensioniert werden, womit einerseits die Baugrösse erhöht wird und andererseits die technischen Möglichkeiten begrenzt sind. Ein weiterer Nachteil der erhöhten Reibung des Kugelgewindetriebes äussert sich in einem erhöhten Lenkmoment, was ein schlechtes Lenkverhalten bewirkt. Die Rückführung der Kugeln des Kugelgewindetriebes erzeugt ausserdem ein Geräusch. Durch die direkte akustische Kopplung mit dem Chassis wird dieses in die Struktur des Fahrzeuges eingeleitet. Damit wird die Lenkung im Fahrgastraum hörbar, was nicht den heutigen Kundenanforderungen entspricht.

Die bis heute bekannten Anordnungen haben den Nachteil, dass diese relativ aufwendig gebaut sind, insbesondere im Bereich der Lagerung der Kugelmutter und des Motorrotors. Auch ist wegen den begrenzten Wirkungsgraden der bisher bekannten elektrisch betriebenen Servolenkanordnungen der Einsatzbereich begrenzt, da diese auch eine hohe elektrische Speiseleistung des Elektromotors verlangen. Die zur Verfügung stehende elektrische Leistung des Bordnetzes eines Kraftfahrzeuges ist limitiert. Ausserdem sind die bisherigen Lenkhilfen zu wenig kompakt, womit der Einsatz bei kleinen Fahrzeugen ebenfalls begrenzt wird oder ein Einsatz unwirtschaftlich ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, die Nachteile des vorerwähnten Standes der Technik zu beseitigen. Insbesondere besteht die Aufgabe darin, eine elektrische Lenkhilfe für eine Lenkanordnung zu realisieren, welche äusserst kompakt aufgebaut ist und welche es erlaubt, ein

-4-

rasches Ansprechverhalten mit einer guten Dynamik mit ansprechendem Lenkverhalten für den Lenker zu erzielen, welche bei hohem Wirkungsgrad arbeitet und grosse Stellkräfte direkt auf die Schubstange beziehungsweise Zahnstange wirkend erzeugen kann und wirtschaftlich herstellbar ist. Die Anordnung soll ausserdem sehr kompakt sein und rohrförmig koaxial zur Schubstangenachse angeordnet werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Anordnung nach den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche definieren weitere vorteilhafte Ausführungsformen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass ein koaxial zur Schubstangenachse angeordneter Elektromotor mit seinem Rotor einen Rotations-Translationswandler antreibt. Dieser besteht aus einer Kugelgewindemutter, welche ihrerseits in eine Gewindestange, eine so genannte Kugelumlaufspindel, eingreift, welche in einem Teilbereich der Schubstange angeordnet ist. Diese Anordnung wird auch als Kugelgewindetrieb (KGT) bezeichnet. Die drehbare Mutter ist mit dem Rotor verbunden und drehgelagert und das Lager ortsfest gegen das Fahrzeugchassis abgestützt. Beim Verdrehen der Mutter wird eine axiale Verschiebung der Schubstange bewirkt, womit eine entsprechende Kraft auf die Schubstange einwirkt. Die Mutter und die Schubstange wirken wie ein Getriebe zur Kraftübersetzung. Die Mutter ist erfindungsgemäss mit dem Rotor nicht nur drehbeweglich, sondern auch radial beweglich, bzw. flexibel verbunden, insbesondere über ein elastisches Element, welches Verbiegungen radial aufnehmen kann und trotzdem die Rotationskräfte übertragen kann. Die Mutter kann somit mit ihrer Längsachse gegenüber der Spindelachse leicht verkippen und sich entsprechend der Krafteinwirkung ausrichten. Hierdurch wird das Verklemmen beim

-5-

durchbiegen der Gewindestange im Kugelgewindetrieb minimal gehalten, womit die Verluste stark sinken. Die radialen Kräfte können auf diese Weise auf mehrere Kugelumläufe sicher verteilt werden. Die Belastung der einzelnen Kugeln wird dadurch geringer und es können kleinere Kugeln verwendet werden. Hierdurch kann die Anordnung wesentlich kleiner und auch kostengünstiger dimensioniert werden. Ausserdem wird eine akustische Entkopplung erreicht, was unerwünschte Geräuschbildung vermeidet.

Als Rotations-Translationskraftwandler sind die bereits bekannten rezirkulierenden Kugelspindelgetriebe bzw. Kugelumlaufspindeltriebe bzw. Kugelgewindetriebe (KGT) besonders geeignet. Bei solchen Anordnungen werden die Kugeln, welche zwischen der Mutter und dem Gewindegang der Gewindestange abrollen, beispielsweise in einer endlosen Schlaufe wieder auf ihre ursprüngliche Position zurückgeführt. Die elastische Verbindung der Mutter zum Rotor erfolgt vorteilhafterweise über eine rohrförmige Hülse, insbesondere eine Metallhülse. Durch entsprechende Wahl des Werkstoffes und der Dimensionen und insbesondere durch Anbringen von Schlitzzen kann die gewünschte Elastizität definiert werden.

Mit der erfindungsgemässen Motor-Wandleranordnung können gute Gesamtwirkungsgrade bei sehr kompakter Bauweise und mit hohen Stellkräften ohne Überlastung des Bordnetzes bei kostengünstiger Realisierung erreicht werden. Die Erfindung wird nun nachfolgend beispielsweise mit schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch und im Querschnitt eine erfindungsgemässe Lenkhilfenanordnung

- Fig. 2 schematisch und im Querschnitt ein Bauraumschema einer erfindungsgemässen Lenkhilfenanordnung
- Fig. 3 schematisch und im Querschnitt ein Bauraumschema einer Lenkhilfenanordnung gemäss Stand der Technik
- Fig. 4 schematisch und im Querschnitt eine vergrösserte Anordnung gemäss Fig. 1 der Motor-Wandleranordnung
- Fig. 5 schematisch und im Querschnitt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Motor-Wandleranordnung
- Fig. 6 schematisch und im Querschnitt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anordnung mit beweglich gelagerter Kugelgewindemutter.
- Fig. 7 schematisch und im Querschnitt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Anordnung mit beweglich gelagerter Kugelgewindemutter.
- Fig. 8 schematisch und im Querschnitt eine Variante einer Anordnung gemäss Figur 7.

In den Figuren ist schematisch und im Schnitt eine erfindungsgemässe Lenkhilfenanordnung dargestellt mit einer axial verschieblichen Schubstangenanordnung 2, 3 und einer koaxial zu deren Achse angeordneten elektromotorischen Antriebseinheit 7, 8, 9, 10, 11, 12. Die Schubstangenanordnung 2, 3 wird in bekannter Weise in einem Kraftfahrzeug so angeordnet, dass diese an ihren Enden an die lenkbaren Räder gekoppelt ist, beispielsweise über sogenannte Spurstangen 4, wel-

-7-

che mit den Rädern, die drehgelagert sind, durch hin und her bewegen beim Steuern verschwenkt werden können, so dass die Räder einen entsprechenden Steuereinschlag erfahren. Die Schubstangenanordnung 2, 3 weist einen ersten Abschnitt 2 auf, auf dessem Stangenteilbereich Zähne eines Lenkgetriebes 5 angeordnet sind, welche im Eingriff mit einem Ritzel stehen, welches über eine Lenkwelle vom Steuerrad beim Steuervorgang angetrieben wird. Die Stangenanordnung 2, 3 ist von einem rohrförmigen Lenkgetriebegehäuse 6 umgeben. Die Schubstangenanordnung 2, 3 enthält einen Zahnstangenteil 2 und, entlang ihrer Achse 1, einen damit verbundenen Kugelumlaufspindelteil 3. Zwischen dem Ritzel und dem Lenkrad entsteht beim Verdrehen eine Krafteinwirkung, welche über Messmittel erfasst wird und das resultierende Signal ausgewertet und entsprechend über eine Steueranordnung bzw. eine Regelkreisanordnung auf die motorische Antriebseinrichtung geführt wird, welche wiederum Kraft auf die Schubstangenanordnung 1 einkoppelt, um auf diese Weise einen leichteren Steuervorgang zu ermöglichen.

Der erste Stangenteilbereich 2 ist fortgesetzt entlang der Achse 1 und mit dem zweiten Stangenteilbereich 3 verbunden, wobei dieser Stangenteil 3 als Kugelumlaufspindel ausgebildet ist und Teil des Antriebes ist. Das äussere Ende des ersten Stangenteil 2 und des zweiten Stangenteil 3 ist im eingebauten Zustand im Fahrzeug mit den verschwenkbaren Rädern wirkverbunden. Am zweiten Stangenteil bzw. an der Kugelspindel 3 ist coaxial umlaufend eine Kugelmutter 21 angeordnet, welche drehbar um die Stangenachse 1 mit einer Lageranordnung 11, 12 gelagert ist, derart dass die Mutter 21 in axialer Richtung gegenüber der Einbauposition und somit gegenüber dem Chassis in axialer Richtung zur Stangenanordnung 2, 3 fixiert ist. Beim Verdrehen der Kugelmutter 21 werden so-

-8-

mit die Radialkräfte und die Axialkräfte auf dem kürzesten Weg aufgenommen und in das Gehäuse 7, welches das Lager und den Motor umschliesst, abgeführt. Das Verdrehen der Kugelmutter 21 bewirkt somit eine Längsverschiebung der Kugelumlaufspindel 3 und somit der Stangenanordnung 2, 3. Die Lageranordnung 11, 12 besteht vorteilhafterweise aus einem hochbelastbaren Kugellager, beispielsweise einem doppelreihigen Schrägkugellager und / oder aber auch aus einem Vierpunkt-, Rollen- oder Rillenkugellager.

Der Elektromotor ist als elektronisch kommutierter Motor ausgebildet und weist einen Stator 8 auf, welcher als Elektrowicklung ausgebildet ist, ortsfest angeordnet ist und die Kugelspindel 3 coaxial umschliesst, wie dies in vergrößerter Ansicht in Fig. 4 gezeigt ist. Die Statorwicklung 8 wird wie bereits erwähnt von einer Elektroniksteuerungs- bzw. Regelungseinheit angespiesen. Der Rotor 9 des Elektromotors ist vorteilhafterweise rohrförmig als Innenläufer ausgebildet und direkt gemeinsam mit der Kugelmutter 21 über die Lageranordnung 11, 12 beidseitig gelagert. Der Rotor 9 trägt Permanentmagnete 10 mit einem hohen Energieprodukt vom Typ Selten-Erd-Magnete, vorzugsweise vom Typ Cobalt-Samarium oder Neodym.

In Fig. 1 und vergrößert in Fig. 4 ist eine bevorzugte Lenkhilfanordnung dargestellt, bei welcher die Kugelmutter 21 des Kugelgewindetriebes (KGT) 20 bestehend aus Mutter 21, Umlaufkugeln und der Kugelumlaufspindel 3 mit einer flexiblen Hülse 22 mit dem Rotor 9 elastisch verbunden ist. Diese rohrförmige Hülse 22 ist derart ausgebildet, dass sie in Rotationsrichtung im wesentlichen starr ist und die Antriebskräfte des Motors übertragen kann, gleichzeitig aber in radialer Richtung um bis zu einige Zehntel mm auslenken kann,

-9-

um Verbiegungen der Kugelumlaufspindel elastisch abfangen zu können. Die Hülse 22 umschliesst die Mutter 21 zu dessen Fixierung und ist in ihrer axialen Fortsetzung beispielsweise mit Schlitz versehen, so dass sich die Hülse in diesem Bereich federelastisch in radialer Richtung zur Achse 1 verbiegen kann. Dazu wird in diesem Biegebereich die Hülse etwas beabstandet sowohl von der Schubstange 2, 3 angeordnet wie auch vom Rotor 9, wo sie an deren Ende fixiert ist, um eine gewisse Auslenkung zu erlauben. Mit diesem erfindungsgemässen Vorgehen ist es möglich, durch Vermeiden von Verklemmungen bei Durchbiegen der Kugelspindel 3, die Reibung im Betrieb drastisch zu senken, womit sowohl der Kugelgewindetrieb 20, wie auch die Motoranordnung 7, 8, 9, 10, 11, 12 kleiner dimensioniert werden können. Zusätzlich ist es nun auch möglich, die Teile des Kugelgewindetriebes 20 durch Kaltumformtechnik herzustellen, was wesentlich kostengünstiger ist. Bei dieser Kaltumformtechnik wird das Rohmaterial in einem Ziehprozess zu Stangen geformt mit der gewünschten Formgebung. Bei diesem Vorgang entsteht eine Karbid zeilige Materialstruktur welche der geformten Struktur folgt. Bei nicht kaltumgeformten Werkstücken, bei spanender Bearbeitung gemäss Stand der Technik, werden diese Karbidzeilen von der Kontur geschnitten. Auf dem Rotor 9 wird mit Vorteil ein Winkelsensor 13 vorgesehen zur elektronischen Positionserfassung. Das Signal kann elektronisch ausgewertet werden beispielsweise über eine Mikroprozessorsteuerung und für eine gezielte Kommutierung der Statorwicklung 8 verwendet werden und gleichzeitig zur Verringerung bzw. zur Kompensation des sogenannten Rippels. Dies führt zu einem sehr gleichförmigen Betrieb des Motors und somit zu einem sehr ansprechenden Lenkverhalten.

-10-

Eine weitere mögliche Ausführung einer elastischen Lagerung der Kugelmutter 21 des Kugelgewindetriebes 20 ist beispielsweise in Fig. 5 dargestellt. Bei dieser Ausführungsform wird die Kugelmutter 21 am Rotor 9 mit einem weichen Material beispielsweise einem Elastomer 25, insbesondere einem gummielastischen Elastomer gehalten. Hierdurch wird ein leichtes Verkippen der Kugelmutter 21, 24 zugelassen, womit wiederum ein Verklemmen bzw. eine erhöhte Reibung beim Verbiegen der Kugelumlaufspindel 3 verringert werden kann. Im weiteren ist in der Fig. 5 die Möglichkeit dargestellt, wie die Kugelmutter 21, 24 auch in axialer Richtung mit einem scheibenförmigen elastischen Material 26 beidseitig gedämpft werden kann. Eine weitere Möglichkeit Verbiegungen der Kugelumlaufspindel 3 aufzunehmen, besteht darin, die Kugelmutter 21 in mehrere Einzelmuttern 24 zu unterteilen und diese in der elastischen Halterung 25 einzeln elastisch zu lagern.

In Figur 6 ist eine weitere Möglichkeit dargestellt die Mutter 21 des Kugelgewindetriebes 20 erfindungsgemäss radial beweglich zu lagern. Die Mutter wird gegenüber dem Rotor 9 radial verkippar angeordnet, wobei die Mutter in Rotationsrichtung drehbeweglich mit dem Rotor 9 gekoppelt ist. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird dies dadurch erreicht, dass zwischen Rotor 9 und der Mutter eine Toleranzhülse 18 vorgesehen wird welche es ermöglicht bei radialer Belastung relativ zum Rotor 9, also bei Verbiegung der Kugelumlaufspindel 3, die Mutter schräg zu stellen und sich anzupassen. Die Längsachse 1a des Kugelgewindetriebes kann somit gegenüber der Längsachse 1 der Lenkhilfeanordnung entsprechend der Durchbiegung der Spindel 3 leicht um einen gewünschten Winkel verkippen. Die Mutter ist an den axialen Enden kugelig ausgebildet und überträgt die Kräfte hierbei an entsprechend kugelförmig ausgebildete Anschläge 15, 15a. Bei Pivotierung

-11-

der Mutter an der Toleranzhülse 18 verdreht sich die Mutter des Kugelgewindetriebes 20 relativ zu den Anschlägen 15 und 15a. Das Motormoment wird über die Toleranzhülse 18 auf die Mutter des Kugelgewindetriebes 20 übertragen wodurch die Kugelumlaufspindel 3 axial bewegt wird ohne zu Verklemmen bei Durchbiegung. Der Aufbau einer solchen Pivotmutteranordnung ist mit der Toleranzhülse gut dimensionierbar und einfach aufzubauen.

Weitere bevorzugte, erfindungsgemässe Ausbildungen sind in den Figuren 7 und 8 im Querschnitt dargestellt. Die Mutter 21 welche mit ihren Kugeln um die Spindel 3 mit Achse 1 drehbar gelagert ist wird vom Rotorteil 9 radial beweglich federelastisch gehalten. An der Mutter 21 sind zwei, diese aufnehmende, Hülsenteile 31a und 31b drehfest angeordnet. Die Hülsenteile 31a und 31b weisen ihrem Aussendurchmesser elastische Elemente 25a und 25b aus einem Elastomer auf. Diese elastischen Elemente stützen sich am Innendurchmesser des Rotorteiles 9 derart ab, dass die Mutter 21 am Rotor drehfest aber federelastisch, radial beweglich und insbesondere verkippbar gegenüber der Spindel 3 mit der Achse 1 gelagert ist.

Durch die Wahl des Elastomeres und dessen geometrischer Ausbildung können die Eigenschaften der Beweglichkeit und der Verkippbarkeit wunschgemäss angepasst werden. Es kann beispielsweise der Verkippungswinkel definiert werden und die dazu benötigte Federkraft. Die Ringförmig angeordneten elastischen Elemente 25a und 25b können auf dem Umfang der Mutter 21 beispielsweise in axialer Richtung gegenüber der Muttermitte unterschiedlich beabstandet angeordnet werden. In Figur 7 ist ein Beispiel gezeigt wo die ringförmigen elastischen Elemente 25a und 25b in axialer Richtung nahe beieinander liegen im Bereich der Muttermitte. Dadurch werden vor allem die Verkippungsmöglichkeiten bevorzugt. In Figur 8

-12-

sind die elastischen Elemente 25a und 25 b weiter beabstandet. Hierdurch wird die radiale Beweglichkeit bevorzugt. In der unteren Hälfte der Figuren ist schematisch dargestellt wie auch die Breite der elastischen Elemente 25a und 25b variiert werden kann.

Beispielsweise wird nun anschliessend eine erfindungsgemässe Anordnung verglichen mit einer Anordnung entsprechend dem Stand der Technik. Die erfindungsgemässe Anordnung ermöglicht insbesondere eine sehr kompakte Bauweise wie dies in der Fig. 2 in einem Bauraumschema dargestellt ist. Die Fig. 2 zeigt schematisch und im Querschnitt den beanspruchten Bauraum der Lenkhilfeanordnung 30 mit den entsprechenden Dimensionen des Antriebes angegeben durch die Länge  $l_1$  der Antriebseinheit und deren Durchmesser  $d_1$ . Ausserdem sind die Hüllkurven der Abgasrohre 14 dargestellt. Bei einer geforderten Zahnstangenkraft von 7,6 kN sind die Hauptabmessungen der erfindungsgemässen Ausführung entsprechend Fig. 2 für die Länge  $l_1 = 70$  mm und den Durchmesser  $d_1 = 110$  mm. Daraus kann eine Kennziffer errechnet werden nach der Gleichung: Länge \* (Durchmesser)<sup>2</sup>, was zu einer Kennzahl von 847'000 führt.

Bei der Anordnung gemäss dem Stand der Technik wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, wird eine Zahnstangenkraft von 6,5 kN spezifiziert. Hierzu ist ein Motorantrieb notwendig mit einer Länge  $l_2$  von 200 mm bei einem Durchmesser  $d_2$  von 92 mm. Dies führt zur Kennzahl  $l_2 * (d_2)^2 = 1'692'800$ . Ausserdem ist aus der Fig. 3 ersichtlich, dass die Hüllkurve der Lenkhilfeanordnung 30 in diesem Fall die Hüllkurven der Abgasrohre schneidet. Dies bedeutet, dass eine solche Lenkhilfeanordnung, alleine schon raumbedingt, bei diesen Verhältnissen nicht einsetzbar wäre.

**Patentansprüche**

1. Lenkhilfenanordnung zur Verschwenkung von lenkbaren Fahrzeugrädern bei Drehung eines Lenkrades, wobei diese Anordnung umfasst:

eine Zahnstange (2) mit einer Längsachse (1), welche bewegbar ist, um eine Verschwenkbewegung der Räder zu bewirken, wobei die Stange (2) in Fortsetzung der Längsachse (1) mit einer zweiten Stange (3) verbunden ist, welche als Kugelumlaufspindel (3) ausgebildet ist;

ein Lenkgetriebe (5), welches beim Drehen des Lenkrades eine Lenkkraft auf die Zahnstange (2) überträgt;

eine Kugelmutter (21), die in die Kugelumlaufspindel (3) eingreift;

eine koaxial zur Kugelumlaufspindel (3) angeordnete Elektromotoranordnung (7, 8, 9, 10, 11, 12) mit einem Stator (8) und mit einem Rotor (9), der mit einer Lageranordnung (11, 12) gegenüber einem ortsfesten Gehäuse (7) drehbar gelagert ist und welcher mit der Kugelmutter (21) wirkverbunden ist, wobei die Elektromotoranordnung (7, 8, 9, 10, 11, 12) als bürstenloser elektronisch kommutierter Gleichstrommotor ausgebildet ist, dessen Rotor (9) mit Selten-Erd-Permanentmagneten (10) bestückt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kugelmutter (21) mit dem Rotor (9) radial beweglich verbunden ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Verbindung als verkippbare Verbindung ausgebildet ist.

3. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass**

-14-

die bewegliche Verbindung ein elastisches Element (22, 25) ist.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (9) zwischen Stator (8) und der Kugelumlaufspindel (3) angeordnet ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das elastische Element (22) als koaxial zur Kugelumlaufspindel (3) angeordnete, rohrförmige, elastische Hülse (22) ausgebildet ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hülse (22) geschlitzt ist zur Einstellung des Elastizitätsgrades und vorzugsweise aus Metall ist.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das elastische Element (25) ein Elastomer enthält.

8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kugelmutter (21) mehrteilig ausgebildet ist und die Teile elastisch gelagert sind.

9. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kugelmutter (21) und / oder die Kugelumlaufspindel (3) ein kaltumgeformtes Metallteil ist.

10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motoranordnung (7, 8, 9, 10, 11, 12) und die Kugelmutter (21) koaxial ineinander geschoben angeordnet sind.

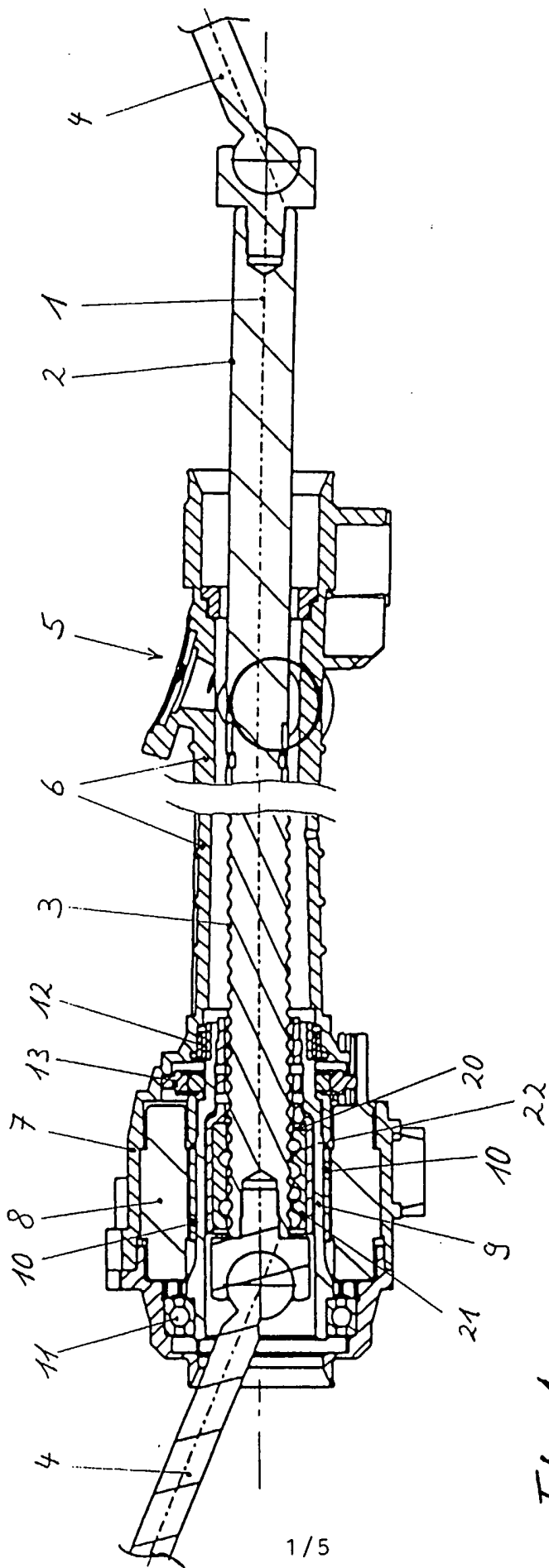


Fig. 1

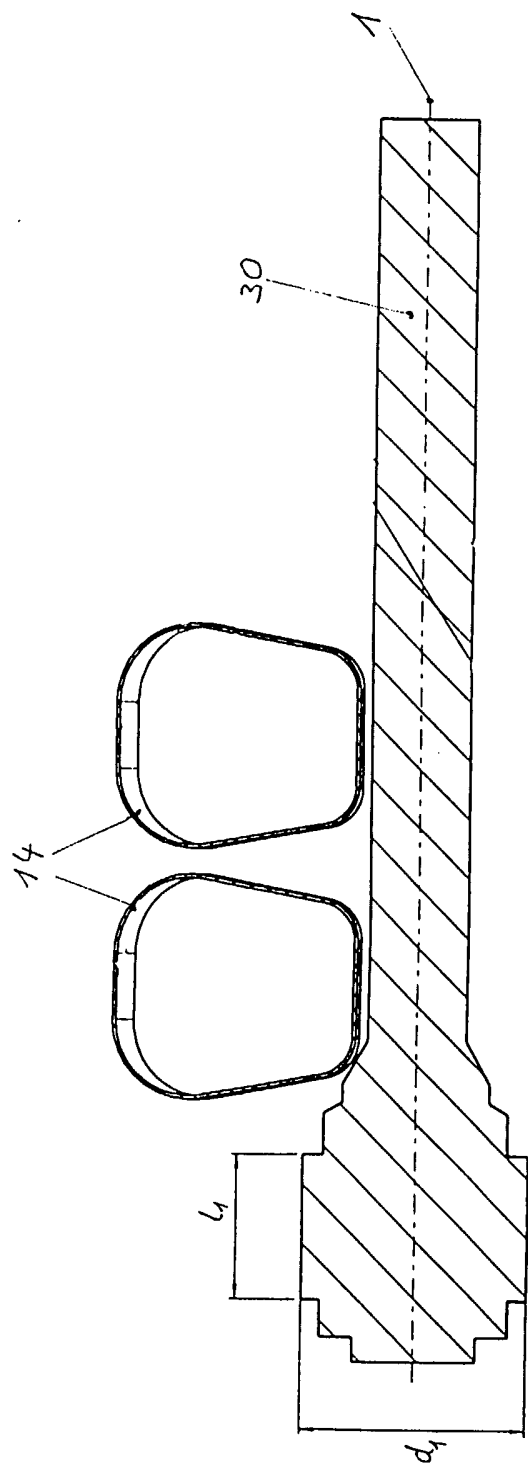


Fig. 2

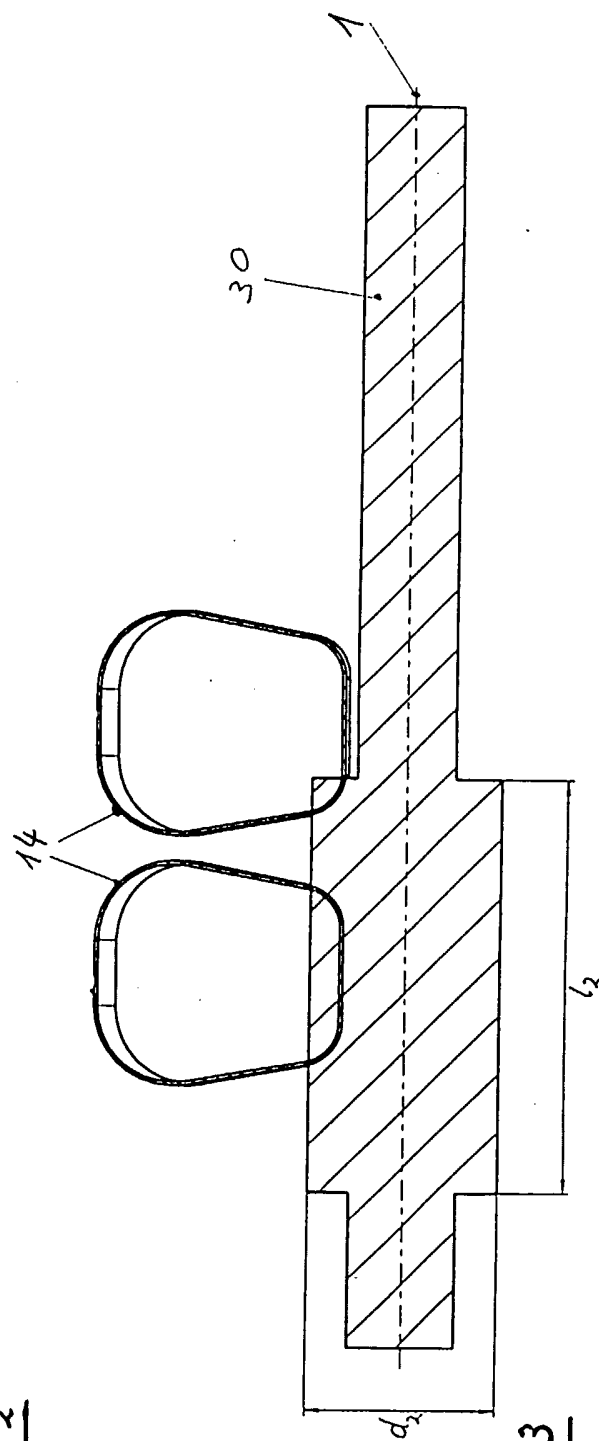


Fig. 3

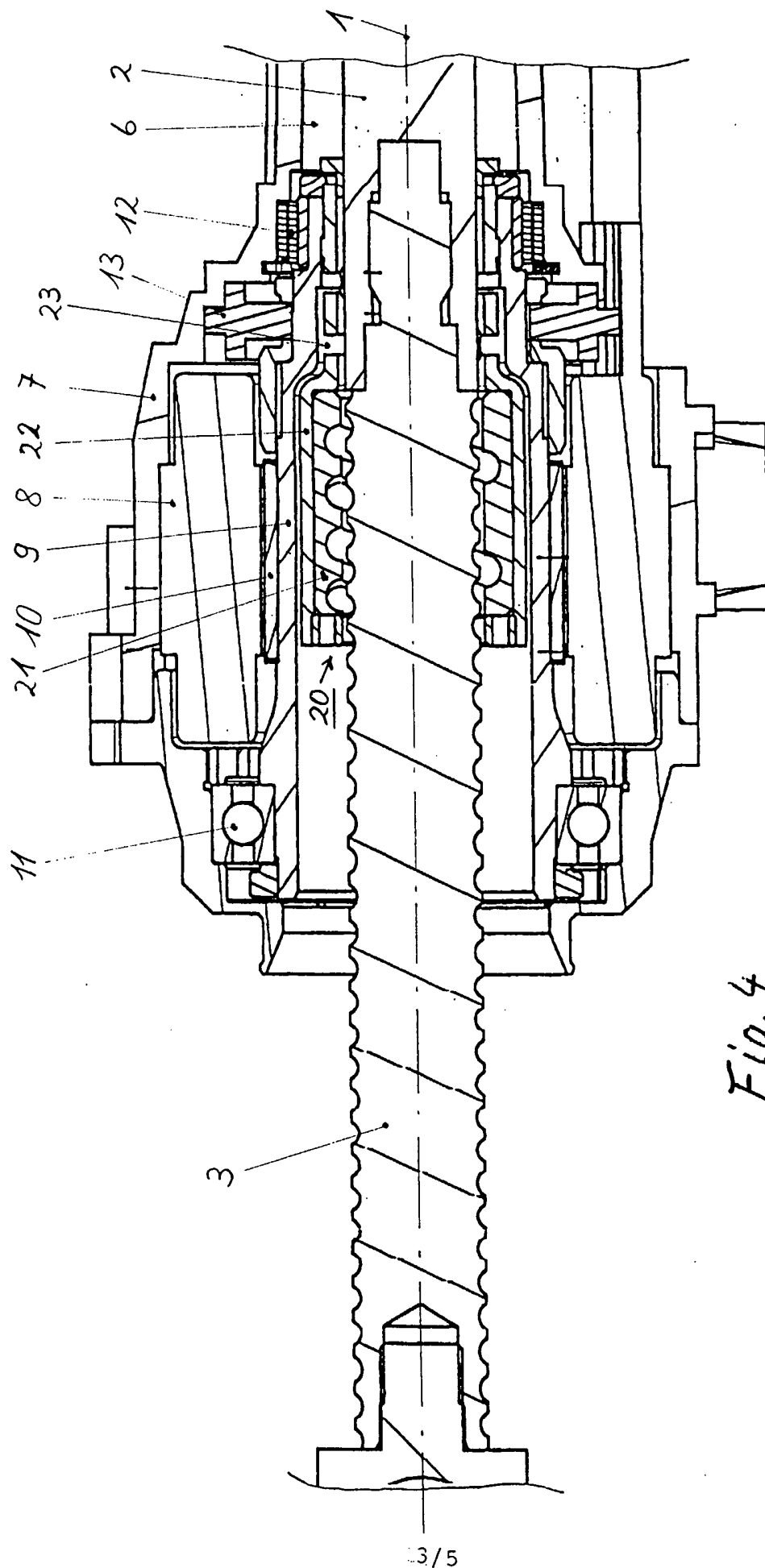


Fig. 4

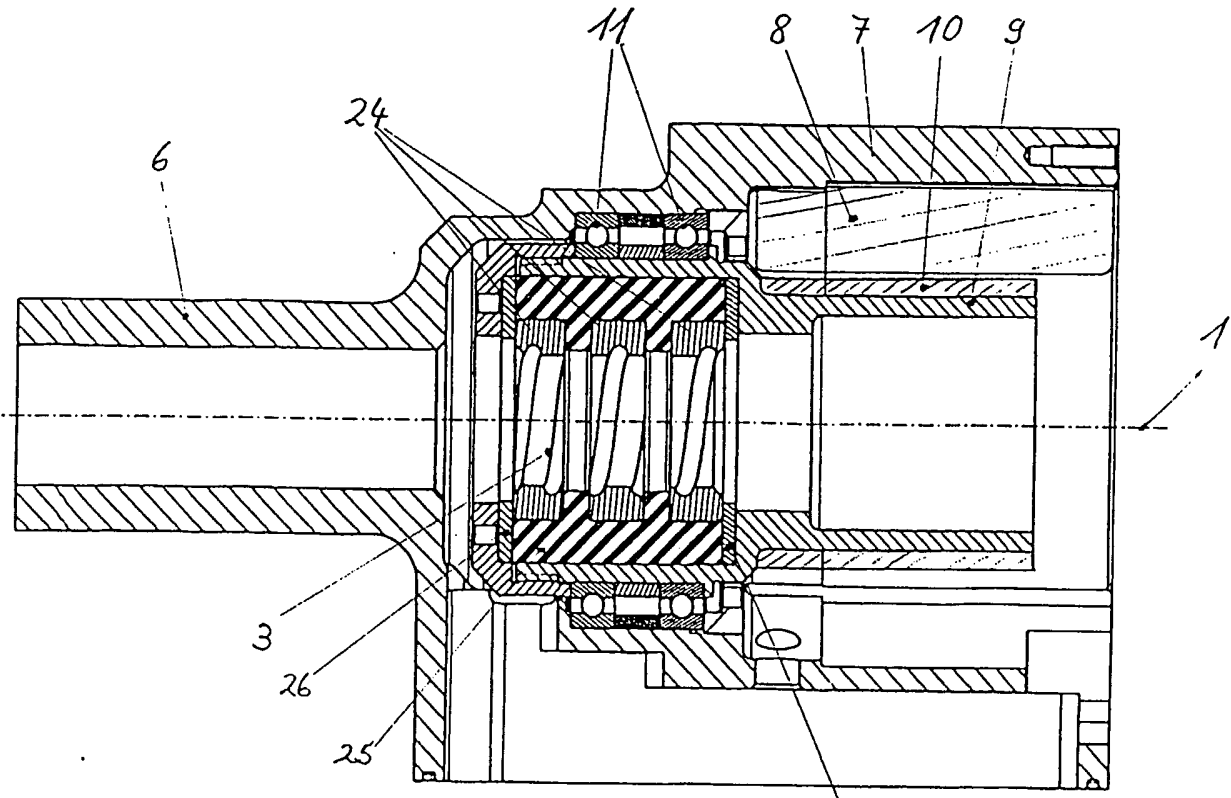


Fig. 5

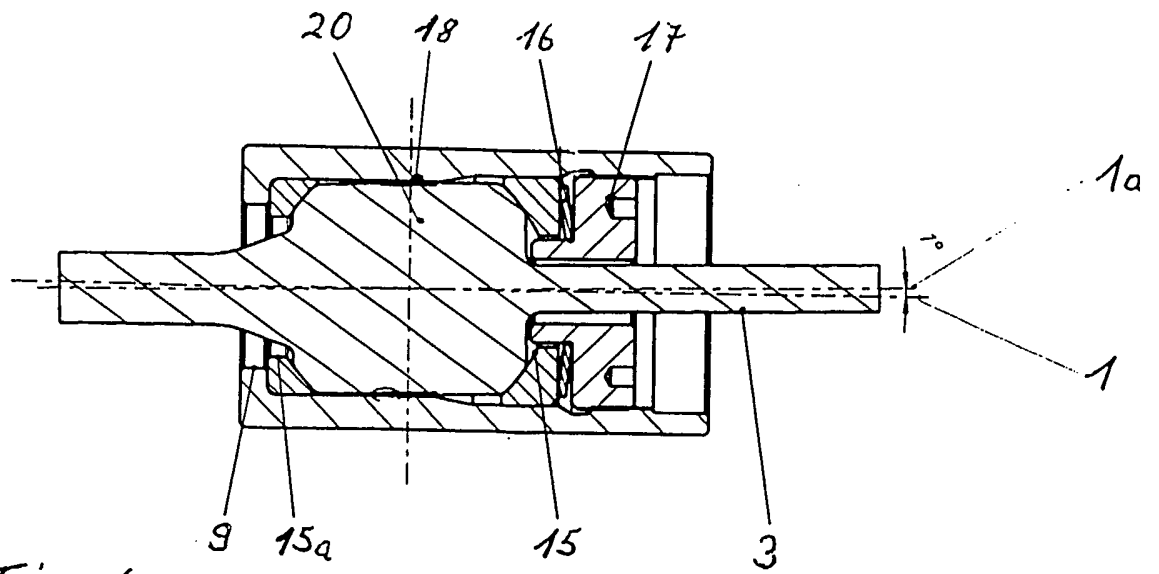


Fig. 6

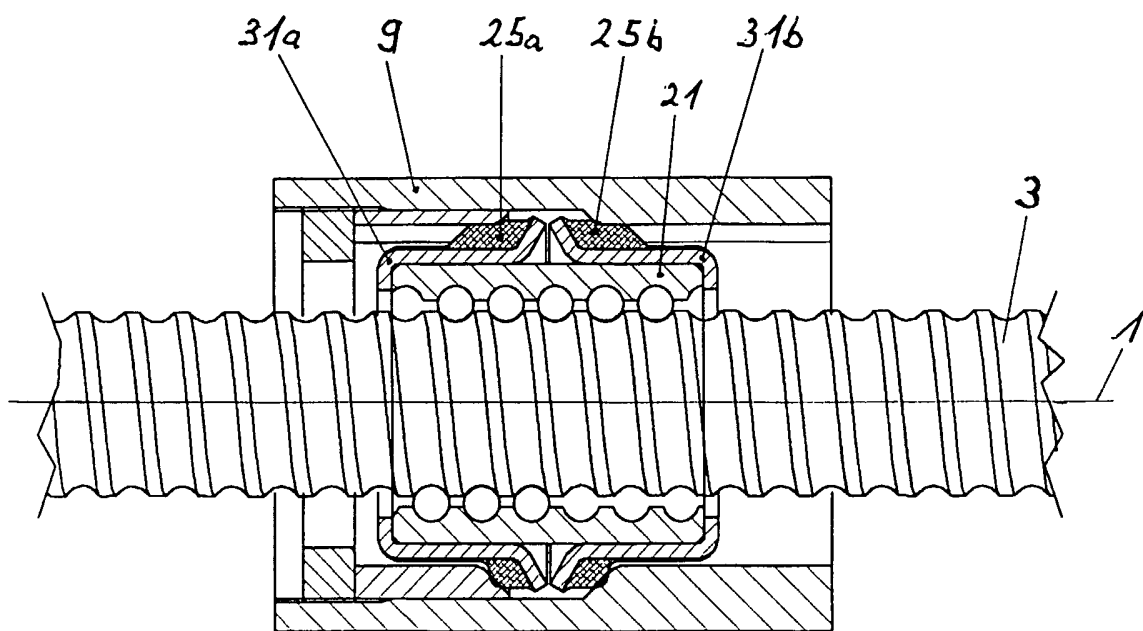


Fig. 7

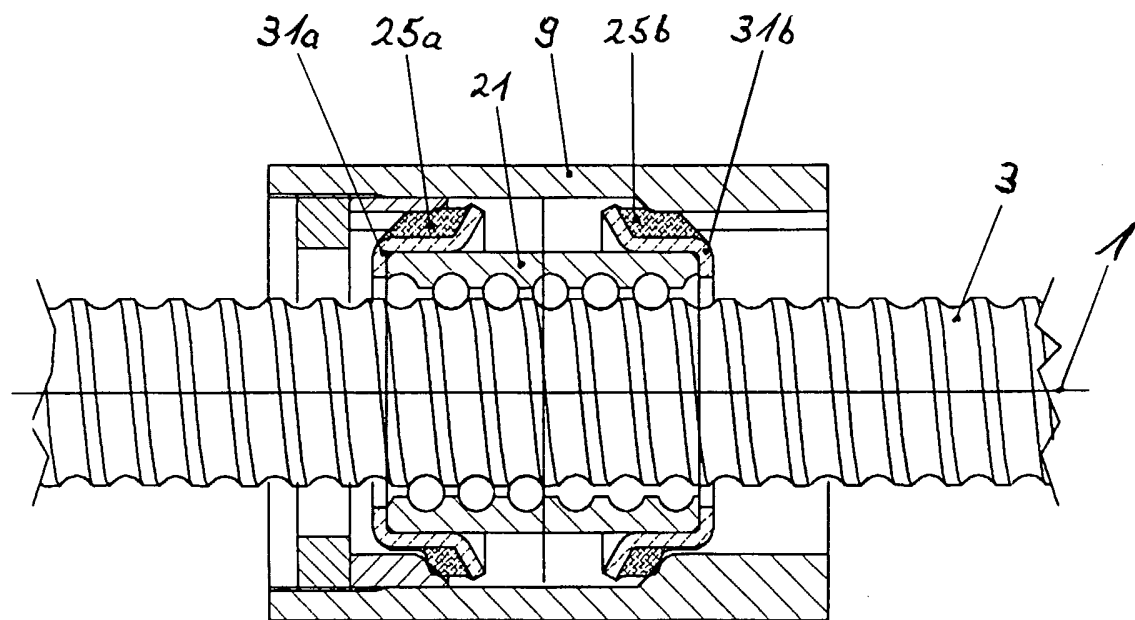


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic Application No

PCT/CH 02/00421

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B62D5/04 F16H25/24

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)  
 IPC 7 B62D F16H B23Q F16D

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 44 25 101 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2 February 1995 (1995-02-02)	1-4, 8, 10
Y	abstract; claims 1-4, 6, 7, 10-13, 15, 16; figures 4-6 column 5, line 9 -column 5, line 45 ---	5-7, 9
Y	US 4 434 677 A (LINLEY JR FRANCIS M) 6 March 1984 (1984-03-06)	5, 6
A	claims 1-3; figures 1-8 column 3, line 62 -column 4, line 43 ---	1-3, 7
Y	DE 37 35 517 A (HONDA MOTOR CO LTD) 26 May 1988 (1988-05-26)	7
A	abstract; claims 1, 5, 6; figures 1, 4-6 column 6, line 56 -column 7, line 4 column 9, line 60 -column 10, line 10 ---	1-4, 8
	-/--	

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

4 October 2002

Date of mailing of the international search report

14/10/2002

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

Balázs, M



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 02/00421

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
DE 4425101	A	02-02-1995	JP 2904327 B2	14-06-1999
			JP 7040843 A	10-02-1995
			DE 4425101 A1	02-02-1995
			GB 2280652 A ,B	08-02-1995
			US 5590732 A	07-01-1997
-----				
US 4434677	A	06-03-1984	NONE	
-----				
DE 3735517	A	26-05-1988	JP 63207773 A	29-08-1988
			JP 63103763 A	09-05-1988
			DE 3735517 A1	26-05-1988
			FR 2605280 A1	22-04-1988
			GB 2198098 A ,B	08-06-1988
			US 5083626 A	28-01-1992
-----				
US 5650701	A	22-07-1997	JP 2904329 B2	14-06-1999
			JP 7165089 A	27-06-1995
			GB 2284790 A ,B	21-06-1995
-----				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 02/00421

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 B62D5/04 F16H25/24

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 IPK 7 B62D F16H B23Q F16D

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

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 44 25 101 A (HONDA MOTOR CO LTD) 2. Februar 1995 (1995-02-02)	1-4, 8, 10
Y	Zusammenfassung; Ansprüche 1-4, 6, 7, 10-13, 15, 16; Abbildungen 4-6 Spalte 5, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 45 ---	5-7, 9
Y	US 4 434 677 A (LINLEY JR FRANCIS M) 6. März 1984 (1984-03-06)	5, 6
A	Ansprüche 1-3; Abbildungen 1-8 Spalte 3, Zeile 62 - Spalte 4, Zeile 43 ---	1-3, 7
Y	DE 37 35 517 A (HONDA MOTOR CO LTD) 26. Mai 1988 (1988-05-26)	7
A	Zusammenfassung; Ansprüche 1, 5, 6; Abbildungen 1, 4-6 Spalte 6, Zeile 56 - Spalte 7, Zeile 4 Spalte 9, Zeile 60 - Spalte 10, Zeile 10 ---	1-4, 8
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> 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

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Oktober 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/10/2002

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

Balázs, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 650 701 A (SHIMIZU YASUO ET AL) 22. Juli 1997 (1997-07-22)	9
A	in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1,4-6 Spalte 4, Zeile 40 -Spalte 4, Zeile 50 -----	1,10

**INTERNATIONALER BECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, zur selben Patentfamilie gehören

Internatio Aktenzeichen

PCT/CH 02/00421

Im Rechenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4425101	A	02-02-1995	JP 2904327 B2	14-06-1999
			JP 7040843 A	10-02-1995
			DE 4425101 A1	02-02-1995
			GB 2280652 A ,B	08-02-1995
			US 5590732 A	07-01-1997
-----				
US 4434677	A	06-03-1984	KEINE	
-----				
DE 3735517	A	26-05-1988	JP 63207773 A	29-08-1988
			JP 63103763 A	09-05-1988
			DE 3735517 A1	26-05-1988
			FR 2605280 A1	22-04-1988
			GB 2198098 A ,B	08-06-1988
			US 5083626 A	28-01-1992
-----				
US 5650701	A	22-07-1997	JP 2904329 B2	14-06-1999
			JP 7165089 A	27-06-1995
			GB 2284790 A ,B	21-06-1995
-----				