(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
19. August 2004 (19.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/069569 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B60G 17/015, 9/02, 7/00, B62D 9/02, B60G 21/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000094

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Januar 2004 (23.01.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 04 916.9 7. Februar 2003 (07.02.2003) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **O & K ORENSTEIN & KOPPEL GMBH** [DE/DE]; Staakener Strasse 53-63, 13581 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **DAMM, Jürgen** [DE/DE]; Pfarrer Theile Strasse 27, 13591 Berlin (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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, 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, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, 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*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

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.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR WHEEL-CAMBER ADJUSTMENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR RADSTURZVERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for wheel-camber adjustment of commercial vehicles, especially wheeled building machines, with which excavations can be carried out, especially on uneven ground. According to the invention, the camber angle is automatically adjusted according to at least one driving parameter. The driving parameters, such as the axle swing angle, the steering angle, the lateral force on the vehicle wheels of the front axle and the gradient of the building machine are detected by sensors and the output signals thereof feeds an electronic control unit as input parameters. According to the adjustment signal of the electronic control unit, the camber-angle is automatically adjusted by means of a camber-cylinder and a wheel pivot unit according to pregiven control strategies. Also, the automatic wheel-camber adjustment is configured in such a manner that it can be manually operated as can the camber-cylinder.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, mit denen Erdarbeiten vor allem in unebenem Gelände durchgeführt werden. Erfmdungsgemäß wird der Sturzwinkel selbsttätig in Abhängigkeit von mindestens einem Fahrparameter eingestellt. Hicrzu werden die Fahrparameter, wie z. B. der Achspendelwinkel, der Lenkeinschlagwinkel, die Seitenkraft auf die Fahrzeugräder der Vorderachse und die absolute Neigung der Baumaschine durch Sensoren erfasst und deren Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit als Eingangsparameter zugeführt. In Abhängigkeit des Stellsignals der elektronischen Steuereinheit wird der Sturzwinkel mittels eines Sturzzylinders und einer Radzapfeneinheit selbsttätig nach vorgegebenen Regelstrategien eingestellt. Neben der selbsttätigen Radsturzverstellung ist der Sturzzylinder auch weiterhin manuell bedienbar ausgebildet.

WO 2004/069569 A1

Verfahren und Vorrichtung zur Radsturzverstellung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, mit denen Erdarbeiten vor allem in unebenem Gelände durchgeführt werden. Mit der Tendenz zu höheren Fahrgeschwindigkeiten und Produktivität sowie mehr Komfort bei Baumaschinen, insbesondere bei Gradern, rückt die zur Fahrstabilität beitragende Kinematik des Fahrwerks bei Lastwechseln, Kurvenfahrten und Erdarbeiten mit quer zur Fahrtrichtung wirkenden Belastungen in den Mittelpunkt weiterer Entwicklungen.
Gekennzeichnet ist das Fahrwerk bei Gradern insbesondere durch den Radstand, die Spurweite, des Verhaltens von Vorspur und Sturz und weiteren signifikanten Kenngrößen.
Dem Sturz, respektive die relative Neigung der Radebene gegen die Senkrechte der Fahrbahn, kommt beim Spurhalten und Lenken eine besondere Bedeutung zu, da ein negativer Sturz die übertragbare, quer zur Fahrtrichtung wirkende Kraft um die durch den Sturz hinzugewonnene Kraft erhöht. Der Sturz hat des weiteren Bedeutung bei der Verringerung des Lenkkreises der Baumaschine und des Reifenverschleißes sowie der Ausrichtung der Vorderräder nach dem Einpendeln der Vorderachse bei wechselndem Geländeprofil.
Elektronische und selbsttätige Sturzverstellmöglichkeiten für PKW sind aus der DE 40 20 5471 A1 bekannt, bei der die Spurstange der Stelleinrichtung sowie ein Radführungslenker um eine in Fahrzeuglängsrichtung verlaufende horizontale Achse durch einen am Radträger kugelgelagerten Kipphebel schwenkbar gelagert ist. Damit wird erzielt, dass die auftretenden Längskräfte getrennt aufgenommen werden können. Der Vorteil besteht bei Kurvenfahrten und Geradeausfahrten, insbesondere mit hohen Geschwindigkeiten, darin,

dass durch minimale Radstellungsänderungen über den Federweg ein niedriger Reifenluftdruck gefahren werden kann, was zu einer deutlichen Komforterhöhung führt.

Eine Übertragung dieser Erfindung auf Nutzfahrzeuge, insbesondere berä-derten Baumaschinen, scheidet schon deshalb aus, da sich die konstruktiven Merkmale einer PKW-Achse von denen einer Vorderachse für Baumaschinen signifikant und gattungsmäßig auch durch die daran geknüpfte Aufgabenstellung unterscheidet.

Die Sturzverstellung bei Nutzfahrzeugen, insbesondere bei Gradern, wird üblicherweise über einen an einer pendelnden Vorderachse befestigten Sturzzylinder realisiert, der durch sein Ein- und Ausfahren eine Radzapfeneinheit ausrichtet. Die Verstellung des Sturzwinkels erfolgte bislang manuell.

Nachteilig bei dieser Konstruktion ist, dass sich in Abhängigkeit des Pendelwinkels der Vorderachse auch der Sturzwinkel verstellt, da Vorderachse und Sturzzylinder unmittelbar miteinander verbunden sind. Insbesondere nach dem Einspuren eines Vorderrades in einen Graben oder bei Arbeiten an Böschungen ist eine manuelle Verstellung des Sturzwinkels notwendig.

Da in allen derartigen Fällen nach dem besagten Einspuren der Baumaschine der Radsturz wieder in Position gebracht werden muss, indem die ihm zugehörige hydraulische Funktion vom Fahrer betätigt wird ist zu verzeichnen, dass der anfängliche Arbeitsweg mit einem für das Fahrverhalten der Baumaschine ungünstigen Sturzwinkel zurückgelegt wird. Ursächlich dafür ist die Tatsache zu nennen, dass eine manuelle Sturzverstellung und eine Funktionsverstellung des Arbeitsgerätes durch den Fahrer nicht gleichzeitig realisiert werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sturzverstellung für Nutzfahrzeuge in Abhängigkeit des wechselnden Geländeprofils selbsttätig zu realisieren, den Fahrer in Situationen erhöhter Belastung durch Automatismen zu entlasten und einen optimalen oder vom Fahrer vorgegebenen Sturzwinkel der Vorderräder kontinuierlich gewährleisten zu können.
Ferner soll durch diese selbsttätige Radsturzverstellung der Lenkkreis der Baumaschine verringert und damit die Lenkeigenschaften der Baumaschine verbessert werden ohne den Fahrer mit sekundären fahrzeugspezifischen Aufgaben zu belasten.
Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Vorrichtung zur Radsturzverstellung gemäß Patentanspruch 1 und durch die Merkmale der Verfahren zur Radsturzverstellung gemäß der Patentansprüche 8 bis 12 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in der Beschreibung und den Zeichnungen enthalten und Gegenstand der zugehörigen Unteransprüche.
Erfindungsgemäß wird der Sturzwinkel mittels eines Sturzzylinders und einer Radzapfeneinheit selbsttätig in Abhängigkeit von mindestens einem der Fahrparameter, wie z.B. Achspendelwinkel, Lenkeinschlagwinkel, Seitenkraft auf die Fahrzeugräder der Vorderachse und absolute Neigung der Baumaschine gegenüber einer horizontal ausgerichteten Fahrbahn, eingestellt. Die Regelung bzw. Steuerung des ein- und ausfahrbaren Sturzzylinders wird hierbei durch eine elektronische Steuereinheit realisiert. Alternativ dazu kann die Verstellung des Sturzzylinders auch weiterhin manuell vorgenommen werden. Da die Verstellung des Sturzzylinders nicht zwangsläufig durch einen geschlossenen Regelkreis, respektive Regelung, gekennzeichnet ist, wird im Nachfolgenden auch der Begriff Steuerung zur selbsttätigen Verstellung des Sturzzylinders verwendet.

Der Sturzzylinder steht in Wirkverbindung mit einem Stellantrieb, welcher mit elektrischer und/oder pneumatischer und/oder hydraulischer Hilfsenergie den Sturzzylinder in einer bestimmten Zeit auf einem vorgegebenen Weg bewegt und gegebenenfalls mit einer bestimmten Genauigkeit positioniert. Dieser Stellantrieb ist hierbei bevorzugt als Ventil ausgebildet.

Die Fahrparameter werden vorteilhafter Weise durch Sensoren erfasst und die Ausgangssignale dieser Sensoren der elektronischen Steuereinheit als Eingangsparameter zugeführt. Diese Sensoren sind im Frontbereich des Fahrzeuges, speziell an der pendelnden Vorderachse, am Fahrzeugrahmen, am Sturzzylinder oder an der Radzapfeneinheit angeordnet. Da die Wankdynamik beim Grader von der starr mit dem Fahrzeugrahmen verbundenen, aber nicht näher beschriebenen Hinterachse übernommen wird, erfolgt bestimmungsgemäß nur eine Sturzverstellung der Vorderräder.

In Abhängigkeit der lokalen Anordnung des Sensors zur Erfassung des Neigungswinkels wird zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe gegebenenfalls ein weiterer Sensor, der den Achspendelwinkel erfasst, benötigt. Diese Notwendigkeit ist dann gegeben, wenn der Sensor zur Erfassung des Neigungswinkels nicht an der Radzapfeneinheit sondern am Fahrzeugrahmen angeschlagen ist.

Die Signale aller Sensoren sind als Hilfsgrößen auf die elektronische Steuereinheit aufgeschaltet; die zu regelnde Größe ist dabei der Sturzwinkel.

Die Sensoren sind neben der Stelleinrichtung, den Signalleitungen und der elektronischen Steuereinheit Bestandteile des Regelkreises. Die Sensoren messen den Weg bzw. den Winkel oder Kräfte oder Differenzen davon und wandeln diese Informationen in ein elektrisches Einheitssignal. Die Stelleinrichtung umfasst das elektrisch ansteuerbare Ventil als Stellantrieb sowie den Sturzzylinder und die Radzapfeneinheit als Stellglied.

Die elektronische Steuereinheit weist für jeden erfassbaren Fahrparameter bzw. Signal des Sensors eine unabhängige Übertragungsfunktion auf. Damit wird erreicht, dass die einzelnen Fahrparameter unterschiedlich zur Verstellung des Sturzwinkels gewichtet werden können. Da jeder Signaländerung jedes einzeln erfassbaren Fahrparameters eine definierte Übertragungsfunktion zu Grunde liegt, fließen diese Fahrparameter nicht als Störgrößen in die elektronische Regelung ein, sondern als Hilfsgrößen.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktion besteht darin, dass die Einstellung des Sturzwinkels selbsttätig erfolgt, was zur Folge hat, dass einerseits zu jedem Zeitpunkt des Fahrens der Sturzwinkel konstant oder in einem Sollwertbereich optimal eingestellt ist und dass andererseits auch ein wenig qualifizierter Fahrer von sekundären fahrzeugspezifischen Aufgaben entlastet werden kann. Durch diese Entlastung ist sichergestellt, dass der Fahrer sich auf die Bedienfunktionen, nämlich die Funktionsverstellung der Baumaschine selbst oder der zugehörigen Arbeitsgeräte konzentrieren kann.

Als weitere Vorteile der Erfindung sind der geringere Verschleiß der Bereifung gegenüber Baumaschinen mit nicht automatisierter Sturzwinkelverstellung und der geringere Wenderadius der Baumaschine zu nennen.

Die Sensoren sind sehr robust ausgeführt, um auch unter hohen mechanischen Belastungen und hohen Temperaturbelastungen der Baumaschine die zur selbsttätigen Radsturzverstellung notwendigen Informationen bereitzustellen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt der Sturzverstellung eine Konstantwertregelung zu Grunde. Der Sollwert des Sturzwinkels wird hierbei vom Fahrer der Baumaschine oder vom Fahrzeug selbst im Rahmen zulässiger Grenzen vorgegeben und in Abhängigkeit des Pendelwinkels der Vorderachse von der elektronischen Steuereinheit kontinuierlich ausgeregelt. Unabhängig von dem wechselnden Geländeprofil und damit des Achspendel-

winkels wird der Sturzwinkel damit konstant gehalten. Die Erfassung des Pendelwinkels der Vorderachse wird erfindungsgemäß durch einen Sensor realisiert, der den Winkel der Vorderachse zum Fahrzeugrahmen mittelbar oder unmittelbar bestimmt. Alternativ dazu kann diese Regelstrategie realisiert werden, indem ein Sensor den absoluten Neigungswinkel der Radzapfeneinheit gegenüber einer horizontal ausgerichteten Fahrbahn erfasst. Hierbei kann der Neigungswinkel der Fahrbahn zur Berücksichtigung eines optimalen Sturzwinkels herangezogen werden. Die Verarbeitung dieser Messgrößen erfolgt erfindungsgemäß in der elektronischen Steuereinheit.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Sturzverstellung „gleitend" vorgenommen. Bei der „gleitenden" Regelung ist der Sturzwinkel in einem zulässigen und einstellbaren Sollwertbereich, respektive Regelbereich, selbsttätig variabel einstellbar. Hierzu werden der Lenkeinschlagwinkel und/oder die auf die Vorderräder wirkende Seitenkraft ermittelt und der Sturzwinkel optimal im zulässigen Sollwertbereich ausgeregelt. Der Sturzwinkel ist damit in einem definierten Sollwertbereich, abhängig vom Lenkeinschlagwinkel und/oder der Schar-Seitenkräfte, selbsttätig verstellbar. Der Lenkeinschlagwinkel sowie die Schar-Seitenkraft werden durch Sensoren erfasst, deren aus ihrer jeweiligen Messgröße umgewandelte Einheitssignale der elektronischen Steuereinheit zugeführt werden.

Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, mittels eines weiteren, am Radsturzgelenk oder am Fahrzeugrahmen der Baumaschine angeordneten Winkelsensor, die Fahrbahnquerneigung zu erfassen. Dieser Winkelsensor erfasst die absolute Neigung der Baumaschine gegenüber einer horizontal ausgerichteten Fahrbahn. Mittelbar werden mit diesem Winkelsensor damit die auf die Vorderachse wirkenden Querkräfte ermittelt. Diese Signale des Winkelsensors fließen als weitere Hilfsgröße in die elektronische Steuerein-

heit ein. Mittels einer Übertragungsfunktion und weiteren Regelstrategien erfolgt die selbsttätige Radsturzver- bzw. -einstellung.
Eine weitere Regelstrategie zur Verstellung des Sturzwinkels besteht erfindungsgemäß darin, dass die Signale aller erfassbaren Fahrparameter als Hilfsgrößen in die elektronische Steuereinheit einfließen und in Abhängigkeit der vorgegebenen Wichtung der einzelnen Fahrparameter eine konstante oder „gleitende" Regelung des Sturzwinkels vorgenommen wird.
In vielen Ländern unseres Kulturkreises sind die Fahrzeugführer zur Einhaltung verkehrsrechtlicher Bestimmungen verpflichtet, wenn die Baumaschine im öffentlichen Straßenverkehr bewegt wird. In der Praxis ist es deshalb notwendig, die Sturzverstellung neben der automatischen Verstellung auch weiterhin manuell vornehmen zu können. Mittels eines Signalgebers wird hierbei der Steuerung ein gewünschter Sturzwinkel vorgegeben, der dem im Automatikmodus ermittelten Sturzwinkel überlagert ist.
Die Umschaltung erfolgt hierbei mit einem Automatik/Manuell-Schalter, der im entsprechenden Schaltzustand einerseits den Signalfluss der Sensoren vollständig unterbindet und andererseits nur Signale aus der manuellen Bedienung der elektronischen Steuereinheit zuführt. Signale, welche durch den Fahrzustand variieren, werden unterdrückt; der Sturz beharrt folglich nach dem manuellen Einstellen durch den Fahrer auf einem eingestellten Winkel.
Zur vollständigen Abschaltung jedweder Sturzwinkelverstellung, also manuell oder automatisch, ist im Bereich der Fahrerkabine ein Ein/Aus-Schalter vorgesehen. Der eingestellte Sturzwinkel wird damit fixiert, wobei der Sturzwinkel erst wieder nach erfolgter Freigabe ver- bzw. eingestellt werden kann.

Die signifikanten Vorteile und Merkmale der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik sind im Wesentlichen:

Selbsttätige und kontinuierliche Einstellung des Sturzwinkels und damit:

- Entlastung des Fahrers bei sich ständig ändernden Fahrsituationen
- Verringerung des Lenkkreises
- Minimierung des Reifenverschleißes

Nachstehend wird die Erfindung beispielhaft anhand der folgenden Zeichnungen näher erläutert.
Dabei zeigen:

Fig. 1a: Stand der Technik, Frontansicht, Vorderachse auf ebener Fahrbahn

Fig. 1b: Stand der Technik, Frontansicht, Vorderachse auf geneigter Fahrbahn

Fig. 2: erfindungsgemäße Anordnung der Sensoren im Bereich der Vorderachse

Fig. 3: Regelkreis und Signalflussbild

Die Fig. 1a und Fig. 1b illustrieren die Sturzverstellung beim Stand der Technik. Der Sturzwinkel wird hierbei manuell mittels eines Sturzzylinders 4 verstellt, der in Wirkverbindung mit einer Radzapfeneinheit 5 steht. Durch das Ein- und Ausfahren des Sturzzylinders 4 wird die Radzapfeneinheit 5 bewegt und somit der Relativwinkel der Radebene 3 des Fahrzeugrades zur Senkrechten der Fahrbahn verändert. Der Sturzzylinder 4 ist lösbar mit der Vorderachse 2 verbunden und parallel zu dieser und zur Fahrbahn angeordnet.

Bei einer geländeabhängigen Neigung der Fahrbahn folgt die Vorderachse 2 und der parallel zu ihr angeordnete Sturzzylinder 4 der Fahrbahnneigung. Der Sturzzylinder 4 und die Radzapfeneinheit 5 stehen im Fall der ebenen sowie der geneigten Fahrbahn senkrecht zueinander. Der Sturzwinkel ist in beiden Fällen gleich.

Fig. 2 zeigt die vorteilhafte Anordnung der Sensoren 6 im Bereich der Vorderachse 2. Erfindungsgemäß wird mindestens ein Sensor zur Erfassung des Sturzwinkels 6.1, ein Sensor zur Erfassung des Lenkeinschlagwinkels 6.2, ein Sensor zur Erfassung der Seitenkraft 6.3, ein Sensor zur Erfassung des Achspendelwinkels 6.4 und ein Sensor zur Erfassung der absoluten Neigung der Baumaschine oder der Vorderachse gegenüber der Senkrechten der Fahrbahn zur Lösung der Aufgabe eingesetzt. Der Sensor zur Erfassung des Achspendelwinkels 6.4 ist an der Vorderachse 2 im Bereich des Fahrzeugrahmens 1 angeordnet. Da die Vorderachse 2 und der Fahrzeugrahmen 1 auf einer ebenen Fahrbahn orthogonal zueinander stehen, bedeutet jeder von 90° verschiedene Winkel zwischen Vorderachse 2 und Fahrzeugrahmen 1 folglich eine Achspendelung. Der Sensor zur Erfassung des Sturzwinkels 6.1 ist an der Vorderachse 2 im Bereich der Radzapfeneinheit 5 angeordnet, wobei der besagte Sturzwinkel die auszuregelnde Größe ist. Die auf die Fahrzeugräder 7 der Vorderachse 2 wirkenden Seitenkräfte werden durch einen weiteren Sensor, der ebenso an der Vorderachse 2 angeordnet ist, aufgenommen. Der Lenkeinschlagwinkel wird durch einen Sensor 6.2 erfasst, der bestimmungsgemäß an der Vorderachse 2 angeordnet ist. Der absolute Neigungswinkel der Baumaschine wird durch einen weiteren Sensor 6.5 erfasst, der anstelle der Sensoren 6.1 bis 6.4 eingesetzt werden kann. Die Anordnung dieses den Neigungswinkel erfassenden Sensors 6.5 kann an jedem beliebigem Standort der Baumaschine erfolgen.

Da die Einheitssignale aller Sensoren 6 voneinander unabhängig erzeugt und verarbeitet werden, ist gewährleistet, dass bei Defekt oder Deaktivierung einzelner Sensoren 6 eine selbsttätige Sturzwinkelverstellung dennoch realisiert wird. Diese redundante Sturzwinkelverstellung wird durch die in der Fig. 3 dargestellte elektronische Steuereinheit 9 realisiert.

In Fig. 3 ist das Zusammenwirken der Komponenten des Regelkreises dargestellt. Die angegebene Darstellung erfolgte nach funktionalen und nicht nach örtlichen Aspekten. Die Stelleinrichtung umfasst den Stellantrieb 8 sowie als Stellglied den Sturzzylinder 4 und die Radzapfeneinheit 5. In Abhängigkeit der Beaufschlagung des Stellantriebs erfolgt das Ein- und Ausfahren des Sturzzylinders 4 und der Radzapfeneinheit 5 und damit die Einstellung des Sturzwinkels. Der Sensor zur Erfassung des Sturzwinkels 6.1 ermittelt kontinuierlich den Sturzwinkel und liefert der elektronischen Steuereinheit 9 die entsprechenden Informationen. Der Regler umfasst die elektronische Steuereinheit 9 und das Vergleichsglied. Im Vergleichsglied wird die Regelabweichung gegenüber dem Sollwert des Sturzwinkels ermittelt. Weitere Hilfsgrößen zur Bildung des Ausgangssignals in der elektronischen Steuereinheit 9 sind die Seitenkraft der Vorderachse 2, der Achspendelwinkel, der Lenkeinschlagwinkel und die absolute Neigung der Baumaschine gegenüber der Senkrechten der Fahrbahn. Die elektronische Steuereinheit 9 ist in der Lage, die Einheitssignale dieser Sensoren 6.1 bis 6.5, die entsprechend ihrer Aufgabenstellung Winkel bzw. Kräfte messen, geeignet verarbeiten zu können. Jedem Einheitssignal ist dazu in der elektronischen Steuereinheit 9 eine Übertragungsfunktion zugeordnet. Die Bildung des Ausgangssignals zur Ansteuerung der Stelleinrichtung, respektive des Stellglieds und des Sturzzylinders 4 sowie der Radzapfeneinheit 5, erfolgt durch Überlagerung der einzelnen Übertragungsfunktionen und Wichtung zueinander. In speziellen Anwen-

dungsfällen sind einzelne Sensoren 6.1 bis 6.5 abschaltbar, so dass das Ausgangssignals zur Ansteuerung der Stelleinrichtung von den sich in Betrieb befindlichen Sensoren 6.1 bis 6.5 gebildet wird.

Die selbsttätige automatische Sturzverstellung kann durch einen Umschalter 10 deaktiviert werden und damit die Sturzwinkelverstellung manuell vorgenommen werden. Die Einheitssignale der Sensoren 6.1 bis 6.5 bleiben damit im manuellen Modus zur Sturzwinkelverstellung unberücksichtigt.

Zur vollständigen Abschaltung jedweder Sturzwinkelverstellung, also manuell oder automatisch, ist im Bereich der Fahrerkabine ein Ein/Aus-Schalter 11 vorgesehen. Der eingestellte Sturzwinkel wird damit fixiert, wobei der Sturzwinkel erst wieder nach erfolgter Freigabe ver- bzw. eingestellt werden kann.

Es versteht sich für den Fachmann von selbst, dass die elektronische Steuereinheit auch in der Lage ist, zusätzlich auftretende und nicht näher bestimmbare Störgrößen auszuregeln, um einen eingestellten Sturzwinkel konstant zu halten oder den Sturzwinkel in einem gewünschtem Sturzwinkelbereich auszusteuern.

Liste der Bezugszeichen

1	Fahrzeugrahmen
2	Vorderachse
3	Radebene
4	Sturzzylinder
5	Radzapfeneinheit
6	Sensoren
6.1	Sensor Sturzwinkel
6.2	Sensor Lenkeinschlagwinkel
6.3	Sensor Seitenkraft
6.4	Sensor Achspendelwinkel
6.5	Sensor absoluter Neigungswinkel
7	Fahrzeugrad/Frontrad
8	Stellantrieb
9	elektronische Steuereinheit
10	Umschalter Automatik/Manuell
11	Ein/Aus-Schalter

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen mit einer Verbundachse, mindestens bestehend aus einer Sturzstange, einer Achsbrücke, einem Sturzzylinder und einer Radzapfeneinheit, wobei der Sturzzylinder unmittelbar an der Radzapfeneinheit angelenkt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elektronische Steuereinheit (9) mit mindestens einem Sensor (6) und ein mit der Steuereinheit gekoppelter Stellantrieb (8) mit Wirkverbindung zum Sturzzylinder (4) vorgesehen sind, wobei der Sturzzylinder derart ein- und ausfahrbar ausgebildet ist, so dass ein betragsgleicher Sturzwinkel für beide Räder einer Achse in Abhängigkeit von mindestens einem Fahrparameter mittels der Verbundachse selbsttätig und gleichzeitig einstellbar ist.

2. Vorrichtung zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radsturzverstellung auch weiterhin manuell einstellbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensor (6) ein Sensor für den Sturzwinkel (6.1) relativ zur Fahrbahn vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensor (6) ein Sensor für den Lenkeinschlagwinkel (6.2) vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensor (6) ein Sensor für die Seitenkraft (6.3) vorgesehen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensor (6) ein Sensor für den Achspendelwinkel (6.4) vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Sensor (6) ein Sensor für den Sturzwinkel (6.5) als absoluter Neigungswinkel vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mit dem Sturzzylinder (4) in Wirkverbindung stehende Stellantrieb als Ventil mit oder ohne Hilfsenergie ausgebildet ist.

9. Verfahren zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen mit einer Verbundachse unter Verwendung einer Sturzstange, einer Achsbrücke, eines Sturzzylinders und einer Radzapfeneinheit, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein betragsgleicher Sturzwinkel für beide Räder einer Achse unabhängig von der Position der pendelnden Vorderachse und/oder abhängig vom Lenkeinschlagwinkel und/oder abhängig von den Schar-Seitenkräften und/oder abhängig vom absoluten Neigungswinkel geregelt wird.

10. Verfahren zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein betragsgleicher Sturzwinkel für beide Räder einer Achse unabhängig vom Achspendelwinkel konstant gehalten wird.

11. Verfahren zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein betragsgleicher Sturzwinkel für beide Räder einer Achse abhängig vom Lenkeinschlagwinkel „gleitend" verstellbar gesteuert wird.

12. Verfahren zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein betragsgleicher Sturzwinkel für beide Räder einer Achse abhängig von den Schar-Seitenkräften auf die Vorderachse gesteuert wird, wobei zunächst aus den angreifenden Seitenkräften eine mittlere Seitenkraft ermittelt wird und danach der Radsturzwinkel „gleitend" verstellbar gesteuert wird.

13. Verfahren zur Radsturzverstellung an Nutzfahrzeugen, insbesondere an beräderten Baumaschinen, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die gleichzeitige Aufschaltung mehrerer Einheitssignale der Sensoren (6) auf die elektronische Steuereinheit (9) eine gewünschte Redundanz erzielt wird.

FIG. 1b

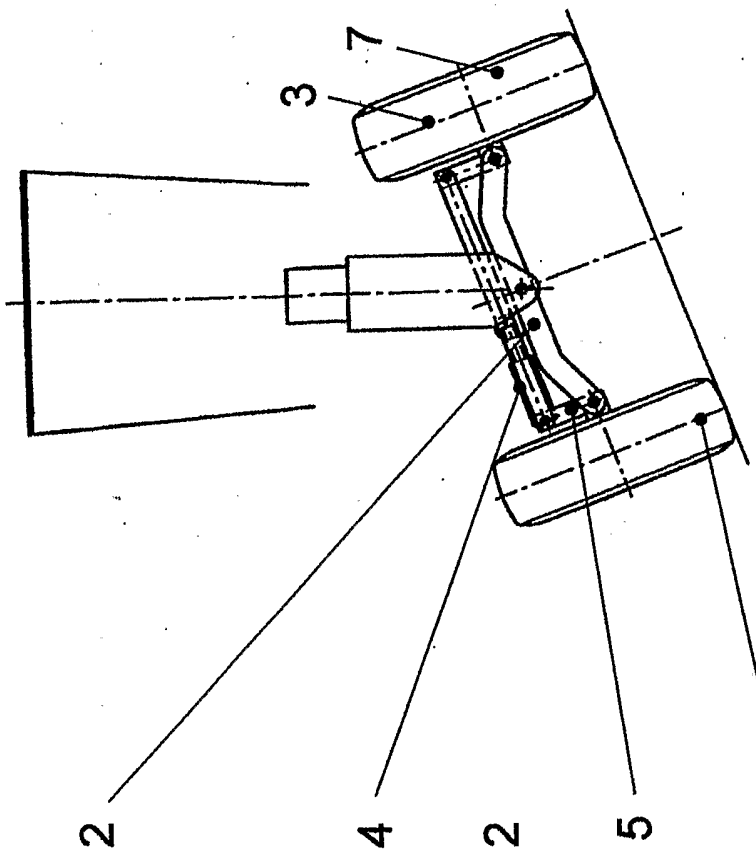


FIG. 1a

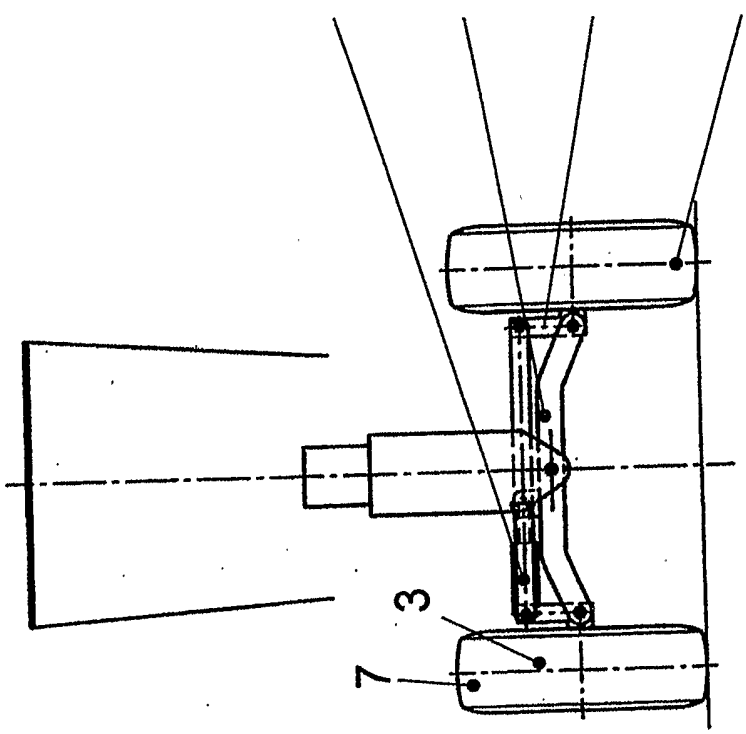


FIG. 2

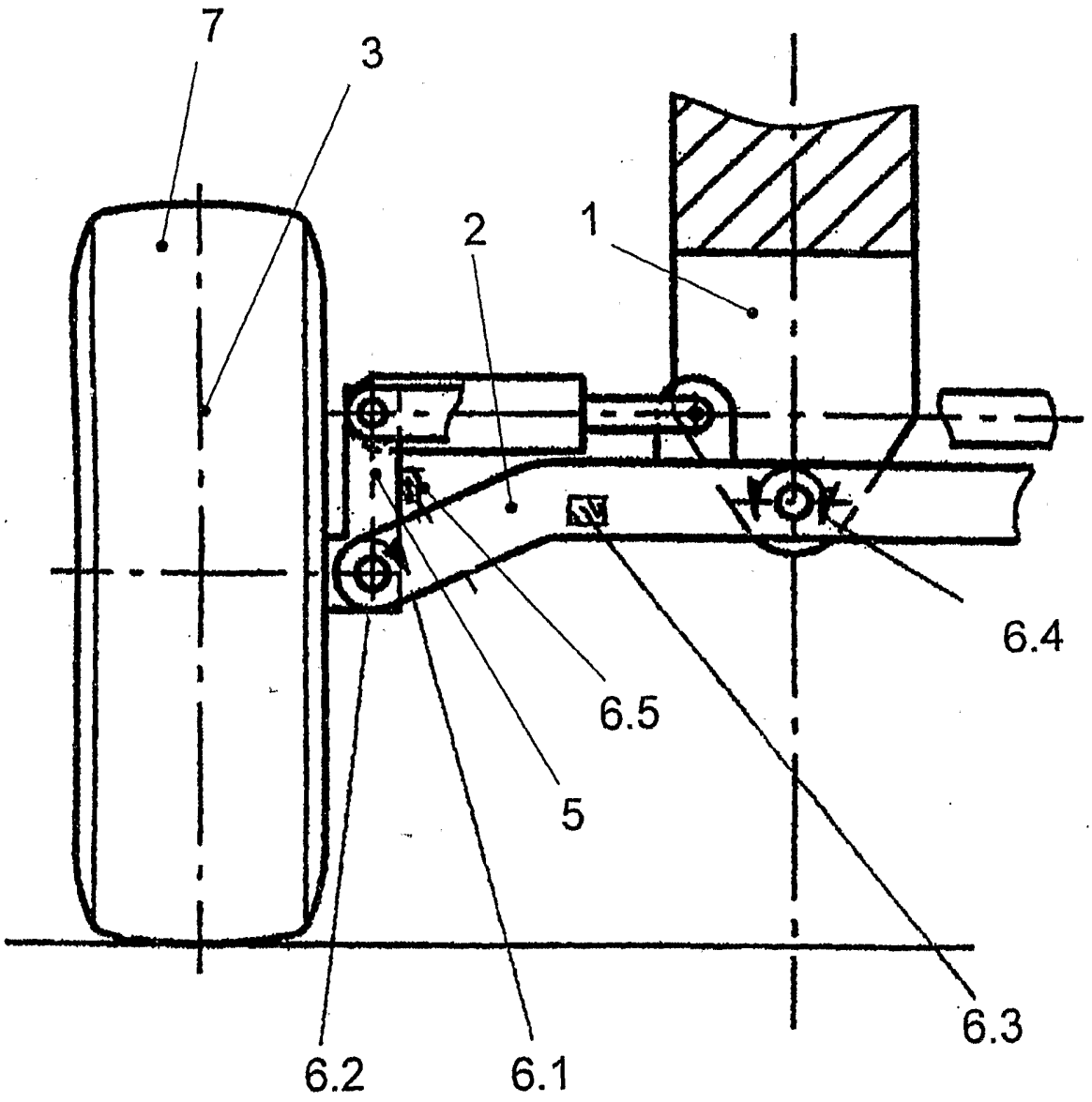
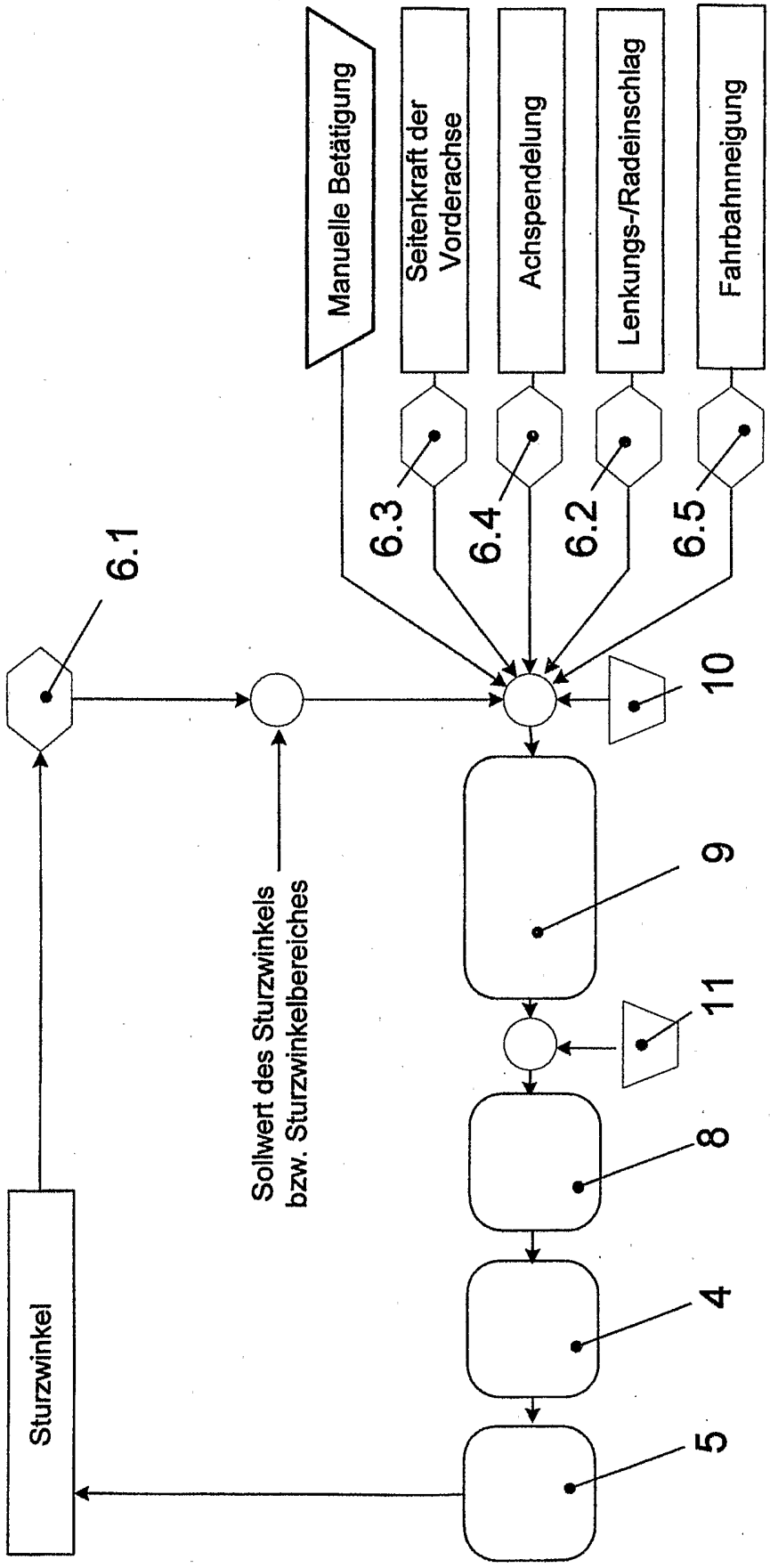


FIG. 3


Manuelle Betätigung
Seitenkraft der Vorderachse
Achspendelung
Lenkungs-/Radeinschlag
Fahrbahnneigung
6.1
6.3
6.4
6.2
6.5
10
9
11
8
4
5
Sollwert des Sturzwinkels bzw. Sturzwinkelbereiches
Sturzwinkel

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/000094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60G17/015 B60G9/02 B60G7/00 B62D9/02 B60G21/00

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 B60G 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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 783 966 A (CAMPBELL J ET AL) 8 January 1974 (1974-01-08)	1,2,5-13
A	column 2, paragraph 36 - column 3, paragraph 2; figure 1	3,4
A	US 3 398 808 A (HECKENHAUER WILLIAM G) 27 August 1968 (1968-08-27)	1,2,5-13
A	column 2, paragraph 26 - column 3, paragraph 56; figures 1,2	3,4
X	CH 586 621 A (GUGGISBERG ERNST) 15 April 1977 (1977-04-15) the whole document	1,2,5-13
A	US 2001/028154 A1 (SEBE MARC) 11 October 2001 (2001-10-11) the whole document	1

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 June 2004	25/06/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Savelon, O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE2004/000094

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3783966 A	08-01-1974	AU 469860 B2	26-02-1976
		AU 5903873 A	13-02-1975
		CA 990746 A1	08-06-1976
		CA 993008 A2	13-07-1976
		CA 993009 A2	13-07-1976
		JP 1232879 C	26-09-1984
		JP 49057534 A	04-06-1974
		JP 59001623 B	13-01-1984
		ZA 7305047 A	30-10-1974
US 3398808 A	27-08-1968	NONE	
CH 586621 A	15-04-1977	CH 586621 A5	15-04-1977
US 2001028154 A1	11-10-2001	FR 2807378 A1	12-10-2001
		US 2003025291 A1	06-02-2003
		AT 258120 T	15-02-2004
		DE 60101809 D1	26-02-2004
		EP 1145879 A1	17-10-2001
		JP 2002052915 A	19-02-2002
		DE 20114331 U1	25-10-2001
		FR 2829460 A3	14-03-2003
		GB 2380459 A	09-04-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000094

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60G17/015 B60G9/02 B60G7/00 B62D9/02 B60G21/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60G 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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 783 966 A (CAMPBELL J ET AL) 8. Januar 1974 (1974-01-08)	1,2,5-13
A	Spalte 2, Absatz 36 - Spalte 3, Absatz 2; Abbildung 1	3,4
A	US 3 398 808 A (HECKENHAUER WILLIAM G) 27. August 1968 (1968-08-27)	1,2,5-13
A	Spalte 2, Absatz 26 - Spalte 3, Absatz 56; Abbildungen 1,2	3,4
X	CH 586 621 A (GUGGISBERG ERNST) 15. April 1977 (1977-04-15) das ganze Dokument	1,2,5-13
A	US 2001/028154 A1 (SEBE MARC) 11. Oktober 2001 (2001-10-11) das ganze Dokument	1

☐ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Juni 2004	25/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
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	Savelon, O

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/000094

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3783966 A	08-01-1974	AU 469860 B2	26-02-1976
		AU 5903873 A	13-02-1975
		CA 990746 A1	08-06-1976
		CA 993008 A2	13-07-1976
		CA 993009 A2	13-07-1976
		JP 1232879 C	26-09-1984
		JP 49057534 A	04-06-1974
		JP 59001623 B	13-01-1984
		ZA 7305047 A	30-10-1974
US 3398808 A	27-08-1968	KEINE	
CH 586621 A	15-04-1977	CH 586621 A5	15-04-1977
US 2001028154 A1	11-10-2001	FR 2807378 A1	12-10-2001
		US 2003025291 A1	06-02-2003
		AT 258120 T	15-02-2004
		DE 60101809 D1	26-02-2004
		EP 1145879 A1	17-10-2001
		JP 2002052915 A	19-02-2002
		DE 20114331 U1	25-10-2001
		FR 2829460 A3	14-03-2003
		GB 2380459 A	09-04-2003