

(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  
26. Oktober 2006 (26.10.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2006/111131 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01G 23/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/000633

(22) Internationales Anmeldedatum:  
10. April 2006 (10.04.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2005 018 708.0 21. April 2005 (21.04.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): WIPOTEC WIEGE-UND POSITIONIER-SYSTEME GMBH [DE/DE]; Adam-Hoffmann-Strasse 26, 67657 Kaiserslautern (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GOTTFRIEDSEN, Jan [DE/DE]; Auf dem Aspen 30, 67714 Waldfishbach-Burgalben (DE). URSCHHEL, Patrick [DE/DE]; Beethovenweg 3, 67886 Mackenbach (DE).

(74) Anwalt: EDER & SCHIESCHKE; Elisabethstrasse 34, 80796 München (DE).

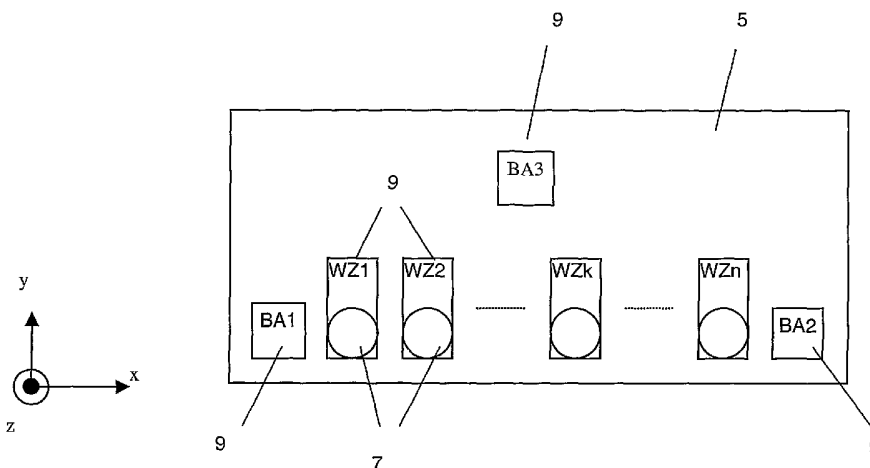
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WEIGHING DEVICE, IN PARTICULAR MULTIPLE-TRACK WEIGHING DEVICE

(54) Bezeichnung: WÄGEVORRICHTUNG, INSBESONDERE MEHRSPUR-WÄGEVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention concerns a weighing device comprising a plurality of weighing cells (3) which are mechanically rigidly interconnected and which have respectively a load sensor (7) capable of being biased by a load and having a predetermined load inserting direction. The inventive weighing device also comprises at least one acceleration sensor (9) for detecting at least one disturbing acceleration quantity, as well as at least one evaluating unit whereto are transmitted the weight signals generated by the weighing cells (3) and the disturbance signals generated by the acceleration sensors (9). The evaluating unit is configured such that, by using a predetermined rule for each weighing cell (3), a disturbance signal of the acceleration sensor (9) is deduced, based on the geometrical location of the relevant weighing cell (3), relative to the geometrical location of the acceleration sensor (9), respectively a correcting quantity which takes into account the influence, operating at the geometrical location of the relevant cell (3), of the quantity of the disturbing acceleration. The weight signal is processed, assigned with the disturbing acceleration quantity, of the relevant weighing cell (3) digitally or by combination with the correcting quantity, so as to practically compensate for the influence of the disturbing acceleration quantity on the weight signal.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/111131 A1

**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 Wägevorrichtung mit mehreren, mechanisch miteinander starr verbundenen Wägezellen (3), welche jeweils einen mit einer Last beaufschlagbaren Lastaufnehmer (7) mit einer vorgegebenen Lasteinleitungsrichtung aufweisen, mit wenigstens einem Beschleunigungssensor (9) zur Erfassung wenigstens einer Beschleunigungsstörgröße und mit wenigstens einer Auswerteeinheit, welcher die von den Wägezellen (3) erzeugten Gewichtssignale und die von den Beschleunigungssensoren (9) erzeugten Störgrößensignale zugeführt werden. Die Auswerteeinheit ist so ausgebildet, dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle (3) aus dem Störgrößensignal des wenigstens einen Beschleunigungssensors (9) abhängig vom geometrischem Ort der betreffenden Wägezelle (3) in Bezug auf den geometrischen Ort des wenigstens einen Beschleunigungssensors (9) jeweils eine Korrekturgröße ermittelt wird, welche den am geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle (3) wirksamen Einfluss der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße berücksichtigt, und dass das mit der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße behaftete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle (3) so mit der Korrekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet wird, dass der Einfluss der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße auf das Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird.

### Wägevorrichtung, insbesondere Mehrspur-Wägevorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Wägevorrichtung mit mehreren Wägezellen, so dass die Durchführung paralleler Wägevorgänge ermöglicht wird. Derartige Mehrspur-Wägevorrichtungen finden beispielsweise in der pharmazeutischen Industrie Verwendung und sind darauf ausgerichtet, kleingewichtige Güter, insbesondere Tabletten, Dragees und dergleichen mit hoher Taktrate zu wiegen.

Um die Anzahl der Wägevorgänge pro Stunde möglichst hoch zu halten, ist es bei derartigen Wägevorrichtungen nicht möglich, das Messsignal mit einem Tiefpassfilter mit relativ niedriger Grenzfrequenz zu beaufschlagen. Denn derartige Tiefpassfilter würden zwar die Genauigkeit eines Wägevorgangs verbessern, und insbesondere die in der pharmazeutischen Industrie erforderliche Genauigkeit erst ermöglichen, jedoch würde hierdurch auch der Einschwingvorgang so lange dauern, dass die erforderliche Anzahl von Wägevorgängen pro Stunde nicht erreichbar wäre.

Es ist daher für derartige Mehrspur-Wägevorrichtungen bekannt, an Stelle des Einsatzes von Tiefpassfiltern mit sehr niedriger Grenzfrequenz eine Korrektur des Ausgangssignals des eigentlichen Kraftsensors der Wägezelle durch die Erfassung von Störbeschleunigungen zu korrigieren und auf diese Weise den Einfluss von Störbeschleunigungen zu kompensieren.

Derartige Kompensationsverfahren sind für Waagen mit einer einzigen Wägezelle beispielsweise aus der DE 32 30 998 A1 bekannt. Bei dieser Wägevorrichtung ist im Gehäuse der Wägezelle in unmittelbarer Nähe der beweglichen Messmechanik ein Beschleunigungssensor angeordnet. Mit diesem Beschleunigungssensor werden im Wesentlichen dieselben Störbeschleunigungen detektiert, die auch auf die Last und die Masse der Messmechanik wirken. Das Sensorsignal wird dann verstärkt, um die Sensorempfindlichkeit an die Empfindlichkeit der Wägezelle anzugleichen und vom Signal der Wägezelle subtrahiert. Auf diese Weise wird ein um die detektierte Störbeschleunigung korrigiertes Messsignal erhalten, welches idealerweise nur noch von der Masse

der zu wiegenden Last abhängt. Der Beschleunigungssensor ist dabei so angeordnet, dass er die in Lasteinleitungsrichtung wirkenden Komponenten von Störbeschleunigungen erfasst.

Aus der DE 40 01 614 A1 ist eine Kompensationswaage bekannt, bei der wenigstens ein  
5 Beschleunigungssensor an einem beweglichen Teil der Waage angeordnet ist. Der Beschleunigungssensor gibt ein Signal an eine korrektursignalverarbeitende Anordnung ab, die wenigstens ein Korrektursignal zum Beeinflussen des Messergebnisses ermittelt, das am Ausgang als Maß für das Gewicht oder die Masse der Last auftritt, mit der das bewegliche Teil beaufschlagt wurde. Dieser Stand der Technik beschreibt auch die  
10 Kompensation bzw. Elimination des Einflusses von translatorischen und rotatorischen Störbeschleunigungen, die auf eine Grundplatte der Waage einwirken.

Der Einsatz derartiger Wägezellen mit jeweils einem oder mehreren Messaufnehmern zum Aufbau eines Mehrspur-Wägesystems wäre jedoch infolge der entsprechend hohen Anzahl von Beschleunigungssensoren mit hohen Kosten verbunden.

15 Deshalb wurde bei der Realisierung von Mehrspur-Wägesystemen eine entsprechende Anzahl von Wägezellen auf einer gemeinsamen Grundplatte angeordnet und auf dieser Grundplatte ein einziger Beschleunigungssensors angeordnet. Die Position des Beschleunigungssensor wurde dabei so gewählt, dass diese bei den üblicherweise zu erwartenden Störbeschleunigungen möglichst charakteristisch ist, d.h. dass mit dem Signal dieses einzigen Beschleunigungssensors die mit den auftretenden Störbeschleunigungen beaufschlagten Messsignale der einzelnen Wägezellen mit ausreichender Genauigkeit korrigiert werden können.  
20

Derartige Mehrspur-Wägesysteme weisen jedoch den Nachteil auf, dass bei Störbeschleunigungen, die sich nicht in gleicher Weise auf die einzelnen Wägezellen auswirken, keine ausreichend exakte Kompensation der Störbeschleunigungen möglich ist und  
25 die erzeugten, korrigierten Gewichtssignale der einzelnen Wägezellen unter Umständen mit einem nicht akzeptablen Fehler beaufschlagt sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Wägevorrichtung mit mehreren, mechanisch miteinander starr verbundenen Wägezellen zu schaffen, bei der die Gewichtssignale der einzelnen Wägezellen mit ausreichender Genauigkeit auch bei Auftreten solcher Störbeschleunigungen korrigiert werden können, die sich nicht in gleicher  
5 Weise auf sämtliche Wägezellen auswirken, und welche eine einfache und kostengünstige Konstruktion aufweist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass eine ausreichend exakte Kompensation von Störbeschleunigungen durch den Einsatz wenigstens eines Beschleunigungssensors  
10 möglich ist, welcher wenigstens eine Beschleunigungsstörgröße erfasst, wenn zusätzlich der Einfluss der erfassten Beschleunigungsstörgrößen unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle aus dem Störgrößensignal des wenigstens einen Beschleunigungssensors abhängig vom geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle  
15 in Bezug auf den geometrischen Ort des wenigstens einen Beschleunigungssensors jeweils eine Korrekturgröße ermittelt wird, welche den am geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle wirksamen Einfluss der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße berücksichtigt. Mit dieser für jede einzelne Wägezelle ermittelten Korrekturgröße kann dann das mit dem Einfluss der Störbeschleunigung beaufschlagte Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle korrigiert werden. Hierzu kann die Korrekturgröße schaltungstechnisch, beispielsweise analog, mit dem Messsignal des eigentlichen Kraftmessers der Wägezelle verknüpft bzw. verschaltet werden. Selbstverständlich ist jedoch  
20 auch eine rein rechnerische Korrektur des Gewichtssignals mittels einer entsprechend gestalteten Auswerteeinheit möglich. Dieser können die digitalisierten Signale des Beschleunigungssensors und des Kraftaufnehmers zugeführt sein.

25 Der Beschleunigungssensor kann starr mit den untereinander starr verbundenen Wägezellen verbunden sein. Hierdurch ist sichergestellt, dass sich die auftretenden Störbeschleunigungen zwar möglicherweise unterschiedlich auf die einzelnen Wägezellen auswirken, dass jedoch das Auftreten von Schwingungen innerhalb des Systems der

Wägezellen und des oder der Beschleunigungssensoren vermieden wird. Denn im letzteren Fall könnte nicht mit der erforderlichen Sicherheit mittels der Erfassung der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße an einem oder mehreren Orten auf die Auswirkung dieser Beschleunigungsstörgröße an den Orten der Wägezellen und damit auf die Wägezellen selbst geschlossen werden.

Es ist jedoch grundsätzlich denkbar, den wenigstens einen Beschleunigungssensor oder einen der Beschleunigungssensoren auch an der beweglichen Messmechanik einer oder mehrerer Wägezellen vorzusehen. Auf diese Weise kann direkt der Einfluss von Beschleunigungsstörgrößen auf die Lastseite der betreffenden Wägezelle erfasst werden.

10 Von dieser erfassten Beschleunigungsstörgröße kann dann abhängig von Geometriedaten und charakteristischen Daten der einzelnen Wägezellen auf die Auswirkung der erfassten Beschleunigungsstörgröße auch auf die jeweils anderen Wägezellen geschlossen werden.

Eine erfindungsgemäße Wägevorrichtung kann in einfacher Weise beispielsweise dadurch realisiert werden, dass sämtliche Wägezellen und vorzugsweise auch der wenigstens eine Beschleunigungssensor mechanisch starr mit einem Trägerelement verbunden sind, beispielsweise auf einer gemeinsamen starren Grundplatte angeordnet sind.

Wie üblich, wird man die Wägezellen vorzugsweise so anordnen, dass die Lasteinleitungsrichtungen oder Wirkrichtungen der Wägezellen im Wesentlichen parallel verlaufen.

Nach der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Anzahl und die Art der Beschleunigungssensoren so festgelegt, dass sowohl eine in Richtung der Lasteinleitungsrichtung jeder Wägezelle existierende Komponente einer rein translatorischen Beschleunigungsstörgröße erfassbar und/oder bestimmbar ist als auch die in Richtung der Lasteinleitungsrichtung existierenden Komponenten rotatorischer Beschleunigungsstörgrößen, die durch eine ein- oder mehrachsige Rotationsstörbewegung der Wägezellen erzeugt werden.

Die Auswerteeinheit ist in diesem Fall vorzugsweise so ausgebildet, dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle aus den Störgrößensignalen der Beschleunigungssensoren abhängig vom geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle in Bezug auf die geometrischen Orte der Beschleunigungssensoren jeweils eine

5 Korrekturgröße ermittelt wird, welche den am geometrischen Ort betreffenden Wägezellen wirksamen Einfluss der Komponenten der Beschleunigungsstörgrößen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der betreffenden Wägezelle berücksichtigt. Das störgrößenbehaftete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle kann dann so mit der Korrekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet werden, dass der Einfluss der Kom-

10 ponenten der Beschleunigungsstörgrößen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der betreffenden Wägezelle auf das Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann die Anzahl und die Art der Beschleunigungssensoren so festgelegt sein, dass zusätzlich zu den Beschleunigungskomponenten in Lasteinleitungsrichtung jeder Wägezelle am Ort jeder Wägezelle ein-

15 oder mehrachsige rotatorische Beschleunigungsstörgrößen erfassbar und/oder bestimmbar sind, die sich auf das oder die Trägheitsmomente der Messmechanik der Wägezellen um entsprechende Achsen auswirken.

Wird auch der Einfluss von rotatorischen Beschleunigungsstörgrößen auf die Trägheitsmomente der Messmechanik der Wägezellen um entsprechende Achsen kompensiert, so ergibt sich eine weitere Verbesserung der Genauigkeit der Wägevorrichtung.

20

Die Auswerteeinheit ist in diesem Fall vorzugsweise so ausgebildet, dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle aus den Störgrößensignalen der Beschleunigungssensoren abhängig vom geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle in Bezug auf die geometrischen Orte der Beschleunigungssensoren jeweils eine

25 Korrekturgröße ermittelt wird, welche zusätzlich den am geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle wirksamen Einfluss der ein- oder mehrachsigen rotatorischen Beschleunigungsstörgrößen auf das oder die Trägheitsmomente der Messmechanik der betreffenden Wägezelle um entsprechende Achsen berücksichtigt. Das störgrößenbe-

haftete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle kann dann wiederum mit dieser Korrekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet werden, so dass der Einfluss der rotatorischen Beschleunigungsstörrößen auf das Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird. Selbstverständlich können anstelle einer einzigen Auswerteeinheit auch  
5 mehrere Auswerteeinheiten oder sogar eine Auswerteeinheit pro Wägezelle vorgesehen sein, die eine Signalverarbeitung bewirken bzw. die einzige Auswerteeinheit kann als verteilt angeordnete Auswerteeinheit realisiert sein.

Nach einer einfach zu realisierenden Ausführungsform der Erfindung können mehrere Wägezellen auf einer Verbindungsgeraden  $x$  von zwei in einem vorbestimmten Abstand  
10 angeordneten, translatorischen Beschleunigungssensoren vorgesehen sein. Unter dem Begriff translatorischer Beschleunigungssensor sei dabei ein Beschleunigungssensor verstanden, dessen Sensorsignal die in einer Wirkrichtung oder Erfassungsrichtung des Beschleunigungssensors auftretenden Komponenten beliebiger Beschleunigungsstörrößen widerspiegelt bzw. hierzu proportional ist. Dagegen erfasst ein rotatorischer  
15 Beschleunigungssensor eine rein rotatorische Störbeschleunigung um eine vorgegebene Achse (Wirkrichtung des rotatorischen Beschleunigungssensors).

Bei dieser einfachen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Wägevorrichtung kann mittels lediglich zweier translatorischer Beschleunigungssensoren der Einfluss von Beschleunigungsstörrößen, die Komponenten in Richtung der Lasteinleitungsrichtung  
20 der Wägezellen aufweisen, auf einfache Weise rechnerisch ermittelt werden. In vielen Fällen wird man bereits mit lediglich zwei translatorischen Beschleunigungssensoren eine ausreichend genaue Korrektur der Gewichtssignale erreichen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann zusätzlich zu den beiden translatorischen Beschleunigungssensoren auf der Geraden, auf welcher auch die Wägezellen vorgesehen sind, ein weiterer translatorischer Beschleunigungssensor vorgesehen  
25 sein, der einen vorbestimmten Abstand von der Verbindungsgeraden aufweist. Bei dieser Ausführungsform ist es nicht zwingend notwendig, sämtliche Wägezellen auf einer Geraden mit den beiden ersten translatorischen Beschleunigungssensoren vorzu-

sehen. Denn durch die Verwendung von drei translatorischen Beschleunigungssensoren kann auch der Einfluss von beliebigen Beschleunigungsstörrößen, welche Komponenten in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen aufweisen, an den Orten der einzelnen Wägezellen ermittelt werden. Durch die Platzierung der Wägezellen auf einer  
5 Linie mit zwei der translatorischen Beschleunigungssensoren lässt sich jedoch eine einfache rechnerische Korrektur der Wägesignale erzielen.

Wird der weitere translatorische Beschleunigungssensor auf einer Mittelsenkrechten auf den Abstand zwischen den beiden ersten translatorischen Beschleunigungssensoren angeordnet, so lässt sich auch eine einfache Korrektur des Einflusses einer einzigen  
10 rotatorischen Beschleunigungsstörröße ermitteln, nämlich derjenigen rotatorischen Beschleunigungsstörröße, deren Achse parallel zur Geraden liegt, auf der die Wägezellen angeordnet sind. Grundsätzlich lässt sich jedoch selbstverständlich mit Hilfe von drei translatorischen Beschleunigungssensoren auch der Einfluss von rotatorischen Störbeschleunigungen erfassen, deren Achse parallel zur Ebene liegt, welche durch die  
15 drei translatorischen Beschleunigungssensoren aufgespannt wird.

Eine weitere Vereinfachung der Korrektur und eine Verbesserung der Genauigkeit kann dadurch erreicht werden, dass die Wägezellen so ausgebildet und angeordnet sind, dass die Messmechanik eine rotatorische Schwingungsempfindlichkeit im Wesentlichen nur um eine Achse parallel zur Geraden aufweist, auf welcher die Wägezellen angeordnet  
20 sind.

Bei der Ausführungsform mit drei Beschleunigungssensoren, wobei die Wägezellen auf der Verbindungsgeraden zweier der Beschleunigungssensoren liegen und der dritte Beschleunigungssensor auf der Mittelsenkrechten auf den Abstand zwischen den beiden ersten Beschleunigungssensoren liegt, lässt sich eine sehr einfache rechnerische Kom-  
25 pensation des Einflusses sowohl von rotatorischen Störbeschleunigungen als auch eine sehr einfache rechnerische Korrektur des Einflusses von translatorischen Störbeschleunigungen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen erreichen.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung können als Beschleunigungssensoren, insbesondere translatorische Beschleunigungssensoren kapazitive Beschleunigungssensoren verwendet werden, bei denen die Auslenkung einer seismischen Masse aus einer Ausgangslage kapazitiv erfasst und die seismische Masse durch die Erzeugung einer elektrostatischen Kraft unter Verwendung eines geschlossenen Regelkreises wieder in die Ausgangslage zurückgestellt wird, wobei die hierzu nötige Rückstellkraft ein Maß für die erfasste Beschleunigung darstellt.

Diese Beschleunigungssensoren weisen selbst bei hoher Auflösung ein sehr geringes Rauschen auf. Des Weiteren tritt bei diesen Sensoren bis zu Frequenzen weit oberhalb von 100 Hz keine Phasenverschiebung auf. Hierdurch wird es einfacher, Filter zu entwerfen, die den Frequenzgang der Sensoren an den Frequenzgang der Wägezellen anpassen, da der Frequenzgang dieser Sensoren im interessierenden Bereich konstant ist..

Derartige kapazitive Beschleunigungssensoren lassen sich selbstverständlich nicht nur bei Wägevorrichtungen mit mehreren Wägezellen nach der vorliegenden Erfindung einsetzen. Vielmehr können ein oder mehrere derartige kapazitive Beschleunigungssensoren auch zur Erfassung von Störbeschleunigungen bei Wägevorrichtungen mit einer einzigen Wägezelle verwendet werden. Die Sensoren können dabei, wie an sich bekannt, sowohl starr mit der Wägezelle mechanisch verbunden sein, als auch an einem beweglichen Element der Messmechanik der Wägezelle vorgesehen sein.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Mehrspur-Wägevorrichtung nach der vorliegenden Erfindung mit zwei translatorischen Beschleunigungssensoren;

Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild zur Darstellung der Signalverknüpfung zur der Korrektur der Gewichtssignale der Vorrichtung in Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Mehrspur-Wägevorrichtung nach der Erfindung mit drei Beschleunigungssensoren in Draufsicht und  
5

Fig. 4 ein schematisches Blockschaltbild zur Darstellung der Verknüpfung der einzelnen Signale zur Korrektur der Gewichtssignale der Mehrspur-Wägevorrichtung in Fig. 3.

Die in Fig. 1 in einer Frontansicht schematisch dargestellte Wägevorrichtung 1 umfasst  
10 mehrere Wägezellen 3, die auch mit dem Kürzel WZ gekennzeichnet sind. Die Wägezellen 3 sind entlang einer Linie oder Geraden auf einer starren Trägerplatte 5 angeordnet. Zur Beschreibung der Geometrie der Wägevorrichtung 1 wurde in Fig. 1 das ebenfalls dargestellte kartesische Koordinatensystem gewählt. In diesem Koordinatensystem verläuft die Linie, entlang der die Wägezellen 3, vorzugsweise in äquidistanten Abständen,  
15 den, angeordnet sind in Richtung der x-Achse. Die Krafteinleitungsrichtung, in welcher eine Last (nicht dargestellt) die Gewichtskraft auf jeweils einen Lastaufnehmer 7 der Wägezellen 3 ausübt, verläuft in Richtung der z-Achse des Koordinatensystems.

Zur Korrektur von Einflüssen von Beschleunigungsstörgrößen, welche Komponenten in Richtung der z-Achse der Wägezellen 3 aufweisen, sind bei der in Fig. 1 dargestellten  
20 Wägevorrichtung 1 lediglich zwei translatorische Beschleunigungsaufnehmer oder Beschleunigungssensoren 9 angeordnet. Die Beschleunigungssensoren sind auch mit den Bezeichnungen BA1 und BA2 versehen.

Zur Kompensation der vorgenannten Beschleunigungsstörgrößen wurden die Beschleunigungssensoren 9 auf derselben Linie angeordnet, auf der auch die Wägezellen 3 positioniert sind. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wurden die Beschleunigungssensoren 9 jeweils an einem Ende der Kette von Wägezellen 3 positioniert. Durch den relativ  
25

großen Abstand der beiden Beschleunigungssensoren 9 ergibt sich eine wunschgemäß hohe Genauigkeit bei der Berechnung der Korrekturfaktoren, wie sie im Folgenden erläutert wird.

Die Auswirkung von Beschleunigungsstörrößen, welche Komponenten in Richtung  
5 der z-Achse aufweisen auf die Signale der einzelnen Wägezellen kann infolge der bekannten Geometrie der Wägevorrichtung 1 berücksichtigt werden. Die üblicherweise (im strengen Sinn inkorrekt) in Kilogramm angegebene Gewichtskraft  $G_k(t)$  einer Wägezelle an der Position k, welche durch Beschleunigungskomponenten  $\ddot{z}_k(t)$  verfälscht bzw. überlagert ist, lässt sich durch die Beziehung

$$10 \quad G_k(t) = m_k(t) + (m_k(t) + m_{VLk}) \cdot \frac{\ddot{z}_k(t)}{g} \quad (\text{I})$$

beschreiben. Dabei bedeutet  $m_k$  die Masse der Last, die sich auf dem Lastaufnehmer 7 der Wägezelle an der Position k befindet, und  $m_{VLk}$  berücksichtigt den Einfluss einer auf der Wägezelle gegebenenfalls montierten Vorlast und die für die Beschleunigung wirksamen Eigenmassen der Wägezellenmechanik. Die Gravitationskonstante (Erdbeschleunigung) ist mit  $g$  bezeichnet.  
15

Für die Geometrie dieser speziellen Anordnung kann die Beschleunigung in z-Richtung  $\ddot{z}_k(t)$  aus den an den beiden Orten  $x_{BA1}$  und  $x_{BA2}$  der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren 9 bzw. BA1 und BA2 erfassten Beschleunigungen  $\ddot{z}_{BA1}(t)$  und  $\ddot{z}_{BA2}(t)$  durch die nachstehende Beziehung berechnet werden:

20

$$\ddot{z}_k(t) = \ddot{z}_{BA1}(t) \cdot \frac{x_{BA2} - x_{WZk}}{x_{BA2} - x_{BA1}} + \ddot{z}_{BA2}(t) \cdot \frac{x_{WZk} - x_{BA1}}{x_{BA2} - x_{BA1}} \quad (\text{II})$$

In dieser Beziehung ist der geometrische Ort der Wägezelle an der Position  $k$  mit  $x_{WZk}$  bezeichnet.

Bei dieser speziellen Geometrie der Anordnung sämtlicher Wägezellen 3 und der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren 9 auf einer Geraden lassen sich sämtliche  
5 Komponenten beliebiger Beschleunigungsstörrößen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen mit lediglich zwei translatorischen Beschleunigungssensoren ermitteln und korrigieren.

An dieser Stelle sei bemerkt, dass unter einem translatorischen Beschleunigungssensor ein Beschleunigungssensor verstanden wird, der Beschleunigung in einer vorgegebenen  
10 Wirkrichtung erfassen kann. Die Wirkrichtung der Beschleunigungssensoren 9 bei der Ausführungsform in Fig. 1 ist demzufolge in Richtung der  $z$ -Achse des gewählten Koordinatensystems vorzusehen, d.h. parallel zur Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen 3.

Zur Kompensation des Einflusses der Beschleunigungsstörrößen mit Komponenten in  
15  $z$ -Richtung muss von der vom eigentlichen Kraftaufnehmer jeder Wägezelle 3 erzeugten, fehlerbehafteten Gewichtssignal  $G_k(t)$  der zweite Termler der vorstehenden Gleichung I, welcher durch das Produkt mit der ermittelten Störbeschleunigung  $\ddot{z}_k$  beschrieben ist, subtrahiert werden. Der betreffende schematische Signalverlauf ist in dem in Fig. 2 dargestellten Blockschaltbild gezeigt. Aus Gründen der Einfachheit ist dabei  
20 lediglich der Signalverlauf für die beiden ersten Wägezellen 3 WZ1 und WZ2 dargestellt.

Die beiden von den translatorischen Beschleunigungsaufnehmern 3 bzw. BA1 und BA2 erzeugten Beschleunigungssignale sind der erfassten Störbeschleunigung in  $z$ -Richtung proportional. Diese Signale werden für jede Wägezelle 3, jeweils einem Verstärker  
25  $V_{BA1}$  bzw.  $V_{BA2}$  zugeführt. Hier werden die beiden Signale jeweils mit dem aus Gleichung II ersichtlichen Faktor beaufschlagt. Gleichzeitig werden mittels der Verstärker  $V_{BA1}$  und  $V_{BA2}$  die Empfindlichkeiten der beiden Beschleunigungssensoren BA1 und

BA2 an die Empfindlichkeit der Wägezelle angepasst, welche das fehlerbeaufschlagte Gewichtssignal  $G_k(t)$  liefert. Die am Ausgang jedes Verstärkers  $V_{BA1}$  und  $V_{BA2}$  anliegenden Signale, welche jeweils einem Summanden der vorstehenden Gleichung II entsprechen, werden dieser Gleichung entsprechend addiert. Dieses Signal wird einem  
5 Filter 11 zugeführt, welcher die Frequenzgänge der beiden Beschleunigungssensoren an den Frequenzgang der Wägezelle anpasst, um eine phasenrichtige Verknüpfung dieser Signale zu gewährleisten. Anschließend wird das Ausgangssignal des Filters 11 mit dem Faktor  $1/g$  einer entsprechenden Multiplikatoreinheit beaufschlagt. Selbstverständlich kann diese Multiplikation jedoch auch im betreffenden Filter 11 integriert sein. Das  
10 Produkt des Ausgangssignals der Multiplikatoreinheit mit der Masse  $m_{VLk}$  wird vom fehlerbehafteten Gewichtssignal  $G_k(t)$  subtrahiert. Anschließend wird dieses Ergebnis durch das um eins erhöhte Ausgangssignal der Multiplikatoreinheit dividiert. Dieses korrigierte Gewichtssignal  $G_{k,korr}(t)$  kann dann einer Anzeigeeinheit und/oder einer weiteren Datenverarbeitungseinheit zugeführt werden.

15 In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform einer Mehrspur-Wägevorrichtung dargestellt, welche weitestgehend mit der Ausführungsform nach Fig. 1 übereinstimmt. Zusätzlich ist jedoch ein weiterer Beschleunigungssensor 9 vorgesehen, der auch mit BA3 bezeichnet ist.

Diese Ausführungsform erlaubt es auch rotatorische Beschleunigungen der Trägerplatte  
20 5 und damit der Wägezellen 3 zu erfassen und zu korrigieren. Mit den drei translatorischen Beschleunigungssensoren, die jeweils eine Wirkrichtung in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen 3 aufweisen, lassen sich theoretisch sämtliche Beschleunigungsstörgrößen erfassen, die eine Komponente in Richtung der z-Achse aufweisen sowie eine zweiachsige rotatorische Beschleunigung der Trägerplatte 5 und  
25 damit der Wägezellen 3. Die beiden Achsen der rotatorischen Beschleunigung liegen dabei parallel zur Ebene bzw. in der Ebene der Trägerplatte 5 bzw. der Ebene, in welcher die Wägezellen 3 angeordnet sind (bzw. in einer Ebene senkrecht zur Lasteinleitungsrichtung der Wägezellen 3). Es lässt sich somit eine beliebige Taumelbewegung der Trägerplatte 5 und der darauf angeordneten Wägezellen 3 erfassen.

- Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Wägezellen 3 so aufgebaut sind, dass sie lediglich eine Empfindlichkeit hinsichtlich Drehschwingungen bzw. rotatorischen Störbeschleunigungen um eine Achse parallel zur x-Achse aufweisen. Dies ist beispielsweise bei Kompensationswaagen der Fall, deren Hebelmechanik ausschließlich
- 5 Drehpunkte für die Hebel um Achsen parallel zur x-Achse aufweist. Werden die Wägezellen 3 so angeordnet, dass die Drehachsen der Hebelmechanik parallel zur x-Achse verlaufen, so kann sich nur eine rotatorische Beschleunigungsstörgröße verfälschend auf das Messergebnis auswirken, die zumindest eine Komponente einer rotatorischen Störbeschleunigung um diese Achse bewirkt.
- 10 Für eine Anordnung des weiteren Beschleunigungssensors BA3 auf der Mittelsenkrechten zwischen der Verbindungsgeraden der Beschleunigungssensoren BA1 und BA2 ergeben sich für die Geometrie gemäß Fig. 3 die folgenden Beziehungen:

$$G_k(t) = m_k(t) + (m_k(t) + m_{VLk}) \cdot \frac{\ddot{z}_k(t)}{g} + k_k \cdot \ddot{\varphi}_{xk}(t) \quad (\text{III})$$

- Diese Beziehung entspricht der oben erläuterten Gleichung I, wurde jedoch zur Berücksichtigung der rotatorischen Störbeschleunigung um eine Achse parallel zur x-Achse
- 15 um den letzten Teilterm erweitert, wobei mit  $k_k$  die rotatorische Empfindlichkeit der Messmechanik der Wägezelle an der Position k um eine Achse parallel zur x-Achse bezeichnet ist und mit  $\ddot{\varphi}_{xk}(t)$  die rotatorische Störbeschleunigung um diese Achse.

- Die translatorische Störbeschleunigung  $\ddot{z}_k(t)$  ist wiederum nach der vorstehend erläuterten Gleichung II zu ermitteln.
- 20

Die rotatorische Störbeschleunigung  $\ddot{\varphi}_{xk}(t)$  ergibt sich für die in Fig. 3 gewählte Geometrie durch die Beziehung

$$\ddot{\varphi}_{xk}(t) = \frac{\ddot{z}_{BA3}(t) - \frac{1}{2}\ddot{z}_{BA1}(t) - \frac{1}{2}\ddot{z}_{BA2}(t)}{y_{BA3} - \frac{1}{2}y_{BA1} - \frac{1}{2}y_{BA2}} \quad \text{IV)}$$

In dieser Beziehung sind mit  $\ddot{z}_{BA1}(t)$  und  $\ddot{z}_{BA2}(t)$  und mit  $\ddot{z}_{BA3}(t)$  die Messsignale der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren BA1 und BA2 und des weiteren translatorischen Beschleunigungssensors BA3 bezeichnet.  $y_{BA1}$ ,  $y_{BA2}$  und  $y_{BA3}$  bedeuten die geometrischen Orte der translatorischen Beschleunigungssensoren in einer Richtung senkrecht zur x-Achse bzw. in Richtung der y-Achse.

Selbstverständlich kann die gewählte Geometrie auch komplizierter gewählt werden, als dies in Fig. 3 gezeigt ist. Speziell diese Geometrie führt jedoch zu relativ einfachen Beziehungen für diejenigen Größen, die zur Korrektur des fehlerbehafteten Gewichtssignals der Messzellen 3 benötigt werden.

Generell liegt der vorliegenden Erfindung jedoch das Prinzip zugrunde, ausgehend von einer vorgewählten Anzahl und Art von Beschleunigungssensoren die mechanisch starr mit den untereinander ebenfalls starr verbundenen Wägezellen verbunden sind, die Sensorsignale unter Berücksichtigung der Geometrie so auszuwerten, dass die jeweils interessierende Störbeschleunigung bzw. deren Komponenten am Ort jeder einzelnen Wägezelle ermittelt und zur Korrektur des fehlerbehafteten Gewichtssignals der betreffenden Wägezelle verwendet wird.

In Fig. 4 ist wiederum der Signalverlauf zur Erzeugung eines korrigierten Gewichtssignals  $G_{k, \text{kor}}(t)$  der einzelnen Wägezellen 3 unter Verwendung der Signal der drei translatorischen Beschleunigungssensoren BA1, BA2 und BA3 (aus Gründen der Einfachheit lediglich für die erste Wägezelle 3 WZ1) dargestellt.

Für die Erzeugung des der translatorischen Beschleunigung in z-Richtung entsprechenden Signals, normiert auf die Erdbeschleunigung, welches am Ausgang des Filters 11 anliegt sei auf die vorstehenden Erläuterungen in Verbindung mit Fig. 2

verwiesen. Die rotatorische Beschleunigung gemäß der vorstehenden Gleichung IV wird aus den Signalen aller drei translatorischen Beschleunigungssensoren 9 ermittelt, wobei jedes Signal dieser Sensoren mit einem Verstärker  $V'_{BA1}$ ,  $V'_{BA2}$  und  $V'_{BA3}$  beaufschlagt wird. Die Verstärker passen dabei die Empfindlichkeit der Beschleunigungssensoren an die Empfindlichkeit der jeweiligen Wägezelle 3 an und berücksichtigen gleichzeitig die Faktoren  $1/2$  in Gleichung IV. Die Signale am Ausgang der Verstärker  $V'_{BA1}$ ,  $V'_{BA2}$  und  $V'_{BA3}$  werden vorzeichenrichtig addiert und einem weiteren Filter 13 zugeführt.

Zur Erzeugung eines korrigierten Gewichtssignals  $G_{k,korr}(t)$ , welches der Masse  $m_k(t)$  in Gleichung III entspricht, wird, wie dies aus einer Auflösung von Gleichung III nach der Größe  $m_k(t)$  ersichtlich ist, vom fehlerbehafteten Gewichtssignal  $G_k(t)$  der Wägezelle an der Position 1 das Signal am Ausgang des Filters 13, beaufschlagt mit dem Faktor  $k_k$  subtrahiert. Der Filter 13 passt wiederum den Frequenzgang der Beschleunigungssensoren BA1, BA2, BA3 an den Frequenzgang der betreffenden Wägezelle WZk an der Position k an. Bei der Verwendung von unterschiedlichen Beschleunigungssensoren kann diese Frequenzganganpassung selbstverständlich auch in die jeweiligen Verstärker integriert sein und für jeden Beschleunigungssensor separat vorgenommen werden. Des Weiteren kann der Filter 13 die Beaufschlagung der rotatorischen Störbeschleunigung um die x-Achse mit der rotatorischen Empfindlichkeit  $k_k$  der Wägezelle WZk an der Position k beinhalten, welche in Fig. 4 mittels einer separat dargestellten Multiplikationseinheit bewirkt wird. Des Weiteren wird vom fehlerbehafteten Signal  $G_k(t)$  auch das Produkt des Ausgangs des Filters 11 mit der Masse  $m_{VLk}$  und dem Faktor  $1/g$  subtrahiert. Dieses Ergebnis wird wiederum dividiert durch das um eins erhöhte Ausgangssignal des Filters 11.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit zeigt Fig. 4 diesen Signallauf nur für die Wägezelle WZ1 an der Position 1. Bei identischen Wägezellen kann für jede Wägezelle ein Block mit dem identischen Signallaufplan verwendet werden. Bei unterschiedlichen Wägezellen müssen gegebenenfalls unterschiedliche Parameter wie unterschiedliche

Empfindlichkeiten der Wägezellen, unterschiedliche Frequenzgänge und unterschiedliche rotatorische Empfindlichkeiten berücksichtigt werden.

Selbstverständlich ist es nicht erforderlich, eine entsprechende Anzahl von Hardware-Schaltungen vorzusehen, die jeweils den Signallauf, der in Fig. 3 für die Wägezelle  
5 WZ1 dargestellt ist, für jede Wägezelle separat realisieren. Vielmehr können die Signale der Beschleunigungssensoren und die fehlerbehafteten Signale der Wägezellen auch digitalisiert und einer zentralen Auswerteeinheit zugeführt sein, die im Wesentlichen aus einem Controller besteht, der auch als selbstständiger Rechner ausgebildet sein kann. Der Controller kann dann aus den ihm bekannten Vorschriften der vorstehenden  
10 Gleichungen die erforderlichen Berechnungen vornehmen und das korrigierte Gewichtssignal in digitaler Form oder, wieder digital-analog gewandelt, in analoger Form ausgeben. Selbstverständlich können auch mehrere Auswerteeinheiten vorgesehen sein, die jeweils die fehlerbehafteten Gewichtssignale einer Gruppe von Wägezellen 3 korrigieren.

## Patentansprüche

### 1. Wägevorrichtung

- 5 (a) mit mehreren, mechanisch miteinander starr verbundenen Wägezellen (3),  
welche jeweils einen mit einer Last beaufschlagbaren Lastaufnehmer (7) mit  
einer vorgegebenen Lasteinleitungsrichtung aufweisen,
- (b) mit wenigstens einem Beschleunigungssensor (9) zur Erfassung wenigstens  
einer Beschleunigungsstörgröße und
- 10 (c) mit wenigstens einer Auswerteeinheit, welcher die von den Wägezellen (3)  
erzeugten Gewichtssignale und die von den Beschleunigungssensoren (9)  
erzeugten Störgrößensignale zugeführt werden,
- (d) wobei die wenigstens eine Auswerteeinheit so ausgebildet ist,
- 15 (i) dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wä-  
gezelle (3) aus dem Störgrößensignal des wenigstens einen Be-  
schleunigungssensors (9) abhängig vom geometrischem Ort der be-  
treffenden Wägezelle (3) in Bezug auf den geometrischen Ort des  
wenigstens einen Beschleunigungssensors (9) jeweils eine Korrek-  
turgröße ermittelt wird, welche den am geometrischen Ort der be-  
treffenden Wägezelle (3) wirksamen Einfluss der wenigstens einen  
Beschleunigungsstörgröße berücksichtigt, und
- 20 (ii) dass das mit der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße behaf-  
tete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle (3) so mit der Kor-  
rekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet wird, dass der  
Einfluss der wenigstens einen Beschleunigungsstörgröße auf das  
Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird.

2. Wägevorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Beschleunigungssensor (9) starr mit den Wägezellen (3) verbunden ist.
3. Wägevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wägezellen (3) und vorzugsweise auch der wenigstens eine Beschleunigungssensor (9) mechanisch starr mit einem starren Trägerelement (5), beispielsweise einer gemeinsamen starren Grundplatte, verbunden sind.
4. Wägevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lasteinleitungsrichtungen der Wägezellen (3) im Wesentlichen parallel verlaufen.
5. Wägevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl und Art der Beschleunigungssensoren (9) so festgelegt ist, dass sowohl eine in Richtung der Lasteinleitungsrichtung jeder Wägezelle (3) existierende Komponente einer rein translatorischen Beschleunigungsstörgröße erfassbar und/oder bestimmbar ist als auch die in Richtung der Lasteinleitungsrichtung existierenden Komponenten rotatorischer Beschleunigungsstörgrößen, die durch eine ein- oder mehrachsige Rotationsstörbewegung der Wägezellen (3) erzeugt werden.
6. Wägevorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit so ausgebildet ist,
  - (a) dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle (3) aus den Störgrößensignalen der Beschleunigungssensoren (9) abhängig vom geometrischem Ort der betreffenden Wägezelle (3) in Bezug auf die geometrischen Orte der Beschleunigungssensoren (9) jeweils eine Korrekturgröße ermittelt wird, welche den am geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle (3) wirksamen Einfluss der Komponenten der Beschleunigungs-

störgrößen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der betreffenden Wägezelle (3) berücksichtigt, und

5 (b) dass das störgrößenbehaftete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle (3) so mit der Korrekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet wird, dass der Einfluss der Komponenten der Beschleunigungsstörgrößen in Richtung der Lasteinleitungsrichtung der betreffenden Wägezelle (3) auf das Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird.

10 7. Wägevorrichtung Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass Anzahl und Art der Beschleunigungssensoren (9) so festgelegt ist, dass zusätzlich zu den Beschleunigungskomponenten in Lasteinleitungsrichtung jeder Wägezelle (3) am Ort jeder Wägezelle ein- oder mehrachsige rotatorische Beschleunigungsstörgrößen erfassbar und/oder bestimmbar sind, die sich auf das oder die Trägheitsmomente der gegenüber einem ortsfesten Grundkörper beweglichen Teile der Wägezellen (3) um entsprechende Achsen auswirken.

15 8. Wägevorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit so ausgebildet ist,

20 (a) dass unter Verwendung einer vorgegebenen Vorschrift für jede Wägezelle (3) aus den Störgrößensignalen der Beschleunigungssensoren (9) abhängig vom geometrischem Ort der betreffenden Wägezelle (3) in Bezug auf die geometrischen Orte der Beschleunigungssensoren (9) jeweils eine Korrekturgröße ermittelt wird, welche zusätzlich den am geometrischen Ort der betreffenden Wägezelle (3) wirksamen Einfluss der ein- oder mehrachsigen rotatorischen Beschleunigungsstörgrößen auf das oder die Trägheitsmomente der Messmechanik der betreffenden Wägezelle (3) um entsprechende  
25 Achsen berücksichtigt, und

(b) dass das störgrößenbehaftete Gewichtssignal der betreffenden Wägezelle (3) so mit der Korrekturgröße verknüpft oder rechnerisch verarbeitet wird, dass der Einfluss der rotatorischen Beschleunigungsstörgrößen auf das Gewichtssignal im Wesentlichen kompensiert wird.

- 5 9. Wägevorrichtung nach Anspruch 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei in einem vorbestimmten Abstand angeordnete, translatorische Beschleunigungssensoren (9) vorgesehen sind, und dass die Wägezellen (3) auf der Verbindungsgeraden der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren angeordnet sind.
- 10 10. Wägevorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit das Gewichtssignal  $G_k(t)$  einer Wägezelle (3) auf der Position k nach der Beziehung

$$G_k(t) = m_k(t) + (m_k(t) + m_{VLk}) \cdot \frac{\ddot{z}_k(t)}{g}$$

ermittelt, wobei mit  $m_k(t)$  die Masse der Last auf der Wägezelle (3), mit  $m_{VLk}$  die Eigenmasse der relevanten bewegten Masse der Messmechanik und die Masse einer optionalen Vorlast an der Wägezelle(3) an der Position k, mit die gesamte translatorische Störbeschleunigung  $\ddot{z}_k(t)$  in Erfassungsrichtung der Wägezelle (3) am Ort der Wägezelle (3) und mit g die Erdbeschleunigung bezeichnet ist, und dass die Wägezelle (3) die translatorische Störbeschleunigung nach der Beziehung

$$\ddot{z}_k(t) = \ddot{z}_{BA1}(t) \cdot \frac{x_{BA2} - x_{WZk}}{x_{BA2} - x_{BA1}} + \ddot{z}_{BA2}(t) \cdot \frac{x_{WZk} - x_{BA1}}{x_{BA2} - x_{BA1}}$$

20 ermittelt, wobei mit  $\ddot{z}_{BA1}(t)$  und  $\ddot{z}_{BA2}(t)$  die Messsignale der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren (9) bezeichnet sind und mit  $x_{BA1}$ ,  $x_{BA2}$ ,  $x_{WZk}$  die geometrischen Orte der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren und der betreffenden Wägezelle (3) auf der Geraden.

11. Wägevorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzlich ein weiterer translatorischer Beschleunigungssensor (9) vorgesehen ist, der einen vorbestimmten Abstand von der Verbindungsgeraden aufweist.
12. Wägevorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der weitretranslatorische Beschleunigungssensor (9) auf einer Mittelsenkrechten auf den Abstand zwischen den beiden translatorischen Beschleunigungssensoren (9) angeordnet ist.
13. Wägevorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wägezellen (3) so ausgebildet und angeordnet sind, dass die Messmechanik eine rotatorische Schwingungsempfindlichkeit im Wesentlichen nur um eine Achse parallel zur Geraden x aufweist, auf der die Wägezellen (3) angeordnet sind.
14. Wägevorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit das Gewichtssignal  $G_k(t)$  einer Wägezelle (3) an der Position k nach der Beziehung

$$G_k(t) = m_k(t) + (m_k(t) + m_{VLk}) \cdot \frac{\ddot{z}_{WZk}(t)}{g} + k_k \cdot \ddot{\varphi}_{xk}(t)$$

ermittelt, wobei mit  $m_k(t)$  die Masse der Last auf der Wägezelle, mit  $m_{VLk}$  die Eigenmasse der relevanten bewegten Masse der Messmechanik und die Masse einer optionalen Vorlast der Wägezelle (3), mit die gesamte translatorische Störbeschleunigung  $\ddot{z}_k(t)$  in Erfassungsrichtung der Wägezelle (3) am Ort dieser Wägezelle, mit g die Erdbeschleunigung, mit  $k_k$  die rotatorische Empfindlichkeit der Messmechanik der Wägezelle (3) am Ort k um eine Gerade parallel zur Verbindungsgeraden und mit  $\ddot{\varphi}_{xk}(t)$  die rotatorische Störbeschleunigung um diese Achse bezeichnet ist, dass die wenigstens eine Auswerteeinheit die translatorische Störbeschleunigung nach der Beziehung

$$\ddot{z}_k(t) = \ddot{z}_{BA1}(t) \cdot \frac{x_{BA2} - x_{WZk}}{x_{BA2} - x_{BA1}} + \ddot{z}_{BA2}(t) \cdot \frac{x_{WZk} - x_{BA1}}{x_{BA2} - x_{BA1}}$$

ermittelt, wobei mit  $\ddot{z}_{BA1}(t)$  und  $\ddot{z}_{BA2}(t)$  die Messsignale der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren (9) bezeichnet sind und mit  $x_{BA1}$ ,  $x_{BA2}$ ,  $x_{WZk}$  die geometrischen Orte der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren (9) und der betreffenden Wägezelle (3) auf der Geraden, und dass die wenigstens eine Auswerteeinheit die rotatorische Störbeschleunigung  $\ddot{\varphi}_{xk}(t)$  nach der Beziehung

$$\ddot{\varphi}_{xk}(t) = \frac{\ddot{z}_{BA3}(t) - \frac{1}{2}\ddot{z}_{BA1}(t) - \frac{1}{2}\ddot{z}_{BA2}(t)}{y_{BA3} - \frac{1}{2}y_{BA1} - \frac{1}{2}y_{BA2}}$$

ermittelt, wobei mit  $\ddot{z}_{BA1}(t)$ ,  $\ddot{z}_{BA2}(t)$  und  $\ddot{z}_{BA3}(t)$  die Messsignale der beiden translatorischen Beschleunigungssensoren (9) und des weiteren translatorischen Beschleunigungssensors (9) bezeichnet sind und mit  $y_{BA1}$ ,  $y_{BA2}$  und  $y_{BA3}$  die geometrischen Orte der translatorischen Beschleunigungssensoren (9) in einer Richtung senkrecht zur Geraden x.

15. Wägevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschleunigungssensoren (9) als kapazitive Beschleunigungssensoren ausgebildet sind, wobei die Auslenkung einer seismischen Masse aus einer Ausgangslage kapazitiv erfasst und die seismische Masse durch die Erzeugung einer elektrostatischen Kraft unter Verwendung eines geschlossenen Regelkreises wieder in die Ausgangslage rückgestellt wird, wobei die hierzu nötige Rückstellkraft ein Maß für die erfasste Beschleunigung darstellt.
- 20 16. Wägevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass pro Wägezelle eine Auswerteeinheit vorgesehen ist oder dass für jeweils eine Gruppe von Wägezellen jeweils eine Auswerteeinheit vorgesehen ist.

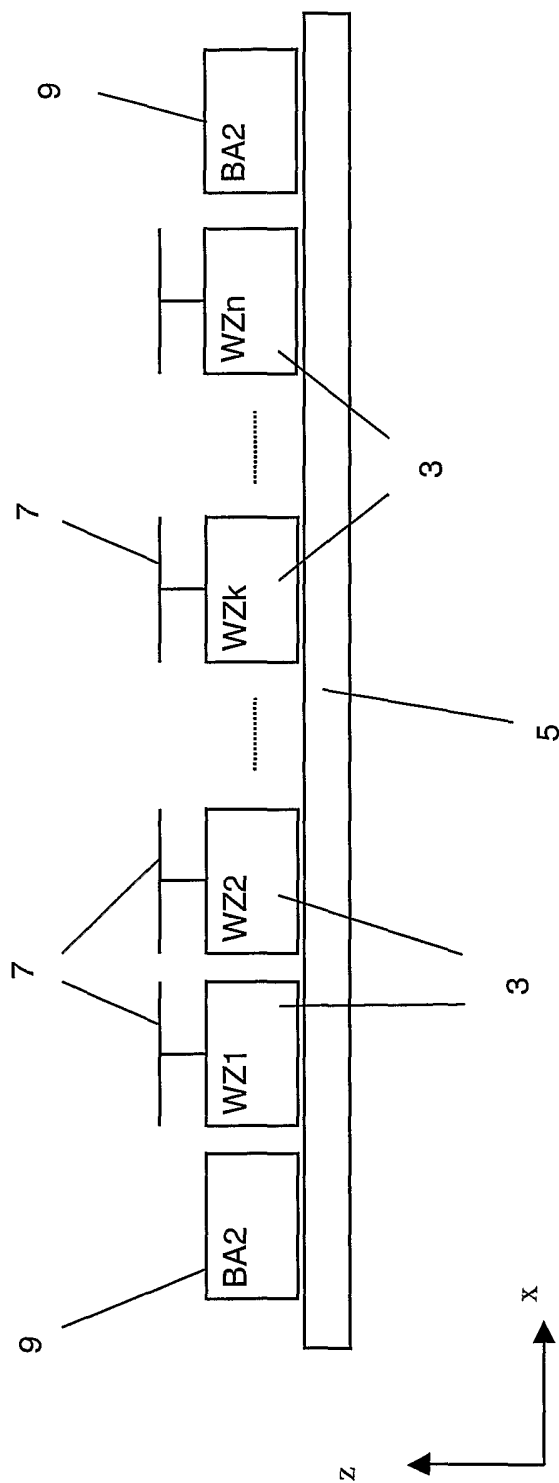


Fig. 1

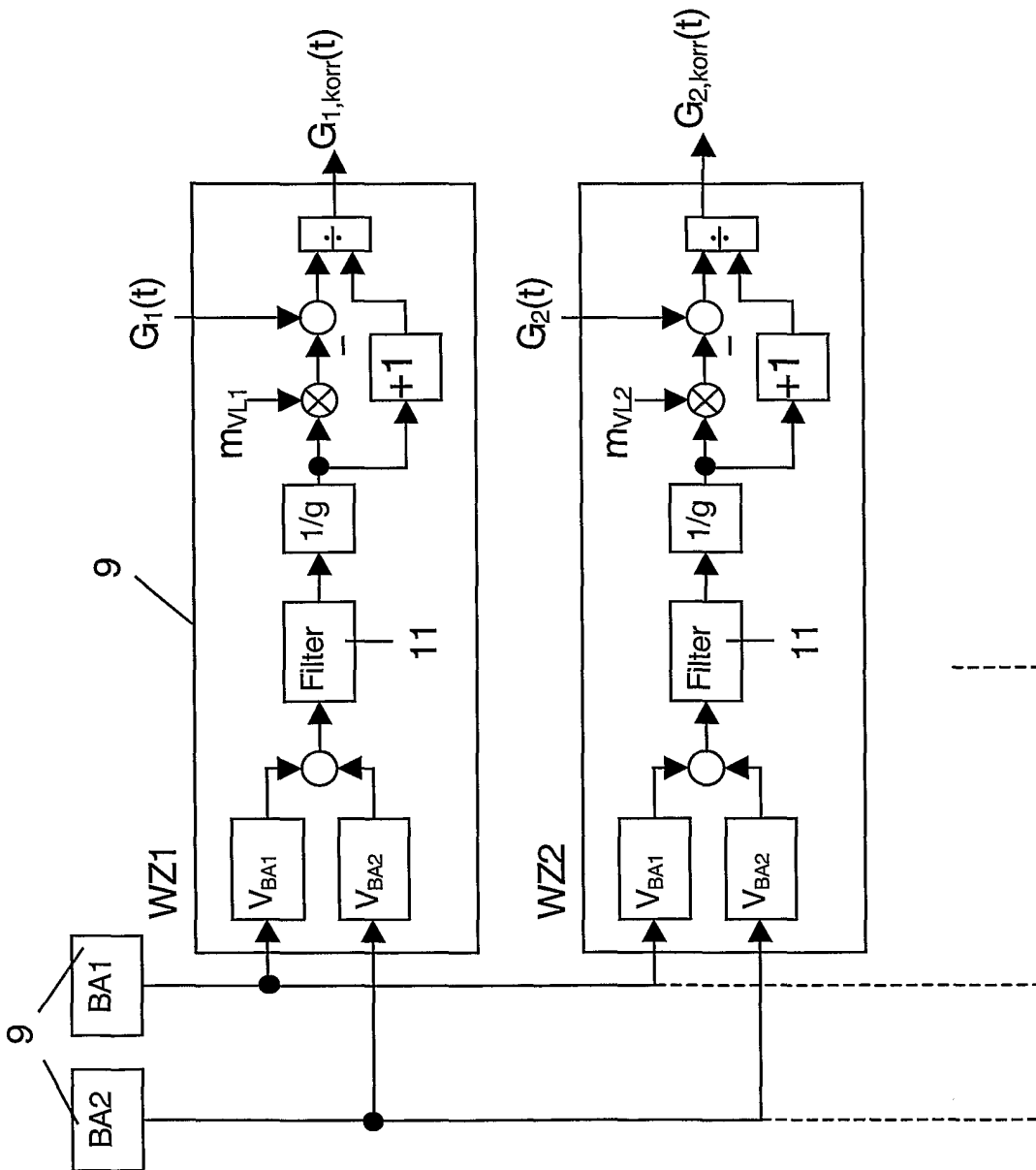


Fig. 2

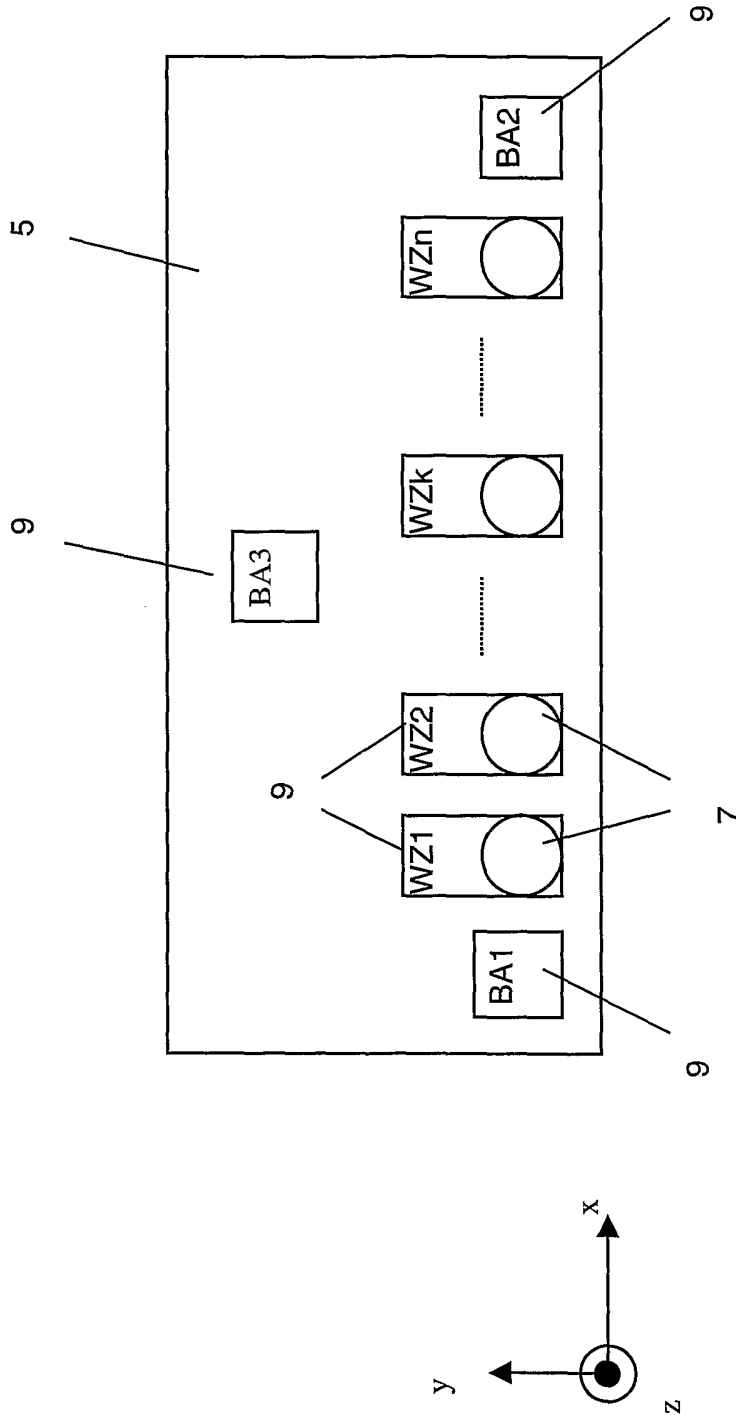


Fig. 3

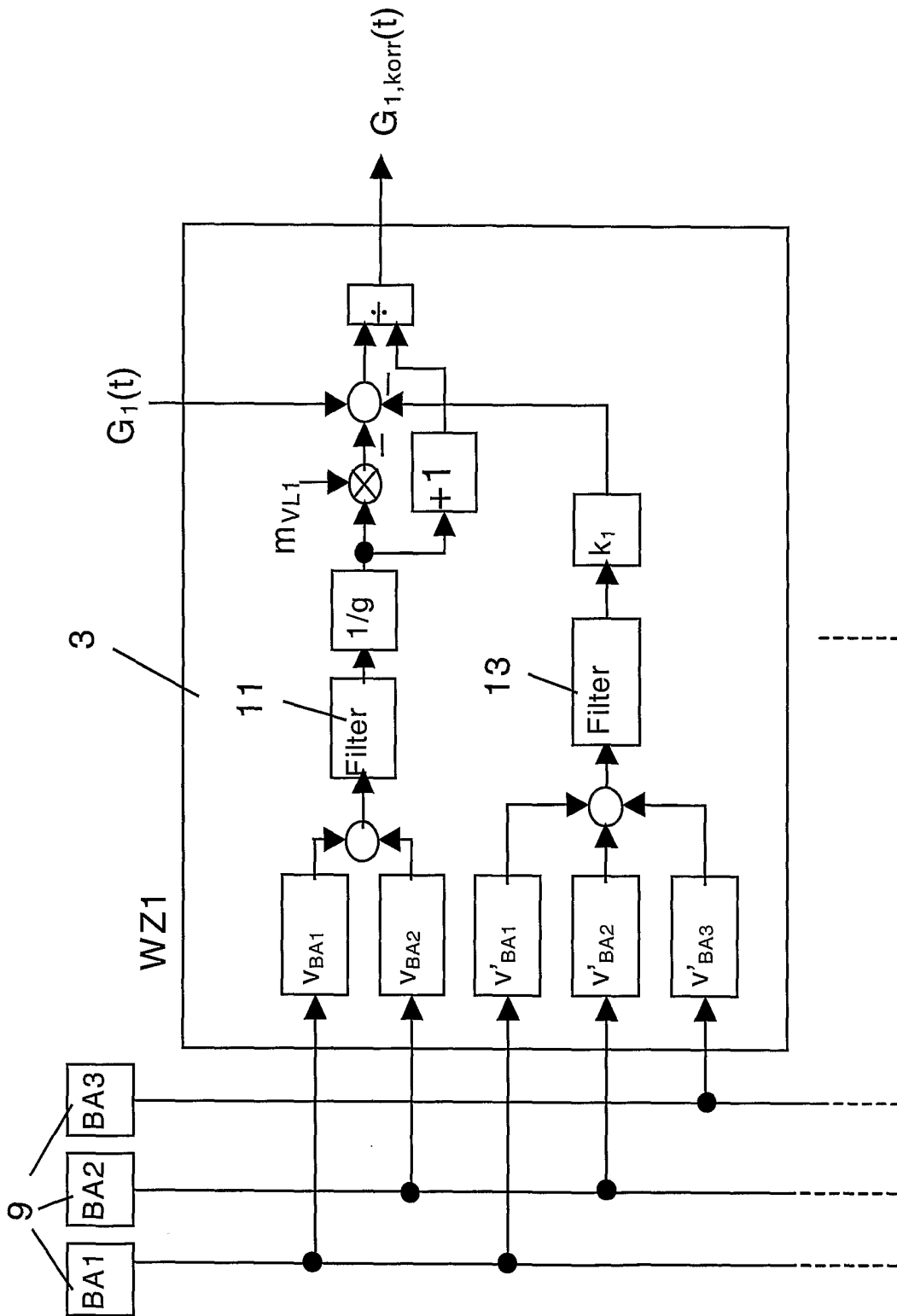


Fig. 4

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/DE2006/000633

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G01G23/12

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)  
G01G

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.
A	DE 40 01 614 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 25 July 1991 (1991-07-25) cited in the application abstract	1-16
A	US 4 553 618 A (KUSMENSJKI ET AL) 19 November 1985 (1985-11-19) cited in the application abstract	1-16
A	US 6 313 414 B1 (CAMPBELL RONALD H) 6 November 2001 (2001-11-06) abstract	1-16
	----- -/-- -----	

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	*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
*E* earlier document but published on or after the international filing date	*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
*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)	*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.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	* & * document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  28 June 2006	Date of mailing of the international search report  06/07/2006
---	--

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  Ganci, P
---	------------------------------------

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2006/000633

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 639 995 A (MOSHER ET AL) 17 June 1997 (1997-06-17) column 8, line 6 - line 22; figure 1 column 8, line 56 - line 64 column 9, line 14 - line 52; figure 1 -----	1-16
A	US 2001/052431 A1 (KLAUER ALFRED ET AL) 20 December 2001 (2001-12-20) paragraph [0036]; figure 6 -----	1-16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2006/000633

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4001614	A1	25-07-1991	WO 9110884 A1 EP 0511217 A1 ES 2052281 T3 JP 2868616 B2 JP 5508218 T US 5347092 A	25-07-1991 04-11-1992 01-07-1994 10-03-1999 18-11-1993 13-09-1994
US 4553618	A	19-11-1985	DE 3230998 A1 EP 0103747 A2 JP 59054932 A	23-02-1984 28-03-1984 29-03-1984
US 6313414	B1	06-11-2001	NONE	
US 5639995	A	17-06-1997	AU 5040796 A CA 2172310 A1 US 5767455 A	17-10-1996 04-10-1996 16-06-1998
US 2001052431	A1	20-12-2001	CN 1325021 A DE 10024986 A1 EP 1156308 A1 JP 3502614 B2 JP 2002022528 A	05-12-2001 22-11-2001 21-11-2001 02-03-2004 23-01-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. G01G23/12

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
G01G

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.
A	DE 40 01 614 A1 (ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART, DE) 25. Juli 1991 (1991-07-25) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-16
A	US 4 553 618 A (KUMENSKJI ET AL) 19. November 1985 (1985-11-19) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1-16
A	US 6 313 414 B1 (CAMPBELL RONALD H) 6. November 2001 (2001-11-06) Zusammenfassung	1-16
	-/--	

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

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

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juni 2006

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/2006

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

Ganci, P

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 639 995 A (MOSHER ET AL) 17. Juni 1997 (1997-06-17) Spalte 8, Zeile 6 - Zeile 22; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 56 - Zeile 64 Spalte 9, Zeile 14 - Zeile 52; Abbildung 1 -----	1-16
A	US 2001/052431 A1 (KLAUER ALFRED ET AL) 20. Dezember 2001 (2001-12-20) Absatz [0036]; Abbildung 6 -----	1-16

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2006/000633

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4001614	A1	25-07-1991	WO	9110884 A1	25-07-1991
			EP	0511217 A1	04-11-1992
			ES	2052281 T3	01-07-1994
			JP	2868616 B2	10-03-1999
			JP	5508218 T	18-11-1993
			US	5347092 A	13-09-1994
US 4553618	A	19-11-1985	DE	3230998 A1	23-02-1984
			EP	0103747 A2	28-03-1984
			JP	59054932 A	29-03-1984
US 6313414	B1	06-11-2001	KEINE		
US 5639995	A	17-06-1997	AU	5040796 A	17-10-1996
			CA	2172310 A1	04-10-1996
			US	5767455 A	16-06-1998
US 2001052431	A1	20-12-2001	CN	1325021 A	05-12-2001
			DE	10024986 A1	22-11-2001
			EP	1156308 A1	21-11-2001
			JP	3502614 B2	02-03-2004
			JP	2002022528 A	23-01-2002