(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 607 295 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.07.2015 Patentblatt 2015/31

(51) Int Cl.:
B66F 9/08 *(2006.01)* ***B66F 17/00*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **12191745.4**

(22) Anmeldetag: **08.11.2012**

(54) **Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments in Längsrichtung für Flurförderzeuge**

Method for determining the longitudinal tilting moment of industrial trucks

Procédé de détermination du moment de bascule dans la direction longitudinale pour des chariots de manutention

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **21.12.2011 DE 102011056752**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(73) Patentinhaber: **STILL GmbH**
22113 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
- **Fromme, Dr., Georg**
  22145 Hamburg (DE)
- **Wede, Marc**
  22941 Bargteheide (DE)
- **Delius, Henning**
  22087 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Geirhos, Johann**
Geirhos & Waller Partnerschaft
Patent- und Rechtsanwälte
Landshuter Allee 14
80637 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 236 804
EP-A2- 0 483 493
EP-A2- 1 136 433
US-A- 3 831 492
US-A- 4 511 974

- **WINKES G: "MODERNE ARBEITHSHYDRAULIK FUER GABEL-STAPLER ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN DURCH NEUE VENTILTECHNIK", O + P OLHYDRAULIK UND PNEUMATIK, VEREINIGTE FACHVERLAGE, MAINZ, DE, Bd. 44, Nr. 7, 1. Juli 2000 (2000-07-01), Seiten 431-434, XP000932878, ISSN: 0341-2660**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 607 295 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments nach vorne um die Vorderachse eines Flurförderzeugs. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments eines Flurförderzeugs mit neigbaren Hubgerüst zum Anheben einer Last, wobei das Hubgerüst in Hubgerüstlagerungspunkten drehbar gelagert und in Neigungsabstützpunkten gegenüber einem Fahrzeugkörper abstandsveränderlich geführt ist.

[0002] Flurförderfahrzeuge mit einem Hubgerüst zum Anheben von Lasten werden mit unterschiedlichen Tragfähigkeiten hergestellt. Die Tragfähigkeit und insbesondere die maximale Traglast des Flurförderzeuges werden dabei über das sogenannte Traglastdiagramm angegeben, in das sowohl der Lastabstand einer Last zu dem Hubgerüst wie auch die Hubhöhe einbezogen werden. So kann dem Traglastdiagramm entnommen werden, dass eine Last X bei einem Lastabstand Y bis zur Höhe Z angehoben werden darf.

[0003] Diese Werte sind jedoch nur für Eckpunkte des Traglastdiagramms, wie zum Beispiel bestimmte Lasten, angegeben und vom Fahrer müssen die Werte für die aktuelle Situation etwa durch das Ablesen von Liniendiagrammen des Traglastdiagramms interpoliert werden. Häufig sind dem Fahrer die Last, der Lastschwerpunkt sowie die Hubhöhe nicht bekannt, so dass er die Stabilität des Flurförderzeugs nur schätzen kann.

[0004] Zur Unterstützung des Fahrers sind Systeme zur Messung und Anzeige der aktuellen Last bzw. der aktuellen Hubhöhe bekannt. Durch die Anzeige dieser Werte kann der Fahrer die Resttragfähigkeit des Flurförderzeugs besser, aber immer noch nicht genau bestimmen, da ihm die Lage des Schwerpunkts nicht bekannt ist und er die Angaben in dem Traglastdiagramm interpolieren muss.

[0005] Das Kippmoment eines Flurförderzeugs, insbesondere eines Gabelstaplers, kann in Bezug auf verschiedene Kipplinien, die durch die Aufstandspunkte der Räder festgelegt werden, betrachtet werden. Eine der wichtigsten dieser Kipplinien stellt die Verbindungslinie der beiden Aufstandspunkte der Vorderräder an der Vorderachse dar, wobei diese Kipplinie der Drehachse eines Kippens bei gebremsten, blockierten Rädern entspricht. Bei gelösten Bremsen ist die Kipplinie in der Drehachse der Vorderräder oberhalb dieser Linie auf dem Boden. Durch das Fahrzeuggewicht sowie das Gegengewicht wird der Gabelstapler um diese Kipplinie gedreht in Richtung auf die Hinterachse. Durch das Eigengewicht des Hubgerüstes, an dem mittels einer Lastgabel Lasten aufgenommen und angehoben werden können, wird auf den Gabelstapler ein Drehmoment in Gegenrichtung um diese Kipplinie bzw. bei gelösten Bremsen um die Vorderachse ausgeübt, insbesondere wenn eine Last auf der Lastgabel auffliegt, die vor der Vorderachse angeordnet ist.

[0006] Aus der EP 916527 A2 ist ein Verfahren zur Verbesserung der Kippstabilität von Flurförderzeugen bekannt. Durch eine hydraulische Sperrvorrichtung wird die Hinterachse arretiert und die Standsicherheit für ein seitliches Umkippen erhöht. Für ein Kippen nach vorne bringt das beschriebene Verfahren keine Verbesserung.

[0007] Aus der DE 10304658 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung der Fahrstabilität bekannt, bei dem die Kippkräfte sowie die in Längs- und Querrichtung wirkenden Beschleunigungen bestimmt werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass eine Vielzahl von Sensoren benötigt wird.

[0008] Aus der EP 0 483 493 A2 ist ein Flurförderzeug mit einer Überwachung des Beladungszustands bekannt, bei dem bei vertikal ausgerichtetem Hubgerüst und waagerechter Stellung der das Lastmoment aufnehmenden Hubgerüst-Neigezylinder die vertikalen Lagerungskräfte und die horizontalen Kräfte der Neigezylinderlagerung bestimmt werden.

[0009] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments nach vorne um die Vorderachse eines Flurförderzeugs mit einem Hubgerüst zur Verfügung zu stellen, das die Kippstabilität des Flurförderzeugs auf möglichst einfache Art und Weise und mit geringem baulichen Aufwand bestimmen kann und zu einer möglichst weitgehenden Entlastung eines Fahrers führt.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments eines Flurförderzeugs mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens werden in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Vorteilhaft wird bei einem Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments nach vorne um die Vorderachse eines Flurförderzeugs mit einem neigbaren Hubgerüst zum Anheben einer Last, wobei das Hubgerüst in Hubgerüstlagerungspunkten drehbar gelagert und in Neigungsabstützpunkten gegenüber einem Fahrzeugkörper abstandsveränderlich geführt ist und ein resultierendes Drehmoment der Kräfte um eine Kipplinie als Drehachse der Vorderachse bestimmt wird, in einem ersten Schritt ein Fahrzeuggewichtsdrehmoment aus dem Hebelarm eines Fahrzeugschwerpunkts des Fahrzeugkörpers ohne Hubgerüst und ohne Last sowie der Gewichtskraft des Fahrzeugschwerpunkts bestimmt. Sodann wird ein Neigungsabstützdrehmoment aus Haltekräften in den Neigungsabstützpunkten, der Richtung der Haltekräfte und dem Hebelarm der Vorderachse senkrecht zu diesen Haltekräften sowie ein Hubgerüstlagerungsdrehmoments aus einem wirksamen Hebelarm der Hubgerüstlagerungspunkte gegenüber der Vorderachse und der in den Hubgerüstlagerungsunkten eingeleiteten Abstützkraft bestimmt.

[0012] Zur Entlastung des Fahrers wird dadurch mittels eines einfachen Sensorsystems das Kippmoment kontinuierlich berechnet und dem Fahrer in geeigneter Form angezeigt und/oder es erfolgt ein Eingriff in die Steuerung des Flurförderzeugs. Es kann gegebenenfalls nur eine Warnung des Fahrers bei Erreichen eines kriti-

schen Beladungszustands und/oder auch ein Eingriff in die Steuerung des Flurförderzeugen erfolgen. Betrachtet wird hierbei nur das Drehmoment nach vorne um die Kipplinie Für die Bestimmung und Berechnung der an der Vorderachse angreifenden Drehmomente sind allein Messwerte der Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkten, die Hubgerüstneigung und die Abstützkräfte in den Hubgerüstlagerungspunkten erforderlich. Dadurch sind nur sehr wenige Sensoren erforderlich. Die Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkten werden im Regelfall über längenveränderliche Neigungsantriebe übertragen, die sowohl am Hubgerüst wie auch am Fahrzeugkörper des Flurförderzeugs drehbar gelagert sind. Dadurch ändert sich auch bei den Haltekräften in den Neigungsabstützpunkten die Kraftrichtung mit der Neigung des Hubgerüstes. Jedoch ist auch hier die Winkeländerung relativ gering, abhängig von der konkreten Ausführungsform des Hubgerüstes und der Positionierung der Neigungabstützpunkte.

[0013] Wenn die genauen Richtungen dieser beiden Kräfte bekannt sind, lassen sich genauere Werte für die Drehmomente bestimmen. Da jedoch die Neigung des Hubgerüstes nur um einen kleinen Winkelwert erfolgt, kann eventuell auch bereits ein ausreichend genauer Wert für das durch die Abstützkräfte erzeugte Drehmoment um die Vorderachse bestimmt werden, wenn die in Hubgerüstlagerungspunkten eingeleitete Abstützkraft als senkrecht angenommen wird.

[0014] Die Richtung der Kraft kann durch die mechanische Anordnung und die Hubgerüstneigung berechnet werden oder vereinfachend mit einem festen Wert angenommen werden. Vorteilhaft ergibt sich ein Verfahren zur Bestimmung der Kippstabilität, das einen geringen Rechenaufwand erfordert und einfach und mit wenigen Sensoren umzusetzen ist. Dabei ist es möglich, das Verfahren gegebenenfalls noch weiter zu vereinfachen, indem für die Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkten sowie für die Abstützkraft in den Hubgerüstlagerungspunkten feste Werte für die Richtung der Kräfte angenommen werden. Im Regelfall werden die Richtungen der Kräfte berücksichtigt. Zur Bestimmung des Kippmoments werden durch das Verfahren die wesentlichen Drehmomentkräfte um die Vorderachse bestimmt, um das resultierende Drehmoment an der Vorderachse zu berechnen. Das Drehmoment ergibt sich jeweils aus dem Produkt von Hebelarm und drehmomentbildender Komponente des Kraftvektors. Dabei entspricht der Abstand zwischen Achsmittelpunkt und Angriffspunkt des Kraftvektors dem Hebelarm. Das Fahrzeuggewichtsdrehmoment entspricht dabei der Gewichtskraft des Flurförderzeugs ohne Hubgerüst und Last multipliziert mit dem horizontalen Abstand zwischen der Vorderachse und dem Schwerpunkt des Flurförderzeugs ohne Hubgerüst und Last. Die Gewichtskraft und der Schwerpunkt können aus der Massenverteilung einmal ermittelt werden und das daraus resultierende Fahrzeuggewichtsdrehmoment steht für das Verfahren dann als bereits bestimmter Wert zur Verfügung. Vorteilhaft kann das Verfahren in vielen Fällen ohne zusätzlichen Aufwand verwirklicht werden, da bereits eine Messung der Last vorgesehen ist und aus dieser die Gesamtgewichtskraft des Hubgerüstes sowie der Last bestimmt werden kann.

[0015] Vorteilhaft können die Haltekräfte in den Neigungsabstützungspunkten durch Kraftsensoren bestimmt werden.

[0016] Eine einfache Möglichkeit der Erfassung der Haltekräfte stellen beispielsweise Druckmeßbolzen, aber auch Dehnmeßstreifen oder Piezoelemente dar. Diese können in den Aufhängungspunkten von Stellelementen für die Neigungsverstellung angeordnet sein.

[0017] In einer günstigen Weiterbildung des Verfahrens ist das Hubgerüst in den Neigungsabstützungspunkten durch hydraulische Neigezylinder gelagert und die Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkten werden durch einen Differenzdruck der Neigezylinder bestimmt.

[0018] Dadurch können die Haltekräfte im Fall von hydraulischen Neigezylindern ohne größeren Mehraufwand erfasst werden.

[0019] Vorteilhaft kann ein Erreichen der Endanschläge der Neigezylinder verhindert werden, insbesondere durch eine elektronische Steuerung mit Endlagendämpfung.

[0020] Wenn ein hydraulischer Neigezylinder an seinem Endanschlag steht, erfasst der Differenzdruck nicht die übertragenen Kräfte. Durch eine elektronische Steuerung, insbesondere in Verbindung mit einer Entlagendämpfung, die den Neigezylinder kurz vor den Endlagen abbremst, kann der hydraulische Neigezylinder in einer Position mit einem geringfügigen Abstand zu der jeweiligen Endlage angehalten werden.

[0021] Die in die Hubgerüstlagerungspunkte eingeleitete Abstützkraft kann aus dem Druck eines hydraulischen Hubzylinders des Hubgerüstes sowie der bekannten Gewichtskraft des Hubgerüstes bestimmt werden.

[0022] Durch den Druck im hydraulischen Hubzylinder kann die Gewichtskraft einer aufliegenden Last bestimmt werden.

[0023] In einer Weiterbildung des Verfahrens kann die in die Hubgerüstlagerungspunkte eingeleitete Abstützkraft durch Kraftsensoren bestimmt werden.

[0024] Eine einfache Möglichkeit der Erfassung der Abstützkraft stellen beispielsweise Druckmeßbolzen, aber auch Dehnmeßstreifen oder Piezoelemente dar.

[0025] Vorteilhaft wird die Neigung des Hubgerüstes bestimmt und die Richtung der Haltekräfte in den Neigungsabstützungspunkten aus der Neigung des Hubgerüstes bestimmt.

[0026] Dadurch kann die Bestimmung der drehmomentbildenden Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkten genauer erfolgen.

[0027] Richtung und Betrag der in den Hubgerüstlagerungspunkten eingeleiten Abstützkraft können durch die Neigung des Hubgerüstes, der Richtung und dem Betrag der Haltekräfte in den Neigungsabstützpunkte und einem ermittelten Lastgewicht bestimmt werden.

[0028] Die Abstützkraft in den Hubgerüstlagerungs-

punkten kann in Richtung und Betrag über die nach Betrag und Richtung bekannten Haltekräfte in den Neigungsabstützungspunkten sowie einem gemessenen Anteil der Abstützkraft berechnet werden. Der senkrechte Anteil der Abstützkraft kann beispielsweise über die Lastmessung und ein bekanntes Gewicht des Hubgerüstes bestimmt werden.

[0029] In einer günstigen Ausgestaltung des Verfahrens werden Beschleunigungen bzw. Verzögerungen und/oder eine Neigung des Flurförderzeugs erfasst.

[0030] Damit das beschriebene Verfahren nicht nur mit einem stehenden Fahrzeug in der Ebene genügend genaue Werte für die Kippstabilität liefert, muss die die Neigung des Flurförderzeugs, etwa wenn ein Gabelstapler auf einer Rampe steht mit betrachtete werden. Die Erfassung der Neigung des gesamten Flurförderzeugs kann zum Beispiel durch einen eigenen Neigungssensor erfolgen. Ebenso müssen Beschleunigung und Verzögerung des Flurförderzeugs berücksichtigt werden und in die Bestimmung der Kippstabilität mit einbezogen werden. Dies kann z.B. über einen Beschleunigungssensor erfolgen. Durch einen Beschleunigungssensor lässt sich zugleich auch die Fahrzeugneigung bestimmen, wenn eine zusätzliche Information über die Drehzahl des Fahrantriebs bzw. dessen Änderung vorliegt. Dadurch lässt sich vorteilhaft die Genauigkeit der Bestimmung der Kippstabilität verbessern,

[0031] In einer Weiterbildung des Verfahrens wird während einer Bremswirkung an der Vorderachse ein resultierendes Drehmoment um einen von der Vorderachse in Richtung auf den Aufstandspunkt der Vorderräder verschobenen Kipplinie als Drehachse bestimmt.

[0032] Bei einem gebremsten Flurförderzeug, etwa wenn die Handbremse oder Fußbremse betätigt ist, verschiebt sich die Kipplinie aus der Drehachse der in Richtung des Punktes der Vorderradauflage. Somit müssen die Drehmomente für die Bestimmung der Kippstabilität beim Bremsen um diese verschobene Kipplinie gebildet werden, während bei dem zuvor beschriebenen Verfahren die Drehmomente stets um die Drehachse der Vorderachse als Kipplinie bestimmt wurden. Bei bis zur Blockade abgebremster Vorderachse können sich die Räder der Vorderachse nicht mehr drehen und die Kipplinie entspricht der Verbindungslinie der beiden Aufstandspunkte der Vorderachse. Mit sich verstärkender Abbremsung werden die Zwischenwerte zwischen der Drehachse der Vorderachse und dieser Linie eingenommen.

[0033] Als Stabilitätskriterium kann das Unterschreiten des resultierenden Drehmoments unter ein Mindestdrehmoment überwacht werden, wobei das Mindestdrehmoment das Flurförderzeug auf die Hinterachse dreht.

[0034] Damit ein Flurförderzeugen mit einem Hubgerüst, das an, oder vor der Vorderachse angeordnet ist, in allen Betriebssituationen sowohl mit Last, als auch ohne Last und auch auf schrägen Ebenen sich immer in einem stabilen Bereich in Bezug auf das Kippen über die Vorderachse befindet, muss das resultierende Gesamtdrehmoment stets das Flurförderzeug auf die Hinterachse drehen und einen gewissen Mindestwert aufweisen.

[0035] Ein Abstand bis zum Erreichen des Mindestdrehmoments bzw. ein Unterschreiten des Mindestdrehmoments kann vorteilhaft durch eine Anzeigevorrichtung angezeigt werden.

[0036] Dadurch kann ein Warnhinweis an einen Fahrer gegeben werden.

[0037] In einer Weiterbildung des Verfahrens erfolgt bei einem Unterschreiten des Mindestdrehmoments ein Eingriff in die Fahrzeugsteuerung, insbesondere durch Begrenzen von Parametern, wie Bremsverzögerung und/oder Fahrgeschwindigkeit und/oder Lenkeinschlag und/oder Hubhöhe und/oder Neigegeschwindigkeit.

[0038] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verwendet bei einem System bestehend aus einem Flurförderzeug und einer Mehrzahl verschiedener Hubgerüste für dieses Flurförderzeug eine Steuerung für das Fahrzeuggewichtsdrehmoment einen zuvor ermittelten und abgespeicherten Wert und werden das Neigungsabstützdrehmoment sowie das Hubgerüstlagerungsdrehmoment jeweils aus Messwerten bestimmt.

[0039] Besonders vorteilhaft ist, dass im Rahmen der Entwicklung eines Flurförderzeugs die Gewichtsverteilung und der Schwerpunkt des Fahrzeugkörpers ohne das Hubgerüst relativ genau ermittelt werden kann. Dadurch kann das Fahrzeuggewichtsdrehmoment als fester Wert in einer Steuerung abgespeichert werden und durch diesen Wert bestimmt werden. An einem bestimmten Typ eines Flurförderzeugs werden oft eine große Anzahl verschiedener Ausführungsformen von Hubgerüsten angebracht, die zu abweichenden Werten für die Kippstabilität führen. Besonders vorteilhaft ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren dann keine Anpassung einer Software der Steuerung oder ähnliches erforderlich, da durch die erfassten und bestimmten Kräfte auch bei abweichenden und unterschiedlichen Hubgerüsten sich automatisch eine korrekte Berechnung der Kippstabilität ergibt, wenn allein die Drehmomente um die Vorderachse betrachtet werden und ein gewisses für die Kippstabilität erforderliches resultierendes Gesamtdrehmoment in Richtung der Hinterachse gefordert wird.

[0040] Zur weiteren Verbesserung der Genauigkeit des Verfahrens kann zusätzlich die Hubhöhe mit einbezogen werden. So kann durch Erfassung der Hubhöhe die Bewertung des Abstands bis zu der Kippgrenze und somit der Kippstabilität abweichend bewertet werden. Zum Beispiel kann eine Warnung bei großer Hubhöhe schon früher als bei kleinen Hubhöhen erfolgen

[0041] Durch das Verfahren zur Bestimmung der Kippstabilität von Flurförderzeugen kann der Fahrer bei seiner Transportaufgabe unterstützt werden und die Betriebssicherheit im Einsatz erhöht werden. Das beschriebene Verfahren kommt mit einer geringen Anzahl von Sensoren aus, welche zum Teil bereits schon für andere Funktionen in einem Flurförderzeug verbaut sind. Hierdurch kann das Verfahren kostengünstig umgesetzt werden.

[0042] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung

werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 schematisch in Seitenansicht einen Gabelstapler als Ausführungsbeispiel eines Flurförderzeugs, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung kommt,

Fig. 2 schematisch eine Darstellung der auftretenden Kräfte und

Fig. 3 schematisch eine Darstellung der auftretenden Drehmomente um die Vorderachse.

[0043] Die Fig. 1 zeigt schematisch in Seitenansicht einen Gabelstapler 1 als Ausführungsbeispiel eines Flurförderzeugs 2, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung kommt. Der Gabelstapler 1 hat ein an einer Vorderachse 3 angeordnetes Hubgerüst 4, an dem eine Lastgabel 5 zum Anheben einer Last 6 geführt ist. Der Gabelstapler 1 weist über einer Hinterachse 7 ein Gegengewicht 8 auf. Innerhalb einer Fahrerschutzkabine 9 ist ein Fahrerarbeitsplatz 10 angeordnet. Über einen Neigeantrieb 11, der als hydraulischer Neigezylinder 12 ausgeführt ist, kann das Hubgerüst 4 geneigt werden. Das Hubgerüst 4 ist an seinem unteren Ende in Hubgerüstlagerungspunkten 13 abgestützt und wird durch den Neigeantrieb 11 in Neigungsabstützpunkten 14 gegenüber dem Gabelstapler 1 abstandsveränderlich geführt, um das Hubgerüst 4 neigen zu können. Die Gewichtskraft des Gabelstaplers 2 ohne die Last 6 und das Gewicht des Hubgerüstes 4 wirkt in einem Fahrzeugschwerpunkt 15.

[0044] Die Fig. 2 zeigt schematisch eine Darstellung der auftretenden Kräfte. Dargestellt sind die Vorderachse 3 und die Hinterachse 7 sowie die Hubgerüstlagerungspunkte 13, die Neigungsabstützpunkte 14 sowie der Fahrzeugschwerpunkt 15. In der Darstellung der Fig. 2 sind die auftretenden Kräfte der Abstützkraft A in den Hubgerüstlagerungspunkten 13, der Haltekräfte F_{zyl} in den Neigungabstützpunkten 14 und der Gewichtskraft F_{St} in dem Fahrzeug Schwerpunkt 15 zerlegt in ihre horizontale Komponente x und ihre vertikalen Komponente z dargestellt. Weiter sind noch jeweils die vertikalen Abstände h_A, h_{zyl}, h_{St} und horizontalen Abstände S_A, S_{zyl}, S_{St} der Abstützkraft A, der Haltekräfte F_{zyl} und der Gewichtskraft $F_{St,z}$ dargestellt.

[0045] Die Fig. 3 zeigt schematisch eine Darstellung der auftretenden Drehmomente um die Vorderachse 3. Dargestellt sind die Vorderachse 3 und die Hinterachse 7 sowie die Hubgerüstlagerungspunkte 13, die Neigungabstützpunkte 14 sowie der Fahrzeugschwerpunkt 15. Die Abstützkraft A erzeugt mit einem Hebelarm l_A das Hubgerüstlagerungsdrehmoment, die Haltekräfte F_{zyl} erzeugen mit einem Hebelarm l_{zyl} das Neigungsabstützdrehmoment und die in dem Fahrzeugschwerpunkt 15 wirkende Kraft F_{St} erzeugt mit einem Hebelarm l_{St} das Fahrzeuggewichtsdrehmoment, das ersatzweise als durch die rein senkrechte Gewichtskraft $F_{St,z}$ des Fahrzeugschwerpunkts mit dem horizontalen Anteil des Hebelarms $L_{St,z}$ erzeugt angesehen werden kann. Durch die hier schematisch dargestellte Betrachtung allein der wirkenden Drehmomente um die Vorderachse 7, kann einfach und schnell an unterschiedliche Hubgerüste (4) anpassbar das Kippmoment bestimmt werden. Insbesondere weist das erfindungsgemäße Verfahren Vorteile auf, wenn eine Vielzahl unterschiedlicher Hubgerüstausführungen an einem Flurförderzeug (2) zum Einsatz kommt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Kippmoments nach vorne um die Vorderachse eines Flurförderzeugs (2) mit einem neigbaren Hubgerüst (4) zum Anheben einer Last (6),
   wobei das Hubegrüst (4) in Hubgerüstlagerungspunkten (13) drehbar gelagert und in Neigungsabstützpunkten (14) gegenüber einem Fahrzeugkörper abstandsveränderlich geführt ist,
   wobei ein resultierendes Drehmoment der Kräfte um eine Kipplinie als Drehachse der Vorderachse (3) bestimmt wird, mit den Schritten:

   - Bestimmen eines Fahrzeuggewichtsdrehmoments aus dem Hebelarm (l_{St}) eines Fahrzeugschwerpunkts (15) des Fahrzeugkörpers ohne Hubgerüst (4) und ohne Last (6) sowie der Gewichtskraft ($F_{St,z}$) des Fahrzeugschwerpunkts (15),
   - Bestimmen eines Neigungsabstützdrehmoments aus Haltekräften (F_{zyl}) in den Neigungsabstützpunkten (14), der Richtung der Haltekräfte (F_{zyl}) und dem Hebelarm (l_{zyl}) der Vorderachse senkrecht zu diesen Haltekräften (F_{zyl}),
   - Bestimmen eines Hubgerüstlagerungsdrehmoments aus einem wirksamen Hebelarm (l_A) der Hubgerüstlagerungspunkte (13) gegenüber der Vorderachse (7) und der in den Hubgerüstlagerungspunkten (13) eingeleiteten Abstützkraft (A).

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Haltekräfte in den Neigungsabstützungspunkten (14) durch Kraftsensoren bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass das Hubgerüst (4) in den Neigungsabstützungspunkten (14) durch hydraulische Neigezylinder gelagert ist und die Haltekräfte (F_{zyl}) in den Neigungsabstützpunkten (14) durch einen Differenzdruck der Neigezylinder bestimmt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Erreichen der Endanschläge der Neigezylinder verhindert wird, insbesondere durch eine elektronische Steuerung mit Endlagendämpfung.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in die Hubgerüstlagerungspunkte (13) eingeleitete Abstützkraft (A) aus dem Druck eines hydraulischen Hubzylinder des Hubgerüstes (4) sowie der bekannten Gewichtskraft des Hubgerüstes (4) bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die in die Hubgerüstlagerungspunkte (13) eingeleitete Abstützkraft (A) durch Kraftsensoren bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Neigung des Hubgerüstes (4) bestimmt wird und die Richtung der Haltekräfte (F_{zyl}) in den Neigungsabstützungspunkten (14) aus der Neigung des Hubgerüstes (4) bestimmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass Richtung und Betrag der in den Hubgerüstlagerungspunkten (13) eingeleiten Abstützkraft (A) durch die Neigung des Hubgerüstes (4), der Richtung und dem Betrag der Haltekräfte (F_{zyl}) in die Neigungsabstützpunkte (14) und einem ermittelten Lastgewicht bestimmt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass Beschleunigungen bzw. Verzögerungen und/oder eine Neigung des Flurförderzeugs (2) erfasst werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass während einer Bremswirkung an der Vorderachse (3) ein resultierendes Drehmoment um eine von der Vorderachse (3) in Richtung auf den Aufstandspunkt der Vorderräder verschobene Kipplinie als Drehachse bestimmt wird, wobei die Drehmomente für die Bestimmung der Kippstabilität, bestehend aus Fahrzeuggewichtsdrehmoment, Neigungsabstützdrehmoment und Hubgerüstlagerungsdrehmoment, beim Bremsen um diese verschobene Kipplinie gebildet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Stabilitätskriterium das Unterschreiten des resultierenden Drehmoments unter ein Mindestdrehmoment überwacht wird, wobei das Mindestdrehmoment das Flurförderzeug (2) auf die Hinterachse (7) dreht.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Abstand bis zum Erreichen des Mindestdrehmoments bzw. ein Unterschreiten des Mindestdrehmoments durch eine Anzeigevorrichtung angezeigt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem Unterschreiten des Mindestdrehmoments ein Eingriff in die Fahrzeugsteuerung erfolgt, insbesondere durch Begrenzen von Parametern, wie Bremsverzögerung und/oder Fahrgeschwindigkeit und/oder Lenkeinschlag und/oder Hubhöhe und/oder Neigegeschwindigkeit.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem System bestehend aus einem Flurförderzeug (2) und einer Mehrzahl verschiedener Hubgerüste (4) für dieses Flurförderzeug (2) eine Steuerung für das Fahrzeuggewichtsdrehmoment einen zuvor ermittelten und abgespeicherten Wert verwendet und das Neigungsabstützdrehmoment sowie das Hubgerüstlagerungsdrehmoment jeweils aus Messwerten bestimmt.

Claims

1. Method for determining the tilting moment towards the front about the front axle of an industrial truck (2) having a lifting frame (4), which can be tilted, for raising a load (6),
wherein the lifting frame (4) is rotatably mounted at lifting frame mounting points (13) and is guided with variable spacing in relation to a vehicle body at tilt supporting points (14),
wherein a resulting torque of the forces is determined about a tilting line as the rotation axis of the front axle (3), comprising the steps of:

- determining a vehicle weight torque from the lever arm (l_{St}) of a vehicle centre of gravity (15) of the vehicle body without lifting frame (4) and without load (6) and also from the weight force ($F_{St,z}$) of the vehicle centre of gravity (15),
- determining a tilt supporting torque from holding forces (F_{zyl}) at the tilt supporting points (14), from the direction of the holding forces (F_{zyl}) and from the lever arm (l_{zyl}) of the front axle perpendicular to these holding forces (F_{zyl}),
- determining a lifting frame mounting torque

from an active lever arm (l_A) of the lifting frame mounting points (13) in relation to the front axle (7) and from the supporting force (A) which is introduced at the lifting frame mounting points (13).

2. Method according to Claim 1, **characterized** **in that** the holding forces at the tilt support points (14) are determined by force sensors.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized** **in that** the lifting frame (4) is mounted by hydraulic tilt cylinders at the tilt support points (14), and the holding forces (F_{zyl}) at the tilt supporting points (14) are determined by a differential pressure of the tilt cylinders.

4. Method according to Claim 3, **characterized** **in that** the situation of the end stops of the tilt cylinders being reached is prevented, in particular by an electronic control system with end point damping.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized** **in that** the supporting force (A) which is introduced at the lifting frame mounting points (13) is determined from the pressure of a hydraulic lifting cylinder of the lifting frame (4) and also from the known weight force of the lifting frame (4).

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized** **in that** the supporting force (A) which is introduced at the lifting frame mounting points (13) is determined by force sensors.

7. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized** **in that** the tilt of the lifting frame (4) is determined, and the direction of the holding forces (F_{zyl}) at the tilt support points (14) is determined from the tilt of the lifting frame (4).

8. Method according to Claim 7, **characterized** **in that** the direction and the magnitude of the supporting force (A) which is introduced at the lifting frame mounting points (13) are determined by the tilt of the lifting frame (4), by the direction and the magnitude of the holding forces (F_{zyl}) at the tilt supporting points (14) and by an ascertained load weight.

9. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized** **in that** accelerations or decelerations and/or a tilt of the industrial truck (2) are detected.

10. Method according to Claim 9, **characterized** **in that**, during a braking action on the front axle (3), a resulting torque about a tilting line, which is displaced from the front axle (3) in the direction of the contact point of the front wheels, as the rotation axis is determined, wherein the torques for determining the tilting stability, comprising vehicle weight torque, tilt supporting torque and lifting frame mounting torque, are formed about this displaced tilting line during braking.

11. Method according to one of Claims 1 to 10, **characterized** **in that**, as a stability criterion, the situation of the resulting torque falling below a minimum torque is monitored, wherein the minimum torque rotates the industrial truck (2) onto the rear axle (7).

12. Method according to Claim 11, **characterized** **in that** a distance until the minimum torque is reached or the situation of the minimum torque being undershot is displayed by a display apparatus.

13. Method according to either of Claims 11 and 12, **characterized** **in that**, when the minimum torque is undershot, intervention in the vehicle control system takes place, in particular by limiting parameters, such as braking deceleration and/or travelling speed and/or steering angle and/or lifting height and/or tilt speed.

14. Method according to one of Claims 1 to 13, **characterized** **in that**, in a system comprising an industrial truck (2) and a large number of different lifting frames (4) for this industrial truck (2), a control system for the vehicle weight torque uses a previously ascertained and stored value, and the tilt supporting torque and also the lifting frame mounting torque are each determined from measurement values.

Revendications

1. Procédé de détermination du moment de basculement vers l'avant autour de l'essieu avant d'un chariot de manutention (2) comprenant un châssis de levage inclinable (4) pour soulever une charge (6), le châssis de levage (4) étant monté à rotation dans des points de montage de châssis de levage (13) et étant guidé avec espacement variable par rapport à un corps de véhicule dans des points de support d'inclinaison (14),

un couple résultant des forces étant déterminé autour d'une ligne de basculement faisant office d'axe de rotation de l'essieu avant (3), comprenant les étapes de :

- détermination d'un couple de poids de véhicule à partir du bras de levier (l_{St}) d'un centre de gravité de véhicule (15) du corps de véhicule sans châssis de levage (4) et sans charge (6) ainsi que du poids ($F_{St,z}$) du centre de gravité de véhicule (15),
- détermination d'un couple de support d'inclinaison à partir de forces de retenue (F_{zyl}) dans les points de support d'inclinaison (14), de la direction des forces de retenue (F_{zyl}) et du bras de levier (l_{zyl}) de l'essieu avant perpendiculairement à ces forces de retenue (F_{zyl}),
- détermination d'un couple de montage de charge de levage à partir d'un bras de levier effectif (l_A) des points de montage de châssis de levage (13) par rapport à l'essieu avant (7) et de la force de support (A) introduite dans les points de montage de châssis de levage (13).

2. Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
les forces de retenue dans les points de support d'inclinaison (14) sont déterminées par des capteurs de force.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que
le châssis de levage (4) est monté dans les points de support d'inclinaison (14) au moyen de vérins d'inclinaison hydrauliques et les forces de retenue (F_{zyl}) dans les points de support d'inclinaison (14) sont déterminées par une différence de pression des vérins d'inclinaison.

4. Procédé selon la revendication 3,
caractérisé en ce que les butées de fin de course des vérins d'inclinaison sont empêchées d'être atteintes, en particulier au moyen d'une commande électronique avec amortissement de position finale.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que
la force de support (A) introduite dans les points de montage de châssis de levage (13) est déterminée à partir de la pression d'un vérin de levage hydraulique du châssis de levage (4) ainsi que du poids connu du châssis de levage (4).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que
la force de support (A) introduite dans les points de montage de châssis de levage (13) est déterminée par des capteurs de force.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
l'inclinaison du châssis de levage (4) est déterminée et la direction des forces de retenue (F_{zyl}) dans les points de support d'inclinaison (14) est déterminée à partir de l'inclinaison du châssis de levage (4).

8. Procédé selon la revendication 7,
caractérisé en ce que
la direction et la valeur absolue de la force de support (A) introduite dans les points de montage de châssis de levage (13) sont déterminées par l'inclinaison du châssis de levage (4), la direction et la valeur absolue des forces de retenue (F_{zyl}) dans les points de support d'inclinaison (14) et un poids de charge évalué.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que
des accélérations ou des décélérations et/ou une inclinaison du chariot de manutention (2) sont détectées.

10. Procédé selon la revendication 9,
caractérisé en ce que,
pendant une action de freinage sur l'essieu avant (3), un couple résultant autour d'une ligne de basculement déplacée à partir de l'essieu avant (3) en direction du point d'appui des roues avant et faisant office d'axe de rotation est déterminé, les couples pour la détermination de la stabilité de basculement, comprenant le couple de poids de véhicule, le couple de support d'inclinaison et le couple de montage de châssis de levage, étant formés autour de cette ligne de basculement déplacée lors du freinage.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10,
caractérisé en ce
qu'en tant que critère de stabilité, le couple résultant est surveillé pour déterminer s'il passe au-dessous d'un couple minimum, le couple minimum faisant tourner le chariot de manutention (2) sur l'essieu arrière (7).

12. Procédé selon la revendication 11,
caractérisé en ce
qu'une distance jusqu'à ce que le couple minimum soit atteint ou jusqu'à un dépassement par le bas du couple minimum est affichée au moyen d'un dispositif d'affichage.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12,

caractérisé en ce que,
lors du dépassement par le bas du couple minimum, une intervention dans la commande de véhicule a lieu, en particulier par limitation de paramètres tels que la décélération de freinage et/ou la vitesse de conduite et/ou l'angle de braquage et/ou la hauteur de levage et/ou la vitesse d'inclinaison.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13,
caractérisé en ce
qu'en cas de système constitué d'un chariot de manutention (2) et d'une pluralité de châssis de levage différents (4) pour ce chariot de manutention (2), une commande pour le couple de poids de véhicule utilise une valeur préalablement évaluée et mise en mémoire et détermine le couple de support d'inclinaison ainsi que le couple de montage de châssis de levage à chaque fois à partir de valeurs de mesure.

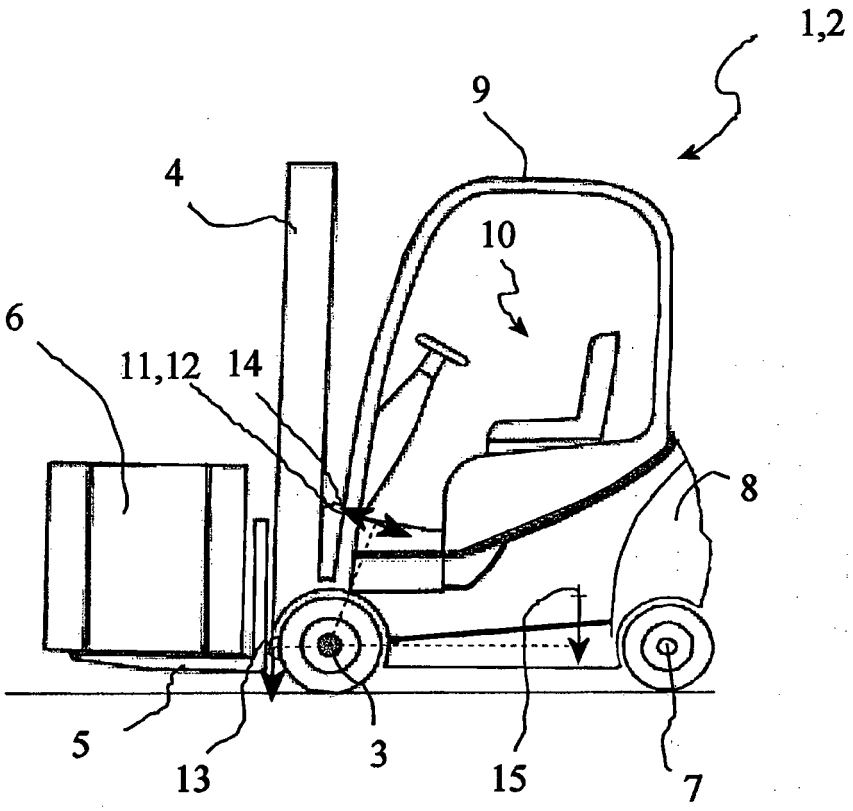


Fig. 1

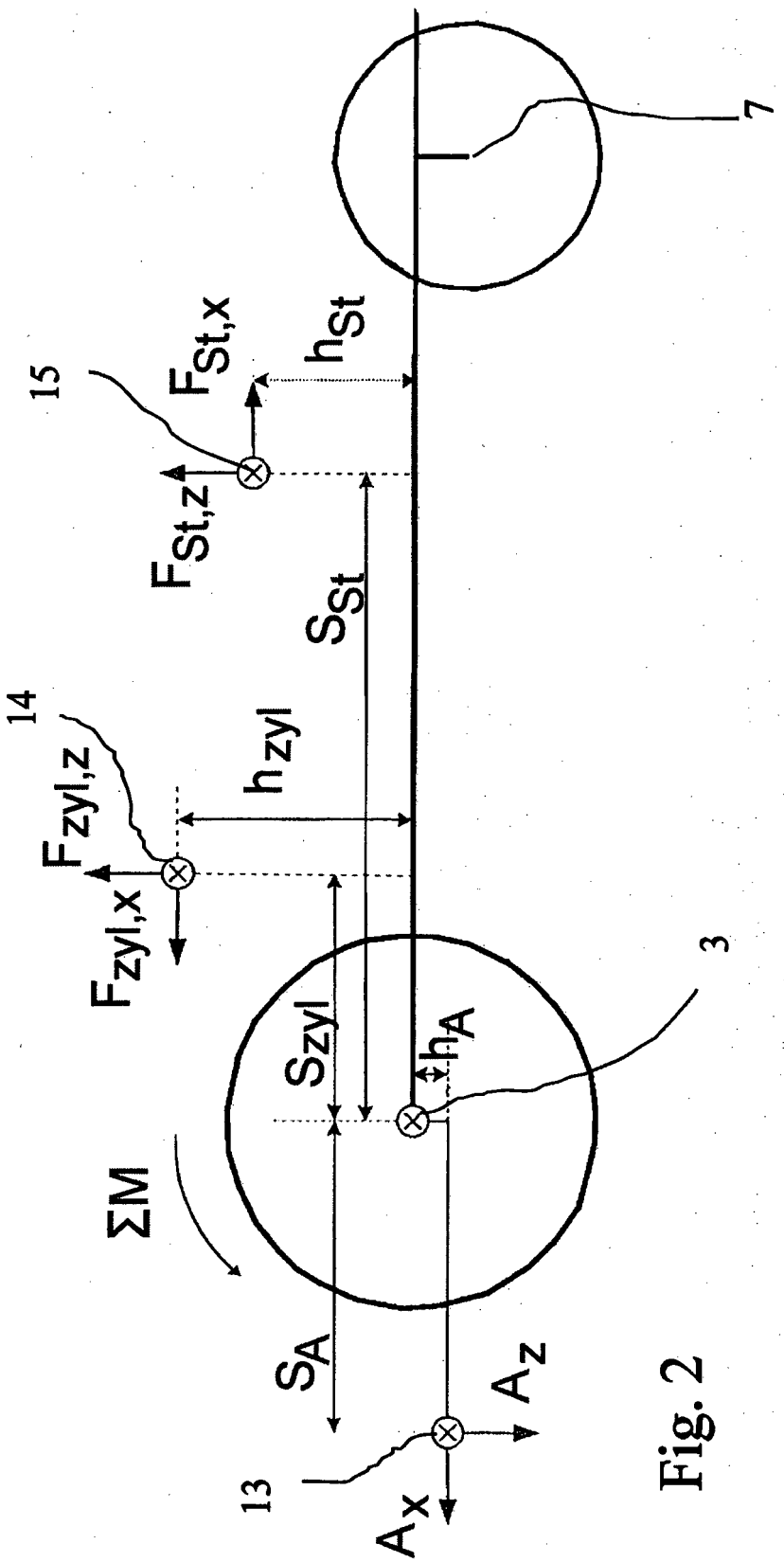

7
15
$F_{St,x}$
h_{St}
$F_{St,z}$
S_{St}
14
$F_{zyl,z}$
h_{zyl}
$F_{zyl,x}$
3
S_{zyl}
h_A
ΣM
S_A
A_z
13
A_x

Fig. 2

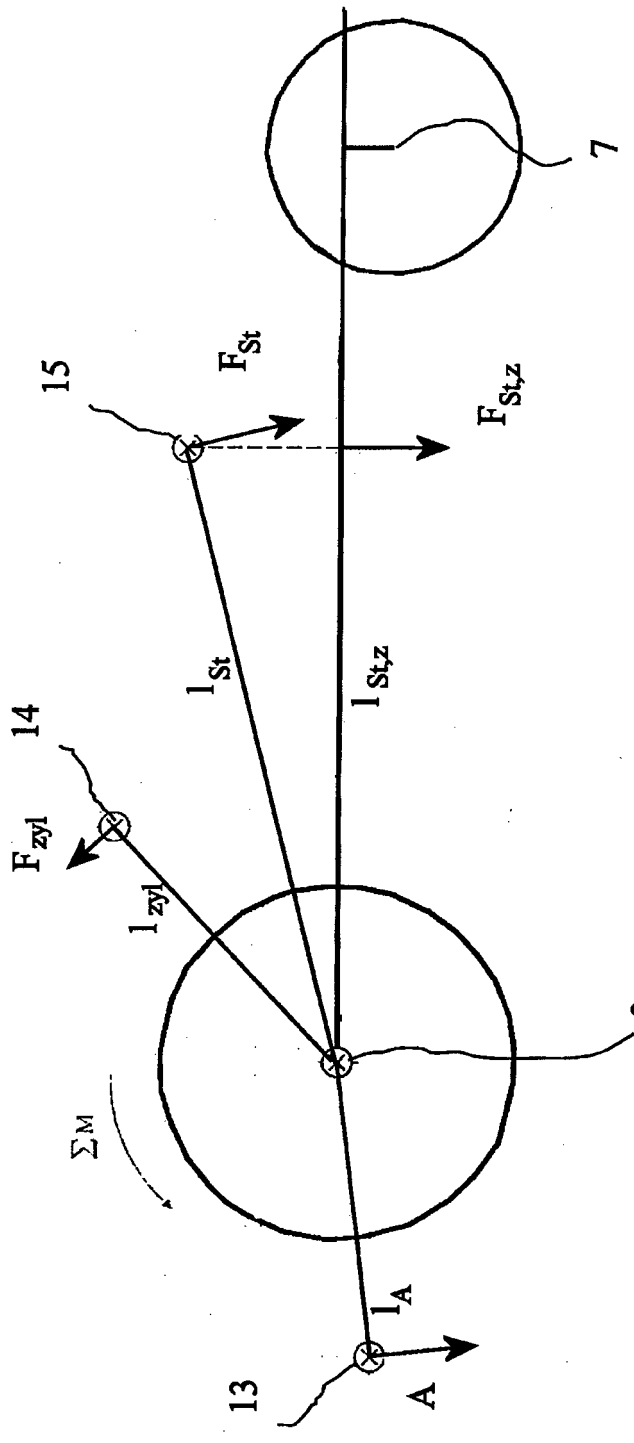


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 916527 A2 **[0006]**
- DE 10304658 A1 **[0007]**
- EP 0483493 A2 **[0008]**