



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2016 Patentblatt 2016/38

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

(21) Anmeldenummer: **16158079.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **STILL GmbH**
22113 Hamburg (DE)

(72) Erfinder: **Haake, Dr., Kai**
21073 Hamburg (DE)

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

(30) Priorität: **18.03.2015 DE 102015104069**

(54) **VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER KIPPSTABILITÄT EINES FLURFÖRDERZEUGS**

(57) Bei einem Verfahren zur Erfassung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs, insbesondere eines Gegengewichtsgabelstaplers, mit einer Lasthandhabungsvorrichtung mit hydraulischen Aktuatoren, insbesondere Hydraulikzylindern, wobei bei dem Verfahren durch Erfassen der Drücke (6,7,8) in den hydraulischen Aktuatoren die durch eine Last und/oder Hubhöhe (37) wirkenden Kräfte und über diese ein Kippmoment bestimmt wird, sowie mit mindestens einem weiteren Sensor zur Erfassung von einem oder mehreren weiteren Parameterwerten des Flurförderzeugs durch eine Steuerungsvorrichtung (1), bestimmt die Steuerungsvorrichtung (1) aus den weiteren Parameterwerten sowie den erfassten Werten einen Gütewert für die Erfassung des Kippmoments und qualifiziert abhängig von dem Gütewert das Kippmoment als nicht zulässig oder versieht dieses mit einem Sicherheitszuschlag, wobei durch die Parameterwerte plausible Werte für die hydraulischen Drücke (6,7,8) und/oder dynamische Veränderungen der Drücke (6,7,8) zur Bildung des Gütewertes bewertet werden.

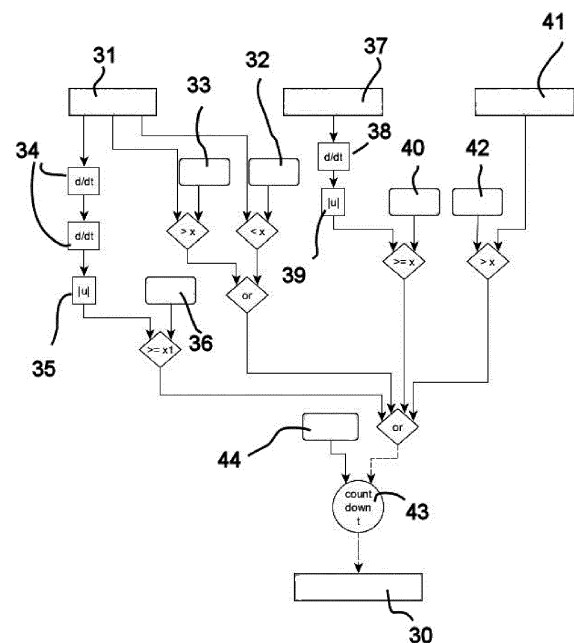


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erfassung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs, etwa eines Gegengewichtsgabelstaplers, mit einer Lasthandhabungsvorrichtung mit hydraulischen Aktuatoren, insbesondere Hydraulikzylindern, wobei bei dem Verfahren durch Erfassen der Drücke in den hydraulischen Aktuatoren die durch eine Last und/oder Hubhöhe wirkenden Kräfte und über diese ein Kippmomente bestimmt wird, sowie mit mindestens einem weiteren Sensor zur Erfassung von einem oder mehreren weiteren Parameterwerten des Flurförderzeugs durch eine Steuerungsvorrichtung.

[0002] Flurförderfahrzeuge mit einem Hubgerüst zum Anheben von Lasten werden mit unterschiedlichen Tragfähigkeiten hergestellt. Die Tragfähigkeit und insbesondere die maximale Traglast des Flurförderzeugs werden dabei über das 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 zu der 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] Ein Kippmoment eines Flurförderzeugs, insbesondere eines Gegengewichtsgabelstaplers, kann in Bezug auf verschiedene Kipplinien, die durch die Aufstandspunkte der Räder festgelegt werden, betrachtet werden. Die wichtigste dieser Kipplinien stellt die Verbindungslinie der beiden Aufstandspunkte der Vorderräder an der Vorderachse dar. Ein bekanntes System im Bereich insbesondere von Gegengewichtsgabelstaplern nutzt zur Messung des Kippmoments um die Vorderachse eine Wiegeeinrichtung für die Bestimmung der Last auf der Hinterachse. Dabei wird die Hinterachslast über beispielsweise die elastische Verformung von Bauelementen, insbesondere eine Längenänderung, nach dem Hookschen-Gesetz gemessen. Dies geschieht etwa über Dehnungsmessstreifen, die an diesen Bauelementen angebracht sind.

[0006] Es ist auch bekannt, bei hydraulisch betätigten Hub- und Neigevorrichtungen für die Lastaufnahmeverrichtung an einem Mast das aufliegende Lastgewicht bzw. ein Kippmoment durch Erfassung der hydraulischen Drücke in dem System, beispielsweise in einem Hubzylinder oder auf den beiden Seiten eines doppelt wirkenden Neigezylinders zu erfassen.

[0007] Dabei treten jedoch Probleme durch statische und dynamische Fehler auf. In Zuständen des Systems, bei denen die äußeren Kräfte der Last bzw. des Mastes nicht vollständig über hydraulische Zylinder als Betätigungsvorrichtungen abgestützt werden, sondern beispielsweise ein Teil der Kräfte von der Struktur aufgenommen wird, insbesondere in dem Fall, dass einer der Zylinder an einem Endanschlag anliegt, entstehen statische Fehler.

[0008] Aus Sicherheitsgründen dürfen jedoch nur Werte für eine Kippstabilität bzw. Kippmomente verwendet werden, beispielsweise für einen Fahrer eines Flurförderzeugs in einer Anzeigevorrichtung angezeigt werden, wenn davon ausgegangen werden kann, dass diese Werte auch gültig sind. Die Qualität der berechneten oder gemessenen Werte für die Kippstabilität kann dabei durch eine Art Gütewert bestimmt werden, der aussagt ob mit einer hinreichend großen Wahrscheinlichkeit die berechneten Werte der Kippstabilität plausibel sind.

[0009] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Bestimmung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs zur Verfügung zu stellen, mit dem die Kippstabilität des Flurförderzeugs möglichst genau erfasst werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Erfassung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren zur Erfassung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs, insbesondere eines Gabelstaplers, mit einer Lasthandhabungsvorrichtung mit hydraulischen Aktuatoren, insbesondere mit Hydraulikzylindern, wobei bei dem Verfahren durch Erfassen der Drücke in den hydraulischen Aktuatoren die durch eine Last und/oder Hubhöhe wirkenden Kräfte und über diese ein Kippmoment bestimmt wird, sowie mit mindestens einem weiteren Sensor zur Erfassung von einem oder mehreren weiteren Parameterwerten des Flurförderzeugs durch eine Steuerungsvorrichtung, die Steuerungsvorrichtung aus den weiteren Parameterwerten sowie den erfassten Werten einen Gütewert für die Erfassung des Kippmoments bestimmt und abhängig von dem Gütewert das Kippmoment als nicht zulässig qualifiziert oder mit einem Sicherheitszuschlag versieht, wobei durch die Parameterwerte plausible Werte für die hydraulischen Drücke und/oder dynamische Veränderungen der Drücke zur Bildung des Gütewertes bewertet werden.

[0012] Durch das Verfahren kann vorteilhaft das Problem gelöst werden, dass es sich bei einem Verfahren zur Bestimmung der Kippstabilität um ein Sicherheitssystem handelt, bei dem der errechnete Wert für ein Kippmoment bzw. die berechnete Kippstabilität nur verwendet werden darf, wenn es sich um einen gültigen Wert handelt. Beispielsweise bei einer Anzeige in einer Anzeigevorrichtung für einen Fahrer kann bei einem schlechten GüteWert, etwa einem falschen, insbesondere zu geringen Wert für die Kippstabilität, dies in der Anzeige kenntlich gemacht werden. Beispielsweise kann der normalerweise angezeigte Wert für die Kippstabilität vollständig ausgeblendet werden und eine entsprechende Warnanzeige dargestellt werden. Alternativ ist es auch möglich, einen Wert mit einem Sicherheitszuschlag anzuzeigen, der unter der Annahme ungünstigster Werte (Worst Case) bestimmt wird. Anhand der weiteren Parameter wird der GüteWert bestimmt mithilfe eines zugrunde gelegten Berechnungsmodells. Ein schlechter GüteWert kann dabei durch statische und/oder dynamische Fehler entstehen. Die Lasthandhabungsvorrichtung kann dabei ein Hubmast sein.

[0013] Vorteilhaft erfassen die Parameterwerte Positionszustände der Lasthandhabungsvorrichtung, insbesondere Endanschläge der hydraulischen Aktuatoren, etwa Endanschläge von Hydraulikzylindern.

[0014] Ein statischer Fehler kann entstehen, wenn bei einem Hubmast die Bewegungspositionen der beweglichen Teile so sind, dass eine Endposition beispielsweise der Neigung oder einer Hubbewegung erreicht wird und somit ein Teil der Kraft direkt abgestützt wird, jedoch die entsprechende Gegenkraft als Druck in dem hydraulischen Aktuator gemessen wird. Hier können als weitere Parameterwerte Positionen des Hubmastes überwacht werden.

[0015] Durch die Parameterwerte können Beschleunigungen und/oder Geschwindigkeiten der Bewegungen der Lasthandhabungsvorrichtung erfasst werden.

[0016] Dynamische Fehler entstehen durch Druckschwankungen und einen Druckabfall im Hydrauliksystem abhängig von der Bewegungsdynamik und besitzen in erster Näherung einen monoton steigenden Verlauf. Zusätzlich breiten sich bei Änderungen der Durchflussmengen in einem Hydrauliksystem wellenförmig Druckschwankungen aus, deren Auswirkung auf die Drucksensoren zu Fehlern führt, die vorteilhaft über einen schlechten GüteWert aufgrund weiterer Parameter erkannt werden können. Dies können durch Reflexionen der Stoßwellen stehende Wellen in dem Hydrauliksystem sein. Das Verhalten der Ausbreitung von Druckschwankungen in einem Hydrauliksystem ist auch stark abhängig von Elastizitäten der Schläuche, Leitungen sowie deren Längen. Ein Frequenzverlauf oder eine Modellierung ist daher nur schwer zu erstellen. Die Auswirkungen solcher Druckschwankungen können mit einfachen Messmitteln der Drucksensoren selbst nur schwer berücksichtigt werden. Es können jedoch Grenzwerte bestimmt werden, insbesondere experimentell, ab denen Werte außerhalb von Toleranzen liegen und daher ein schlechter GüteWert dem System zugeordnet werden muss. Insbesondere können zur Bestimmung eines GüteWerts im Hinblick auf dynamische Fehler als weitere Parameterwerte, beispielsweise die Neigewinkelbeschleunigung eines Hubmastes oder eine Fahrzeuggeschwindigkeit des Flurförderzeugs herangezogen werden. Die Fahrzeuggeschwindigkeit führt insofern zu Druckschwankungen, da potenziell die Bewegung des Flurförderzeugs auf unebenem Untergrund zu Schwankungen aufgrund der Erschütterungen führt, wenn etwa eine angehobener Last an einem Hubmast über einen Hydraulikzylinder und den Druck des Hydraulikfluid abgestützt ist. Die Ventilöffnungsgeschwindigkeit des hydraulischen Aktuators, etwa eines Hubzylinders oder Neigezylinders, ebenso wie eine Drehzahl einer Druckversorgung des Hydrauliksystems kann ebenso als weiterer Parameter eingesetzt werden. Oftmals sind entsprechende Sensoren sowohl für elektrisch betätigte als auch für manuelle Ventile bereits vorhanden und können daher kostengünstig für diese Zwecke verwendet werden.

[0017] Es können als Parameterwerte Änderungen und/oder eine Größe einer Ventilöffnung eines Hydraulikventils erfasst werden, durch das ein hydraulischer Aktuator angesteuert wird.

[0018] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird bei einem schlechten GüteWert wegen dynamischer Veränderungen der Drücke durch eine Timingfunktion für eine Nachlaufzeit der schlechte GüteWert in jedem Fall beibehalten.

[0019] Sowohl bei statischen Fehlern wie auch bei dynamischen Fehlern kann durch die Timingfunktion eine Nachlaufzeit erreicht werden, in der noch der schlechte GüteWert gilt. Dadurch kann ein Abklingen von Schwingungen bzw. Druckschwingungen sichergestellt werden, die zu dem schlechten GüteWert geführt haben. Weiterhin ergibt sich auch eine Verbesserung der Ergonomie, so dass beispielsweise bei einer optischen Anzeige der Kippstabilität in einer Anzeigevorrichtung im Grenzbereich es zu weniger Schwankungen und einem geringeren Flackern der Anzeige kommt.

[0020] Vorteilhaft wird das Kippmoment in einer Anzeigevorrichtung für einen Fahrer des Flurförderzeugs angezeigt und bei einer Bewertung als nicht zulässig erfolgt keine Anzeige.

[0021] Die Nutzung des errechneten Wertes für die Kippstabilität kann in Form von einer Warnung für einen Fahrer, beispielsweise visuell oder akustisch, erfolgen. Es ist auch möglich, die Auslastung des Flurförderzeugs und die Belastungen beispielsweise eines Hubmastes aufzuzeichnen, die Kippstabilität in einer Anzeigevorrichtung darzustellen, ebenso wie die Last und den Lastarm. Diese Anzeige kann in Form eines Traglastdiagramms mit einer Darstellung des Fahrzustands und/oder Hubzustandes erfolgen. Darüber hinaus ist es auch möglich, im Rahmen einer Fahrzeugsteuerung Eingriffe in die Dynamik des Flurförderzeugs durchzuführen, wie beispielsweise eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit, der Beschleunigung und ebenso der Bewegungsgeschwindigkeit sowie Beschleunigungen der Funktionen eines Hubmastes.

[0022] Die erfassten Drücke können einen oder mehreren Werte der folgenden umfassen: Hubdruck eines Hubzylinders

ders,

Neigedruck eines Neigezylinders auf einer Stangenseite und/oder

Neigedruck eines Neigezylinders auf einer Bodenseite.

[0023] Durch einen Hubdrucksensor kann die Messung des Lastdrucks beispielsweise bei Verwendung eines Hydraulikzylinders als hydraulischem Aktuator erfasst werden, wenn die mitangehobenen Gewichtsanteile einer Lastaufnahmeverrichtung bzw. eines Hubmastes herausgerechnet werden. Durch einen zusätzlichen Hubhöhsensor bzw. Sensor für die Hubstufe eines in mehreren Mastschüssen ausfahrbaren Hubmastes kann insbesondere bei Hubmasten mit einem Freihub eine genauere Messung erfolgen. Die Neigung eines Hubmastes bzw. einer Lastaufnahmeverrichtung wird zumeist durch einen hydraulischen Neigezylinder festgelegt, der eine Bodenseite und eine Stangenseite mit unterschiedlichen wirksamen Flächen aufweist, soweit kein Gleichlaufzylinder eingesetzt wird. Durch die beiden Seiten des Kolbens des Neigezylinders, die unter Druck stehen, wird der Hubmast in seiner Neigung in beiden Bewegungsrichtungen festgelegt.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens umfassen durch mindestens einen weiteren Sensor erfasste Parameterwerte einen oder mehreren Werte der folgenden: Beschleunigungswerte von Inertialsensoren an einem Hubmast, Beschleunigungswerte von Inertialsensoren an einem Gabelträger, Beschleunigungswerte von Inertialsensoren des Flurförderzeugs in einer oder mehreren der drei translatorischen Richtungen, Beschleunigungswerte von Inertialsensoren des Flurförderzeugs in einer oder mehreren der drei rotatorischen Richtungen, eine Temperatur eines Hydraulikfluids, eine Durchflussmenge eines Hydraulikfluids, eine Hubhöhe eines Lastaufnahmemittels der Lasthandhabungsvorrichtung, einen Stufenwert eines Hubstufensensors eines Hubmastes mit einer oder mehreren Ausfahrstufen, einen Neigungswinkel eines Hubmastes, einen Neigungswinkel des Flurförderzeugs, eine Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs, einen Lenkwinkel des Flurförderzeugs, eine Lenkgeschwindigkeit des Flurförderzeugs, eine Ventilöffnung des hydraulischen Aktuators, eine Ventilöffnungsgeschwindigkeit des hydraulischen Aktuators und/oder ein Verschleißmaß einer Bereifung des Flurförderzeugs.

[0025] Durch die Inertialsensoren können dynamische Kraftkomponenten, die durch Beschleunigungen bzw. Verzögerungen des Flurförderzeugs selbst wie auch die Bewegungen eines Hubmastes entstehen, berücksichtigt werden. Eine vereinfachte Lösung ist hier die Erfassung einer absoluten Position, beispielsweise der des Neigewinkels oder einer Hubhöhe mit anschließender Differentiation nach der Zeit. Durch die Temperatur des Hydraulikfluids bzw. einen Öltemperatursensor kann eine Kompensation von Messfehlern der Drucksensoren während des Betriebs erfolgen und eine Kalibrierung bei der Produktion des Flurförderzeugs. Die Durchflussmenge eines Hydraulikfluids ermöglicht auch die Messung eines dynamischen Druckabfalls in einem Hydraulikkreis. Dies ist besonders wichtig, wenn mehrere hydraulische Verbraucher gleichzeitig benutzt werden und die Durchflussmenge beispielsweise nicht aus einer Pumpendrehzahl bestimmt werden kann. Wenn etwa ein Stufenübergang eines Hubmastes nicht genau genug erfasst werden kann, ermöglicht dies keinen Rückschluss auf die Durchflussmenge. Die Erfassung einer Hubhöhe in einem Hubhöhsensor bzw. zusätzlich ein Stufensensor ermöglicht es, das Erreichen eines Endanschlages zu erfassen. In einem solchen Zustand stützt sich beispielsweise ein Mastschuss im Endanschlag an der Stahlkonstruktion ab und aus dem hydraulischen Druck kann nicht auf die tatsächliche Last geschlossen werden. Gleiches gilt in Bezug auf einen Neigungssensor eines Hubmastes. Der Neigungssensor für das gesamte Flurförderzeug erfasst eine Fahrzeugneigung, die durch die Bodenneigung, Reifenabrieb, Reifenelastizität und/oder eine Einfederung verursacht sein kann. Durch eine Erfassung des Lenkwinkels wie auch einer Lenkbeschleunigung kann eine hiermit verbundene Aufteilung des Hydraulikfluidstroms durch eine hydraulische Lenkung berücksichtigt werden. Die Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs wiederum wirkt sich über Unebenheiten des Untergrunds und resultierende Schwingungen des gesamten Fahrzeugs auf den Druck in dem hydraulischen System aus. Durch einen Ventilöffnungssensor zur Bestimmung der Ventilöffnung und/oder Ventilöffnungsgeschwindigkeit kann alternativ zu der Bestimmung des Hydraulikflusses über die Fördermenge der Hydraulikpumpe der Durchfluss bestimmt werden. Bei entsprechender Auslegung können so auch Drücke und Stöße in dem System erfasst werden, bei denen die direkte Beziehung zwischen Druck, wirkenden Kräften und einem eventuell Einfluss auf das Kippmoment bzw. die Kippstabilität nicht gegeben ist und beispielsweise eine Warnanzeige daher ausgeblendet werden kann.

[0026] Vorteilhaft wird durch die Steuerungsvorrichtung bei Überschreiten eines zulässigen Kippmoments die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Flurförderzeugs reduziert.

[0027] Es können durch die Steuerungsvorrichtung bei Überschreiten eines zulässigen Kippmoments der Bewegungsbereich und/oder die Bewegungsgeschwindigkeiten der Lasthandhabungsvorrichtung beschränkt werden, insbesondere eine Hubhöhe, Neigung, Hubgeschwindigkeit und/oder Neigegeschwindigkeit eines Hubmastes.

[0028] Vorteilhaft ist das Flurförderzeug ein Gegengewichtsgabelstapler mit einem Hubmast.

[0029] Es ist möglich, für einen Hubmast und/oder ein Anbaugerät eine automatische Identifizierungseinheit vorzusehen, die bei deren Montage an einem Flurförderzeug automatisch Parameterwerte übergibt. Dadurch kann eine genauere Bestimmung des Kippmoments erfolgen, insbesondere eine Nullanzeige bei einem Flurförderzeug mit abgesenkten Lastaufnahmemittel und ohne Last eingestellt werden, da die Gewichte und Momente der Anbaugeräte bzw. einer jeweiligen Ausführung des Hubmastes berücksichtigt werden können. Darüber hinaus ist auch eine weiter gehende Beschränkung der Bewegungs- und Aktionsmöglichkeiten der Anbaugeräte und/oder des Hubmastes denkbar aus ergonomischen Gründen, insbesondere über ein Maß hinaus, das physikalisch erforderlich wäre, um ein noch kontrollierbares Lasthandling zu erzwingen. Ein solches System für eine automatische Identifizierung kann vorsehen, dass sowohl auf dem Hubmast bzw. dem Anbaugerät, wie auch auf dem Flurförderzeug paarweise zusammenwirkende Vorrichtungen vorgesehen sind.

[0030] Es ist auch denkbar, Eigenschaften der Bereifung eines Flurförderzeugs in die Berechnung des Kippmoments bzw. Gütwerts als weiteren Parameterwert einfließen zu lassen.

[0031] Es ist möglich, zur Vereinfachung mit reduzierter Genauigkeit auch mit einer Untermenge der zuvor beschriebenen weiteren Parameter bzw. Sensorwerten einen Gütwert zu bestimmen. Mögliche denkbare bzw. erforderliche Kombinationen zwischen Sensorwerten, deren Verwendung sowie der Erforderlichkeit für unterschiedlich genaue Systeme, zeigen die nachfolgenden drei Tabellen für das Beispiel eines Gegengewichtsgabelstaplers.

		Bestimmung des Kippmomentes über die Vorderachse (Basissystem)	+ Überprüfung der Drucksensoren ohne Verwendung von redundanten Sensoren	+ Sensoren für ein Ausblenden des Ausgabesignals für ungünstige Messzustände	+ Aktuatorik zur Verhinderung eines Erreichens der Endanschläge beim Neigen und Heben	+ Erweiterung für beliebige Bodenneigung
Ausgabereinheit	zur Darstellung des Ausgabewertes (visuell, akustisch, haptisch=z.B. durch Vibration am Griff der Hydrauliksteuerung, am Lenkrad, an Pedalen, etc.)	x	x	x	x	x
Hubdrucksensor	zur Messung des Lastdrucks bzw. der Last in Verbindung mit dem Hubhöhsensor bei Masten mit Freihub	x	x	x	x	x
Neigedrucksensor (Stangenseite)	zur Messungen der äußeren Neigekraft in Verbindung mit dem Drucksensor der Bodenseite (hydraulische Einspannung).	x	x	x	x	x
Neigedrucksensor (Bodenseite)	zur Messung der äußeren Neigekraft in Verbindung mit dem Drucksensor der Stangenseite	x	x	x	x	x

		(hydraulische Einspannung).					
5	Parameter Fahrzeug	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie	×	×	×	×	×
10	Neigungs-sensor am Mast	zur Messung der Hubmastneigung	×	×	×	×	×
15	Zeitsignal	zur zeitlichen Verarbeitung der Sensorsignale sowie zur Erzeugung deren zeitlicher Ableitungen und Integrale	×	×	×	×	×
20	Parameter Mast	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie und Kinematik (Übersetzungsverhältnis beim Mastausfahren)	×	×	×	×	×
25	diskreter Hubhöhen-sensor	zur Messung der aktuellen Hubstufe	×	×	×	×	×
30	Lenkwinkel	zur Messung des Lenkwinkels		×	×	×	×
35	Ventilöff-nungssensor für Hub	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchflusses in der Hubsektion (kann durch Drehzahl x Fördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)		×	×	×	×
40	Ventilöff-nungssensor für Neigung	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchflusses in der Neigesektion (kann durch Drehzahl x Fördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)		×	×	×	×
45	Geschwin-digkeits-messer	zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit			×	×	×
50	Prop. Technik (Ventil-steuerung)	zum Eingriff in Hub- und Neigebewegung				×	×
	Neigungs-sensor am Fahrzeug (absolute Messung)	zur Messung der Fahrzeugneigung (durch Boden-neigung, Abrieb und Einfederung der Reigen, etc.)					×

Tabelle 1

		+ Erweiterung um Sensorik zur Temperaturfehlerkompensation	+ Erweiterung für eine Anzeige, ergonomisch angepasst an Anbaugerät	System zur Realisierung einer Darstellung eines zeitaktuellen Lastdiagramms (Flurförderzeug [FFZ]/Mast=statisch, ebener Boden)	+ Erweiterung beliebige Bodenneigung	+ Erweiterung zur Erhöhung der Sensor-Selbstprüfungsgüte
Ausgabe-einheit	zur Darstellung der Ausgabewertes (visuell, akustisch, haptisch=z.B. druch Vibration am Griff der Hydrauliksteuerung, Lenkrad, Pedale,etc.)	x	x	x	x	x
Hubdruck-sensor	zur Messung des Lastdrucks bzw. der Last in Verbindung mit dem Hubhöhsensor bei Masten mit Freihub	x	x	x	x	x
Neigdruck-sensor (Stangen-seite)	zur Messungen der äußeren Neigkraft in Verbindung dem Drucksensor der Bodenseite bei Nutzung einer hydraulischen Einspannung mittels Druckwaage.	x	x	x	x	x
Neigdruck-sensor (Boden-seite)	zur Messungen der äußeren Neigkraft in Verbindung dem Drucksensor der Stangenseite bei Nutzung einer hydraulischen Einspannung mittels Druckwaage.	x	x	x	x	x
Parameter Fahrzeug	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie	x	x	x	x	x
Neigungs-sensor am Mast	zur Messung der Mastneigung	x	x	x	x	x
Zeitsignal	zur zeitlichen Verarbeitung der Sensorsignale sowie zur Erzeugung deren zeitliche Differentiationen und Integrationen	x	x	x	x	x
Parameter Mast	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie und Kinematik (Übersetzungsverhältnis	x	x	x	x	x

	beim Mastausfahren)					
diskreter Hubhöhen-sensor	zur Messung der aktuellen Hubstufe	×	×	×	×	×
Lenkwinkel	zur Messung des Lenkwinkels	×	×	×	×	×
Ventilöff-nungssensor für Hub	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchfluss' in der Hubsektion (kann durch DrehzahlxFördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)	×	×	×	×	×
Ventilöffnungssensor für Neigung	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchfluss' in der Neigsektion (kann durch DrehzahlxFördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)	×	×	×	×	×
Geschwindigkeitsmesser	zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit	×	×	×	×	×
Prop. Technik (Ventil-steuerung)	zum Eingriff in Hub- und Neigbewegung	×	×	×	×	×
Öltempera-tursensor	zur Kompensation der Messfehler der Drucksensoren	×	×	×	×	×
Kontinuierlich messender Hubhöhen-sensor	zur Messung der aktuellen Hubhöhe			×	×	×
Neigungssensor am Fahrzeug (absolute Messung)	zur Messung der Fahrzeugneigung (durch Boden-neigung, Abrieb und Einfederung der Reigen, etc.)	×			×	×
Ölfluss-Sensor	zur Messung des dynamischen Druckabfalls im Druckmesskreis					×
Mast-/Anbaugerät-Autoidenti-fikations-Einheit	zur automischen Detektion und Parameterübergabe von Hubmasten und Anbaugeräten		×			

Tabelle 2

Nr.		+ Erweiterung zur Messung bei Mastbewegung	+ Erweiterung zur Messung bei Fahrzeugbewegung	+ Erweiterung für Abhängigkeit z.B. des Anbaugerätes, der Bereifung etc.	System mit automatischem Eingriff zur Sicherstellen der Kippstabilität in beliebigen Zuständen	+ Erweiterung für Abhängigkeit z.B. des Anbaugerätes, der Bereifung etc.
Ausgabereinheit	zur Darstellung der Ausgabewertes (visuell, akustisch, haptisch=z.B. druch Vibration am Griff der Hydrauliksteuerung, Lenkrad, Pedale,etc.)	x	x	x	x	x
Hubdrucksensor	zur Messung des Lastdrucks bzw. der Last in Verbindung mit dem Hubhöhsensor bei Masten mit Freihub	x	x	x	x	x
Neigdrucksensor (Stangen-seite)	zur Messungen der äußeren Neigkraft in Verbindung dem Drucksensor der Bodenseite bei Nutzung einer hydraulischen Einspannung mittels Druckwaage.	x	x	x	x	x
Neigdrucksensor (Bodenenseite)	zur Messungen der äußeren Neigkraft in Verbindung dem Drucksensor der Stangenseite bei Nutzung einer hydraulischen Einspannung mittels Druckwaage.	x	x	x	x	x
Parameter Fahrzeug	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie	x	x	x	x	x
Neigungs-sensor am Mast	zur Messung der Mastneigung	x	x	x	x	x
Zeitsignal	zur zeitlichen Verarbeitung der Sensorsignale sowie zur Erzeugung deren zeitliche Differentiationen und Integrationen	x	x	x	x	x
Parameter Mast	Parameter der Masse und Masseverteilung (Schwerpunkt) sowie der Geometrie und Kinematik (Übersetzungsverhältnis beim Mastausfahren)	x	x	x	x	x
diskreter Hubhöhsensor	zur Messung der aktuellen Hubstufe	x	x	x	x	x

EP 3 070 046 A1

	Lenkwinkel	zur Messung des Lenkwinkels	x	x	x	x	x
5	Ventilöff- nungssensor für Hub	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchfluss' in der Hubsektion (kann durch DrehzahlxFördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)	x	x	x	x	x
10	Ventilöffnung ssensor für Neigung	zur Messung der Ventilöffnung bzw. des aktuellen Öldurchfluss' in der Neigsektion (kann durch DrehzahlxFördermenge der Pumpe gemessen/errechnet werden)	x	x	x	x	x
15	Geschwindig keitsmesser	zur Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit	x	x	x	x	x
20	Prop. Technik (Ventil- steuerung)	zum Eingriff in Hub- und Neigbewegung	x	x	x	x	x
25	Öltempera- tursensor	zur Kompensation der Messfehler der Drucksensoren	x	x	x	x	x
30	Kontinuier- lich messender Hubhöhen- sensor	zur Messung der aktuellen Hubhöhe	x	x	x	x	x
35	Neigungssen sor am Fahrzeug (absolute Messung)	zur Messung der Fahrzeugneigung (durch Bodenneigung, Abrieb und Einfederung der Reigen, etc.)	x	x	x	x	x
40	Öfluss- Sensor	zur Messung des dynamischen Druckabfalls im Druckmesskreis	x	x	x	x	x
	Inertial- sensor am Hubmast	zur Messungen der dynamischen Kraftkomponenten die durch die Mastbewegung erzeugt werden	x	x	x	x	x
45	Inertial- sensor am Fahrzeug	zur Messungen der dynamischen Kraftkomponenten die durch die Fahrzeugbewegung erzeugt werden		x	x	x	x
50	sonstige FFZ- Parameter	z.B. Bereifung, Risiko-Gruppe (z.B FFZ in hochsensiblen Umgebung mit erhöhtem Gefahrenpotential)			x		x
	Mast- /Anbaugerät- Autoidenti- fikations- Einheit	zur automischen Detektion und Parameterübergabe von Hubmasten und Anbaugeräten			x		x
55	Eingriff in FFZ- Dynamik- Steuerung					x	x

(Lenkung und Fahrbe- wegung)						
------------------------------------	--	--	--	--	--	--

Tabelle 3

[0032] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 schematisch in einem Diagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 schematisch einen weiteren Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0033] Die Fig. 1 zeigt schematisch in einem Diagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Eine Steuerungsvorrichtung 1 erhält den Wert einer Neigezylinderventilöffnung 2, eine Hubzylinderventilöffnung 3, sowie eine Durchflussmenge eines Hydraulikfluids 4 und eine Temperatur des Hydraulikfluids 5. Als weitere Parameterwerte werden der Steuerungsvorrichtung 1 auch ein Hubdruck 6, ein Neigedruck auf einer Bodenseite 7, ein Neigedruck auf einer Stangenseite 8, die Werte eines HubhöSENSORS 9, die Werte eines Hubstufensensors 10, Werte von Inertialsensoren 11 des Hubmastes, ein Neigewinkel 12 des Hubmastes, Werte von Inertialsensoren 13 des Flurförderzeugs, ein absoluter Neigewinkel 14 des Flurförderzeugs, ein Lenkwinkel 15 und eine Fahrzeuggeschwindigkeit 16 zugeführt. Für die Berechnungen benötigt die Steuerungsvorrichtung 1 noch ein Zeitsignal 17 sowie Hubmastparameter 18, sonstige Fahrzeugparameter 19 und Informationen 20 aus einer Identifikationsvorrichtung für den Hubmast und/oder Anbaugeräte.

[0034] Mit dem errechneten Wert für ein Kippmoment erfolgt eine Weiterverarbeitung 21, die in einer Nutzung als Wert für die Kippstabilität 22, als Wert für die Last 23, als Wert für einen Lastarm 24, zur Beschränkung 25 von Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder Fahrzeugbeschleunigungen, zur Beschränkung 26 von Bewegungsgeschwindigkeiten und/oder Beschleunigungen des Hubmastes des, für die Bildung eines Traglastdiagramms 27, für Warnhinweise 28 oder für Sonstiges 29 bestehen kann.

[0035] Die Fig. 2 zeigt schematisch einen weiteren Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens, in dem schematisch durch Bildung eines Gütewert festgelegt wird, ob eine Anzeige 30 einer Kippstabilität erfolgt oder der Wert als ungültig betrachtet wird. Bei einem Parameterwert für die Mastneigung 31 wird mithilfe einer unteren Konstante 32 sowie einer oberen Konstante 33 zunächst bestimmt, ob die Werte in einem erlaubten Bereich liegen. Weiterhin wird durch zweimaliges Differenzieren 34 nach der Zeit ein Absolutbetrag 35 der Beschleunigung der Mastneigung gebildet und mit einem maximal zulässigen Wert 36 verglichen.

[0036] Ebenso wird für einen Hubwert 37 durch Differenzieren 38 ein Absolutbetrag der Hubgeschwindigkeit 39 gebildet und mit einem maximal zulässigen Konstantwert 40 verglichen. Schließlich wird ein Geschwindigkeitswert 41 mit einem maximal zulässigen Konstantwert 42 verglichen.

[0037] Ist einer der zuvor beschriebenen Werte in einem unzulässigen Bereich, wird ein Gütewert angenommen, nach dem eine Anzeige 30 der Kippstabilität nicht zulässig ist. Abhängig von einem Zähler 43 mit einer Zeitkonstante 44 wird die Beurteilung anhand des Gütewerts regelmäßig zurückgesetzt und erneut vorgenommen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anzeige 30 der Kippstabilität nur erfolgt, wenn ein zulässiger Wert angezeigt wird.

Patentansprüche

- Verfahren zur Erfassung der Kippstabilität eines Flurförderzeugs, insbesondere eines Gegengewichtsgabelstaplers, mit einer Lasthandhabungsvorrichtung mit hydraulischen Aktuatoren, insbesondere Hydraulikzylindern, wobei bei dem Verfahren durch Erfassen der Drücke (6,7,8) in den hydraulischen Aktuatoren die durch eine Last und/oder Hubhöhe (37) wirkenden Kräfte und über diese ein Kippmoment bestimmt wird, sowie mit mindestens einem weiteren Sensor zur Erfassung von einem oder mehreren weiteren Parameterwerten des Flurförderzeugs durch eine Steuerungsvorrichtung (1),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuerungsvorrichtung (1) aus den weiteren Parameterwerten sowie den erfassten Werten einen Gütewert für die Erfassung des Kippmoments bestimmt und abhängig von dem Gütewert das Kippmoment als nicht zulässig qualifiziert oder mit einem Sicherheitszuschlag versieht, wobei durch die Parameterwerte plausible Werte für die hydraulischen Drücke (6,7,8) und/oder dynamische Veränderungen der Drücke (6,7,8) zur Bildung des Gütewertes bewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Parameterwerte Positionszustände der Lasthandhabungsvorrichtung erfassen, insbesondere Endanschläge der hydraulischen Aktuatoren, etwa Endanschläge von Hydraulikzylindern.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch die Parameterwerte Beschleunigungen (35) und/oder Geschwindigkeiten (39) der Bewegungen der Lasthandhabungsvorrichtung erfasst werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass als Parameterwerte Änderungen und/oder eine Größe einer Ventilöffnung (2,3) eines Hydraulikventils erfasst werden, durch das ein hydraulischer Aktuator angesteuert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem schlechten Gütewert wegen dynamischer Veränderungen der Drücke durch eine Timingfunktion für eine Nachlaufzeit der schlechte Gütewert in jedem Fall beibehalten wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Kippmoment in einer Anzeigevorrichtung (30) für einen Fahrer des Flurförderzeugs angezeigt wird und bei einer Bewertung als nicht zulässig keine Anzeige erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erfassten Drücke (6,7,8) einen oder mehreren Werte der folgenden umfassen:
 - Hubdruck (6) eines Hubzylinders,
 - Neigedruck (8) eines Neigezylinders auf einer Stangenseite und/oder
 - Neigedruck (7) eines Neigezylinders auf einer Bodenseite.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch mindestens einen weiteren Sensor erfasste Parameterwerte einen oder mehreren Werte der folgenden umfassen:
 - Beschleunigungswerte von Inertialsensoren (11) an einem Hubmast,
 - Beschleunigungswerte von Inertialsensoren an einem Gabelträger,
 - Beschleunigungswerte von Inertialsensoren (13) des Flurförderzeugs in einer oder mehreren der drei translatorischen Richtungen,
 - Beschleunigungswerte von Inertialsensoren (13) des Flurförderzeugs in einer oder mehreren der drei rotatorischen Richtungen,
 - eine Temperatur eines Hydraulikfluids (5),
 - eine Durchflussmenge eines Hydraulikfluids (4),
 - eine Hubhöhe (9,37) eines Lastaufnahmemittels der Lasthandhabungsvorrichtung,
 - einen Stufenwert (10) eines Hubstufensensors eines Hubmastes mit einer oder mehreren Ausfahrstufen,
 - einen Neigungswinkel (12,31) eines Hubmastes,
 - einen Neigungswinkel (14) des Flurförderzeugs,
 - eine Fahrgeschwindigkeit (16,41) des Flurförderzeugs,
 - einen Lenkwinkel (15) des Flurförderzeugs,
 - eine Lenkgeschwindigkeit des Flurförderzeugs,
 - eine Ventilöffnung (2,3) des hydraulischen Aktuators,
 - eine Ventilöffnungsgeschwindigkeit des hydraulischen Aktuators und/oder
 - ein Verschleißmaß einer Bereifung des Flurförderzeugs.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass durch die Steuerungsvorrichtung bei Überschreiten eines zulässigen Kippmoments die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung des Flurförderzeugs reduziert wird.

5 **10.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass durch die Steuerungsvorrichtung bei Überschreiten eines zulässigen Kippmoments der Bewegungsbereich und/oder die Bewegungsgeschwindigkeiten der Lasthandhabungsvorrichtung beschränkt werden, insbesondere eine Hubhöhe, Neigung, Hubgeschwindigkeit und/oder Neigegeschwindigkeit eines Hubmastes.

10

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Flurförderzeug ein Gegengewichtsgabelstapler mit einem Hubmast ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

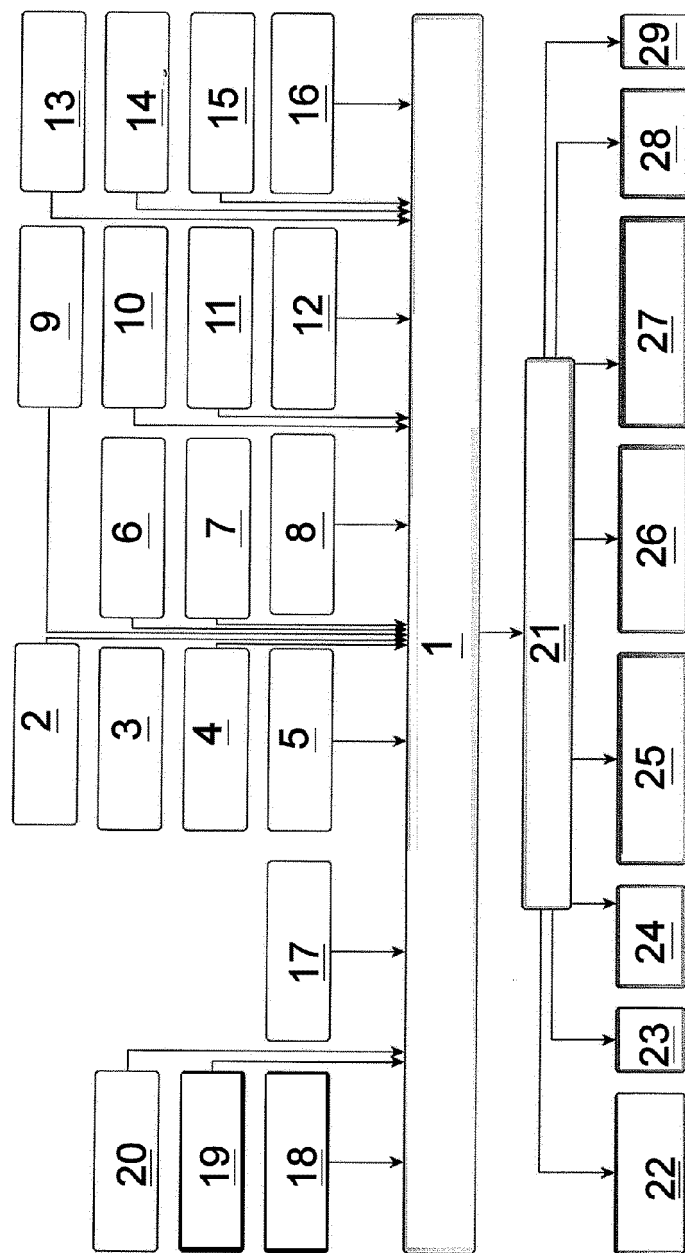


Fig. 1

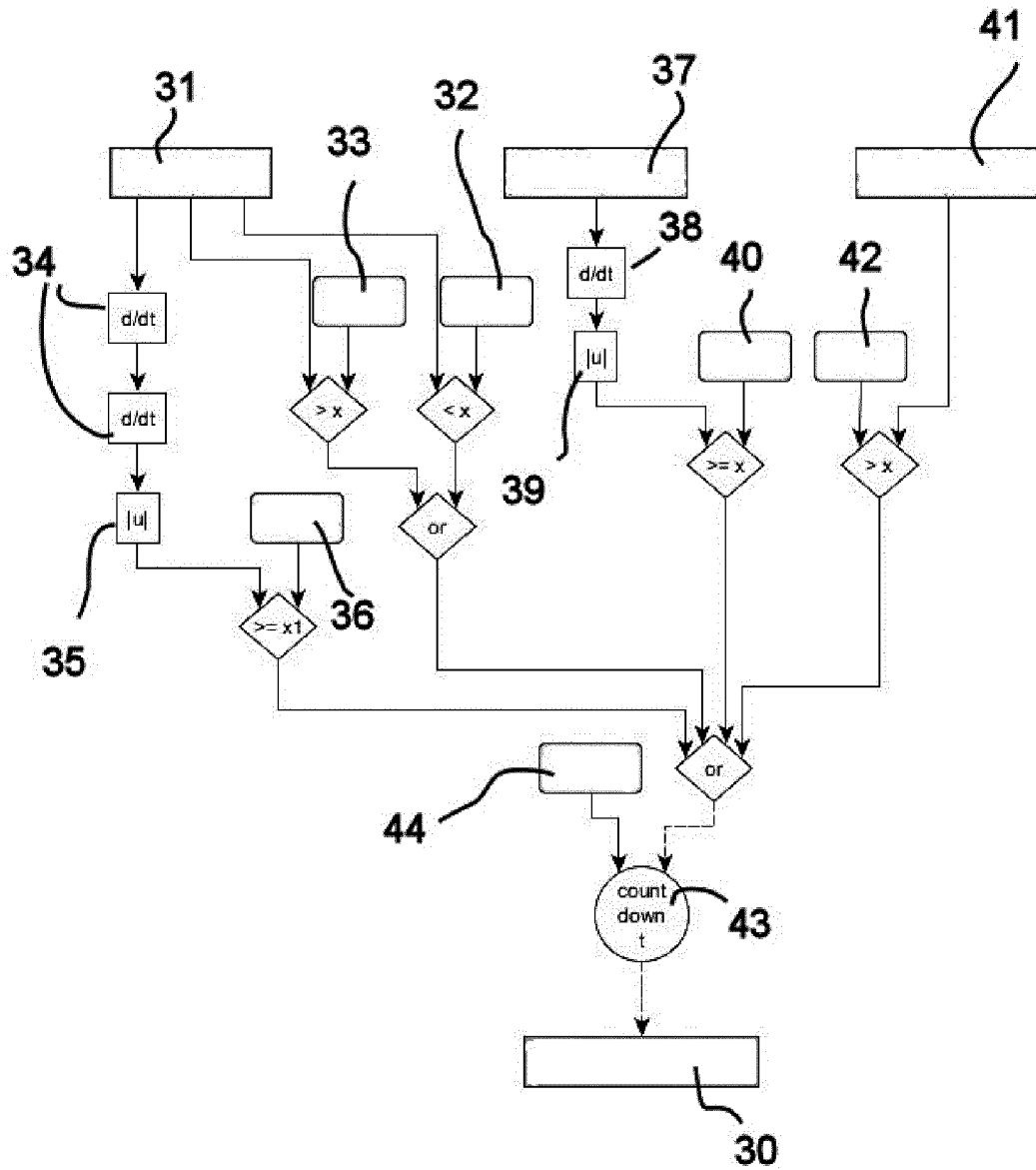


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 15 8079

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 136 433 A2 (TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS [JP]) 26. September 2001 (2001-09-26) * Zusammenfassung * * Absatz [0022] - Absatz [0049] * * Abbildungen *	1-3,5,7,8,10,11	INV. B66F17/00
Y	----- US 5 995 001 A (WELLMAN TIMOTHY A [US] ET AL) 30. November 1999 (1999-11-30) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Absatz 21 - Spalte 7, Absatz 1 * * Abbildungen *	6	
Y	----- DE 10 2005 012004 A1 (LINDE AG [DE]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) * Zusammenfassung *	9	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B66F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 2016	Prüfer Sheppard, Bruce
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 15 8079

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-07-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1136433 A2	26-09-2001	EP 1136433 A2	26-09-2001
		JP 2001261297 A	26-09-2001
		US 6611746 B1	26-08-2003
US 5995001 A	30-11-1999	AT 233713 T	15-03-2003
		AU 726980 B2	30-11-2000
		AU 8283998 A	08-02-1999
		CA 2294328 A1	21-01-1999
		DE 69811894 D1	10-04-2003
		DE 69811894 T2	12-02-2004
		EP 0993416 A1	19-04-2000
		NZ 501779 A	01-02-2002
		US 5995001 A	30-11-1999
		WO 9902445 A1	21-01-1999
DE 102005012004 A1	27-10-2005	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82