



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 012 004 A1 2005.10.27

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 012 004.0

(22) Anmeldetag: 16.03.2005

(43) Offenlegungstag: 27.10.2005

(51) Int Cl.7: B66F 9/24  
 B66F 17/00

(66) Innere Priorität:  
 10 2004 017 057.6 07.04.2004

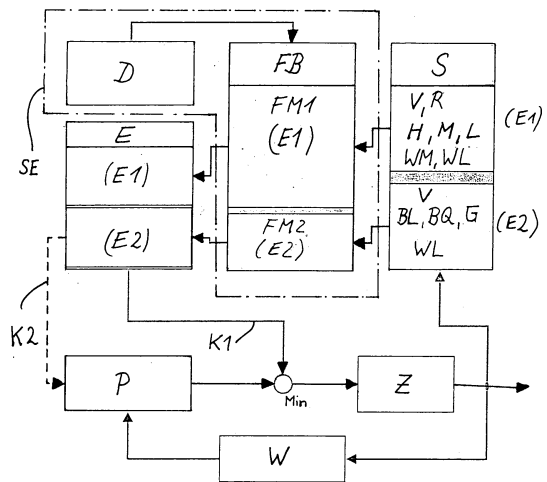
(71) Anmelder:  
 Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

(72) Erfinder:  
 Bozem, Gerhard, 63871 Heinrichsthal, DE; Carlitz, Andreas, 52224 Stolberg, DE; Götz, Bernhard, 63741 Aschaffenburg, DE; Roth, Jürgen, Dr., 63843 Niedernberg, DE; Schröder, Frank, Dr., 63785 Obernburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Flurförderzeug mit erhöhter statischer/quasistatischer und dynamischer Kippstabilität

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug, insbesondere Frontsitz-Gegengewichts-Gabelstapler, mit einer höhenverfahrbaren und neigbaren Lasthebeeinrichtung (1), einem Fahrtrieb, Arbeitsantrieben für die Bewegungen der Lasthebeeinrichtung (1) und einem Lenktrieb. Um unter möglichst allen kippkritischen Fahrzeugzuständen eine gute Kippstabilität zu erzielen, ist erfindungsgemäß ein auf fahrzeugspezifischen Informationen basierendes Rechenmodell (D) für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs in einer Steuereinrichtung (SE) gespeichert, an die eine Mehrzahl von Sensoren (S) zur Erfassung von für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs relevanten physikalischen Größen (V, R, H, M, L, WM, WL, BL, BQ, G) angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung (SE) ist zur Ermittlung eines auf den erfassten physikalischen Größen (V, R, H, M, L, WM, WL, BL, BQ, G) und dem gespeicherten Rechenmodell (D) basierenden Fahr- und Beladungszustands (Z) ausgebildet und steht mit dem Fahrtrieb, den Arbeitsantrieben und dem Lenktrieb derart in Wirkverbindung, dass abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand kippstabilitätswahrende oder -erhöhende Korrekturingriffe (K1, K2) durchführbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug, insbesondere Frontsitz-Gegengewichts-Gabelstapler, mit einer höhenverfahrbaren und neigbaren Lasthebeeinrichtung, einem Fahrtrieb, Arbeitsantrieben für die Bewegungen der Lasthebeeinrichtung und einem Lenkantrieb.

**Stand der Technik**

**[0002]** Bei den in der Praxis zumeist eingesetzten Flurförderzeugen des Standes der Technik muss die Bedienperson das Gewicht des zu hebenden Ladeguts (Hublast) und die Höhe, auf die das Ladegut angehoben wird (Hubhöhe), abschätzen. Darauf basierend müssen die Fahrgeschwindigkeit und der Kurvenradius des Flurförderzeugs so eingestellt werden, dass ein Kippen des Flurförderzeugs nach vorne oder seitlich nicht auftritt. Diese anspruchsvolle Aufgabe kann die Bedienperson überfordern und daher bei Überschreiten der Tragfähigkeit des Flurförderzeugs oder bei Fahrmanövern, die der aktuellen Hublast und Hubhöhe nicht angepasst sind, zu Kippunfällen mit schwerer Verletzung oder Tötung der Bedienperson oder umstehender Personen führen, verbunden mit hohem Sachschaden. Es hat deshalb nicht an Überlegungen gemangelt, geeignete Sicherheitsvorkehrungen zur Vermeidung von Unfällen mit Flurförderzeugen zu schaffen.

**[0003]** So ist in der DE 29 09 667 C3 ein gattungsgemäßes Flurförderzeug beschrieben, bei dem abhängig vom Lenkwinkel, der Hubhöhe und dem Lastmoment in den Fahrtrieb eingegriffen und dabei die Fahrgeschwindigkeit sowie ggf. auch die (elektromotorische) Bremsverzögerung begrenzt wird. Dies geschieht durch Übersteuern der von der Bedienperson vorgegebenen Sollwerte mit Korrektursignalen aus der Steuereinrichtung.

**[0004]** Gegenstand der EP 0 343 839 B1 ist ein Flurförderzeug, bei dem abhängig von der Hublast, der Hubhöhe, dem Lenkwinkel, der Fahrtrichtung und der Lage des Fahrzeug-Schwerpunktes die Fahrgeschwindigkeit begrenzt wird. Darüber hinaus ist auch vorgesehen, abhängig von der Hubhöhe die Beschleunigung des Flurförderzeugs zu begrenzen.

**[0005]** Aus der EP 1 078 878 A1 ist es bekannt, die Neigegeschwindigkeit eines Flurförderzeug-Hubmastes in Abhängigkeit von der Hublast und der Hubhöhe zu begrenzen.

**[0006]** Schließlich offenbart die EP 1 019 315 B1 ein Flurförderzeug, bei dem die Fahrgeschwindigkeit hublast- und neigewinkelabhängig begrenzt wird und ohne Last eine höhere Senkgeschwindigkeit ermöglicht ist.

**[0007]** Allen bekannten Vorschlägen ist gemeinsam, dass stets nur Teilaspekte des Betriebsverhaltens des Flurförderzeugs berücksichtigt werden und daher Betriebszustände verbleiben, in denen eine erhebliche Kippgefahr besteht.

**Aufgabenstellung**

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Flurförderzeug der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, das unter möglichst allen kippkritischen Fahrzuständen eine gute Kippstabilität aufweist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein auf fahrzeugspezifischen Informationen basierendes Rechenmodell für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs in einer Steuereinrichtung gespeichert ist, an die eine Mehrzahl von Sensoren zur Erfassung von für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs relevanten physikalischen Größen angeschlossen ist, wobei die Steuereinrichtung zur Ermittlung eines auf den erfassten physikalischen Größen und dem gespeicherten Rechenmodell basierenden Fahr- und Beladungszustands ausgebildet ist und mit dem Fahrtrieb, den Arbeitsantrieben und dem Lenkantrieb derart in Wirkverbindung steht, dass abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand kippstabilitätswahrende oder -erhöhende Korrekturingriffe durchführbar sind.

**[0010]** Der erfindungswesentliche Gedanke besteht demnach darin, mit Hilfe einer Logik, die durch eine Steuereinrichtung ausgeführt wird und sowohl den Betriebszustand „statisches und/oder quasistatisches Kippen“ (bei großer Hubhöhe und geringer Fahrgeschwindigkeit bzw. Stillstand) als auch den Betriebszustand „dynamisches Kippen“ (hohe Querbeschleunigung bei Kurvenfahrt, hohe Längsbeschleunigung beim Bremsen) abdeckt, in das Fahrzeugverhalten so weit einzugreifen, dass ein Umkippen verhindert wird.

**[0011]** Hierbei wird in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung durch die Steuereinrichtung in einem ersten Eingriffsbereich, in dem eine Grenz-Hubhöhe überschritten und eine Grenz-Fahrgeschwindigkeit unterschritten ist, abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand die erzielbare oder erzielte Arbeitsgeschwindigkeit, Anfahr- und Bremsbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit jeweils reduziert und in einem zweiten Eingriffsbereich, in dem die Grenz-Hubhöhe unterschritten und die Grenz-Fahrgeschwindigkeit überschritten ist, abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand das Lenkmoment erhöht und/oder die Lenkübersetzung verändert und/oder die erzielbare oder erzielte Fahrge-

schwindigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit jeweils reduziert.

**[0012]** Der erste Eingriffsbereich stellt also den Bereich des statischen Kippens bzw. den Bereich des quasistatischen Kippens dar, in dem das Flurförderzeug stillsteht bzw. nur eine relativ geringe Fahrgeschwindigkeit hat, die Hubhöhe jedoch relativ groß ist. Es wird in diesem ersten Eingriffsbereich abhängig vom Fahr- und Beladungszustand auf die Arbeitsgeschwindigkeit der Lasthebeeinrichtung, die Anfahr- und Bremsbeschleunigung und die Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs im Sinne einer Begrenzung der erzielbaren Istwerte eingewirkt oder im Extremfall im Sinne einer Zurückführung der bereits erzielten Istwerte.

**[0013]** Dies kann beispielsweise durch Herabsetzen der von der Bedienperson vorgegebenen Sollwerte erreicht werden (Übersteuerung der von der Bedienperson vorgegebenen Sollwerte durch Korrekturen aus der Steuereinrichtung). Die bei einer bestimmten Auslenkung von Steuerhebeln oder anderen Bedienorganen im Normalbetrieb dazu korrespondierenden ("erzielbaren") Istwerte werden demzufolge herabgesetzt. Im Einzelfall kann dies z. B. bedeuten, dass bei einem stehendem Flurförderzeug die Bedienperson durch Betätigen eines Steuerhebels die angehobene Last mit einer bestimmten Geschwindigkeit nach vorne neigen will, die Neigegeschwindigkeit von der Steuereinrichtung aufgrund unzulässig großer Kippgefahr jedoch auf Null herabgesetzt wird, mithin also die Neigebewegung nach vorne vollkommen verhindert ist.

**[0014]** Es ist jedoch auch möglich, durch die Steuereinrichtung bereits vorhandene („erzielte“) Istwerte zu reduzieren. Beispiel: Bei nach rückwärts anfahrendem Flurförderzeug will die Bedienperson die Last anheben. Die Steuereinrichtung lässt den Hubvorgang zu (evtl. mit verminderter Hubgeschwindigkeit), setzt jedoch die bereits erzielte Anfahrbeschleunigung und/oder Fahrgeschwindigkeit herab.

**[0015]** Unter Arbeitsgeschwindigkeit der Lasthebeeinrichtung wird in erster Linie die Hub- und Neigegeschwindigkeit verstanden. Auch die Senkgeschwindigkeit ist bevorzugt mit eingeschlossen. Selbstverständlich können auch weitere Bewegungen der Lasthebeeinrichtung mit berücksichtigt werden, z. B. die Bewegung eines Seitenschiebers oder einer Schwenkvorrichtung.

**[0016]** Im erfindungsgemäß vorgesehenen zweiten Eingriffsbereich der Steuereinrichtung, nämlich dem Bereich des dynamischen Kippens, in dem das Flurförderzeug bei abgesenkter Last bereits eine bestimmte Fahrgeschwindigkeit überschritten hat, greift die Steuereinrichtung z. B. reduzierend auf die Lenkgeschwindigkeit ein und verändert dabei ggf. die

Lenkübersetzung. Ferner kann alternativ oder zusätzlich das zum Drehen des Lenkrads erforderliche Lenkradmoment erhöht werden. Darüber hinaus kann – ebenfalls alternativ oder zusätzlich – die erzielbare oder erzielte Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit reduziert werden.

**[0017]** Mit dem erfindungsgemäß ausgestalteten Flurförderzeug werden vor allem Kippunfälle vermieden, die aus übermäßig großen, schnellen oder abrupten Stellbefehlen der Bedienperson resultieren (erster Eingriffsbereich) sowie durch zu schnelle Kurvenfahrt mit und ohne Last verursacht werden (zweiter Eingriffsbereich).

**[0018]** Dabei wird grundsätzlich von vier möglichen Betriebsbereichen des Flurförderzeugs ausgegangen:

In einem ersten Betriebsbereich mit geringer Hubhöhe, niedrigem Lastschwerpunkt und geringer Fahrgeschwindigkeit, erfolgen durch die Steuereinrichtung keinerlei korrigierende Eingriffe in das Fahrzeugverhalten, denn dieser Bereich ist als unkritisch anzusehen.

**[0019]** Ein zweiter Betriebsbereich ergibt sich bei geringer Fahrgeschwindigkeit und Überschreiten einer bestimmten Hubhöhe (Grenz-Hubhöhe). Dieser Betriebsbereich entspricht dem bereits beschriebenen ersten Eingriffsbereich, in dem die Steuereinrichtung abhängig vom Fahr- und Beladungszustand kippstabilitätserhöhend auf die Antriebssysteme des Flurförderzeugs einwirkt.

**[0020]** Ein dritter Betriebsbereich wird durch geringe Hubhöhe (geringer als die Grenz-Hubhöhe) und erhöhte Fahrgeschwindigkeit (Überschreiten einer Grenz-Fahrgeschwindigkeit) definiert. Hierbei handelt es sich um den ebenfalls bereits beschriebenen zweiten Eingriffsbereich, in dem die dynamische Kippstabilität durch Eingriffe der Steuereinrichtung z. B. in die Lenkübersetzung erhöht wird.

**[0021]** Ein Betrieb des Flurförderzeugs in einem vierten Betriebsbereich mit hoher Fahrgeschwindigkeit und großer Hubhöhe kann dadurch verhindert werden, dass zwangsläufig vorher einer der beiden Eingriffsbereiche durchlaufen werden muss und dabei das Fahrzeug in einen kippstabilen Zustand gebracht wird bzw. eine bestimmte Kippstabilität gewahrt bleibt. Die beiden Eingriffsbereiche werden somit nicht in Richtung des vierten Betriebsbereichs verlassen:

Befindet sich das Flurförderzeug zunächst im ersten Eingriffsbereich, dann wird es durch Reduzieren der Anfahrbeschleunigung und der maximal erzielbaren Fahrgeschwindigkeit zwangsläufig in einem sicheren (kippstabilen) Zustand gehalten. Befindet sich das Fahrzeug hingegen zunächst im zweiten Eingriffsbereich (dritter Betriebsbereich), so wird das Anheben

der Last begrenzt und dadurch ein Betrieb des Flurförderzeugs im vierten Betriebsbereich ebenfalls unmöglich gemacht. Auch hier bleibt somit das Fahrzeug in einem kippstabilen Zustand.

**[0022]** Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass es vor dem Hintergrund der geltenden gesetzlichen Vorschriften an sich keiner technischen Eingriffe bedürfte, die bei großer Fahrgeschwindigkeit ein Anheben einer (schweren) Last über eine bestimmte Hubhöhe hinaus verhindern, denn dabei würde es sich um einen sogenannten „nicht bestimmungsgemäßen Gebrauch“ des Flurförderzeugs handeln, also einen offensichtlichen Missbrauch durch die Bedienungsperson, der nicht in den Verantwortungsbereich des Flurförderzeug-Herstellers fällt.

**[0023]** Es versteht sich, dass die Übergänge zwischen den vorstehend beschriebenen Betriebsbereichen fließend sein können, dass also die Grenz-Fahrgeschwindigkeit und/oder die Grenz-Hubhöhe nicht fest sind, sondern verschiedene Werte annehmen können.

**[0024]** Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird im ersten Eingriffsbereich bevorzugt jeweils die erzielbare oder erzielte Anfahr- und Bremsbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit und im zweiten Eingriffsbereich bevorzugt die erzielbare oder erzielte Arbeitsgeschwindigkeit der Lasthebeeinrichtung reduziert. Es erfolgt also eine Priorisierung, wobei im ersten Eingriffsbereich (statisches und/oder quasistatisches Kippen), in dem hauptsächlich der Arbeitsantrieb der Lasthebeeinrichtung zum Einsatz kommt, der Fahrtrieb kippstabilitätserhöhend beeinflusst wird und im zweiten Eingriffsbereich (dynamisches Kippen), in dem die Nutzung des Fahrtriebs und des Lenkantriebs überwiegt, die kippstabilitätserhöhenden Maßnahmen den Arbeitsantrieb betreffen.

**[0025]** In Ausgestaltung der Erfindung sind für den ersten Eingriffsbereich direkt oder indirekt wirkende Sensoren zur Erfassung der Hublast, der Hubhöhe, des Neigewinkels, des Lastmoments, der Fahrtrichtung, der Fahrgeschwindigkeit und des Lenkwinkels und für den zweiten Eingriffsbereich zusätzlich direkt oder indirekt wirkende Sensoren zur Erfassung der Längsbeschleunigung, der Querschleunigung und der Gierrate vorgesehen. Aus dem Signal des Lenkwinkelsensors kann auch die Lenkgeschwindigkeit abgeleitet werden.

**[0026]** Einige dieser Sensoren (z. B. Neigewinkelsensor, Hubhöhsensor) sind häufig in gattungsgemäßen Flurförderzeugen bereits als Serien- oder Sonderausrüstung vorhanden, so dass der zur Realisierung der Erfindung erforderliche Aufwand relativ gering ist. Dies gilt auch für die Signalwege zwischen der Steuereinrichtung und den Antriebssystemen des

Flurförderzeugs. Der Neigewinkelsensor kann, je nach Ausführung des Flurförderzeugs, den Neigewinkel des Hubmastes oder – bei feststehendem Hubmast – den Neigewinkel des des am Hubmast höhenverfahrbaren Lastschlittens detektieren.

**[0027]** Zweckmäßigerweise umfassen die in der Steuereinrichtung gespeicherten fahrzeugspezifischen Informationen zumindest Daten zu den Abmessungen und Massen des Flurförderzeugs und der Lasthebeeinrichtung (Hubmast), zu den Reifencharakteristika und zur maximalen Zuladung.

**[0028]** In der Steuereinrichtung wird mit den vorhandenen fahrzeugspezifischen Informationen und den durch die Sensoren erfassten physikalischen Größen der Fahr- und Beladungszustand ermittelt, wobei zumindest die kippkritischen Fahrmanöver Bremsen vorwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Beschleunigen rückwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Bremsen aus der Rückwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse und Beschleunigen in die Vorwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse im Hinblick auf erforderliche Eingriffe überwacht werden.

**[0029]** Mit dem Begriff „Fahrzeugschrägstellung“ ist eine relativ geringe Neigung des Fahrzeugs in Bezug auf die Ebene gemeint. Eine Fahrzeugschrägstellung ist beispielsweise dann vorhanden, wenn sich das Fahrzeug auf einem Hang befindet (Gefälle bzw. Steigung z. B. kleiner als 3 %).

#### Ausführungsbeispiel

**[0030]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigt

**[0031]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Darstellung eines Flurförderzeugs,

**[0032]** [Fig. 2](#) eine Regelstruktur und

**[0033]** [Fig. 3](#) ein Zustandsschaubild.

**[0034]** Das Flurförderzeug gemäß [Fig. 1](#) ist als Frontsitz-Gegengewichts-Gabelstapler ausgeführt. Eine an der Fahrzeug-Vorderseite angeordnete Lasthebeeinrichtung **1** wird von einem ausfahrbaren Hubmast **1a** und einem an dem Hubmast **1a** höhenbeweglichen Lastschlitten **1b** mit darin eingehängten Gabelzinken **1c** gebildet. Mit Hilfe der Gabelzinken **1c** können Ladegüter verschiedenster Art angehoben und transportiert werden.

**[0035]** Der Hubmast **1a** ist um eine im unteren Bereich quer angeordnete Horizontalachse neigbar.

Selbstverständlich ist es auch möglich, einen starren, also nicht neigbaren Hubmast vorzusehen und stattdessen den Lastschlitten nicht nur höhenbeweglich sondern auch neigbar auszuführen, wie dies zum Beispiel bei sogenannten Lagertechnik-Geräten (z. B. Schubmaststapler) häufig der Fall ist. An dem Lastschlitten **1b** können – je nach Einsatzfall – auch andere Lastaufnahmeeinrichtungen befestigt werden. Es versteht sich, dass grundsätzlich auch zusätzliche Bewegungen der Lasthebeeinrichtung möglich sind, sofern die dazu erforderlichen Einrichtungen, z. B. ein Seitenschieber, zur Verfügung stehen.

**[0036]** Der Hubmast **1a** ist mittels hydraulischer Neigezylinder **1d** neigbar. Das Ausfahren des Hubmastes **1a** und das Anheben des Lastschlittens **1b** erfolgt mittels hydraulischer Hubzylinder, ggf. zusätzlich mit einer oder mehreren Lastketten. Zum Absenken des Lastschlittens **1b** bzw. Einfahren des Hubmastes **1a** wirken das Eigengewicht des Lastschlittens und der nach oben ausgefahrenen Komponenten des Hubmastes sowie ggf. das Gewicht des Ladeguts. Die genannten hydraulischen Verbraucher werden von einer hydraulischen Pumpe gespeist. Zusammen mit den erforderlichen hydraulischen Ventilen und einem die Pumpe antreibenden Motor umfasst dieses System also mehrere Arbeitsantriebe für die Hub-, Senk- und Neigebewegung der Lasthebeeinrichtung.

**[0037]** Der Gabelstapler gemäß Ausführungsbeispiel weist ferner einen Fahrtrieb auf, bei dem eine Vorderachse **2** als Antriebsachse ausgebildet ist, und einen Lenkantrieb, mit dessen Hilfe eine heckseitig angeordnete Lenkachse **3** betätigt wird.

**[0038]** In [Fig. 2](#) ist die Regelstruktur des erfindungsgemäßen Flurförderzeugs dargestellt. Aus den von der Bedienperson stammenden Vorgaben **P** an den Fahrpedalen, dem Lenkrad und den Bedienhebeln resultiert ein Fahr- und Beladungszustand **Z**, der an die Bedienperson in Form einer subjektiven Wahrnehmung **W** rückgemeldet wird, woraufhin die Vorgaben **P** ggf. verändert werden.

**[0039]** Der Gabelstapler ist mit Sensoren **S** ausgestattet, mit deren Hilfe physikalische Größen erfassbar sind, aus denen sich der Fahr- und Beladungszustand **Z** objektiv ermitteln lässt. Zu diesen Größen zählt die Hublast **L**, die Hubhöhe **H**, das Lastmoment **M**, der Mast-Neigewinkel **WM**, der an der Lenkachse eingeschlagene Lenkwinkel **WL**, die Fahrtrichtung **R**, die Fahrgeschwindigkeit **V**, die Längsbeschleunigung **BL**, die Querbeschleunigung **BQ** und die Gierrate **G**. Zur Bestimmung des Lastmoments **M** können beispielsweise die Neigezylinderkräfte oder die Achslast der Lenkachse (Hinterachse) herangezogen werden. Die Hublast **L** lässt sich aus den Hubzylinderkräften bestimmen.

**[0040]** Von den genannten Sensoren **S** ist ein Teil für die Erfassung physikalischer Größen vorgesehen, die für die Ermittlung von statischen und quasistatischen Kippgefährdungen erforderlich sind. Es handelt sich dabei um die Sensoren zur Erfassung der Fahrtrichtung **R**, der Fahrgeschwindigkeit **V**, der Hublast **L**, der Hubhöhe **H**, des Lastmoments **M**, des Mast-Neigewinkel **WM** und des an der Lenkachse eingeschlagenen Lenkwinkels **WL**. Für die Ermittlung von dynamischen Kippgefährdungen müssen zusätzliche physikalische Größen erfasst werden. Zu diesem Zweck sind Sensoren zur Erfassung der Längsbeschleunigung **BL**, der Querbeschleunigung **BQ** und der Gierrate **G** vorgesehen.

**[0041]** Die von den Sensoren **S** erfassten Messwerte werden an eine Steuereinrichtung **SE** weitergegeben, in der anhand von fahrzeugspezifischen Daten, wie z. B. den Abmessungen und Massen des Flurförderzeugs und des Hubmastes, den Reifencharakteristika und der maximal möglichen Zuladung ein Rechenmodell **D** des Gabelstaplers abgeleitet ist.

**[0042]** In der Steuereinrichtung **SE** wird in einem Fahrzustandsbeobachter **FB** aus dem Rechenmodell **D** und den Messwerten der Sensoren **S** der aktuelle Fahr- und Beladungszustand **Z** des Flurförderzeugs ermittelt und dabei festgestellt, ob die Arbeits- und/oder Fahrbewegungen kippkritisch sind und deshalb Eingriffe erforderlich machen.

**[0043]** Hierbei werden vom Fahrzustandsbeobachter **FB** für einen ersten Eingriffsbereich **E1** und für einen zweiten Eingriffsbereich **E2** kritische Fahrmanöver **FM1** bzw. **FM2** überwacht. Für den ersten Eingriffsbereich **E1**, in dem ggf. Maßnahmen gegen statisches und/oder quasistatisches Kippen erfolgen sollen, sind dies die Fahrmanöver Bremsen vorwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Beschleunigen rückwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Bremsen aus der Rückwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse und Beschleunigen in die Vorwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse.

**[0044]** Für den zweiten Eingriffsbereich **E2**, in dem Maßnahmen gegen dynamisches Kippen erfolgen sollen, kann als kritisches Fahrmanöver **FM2** z. B. die Lenkgeschwindigkeit überwacht werden. Daraus können nun die gegebenenfalls erforderlichen Eingriffe **E** in den Fahrtrieb, den Lenkantrieb und Arbeitsantrieb abgeleitet werden, die dazu führen, dass die Kippgrenzen nicht erreicht bzw. überschritten werden. Die Steuereinrichtung **SE** wirkt somit kippstabilitäts erhöhend.

**[0045]** Bei den durchgeführten Eingriffen handelt es sich um Eingriffe im Eingriffsbereich **E1**, (z. B. Reduzierung der Fahr- und Arbeitsgeschwindigkeit) und

um Eingriffe im Eingriffsbereich E2 (z. B. Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit, Änderung der Lenkübersetzung zwecks Reduzierung der Lenkgeschwindigkeit), mit denen jeweils die Vorgaben P der Bedienperson korrigiert werden (Verbindung K1), beispielsweise durch Übersteuerung der Sollwerte. Darüber hinaus kann es sich um Eingriffe handeln, mit denen die Vorgaben P im Moment ihrer Entstehung beeinflusst werden (Pfeil K2), z. B. eine Erhöhung des zum Drehen des Lenkrades erforderlichen Lenkradmoments im zweiten Eingriffsbereich E2.

**[0046]** Das in [Fig. 3](#) dargestellte Zustandsschaubild, bei dem auf der Abszisse die Fahrgeschwindigkeit in km/h und auf der Ordinate die Hubhöhe in mm aufgetragen ist, zeigt vier Betriebsbereiche I, II, III und IV. Hierbei wird ein erster Betriebsbereich I ausgehend vom Koordinatenursprung durch eine Grenz-Hubhöhe GH (die beispielsweise in einem Bereich zwischen 330 und 600 mm liegt) und eine Grenz-Fahrgeschwindigkeit GF (die beispielsweise in einem Bereich zwischen 1 und 4 km/h liegt) definiert. Unter Beibehaltung der Grenz-Fahrgeschwindigkeit GF schließt sich nach oben ein Betriebsbereich II an, in dem die Hubhöhe größer als die Grenz-Hubhöhe GH ist. Rechts vom Betriebsbereich I, also beim Überschreiten der Grenz-Fahrgeschwindigkeit GF, befindet sich unterhalb der Grenz-Hubhöhe GH ein dritter Betriebsbereich III. Es verbleibt ein vierter Betriebsbereich IV, in dem sowohl die Grenz-Fahrgeschwindigkeit GF als auch die Grenz-Hubhöhe GH überschritten sind.

**[0047]** Der Betriebsbereich I stellt denjenigen Bereich dar, in dem die Gefahr von Kippunfällen am geringsten ist. Es ist daher im Betriebsbereich I nicht erforderlich, dass die Steuereinrichtung kippstabilitäts-erhöhend eingreift.

**[0048]** Im Betriebsbereich II, also dem Bereich mit großer Hubhöhe, jedoch geringer Fahrgeschwindigkeit, besteht – abhängig u. a. von der Hublast und dem Lastmoment – die Gefahr eines statischen oder quasistatischen Kippens. Der Betriebsbereich II stellt deshalb den ersten Eingriffsbereich E1 der Steuereinrichtung dar, in dem abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand reduzierend auf die erzielbare oder erzielte Arbeitsgeschwindigkeit der Lasthebeeinrichtung, Anfahr- und Bremsbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs eingewirkt wird. Übermäßig große, schnelle oder abrupte Stellbefehle der Bedienperson werden dabei übersteuert und dadurch die Kippstabilität erhöht.

**[0049]** Hierbei können der Grad und der Umfang des Eingriffs davon abhängen, ob nur Fahrmanöver in Geradeausfahrtrichtung vorliegen, also kein oder nur ein geringer Lenkwinkel (bzw. Lenkgeschwindigkeit) detektiert wird, oder eine quasistatische Kurvenfahrt vorliegt, bei der z. B. ein Lenkwinkel von mehr

als 5 Grad detektiert wird oder die Lenkgeschwindigkeit einen bestimmten Wert überschreitet.

**[0050]** Ein Übergang vom Betriebsbereich II in den Betriebsbereich IV wird durch eine zustandsabhängige Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit ausgeschlossen.

**[0051]** Im Betriebsbereich III, in dem die Hubhöhe relativ gering und die Fahrgeschwindigkeit hoch ist, besteht zusätzlich eine dynamische Kippgefahr, nämlich z. B. bei Kurvenfahrt (mit und ohne Last). Der Betriebsbereich III stellt deshalb den zweiten Eingriffsbereich E2 der Steuereinrichtung dar. Hierbei wird ein Umkippen des Flurförderzeugs z. B. bei schnellen Lenkwinkeländerungen oder bei zu schneller Kurvenfahrt dadurch verhindert, dass die Steuereinrichtung – z. B. abhängig vom Lenkwinkel und der Gierrate – die Lenkgeschwindigkeit begrenzt und/oder das Lenkradmoment erhöht. Auch hier ist alternativ oder zusätzlich eine Begrenzung der erzielbaren oder erzielten Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit möglich.

**[0052]** Um zu vermeiden, dass das Flurförderzeug vom Betriebsbereich III aus in den stark kippgefährdeten Betriebsbereich IV (große Hubhöhe, hohe Fahrgeschwindigkeit) gelangt, kann das Anheben der Last begrenzt oder verhindert werden.

## Patentansprüche

1. Flurförderzeug, insbesondere Frontsitz-Gengewichts-Gabelstapler, mit einer höhenverfahrbaren und neigbaren Lasthebeeinrichtung, einem Fahrtrieb, Arbeitsantrieben für die Bewegungen der Lasthebeeinrichtung und einem Lenkantrieb, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein auf fahrzeugspezifischen Informationen basierendes Rechenmodell (D) für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs in einer Steuereinrichtung (SE) gespeichert ist, an die eine Mehrzahl von Sensoren (S) zur Erfassung von für das statische und/oder quasistatische und das dynamische Kippverhalten des Flurförderzeugs relevanten physikalischen Größen (V, R, H, M, L, WM, WL, BL, BQ, G) angeschlossen ist, wobei die Steuereinrichtung (SE) zur Ermittlung eines auf den erfassten physikalischen Größen (V, R, H, M, L, WM, WL, BL, BQ, G) und dem gespeicherten Rechenmodell (D) basierenden Fahr- und Beladungszustands (Z) ausgebildet ist und mit dem Fahrtrieb, den Arbeitsantrieben und dem Lenkantrieb derart in Wirkverbindung steht, dass abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand (Z) kippstabilitätswahrende oder -erhöhende Korrekturingriffe (K1, K2) durchführbar sind.

2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Steuereinrichtung (SE)

in einem ersten Eingriffsbereich (E1), in dem eine Grenz-Hubhöhe (GH) überschritten und eine Grenz-Fahrgeschwindigkeit (GF) unterschritten ist, abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand (Z) die erzielbare oder erzielte Arbeitsgeschwindigkeit, Anfahr- und Bremsbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit jeweils reduziert wird und in einem zweiten Eingriffsbereich (E2), in dem die Grenz-Hubhöhe (GH) unterschritten und die Grenz-Fahrgeschwindigkeit (GF) überschritten ist, abhängig vom ermittelten Fahr- und Beladungszustand (Z) das Lenkradmoment erhöht und/oder die Lenkübersetzung verändert und/oder die erzielbare oder erzielte Fahrgeschwindigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit jeweils reduziert wird.

3. Flurförderzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten Eingriffsbereich (E1) bevorzugt die erzielbare oder erzielte Anfahr- und Bremsbeschleunigung und Fahrgeschwindigkeit und im zweiten Eingriffsbereich (E2) bevorzugt die erzielbare oder erzielte Arbeitsgeschwindigkeit der Lastthebeeinrichtung reduziert wird.

4. Flurförderzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass für den ersten Eingriffsbereich (E1) direkt oder indirekt wirkende Sensoren (S) zur Erfassung der Hublast (L), der Hubhöhe (H), des Neigewinkels (WM), des Lastmoments (M), der Fahrtrichtung (R), der Fahrgeschwindigkeit (V) und des Lenkwinkels (WL) und für den zweiten Eingriffsbereich (E2) zusätzlich direkt oder indirekt wirkende Sensoren (S) zur Erfassung der Längsbeschleunigung (BL), der Querschleunigung (BQ) und der Gierrate (G) vorgesehen sind.

5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Steuereinrichtung (SE) enthaltenen fahrzeugspezifische Informationen zumindest Daten zu den Abmessungen und den Massen des Flurförderzeugs und der Lastthebeeinrichtung, zu den Reifencharakteristika und zur Zuladung umfassen.

6. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Steuereinrichtung (SE) zumindest die kippkritischen Fahrmanöver (FM1) Bremsen vorwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Beschleunigen rückwärts bei Fahrzeugschrägstellung nach vorn, Bremsen aus der Rückwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse und Beschleunigen in die Vorwärtsfahrt in einer Kurve bei Fahrzeugschrägstellung senkrecht zur Kippachse überwacht werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

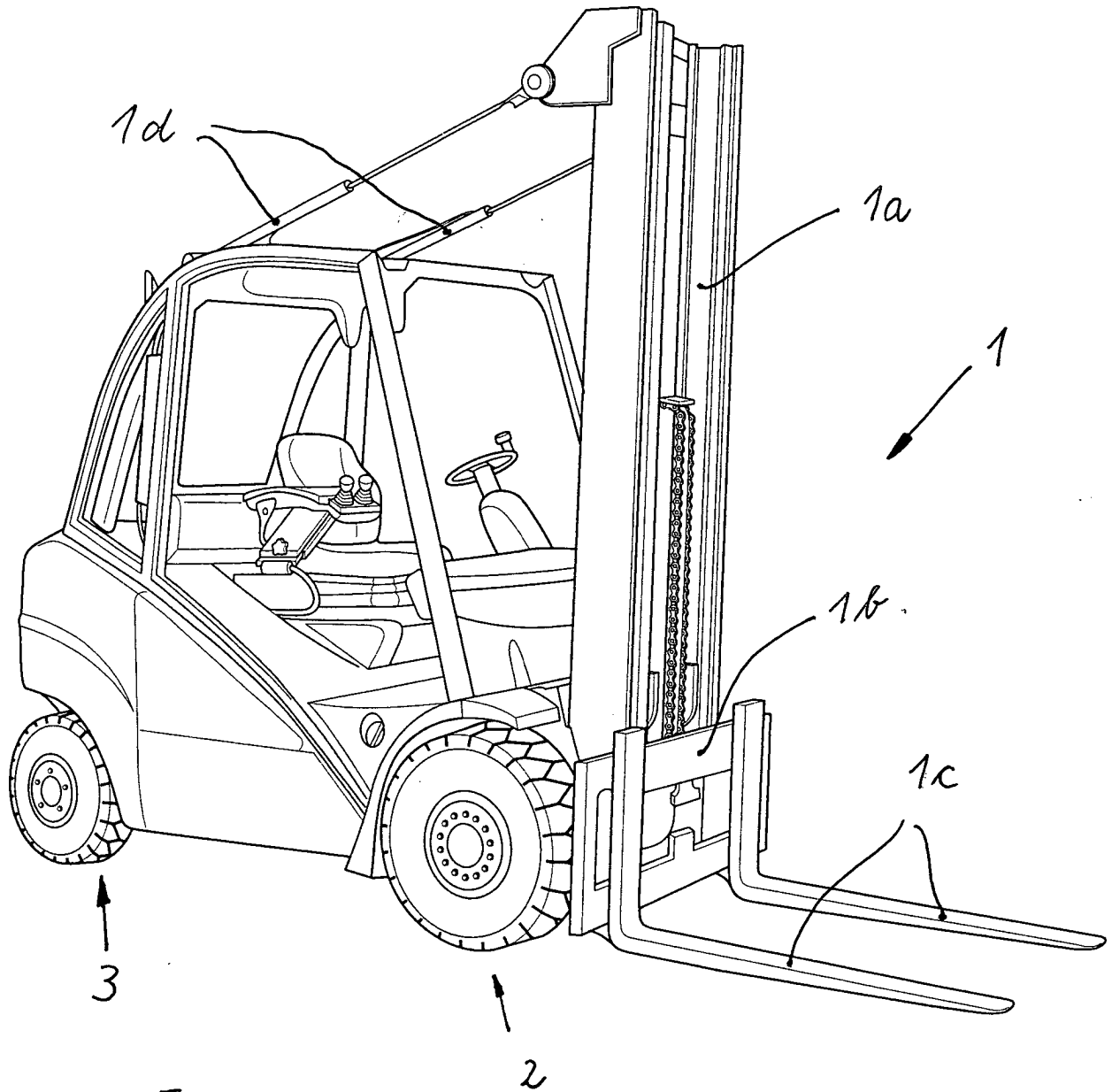


Fig. 1

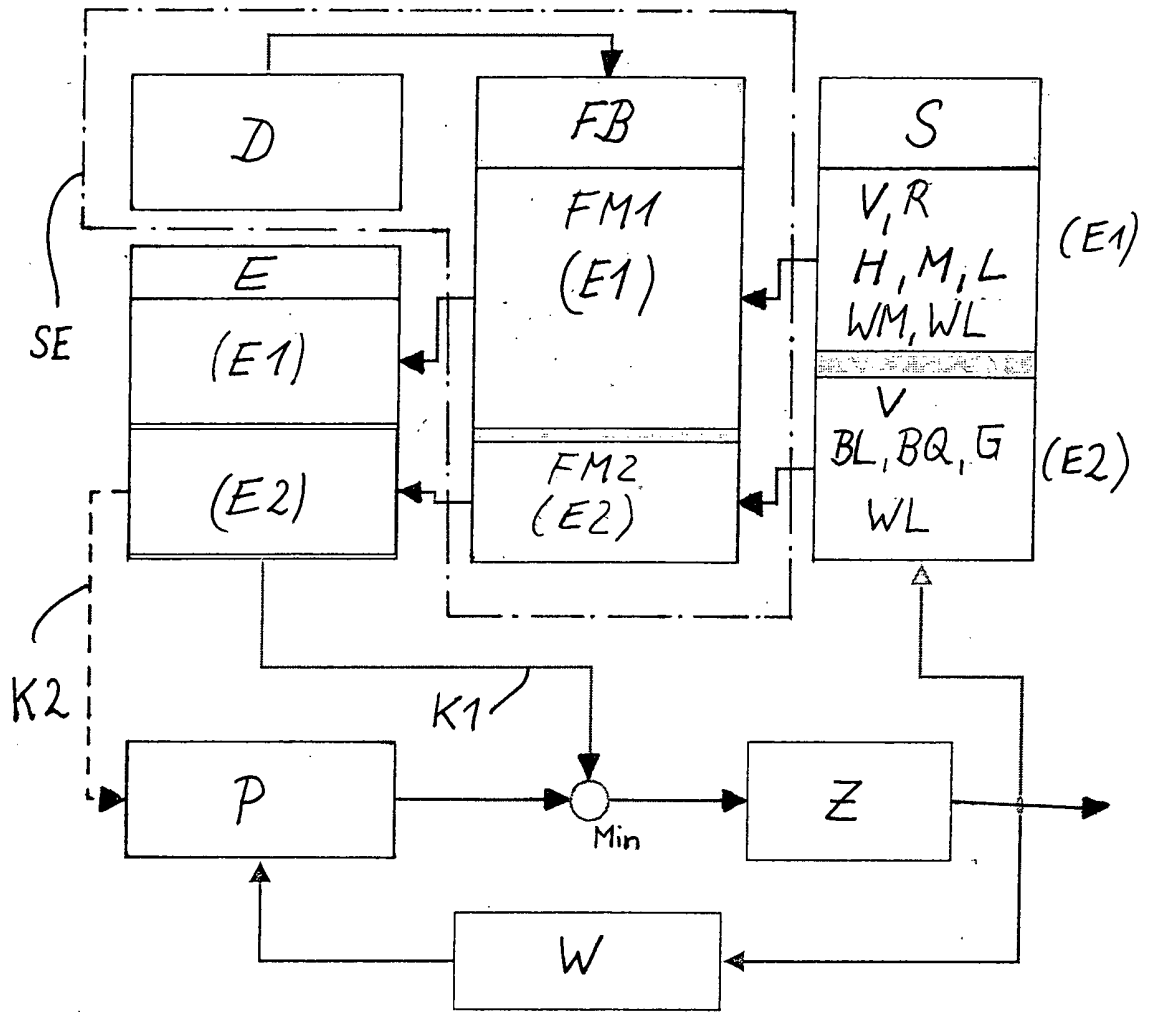


Fig. 2

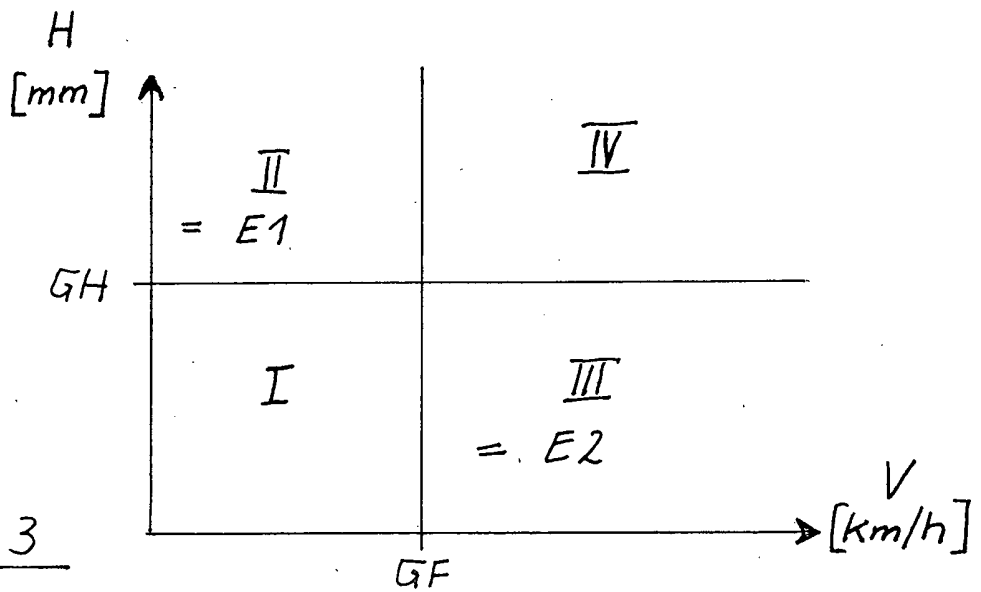


Fig. 3