



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 015 488 A1** 2008.10.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 015 488.9**

(22) Anmeldetag: **30.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B66F 9/10** (2006.01)

**B66F 9/24** (2006.01)

**B66F 17/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**STILL WAGNER GmbH, 72766 Reutlingen, DE**

(72) Erfinder:

**Greiner, Jürgen, 72768 Reutlingen, DE; Bez, Rolf, 72555 Metzingen, DE; Arnold, Eckard, Dr., 98693 Ilmenau, DE; Zimmert, Nico, 70372 Stuttgart, DE; Sawodny, Oliver, Prof. Dr., 70186 Stuttgart, DE**

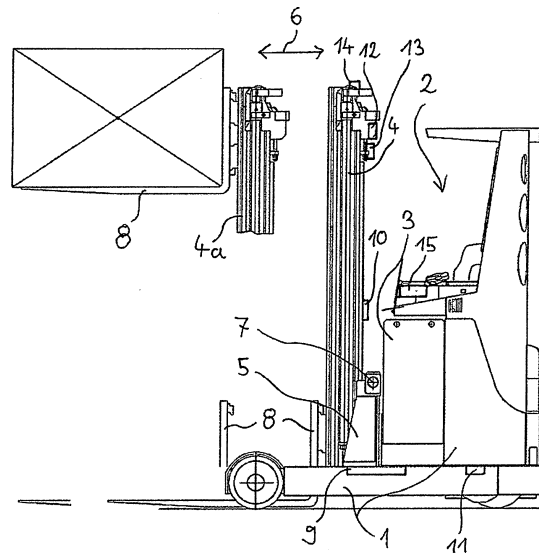
(74) Vertreter:

**Geirhos & Waller Patent- und Rechtsanwälte, 80637 München**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schwingungskompensation am Hubgerüst eines Flurförderzeugs**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Flurförderzeug, insbesondere Schubmaststapler, mit einem Hubgerüst (4) und einem Stellglied (9) zum Bewegen des Hubgerüsts (4) relativ zu einem Fahrzeugrahmen (1) des Flurförderzeugs. Erfindungsgemäß ist mindestens ein Sensor (10) zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (4) vorgesehen, der mit einer elektronischen Steuervorrichtung in Wirkverbindung steht, mit welcher das Stellglied (9) zum Verschieben des Hubgerüsts (4) ansteuerbar ist, derart, dass durch eine Bewegung des Stellglieds (9) dem Schwingen des Hubgerüsts (4) entgegengewirkt wird. Das Hubgerüst (4) ist mit dem Stellglied (9) in im Wesentlichen horizontaler Richtung bewegbar. Mindestens ein Sensor (10) zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (4) weist mindestens einen Dehnungsmessstreifen auf.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug, insbesondere Schubmaststapler, mit einem Hubgerüst und einem Stellglied zum Bewegen des Hubgerüsts relativ zu einem Fahrzeugrahmen des Flurförderzeugs.

**[0002]** Bei Flurförderzeugen der genannten Art kann es sich um Schubmaststapler, aber auch um Gegengewichtsgabelstapler handeln. Bei Schubmaststaplern kann das Hubgerüst relativ zum Fahrzeugrahmen horizontal in Hauptfahrrichtung des Flurförderzeugs verschoben werden. Diese Schubbewegung wird mittels eines Stellglieds durchgeführt, welches die zum Verschieben des Hubgerüsts erforderliche Kraft erzeugt. Das Stellglied kann beispielsweise von einem Hydraulikzylinder oder von einem elektromechanischen Aktuator gebildet sein.

**[0003]** Weiter kann das Hubgerüst gegenüber dem Fahrzeugrahmen neigbar sein. Bei Schubmaststaplern ist die Neigbarkeit des Hubgerüsts oft zusätzlich zur horizontalen Verschiebbarkeit vorgesehen. Die Neigeachse des Hubgerüsts ist dabei rechtwinklig zur Hauptfahrrichtung des Hubgerüsts ausgerichtet. Bei Gegengewichtsgabelstaplern stellt die Neigbarkeit in der Regel die einzige Bewegungsmöglichkeit des Hubgerüsts relativ zum Fahrzeugrahmen dar. Das Stellglied zum Neigen des Hubgerüsts kann ebenfalls von einem Hydraulikzylinder oder von einem elektromechanischen Aktuator gebildet sein.

**[0004]** Bei allen gattungsgemäßen Flurförderzeugen besteht potentiell das Problem, dass das Hubgerüst in bestimmten Betriebssituationen zum Schwingen neigt. Hierbei sind insbesondere Schwingungsbewegungen störend, bei denen die Richtung der Auslenkung des Hubgerüsts der Hauptfahrrichtung des Flurförderzeugs entspricht. Angeregt wird das Hubgerüst zu einer solchen Schwingungsbewegung beispielsweise durch die Schubbewegung des Hubgerüsts, durch die Neigebewegung des Hubgerüsts oder durch ein Bremsen oder Beschleunigen des Flurförderzeugs insgesamt. Insbesondere dann, wenn das teleskopische Hubgerüst nach oben ausgefahren ist, erreicht die Schwingung häufig Amplituden, die so groß sind, dass die Bedienperson die Schwingung erst abklingen lässt, bevor beispielsweise mit der am Hubgerüst befestigten Lastgabel in ein Regal eingefahren wird.

**[0005]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Flurförderzeug zur Verfügung zu stellen, bei dem Schwingungen des Hubgerüsts weitgehend verhindert werden.

**[0006]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens ein Sensor zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts

vorgesehen ist, der mit einer elektronischen Steuervorrichtung in Wirkverbindung steht, mit welcher das Stellglied zum Verschieben des Hubgerüsts ansteuerbar ist, derart, dass durch eine Bewegung des Stellglieds dem Schwingen des Hubgerüsts entgegen gewirkt wird. Mit dem Sensor wird die Schwingungsbewegung des Hubgerüsts gemessen. Die elektronische Steuervorrichtung wertet dieses Messsignal aus und steuert das Stellglied derart an, dass die Schwingungsbewegung zumindest annähernd gestoppt wird. Bei der Bewegung des Stellglieds, die dem Schwingen des Hubgerüsts entgegen wirkt, kann es sich um einen oder mehrere Bewegungsimpulse oder um eine periodische Ausgleichsbewegung handeln.

**[0007]** Wie einleitend bereits erwähnt, ist die Erfindung vorteilhaft einsetzbar, wenn das Hubgerüst mittels des Stellglieds in im Wesentlichen horizontaler Richtung bewegbar ist. Bei dem Stellglied handelt es sich dabei um einen Teil der Schubvorrichtung für das Hubgerüst eines Schubmaststaplers.

**[0008]** Ebenso ist die Erfindung einsetzbar, wenn das Hubgerüst mittels des Stellglieds um eine im Wesentlichen horizontale Achse neigbar ist. Das Stellglied ist dabei ein Teil der Neigevorrichtung für das Hubgerüst eines Schubmaststaplers, eines Gegengewichtsgabelstaplers oder eines anderen Flurförderzeugs.

**[0009]** Zweckmäßig ist es weiter, wenn das Stellglied von einem Hydraulikzylinder gebildet ist und die elektronische Steuervorrichtung ein dem Hydraulikzylinder vorgeschaltetes Ventil ansteuert. Bei dem Einsatz eines Hydraulikzylinders als Stellglied kann die übliche Antriebsanordnung für die Bewegung des Hubgerüsts weiter verwendet werden. Lediglich das dem Hydraulikzylinder vorgeschaltete Ventil muss hinsichtlich der Reaktionszeit und des Ansprechverhaltens an die gestiegenen Anforderungen angepasst werden.

**[0010]** Mindestens ein Sensor zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts weist mindestens einen Dehnungsmessstreifen auf. Der Dehnungsmessstreifen (DMS) wird an einem nicht ausfahrbaren Standmast des Hubgerüsts befestigt. Er erfasst die durch die Schwingungen des Hubgerüsts hervorgerufenen geringfügigen elastischen Längenänderungen des Standmasts.

**[0011]** Bevorzugt ist der einen Dehnungsmessstreifen aufweisende Sensor oberhalb einer horizontalen Achse angeordnet, um die das Hubgerüst neigbar ist.

**[0012]** Alternativ oder zusätzlich kann mindestens ein Sensor zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts mindestens einen Beschleunigungssensor oder mindestens einen Gyroskopsen-

sor aufweisen. Der Beschleunigungssensor misst direkt die durch die Schwingungsbewegung auftretende Beschleunigung des freien Mastendes. Im Gegensatz hierzu misst der Gyroskopsensor die während der Schwingungsbewegung stattfindende Änderung der absoluten Winkellage des freien Mastendes.

**[0013]** Vorteilhafterweise ist der einen Beschleunigungssensor oder einen Gyroskopsensor aufweisende Sensor an einem höhenbewegbaren Ausfahrmast des Hubgerüsts angeordnet. Wenn der Sensor oben an dem am weitesten ausfahrbaren Ausfahrmast des Hubgerüsts angeordnet ist, befindet sich der Sensor stets am obersten Ende des Hubgerüsts. Die Schwingungsbewegung weist an dieser Stelle die größte Auslenkung auf und kann folglich dort am besten gemessen werden.

**[0014]** Eine andere mögliche Ausgestaltungsform besteht darin, dass mindestens ein Sensor zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts mindestens einen Druck- oder Kraftsensor aufweist, der die auf das Stellglied wirkende Kraft erfasst. Dies erlaubt ein indirektes Messen der Hubgerüstschwingungen über die auf das Stellglied wirkende Reaktionskraft der Schwingungen. Wenn das Stellglied als Hydraulikzylinder ausgeführt ist, kann mit dem Drucksensors die während des Schwingens auftretende periodische Druckänderung des Hydrauliköls erfasst werden.

**[0015]** Gemäß einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung ist die elektronische Steuervorrichtung derart ausgeführt, dass die Bewegung des Stellglieds, die dem Schwingen des Hubgerüsts entgegen wirkt, unter Berücksichtigung mindestens eines Betriebsparameters des Flurförderzeugs ermittelt wird.

**[0016]** Ein Betriebsparameter ist von der momentanen horizontalen Position und/oder der momentanen horizontalen Bewegungsgeschwindigkeit des Hubgerüsts gebildet.

**[0017]** Einen weiteren Betriebsparameter stellt die momentane Neigung und/oder die momentane Neigungsgeschwindigkeit des Hubgerüsts dar.

**[0018]** Ein dritter Betriebsparameter kann von der momentanen Hubhöhe und/oder von der momentanen Hub- oder Senkgeschwindigkeit des Hubgerüsts gebildet sein.

**[0019]** Ein weiterer Betriebsparameter ist schließlich von dem Gewicht einer mit dem Hubgerüst angeordneten Last gebildet.

**[0020]** Die genannten Betriebsparameter haben einen wesentlichen Einfluss auf das Schwingungsverhalten des Hubgerüsts. Sie werden deshalb von der Steuervorrichtung bei der Ermittlung der Ausgleichs-

bewegung berücksichtigt.

**[0021]** Weiter kommen als zur berücksichtigende Betriebsparameter die momentane Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs und der momentane Bremszustand des Flurförderzeugs in Betracht.

**[0022]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn in der elektronischen Steuervorrichtung ein Regelalgorithmus implementiert ist, mit dem eine Stellgröße für die Bewegung des Stellglieds ermittelt wird. Es handelt sich hierbei um einen echten Regelkreis, bei dem die tatsächliche Schwingungsintensität des Hubgerüsts auf die Regelstrecke rückgekoppelt wird. Auf diese Weise gelingt es, ein Schwingen des Hubgerüsts annähernd vollständig auszuschließen.

**[0023]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand des in der schematischen Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

**[0024]** Die Figur zeigt ein erfindungsgemäßes, als Schubmaststapler ausgeführtes Flurförderzeug. Zu erkennen ist ein Fahrzeugrahmen **1**, auf dem ein Fahrerstand **2** angeordnet ist. Ebenfalls auf dem Fahrzeugrahmen angeordnet ist ein Batterieblock **3**, der sämtliche Antriebe des Schubmaststaplers mit elektrischer Energie versorgt.

**[0025]** Ein Hubgerüst **4** ist an dem Fahrzeugrahmen **1** mittels eines Schubschlittens **5** neigbar und in Hauptfahrrichtung **6** verschiebbar gelagert. Das Hubgerüst **4** ist in vollständig zurückgeschobener Position eingezeichnet. Ebenfalls dargestellt ist die vollständig vorgeschobene Position **4a** des Hubgerüsts **4**. Die Schubbewegung des Hubgerüsts **4** wird von einem Stellglied **9** durchgeführt, das beispielsweise als Hydraulikzylinder oder als elektromechanische Einheit ausgeführt sein kann. Unabhängig vom horizontalen Verschieben des Hubgerüsts **4** kann das Hubgerüst um die Neigeachse **7** geneigt werden. Die waagrechte Neigeachse **7** ist senkrecht zur Hauptfahrrichtung **6** ausgerichtet.

**[0026]** Darüber hinaus ist das Hubgerüst **4** in üblicher Weise teleskopisch nach oben ausfahrbar. Hierzu weist das Hubgerüst **4** einen am Schubschlitten **5** befestigten und damit nicht höhenbewegbaren Standmast auf, sowie einen oder mehrere Ausfahrmasten, die relativ zum Standmast nach oben ausgefahren werden können. Ein als Lastgabel **8** ausgeführtes Lastaufnahmemittel ist am Hubgerüst **4** auf- und abbewegbar geführt.

**[0027]** Während des Betriebs des Schubmaststaplers treten häufig Betriebssituationen auf, bei denen das Hubgerüst **4** zum Schwingen kommt. Insbesondere treten Schwingungsbewegungen auf, bei denen sich das obere Ende des Hubgerüsts **4** in Richtung **6** nach vorne und hinten bewegt.

**[0028]** Mit der nachfolgend beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnung können diese Schwingungen weitgehend vermieden oder schnell kompensiert werden:

Ein Sensor **10** zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts **4** ist an dem Standmast des Hubgerüsts **4**, oberhalb der Schwenkachse **7** befestigt. Der Sensor **10** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Dehnungsmessstreifen (DMS) ausgeführt. Elastische Verformungen des Standmasts werden von dem Sensor **10** erfasst. Eine elektronische Steuervorrichtung **15** wertet das Signal des Sensors **10** aus und rekonstruiert den Biegezustand des Masts. In der Steuervorrichtung ist ein Regelalgorithmus implementiert, mit dem eine aktive Ausgleichsbewegung ermittelt wird, mit welcher das Stellglied **9** dem Schwingen entgegen wirkt.

**[0029]** Weiter ist am oberen Ende des Ausfahr- masts ein Sensor **14** angeordnet, der die Bewegung des oberen Mastendes erfasst. Dieser Sensor **14** kann auf dem Prinzip eines Beschleunigungssensors, der die Beschleunigung des oberen Mastendes misst, oder auf dem Prinzip eines Gyroskopsensors, der die Winkellage des oberen Mastendes misst, beruhen.

**[0030]** Die Berechnung der Ausgleichsbewegung in der Steuervorrichtung **15** kann ausschließlich auf dem Signal des Sensors **10**, welches die Mastbiegung wiedergibt, ausschließlich auf dem Signal des Sensors **14**, welches die Bewegung des oberen Mastendes wiedergibt, oder auf den Signalen beider Sensoren **10** und **14** beruhen.

**[0031]** Außer dem Signal des Sensors **10** bzw. **14** verarbeitet die Steuervorrichtung **15** noch weitere Signale. Die Ausgleichsbewegung wird dadurch an den momentanen Zustand des Hubgerüsts **4** angepasst, was die Effektivität der Ausgleichsbewegung erhöht. Bei den meisten Signalen handelt es sich um das Signal eines Sensors **11** für die Position des Schubschlittens **5**, um das Signal eines Sensors **12** für die Höhe der Lastgabel **8** und um das Signal eines Sensors **13** für das Lastgewicht. Weiter können die momentane Fahrgeschwindigkeit und der Bremszustand (Bremsen betätigt oder gelöst) berücksichtigt werden.

### Patentansprüche

1. Flurförderzeug, insbesondere Schubmaststapler, mit einem Hubgerüst (**4**) und einem Stellglied (**9**) zum Bewegen des Hubgerüsts (**4**) relativ zu einem Fahrzeugrahmen (**1**) des Flurförderzeugs, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Sensor (**10**, **14**) zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (**4**) vorgesehen ist, der mit einer elektronischen Steuervorrichtung (**15**) in Wirkverbindung steht, mit welcher das Stellglied (**9**) zum Ver-

schieben des Hubgerüsts (**4**) ansteuerbar ist, derart, dass durch eine Bewegung des Stellglieds (**9**) dem Schwingen des Hubgerüsts (**4**) entgegen gewirkt wird.

2. Flurförderzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Hubgerüsts (**4**) mittels des Stellglieds (**9**) in im Wesentlichen horizontaler Richtung bewegbar ist.

3. Flurförderzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Hubgerüst (**4**) mittels des Stellglieds um eine im Wesentlichen horizontale Achse (**7**) neigbar ist.

4. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellglied (**9**) von einem Hydraulikzylinder gebildet ist und die elektronische Steuervorrichtung ein dem Hydraulikzylinder vorgeschaltetes Ventil ansteuert.

5. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (**10**) zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (**4**) mindestens einen Dehnungsmessstreifen aufweist.

6. Flurförderzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der einen Dehnungsmessstreifen aufweisende Sensor (**10**) oberhalb einer horizontalen Achse angeordnet ist, um die das Hubgerüst (**4**) neigbar ist.

7. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor (**14**) zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (**4**) mindestens einen Beschleunigungssensor oder mindestens einen Gyroskopsensor aufweist.

8. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der einen Beschleunigungssensor oder einen Gyroskopsensor aufweisende Sensor (**14**) an einem höhenbewegbaren Ausfahrmast des Hubgerüsts (**4**) angeordnet ist.

9. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Sensor zum Erkennen eines elastischen Schwingens des Hubgerüsts (**4**) mindestens einen Druck- oder Kraftsensor aufweist, der die auf das Stellglied wirkende Kraft erfasst.

10. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuervorrichtung (**15**) derart ausgeführt ist, dass die Bewegung des Stellglieds (**9**), die dem Schwingen des Hubgerüsts (**4**) entgegen wirkt, unter Berücksichtigung mindestens eines Betriebsparameters des Flurförderzeugs ermittelt wird.

11. Flurförderzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von der momentanen horizontalen Position und/oder der momentanen horizontalen Bewegungsgeschwindigkeit des Hubgerüsts (4) gebildet ist.

12. Flurförderzeug nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von der momentanen Neigung und/oder der momentanen Neigungsgeschwindigkeit des Hubgerüsts (4) gebildet ist.

13. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von der momentanen Hubhöhe und/oder von der momentanen Hub- oder Senkgeschwindigkeit des Hubgerüsts (4) gebildet ist.

14. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von dem Gewicht einer mit dem Hubgerüst (4) angehobenen Last gebildet ist.

15. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von der momentanen Fahrgeschwindigkeit des Flurförderzeugs gebildet ist.

16. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Betriebsparameter von dem momentanen Bremszustand des Flurförderzeugs gebildet ist.

17. Flurförderzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass in der elektronischen Steuervorrichtung ein Regelalgorithmus implementiert ist, mit dem eine Stellgröße für die Bewegung des Stellglieds (9) ermittelt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

