



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.04.2006 Patentblatt 2006/17

(51) Int Cl.:
E02F 3/43 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05109479.5**

(22) Anmeldetag: **12.10.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder:
• **Hendron, Scott Svend**
Dubuque, IA Iowa 52003 (US)
• **Clark, Judson Paul**
Dubuque, IA Iowa 52001 (US)

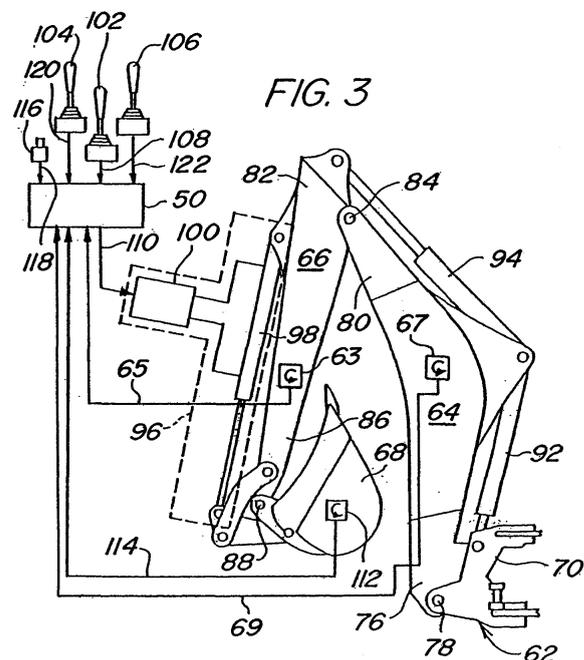
(30) Priorität: **21.10.2004 US 970622**

(74) Vertreter: **Holst, Sönke et al**
Deere & Company,
European Office,
Patent Department
Steubenstrasse 36-42
68163 Mannheim (DE)

(71) Anmelder: **DEERE & COMPANY**
Moline, Illinois 61265-8098 (US)

(54) **Steuersystem zur koordinierten Steuerung des Auslegers an einem Arbeitsfahrzeug**

(57) Es wird ein Arbeitsfahrzeug (10) mit einem Werkzeug (24,68) beschrieben, welches an einem Ausleger (22,64,66) angeschlossen ist. Durch einen Stellantrieb (38,96) lässt sich das Werkzeug (24,68) um seine Schwenkachse (32,88) verschwenken. Am Werkzeug (24,68) ist ein Schwenkwinkelsensor (54,112) angebracht, der den absoluten Winkel des Werkzeugs (24,68) relativ zur Erde erfasst. Eine Steuereinheit (50) führt eine automatische Haltefunktion für das Werkzeug (24,68) aus und erhält automatisch eine Anfangswerkzeugausrichtung aufrecht, indem sie eine Bewegung des Werkzeugstellantriebs (38,96) derart befiehlt, dass der anfängliche oder Sollwinkel des Werkzeugs (24,68) aufrechterhalten wird. Die Steuereinrichtung (50) kann die automatische Haltefunktion aussetzen, wenn die Bedienungsperson ein Werkzeugbefehlseingabegerät (44,102) betätigt, um eine Bewegung des Werkzeugstellantriebs (38,96) zu veranlassen. Die automatische Haltefunktion wird bei der neuen, durch die Bedienungsperson herbeigeführten Orientierung wieder aktiv. Die Betätigung einer Autohaltebefehlseingabevorrichtung (58,116) erlaubt es der Bedienungsperson, die automatische Haltefunktion wahlweise zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein System zur Erfassung und automatischen Steuerung der Orientierung eines Arbeitswerkzeugs mit Bezug auf die Erde oder die Schwerkraftichtung. Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Arbeitsfahrzeug mit einem Werkzeugsteuersystem und ein Verfahren zur Gestängekoordination eines Arbeitsfahrzeugs.

[0002] Verschiedene Arbeitsmaschinen können zur Ausführung von Arbeitsfunktionen mit Werkzeugen bestückt sein. Beispiele solcher Maschinen schließen eine breite Vielfalt von Ladern, Erdaushubmaschinen, Teleskoplader und Hubvorrichtungen ein. Ein Arbeitsfahrzeug, wie beispielsweise ein Heckbaggerlader, kann mit einem ersten Werkzeug, wie beispielsweise einem Heckbaggerlöffel oder einer anderen Struktur für Ausheben und Materialhandhabungsfunktionen versehen sein. Ein Schwenkrahmen ist im Bereich des hinteren Endes des Fahrzeugs schwenkbar am Fahrzeugrahmen befestigt, ein Heckbaggerausleger ist schwenkbar am Schwenkrahmen befestigt, ein Löffelstiel ist schwenkbar am Heckbaggerausleger befestigt und das Arbeitswerkzeug ist um eine Arbeitswerkzeugschwenkachse schwenkbar an dem Löffelstiel befestigt. Eine Bedienungsperson des Fahrzeugs stellt mittels einer ersten Werkzeugbetätigungsverrichtung die Orientierung des ersten Werkzeugs relativ zum Löffelstiel ein. Die Bedienungsperson stellt darüber hinaus mittels weiterer geeigneter Betätigungsverrichtungen die Drehpositionen des Auslegers relativ zum Fahrzeugrahmen und des Löffelstiels relativ zum Ausleger ein. Die zuvor genannten Bedienungsvorrichtungen enthalten üblicherweise einen oder mehrere doppelwirkende Hydraulikzylinder und entsprechende Hydraulikkreise.

[0003] Während eines Arbeitsvorgangs mit einem Heckbaggerlöffel, wie beispielsweise dem Hochheben oder Ausheben von Material, ist es wünschenswert, eine Ausgangsorientierung des Werkzeugs relativ zur Gravitationskraft aufrechtzuerhalten, um ein vorzeitiges Abkippen von Material zu vermeiden oder um einen konstanten Ausschachtungsschnittwinkel zu erzielen. Um die Heckbaggerlöffelausgangsorientierung relativ zur Gravitationskraft beizubehalten, muss die Bedienungsperson ständig eine Heckbaggerlöffelbefehleingabevorrichtung betätigen, um die Heckbaggerlöffelorientierung anzupassen, weil der Heckladerausleger und der Löffelstiel während des Arbeitsvorgangs bewegt werden. Die ständige Anpassung der Heckbaggerlöffelorientierung gemeinsam mit der gleichzeitigen Bedienung einer Heckbaggerauslegerbefehleingabevorrichtung und einer Löffelstielbefehleingabevorrichtung, die für die Bewegung des Heckbaggerauslegers und des Löffelstiels erforderlich sind, verlangt von der Bedienungsperson ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und handwerklichem Geschick, welches den Gesamtarbeitswirkungsgrad vermindert und zu einer vorzeitigen Ermüdung der Bedienungsperson führt.

[0004] Am vorderen Ende des Heckbaggerladers ist am Fahrzeugrahmen eine Ladeschwinge schwenkbar befestigt. Ein zweites Werkzeug, wie beispielsweise eine Ladeschaufel, ist schwenkbar um eine Ladeschau-
5 feldrehachse an der Ladeschwinge befestigt. Arbeitsvorgänge mit einer Ladeschaufel haben ähnliche Probleme zur Folge, wie sie bei Arbeitsvorgängen mit dem Heckbaggerlöffel auftreten.

[0005] Es wurden etliche Mechanismen und Systeme
10 verwendet, um automatisch die Orientierung von Arbeitswerkzeugen, wie beispielsweise Heckbaggerlöffeln und Ladeschaufeln, einzustellen. In den US 4,923,326, US 4,844,685, US 5,356,260, US 6,233,511 und US 6,609,315 wurden verschiedenartige Beispiele elektro-
15 nischer Erfassungs- und Steuersysteme offenbart. Steuersysteme des Standes der Technik verwenden üblicherweise Positionssensoren, die an verschiedenen Orten an dem Arbeitsfahrzeug befestigt sind und die Werkzeugorientierung relativ zu dem Fahrzeugrahmen erfassen und steuern. Zusätzlich verwendet die auf die Erfinder
20 der vorliegenden Erfindung zurückgehende US 6,609,315 einen am Werkzeug befestigten Winkelgeschwindigkeitssensor, um unabhängig von der Fahrzeugrahmenorientierung eine feste Arbeitswerkzeugorientierung relativ zu einer Werkzeugausgangsorientierung zu erfassen und aufrechtzuerhalten.

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein vereinfachtes und verbessertes System zur Erfassung und automatischen Steuerung der Orientierung eines Arbeitswerkzeugs, sowie ein mit einem derartigen System ausgerüstetes Arbeitsfahrzeug und ein Verfahren zur Gestängekoordination bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird entsprechend der vorliegenden Erfindung durch die Lehre eines der Ansprüche
30 1, 10 und 20 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

[0008] Die vorliegende Erfindung beschreibt und beansprucht die Verwendung eines Neigungswinkel- oder Kippwinkelsensors, der, sofern er an einem Objekt, wie
40 beispielsweise einem Werkzeug, befestigt ist, den Neigungswinkel des Objektes relativ zur Erde bzw. zu der Richtung der Gravitationskraft erfasst. Der Neigungswinkel des Werkzeugs wird unabhängig von der Fahrzeugrahmenorientierung und unabhängig von der Ausgangsorientierung des Werkzeugs erfasst. Das Resultat ist ein vereinfachtes Steuersystem und eine verbesserte Werkzeugorientierungssteuerung relativ zur Gravitationskraftichtung.

[0009] Der in der vorliegenden Erfindung eingesetzte Neigungswinkel- oder Kippwinkelsensortyp macht von der neuen Technologie einer mikro-elektromechanischen Struktur (MEMS) Gebrauch und ist im Handel bei Crossbow International, Inc., USA erhältlich. Es sind für
50 die vorliegende Erfindung auch eine Anzahl anderer Kippwinkelsensoren, welche beispielsweise eine kapazitive Technologie verwenden und im Handel erhältlich sind, geeignet.

[0010] Das erfindungsgemäße System steuert automatisch die Werkzeugorientierung, indem sie einen am Werkzeug befestigten Neigungs- oder Kippwinkelsensor verwendet, der den Werkzeugwinkel relativ zur Erde erfasst. Eine Steuereinheit hält eine ausgewählte Winkel-
lage des Arbeitswerkzeugs aufrecht.

[0011] In einem dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ein Heckbaggerlader einen Heckbaggeraufbau und einen Laderaufbau. Der Heckbaggeraufbau enthält einen Schwenkrahmen, der verschwenkbar am Fahrzeugrahmen des Heckbaggerladere angebracht ist, einen Heckbaggerausleger, der verschwenkbar an dem Schwenkrahmen angebracht ist, einen Heckbaggerauslegerstellantrieb zur steuerbaren Verschwenkung des Auslegers relativ zum Schwenkrahmen, einen Löffelstiel, der verschwenkbar an dem Ausleger angebracht ist, einen Löffelstielstellantrieb zur steuerbaren Verschwenkung des Löffelstiels relativ zum Ausleger, ein Heckbaggerwerkzeug, das verschwenkbar am Löffelstiel angebracht ist, einen Heckbaggerwerkzeugstellantrieb zur steuerbaren Verschwenkung des Heckbaggerwerkzeugs um seine Drehachse relativ zum Löffelstiel sowie den zuvor genannten Kippwinkelsensor. Der Heckbaggerausleger, der Löffelstiel und gegebenenfalls der Schwenkrahmen werden im Folgenden allgemein mit Heckbaggergestänge bezeichnet. Eine Steuereinheit verarbeitet die Daten des Kippwinkelsensors und befiehlt in Reaktion hierauf Bewegungen des Werkzeugstellantriebs. Das dargestellte Ausführungsbeispiel des Heckbaggeraufbaus enthält auch eine Heckbaggerwerkzeugbefehlseingabevorrichtung, um den gewünschten Arbeitsvorgang des Heckbaggerwerkzeugstellantriebs hervorzurufen, sowie eine Heckbaggerwerkzeugautohaltebefehlseingabevorrichtung, um eine automatische Haltefunktion zur Beibehaltung des Werkzeugs in einer Sollorientierung zu aktivieren.

[0012] Der Laderaufbau des bevorzugten Ausführungsbeispiels enthält eine schwenkbar am Fahrzeugrahmen angebrachte Laderschwinge, einen Ladeschwinge-
stellantrieb zur steuerbaren Verstellung der Ladeschwinge relativ zum Fahrzeugrahmen, ein Ladewerkzeug, das verschwenkbar an der Ladeschwinge angebracht ist und einen Ladewerkzeugstellantrieb zur steuerbaren Verschwenkung des Ladewerkzeugs relativ zur Ladeschwinge. Der Laderaufbau enthält des Weiteren eine Ladewerkzeugbefehlseingabevorrichtung, um den gewünschten Arbeitsvorgang des Ladewerkzeugstellantriebes hervorzurufen, sowie eine Ladewerkzeugautohaltebefehlseingabevorrichtung, um eine automatische Haltefunktion zur Beibehaltung des Werkzeugs in einer Sollorientierung zu aktivieren.

[0013] Wenn eine automatische Haltefunktion aktiviert ist, hält die Steuereinheit eine Werkzeugorientierung aufrecht, indem dem Werkzeugstellantrieb befohlen wird, das Werkzeug so zu bewegen, dass der erfasste Winkel, d. h. die Ausgangsspannung des Kippwinkelsensors, ungefähr gleich bleibt. Die Steuereinheit ist so ausgelegt,

5 dass die automatische Haltefunktion ausgesetzt wird, wenn die Bedienungsperson die Werkzeugbefehlseingabevorrichtung betätigt, um eine Werkzeugbewegung auszulösen. Die Steuereinheit nimmt die automatische Haltefunktion für das Werkzeug wieder auf, sobald die Bedienungsperson die Betätigung der Werkzeugbefehlseingabevorrichtung nicht mehr fortsetzt, und stellt wieder eine Ausgangswerkzeugorientierung mit der neuen, durch die Bedienungsperson veranlassten Ausrichtung des Gestänges her. Zusätzlich kann die Bedienungsperson eine Autohaltebefehlseingabevorrichtung betätigen, um wahlweise die automatische Werkzeughaltefunktion zu aktivieren oder zu deaktivieren.

[0014] Das erfindungsgemäße Werkzeugsteuersystem ist für ein Fahrzeug vorgesehen, welches einen Rahmen aufweist. Das Werkzeugsteuersystem enthält ein Gestänge mit einem ersten schwenkbar an dem Rahmen anlenkbaren Ende und einem zweiten Ende, an dem ein Werkzeug angelenkt ist, wenigstens eine Gestängebetätigungsverrichtung zur steuerbaren Beeinflussung der Bewegung des Gestänges, eine Werkzeugbetätigungsverrichtung zum steuerbaren Verschwenken des Werkzeugs um das zweite Ende und eine Steuereinrichtung, die mit wenigstens einer Gestängebetätigungsverrichtung und der Werkzeugbetätigungsverrichtung in Verbindung steht. Erfindungsgemäß ist am Werkzeug ein Neigungswinkelsensor angebracht, der eine Neigung des Werkzeugs relativ zur Erde oder der Gravitationskraft-
richtung erfasst und ein entsprechendes Werkzeugneigungswinkelsignal erzeugt. Die Steuereinrichtung ist imstande, automatisch ein erstes Werkzeugsteuersignal zu erzeugen, welches aufgrund des Werkzeugneigungswinkelsignals die wenigstens eine Gestängebetätigungsverrichtung und/oder die Werkzeugbetätigungsverrichtung zu steuern.

[0015] Vorzugsweise ist eine Speichervorrichtung vorgesehen, die geeignet ist, einen Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel zu empfangen und zu speichern. Die Bedienungsperson kann über geeignete Eingabemittel einen gewünschten Sollwert vorgeben.

[0016] Die Steuerung ist zweckmäßigerweise derart ausgelegt, dass sie den Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel mit dem erfassten Istwert des Werkzeugneigungswinkelsignals in Übereinstimmung bringt. Die Steuereinrichtung erzeugt ein Werkzeugsteuersignal vorzugsweise derart, dass das Werkzeug bei einer Neigung gehalten wird, die ungefähr gleich dem Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel ist.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält das Gestänge eine Schwinge mit einem ersten Schwingenende und einem zweiten Schwingenende, wobei das erste Schwingenende mit dem ersten Ende des Gestänges und das zweite Schwingenende mit dem zweiten Ende des Gestänges übereinstimmt.

[0018] Die Gestängebetätigungsverrichtung enthält vorzugsweise wenigstens eine Schwingenbetätigungsverrichtung, welche imstande ist, eine Schwinge steuerbar gegenüber dem Rahmen zu verschwenken.

[0019] In zweckmäßiger Weise ist an der Schwinge ein Schwingenneigungswinkelsensor angebracht, welcher die Neigung der Schwinge gegenüber der Erde oder der Gravitationskrafttrichtung erfasst und ein entsprechendes Schwingenneigungswinkelsignal erzeugt. Die Steuereinrichtung ist imstande, automatisch ein auf dem Schwingenneigungswinkelsignal basierendes zweites Werkzeugsteuersignal zu erzeugen und aufgrund des Schwingenneigungswinkelsignals eine Schwingenbetätigungsverrichtung und/oder die Werkzeugbetätigungsverrichtung zu steuern.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält das Gestänge wenigstens einen Ausleger mit einem ersten Auslegerende und einem zweiten Auslegerende sowie einen Löffelstiel mit einem ersten Löffelstielende und einem zweiten Löffelstielende. Das erste Auslegerende stimmt mit dem ersten Ende des Gestänges übereinstimmt, das zweite Löffelstielende stimmt mit dem zweiten Ende des Gestänges übereinstimmt und das zweite Auslegerende ist mit dem ersten Löffelstielende gelenkig verbunden.

[0021] Die Gestängebetätigungsverrichtung enthält vorzugsweise wenigstens eine Auslegerbetätigungsverrichtung und eine Löffelstielbetätigungsverrichtung, wobei die Auslegerbetätigungsverrichtung imstande ist, einen Ausleger steuerbar gegenüber dem Rahmen zu verschwenken, und die Löffelstielbetätigungsverrichtung imstande ist, einen Löffelstiel steuerbar gegenüber dem Ausleger zu verschwenken.

[0022] Zweckmäßigerweise ist ein Auslegerneigungswinkelsensor am Ausleger und/oder ein Löffelstielneigungswinkelsensor am Löffelstiel angebracht, welche die Neigung des Auslegers bzw. des Löffelstiels gegenüber der Erde oder der Gravitationskrafttrichtung erfassen und ein entsprechendes Auslegerneigungswinkelsignal bzw. Löffelstielneigungswinkelsignal erzeugen. Die Steuereinrichtung ist imstande, automatisch ein auf dem Auslegerneigungswinkelsignal und/oder dem Löffelstielneigungswinkelsignal basierendes zweites Werkzeugsteuersignal zu erzeugen und aufgrund dieser Signale eine Auslegerbetätigungsverrichtung und/oder eine Löffelstielbetätigungsverrichtung und/oder die Werkzeugbetätigungsverrichtung zu steuern.

[0023] Es ist auch von Vorteil, wenn die Steuereinrichtung imstande ist, ein Schwingenneigungswinkelsignal und/oder ein Auslegerneigungswinkelsignal und/oder ein Löffelstielneigungswinkelsignal und/oder ein Werkzeugneigungswinkelsignal zu verwenden, um die absolute Position des Werkzeugs mit Bezug auf den Rahmen zu berechnen.

[0024] Vorzugsweise ist am Rahmen ein Rahmenneigungswinkelsensor angebracht, welcher die Neigung des Rahmens gegenüber der Erde oder der Gravitationskrafttrichtung erfasst und ein entsprechendes Rahmenneigungswinkelsignal erzeugt. Die Steuereinrichtung ist imstande, automatisch ein auf dem Rahmenneigungswinkelsignal und/oder einem Schwingenneigungswinkelsignal und/oder einem Auslegerneigungs-

winkelsignal und/oder einem Löffelstielneigungswinkelsignal und/oder einem Werkzeugneigungswinkelsignal basierendes zweites Werkzeugsteuersignal zu erzeugen.

5 **[0025]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist eine mit der Steuereinrichtung verbundene Werkzeugbefehlseingabevorrichtung vorgesehen, die aufgrund einer Betätigung der Werkzeugbefehlseingabevorrichtung ein erstes Signal erzeugt, das einer gewünschten Werkzeugbewegung entspricht. Wenigstens 10 ein Neigungswinkelsensor erzeugt ein zweites Signal, welches der Neigung gegenüber der Erde oder der Gravitationskrafttrichtung entspricht.

15 **[0026]** Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Steuereinrichtung imstande ist, das erste Signal zu empfangen und erste Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, die wenigstens einen der Antriebe des Werkzeugs, einer Schwinge, eines Auslegers und eines Löffelstiels ansteuert. Dabei ist die Steuereinrichtung imstande, das zweite 20 Signal zu empfangen und zweite Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, die wenigstens einen der Antriebe des Werkzeugs, einer Schwinge, eines Auslegers und eines Löffelstiels ansteuert.

25 **[0027]** Eine weitere bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht einen mit der Steuereinrichtung verbundenen Autohaltebefehlsschalter vor, der imstande ist, aufgrund einer ersten Autohaltebetätigung ein erstes Autohaltesignal und aufgrund einer zweiten Autohaltebetätigung ein zweites Autohaltesignal abzugeben.

30 **[0028]** Dabei weist das erste Autohaltesignal die Steuereinrichtung vorzugsweise an, das zweite Signal zu ignorieren und die ersten Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, die auf dem ersten Signal basieren.

35 **[0029]** Es ist auch zweckmäßig, wenn das zweite Autohaltesignal die Steuereinrichtung anweist, die zweiten Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, die auf dem zweiten Signal basieren.

40 **[0030]** Hierbei ist es auch von Vorteil, wenn das zweite Autohaltesignal die Steuereinrichtung anweist, durch Speichern der Neigung des Werkzeugs eine gespeicherte Werkzeugneigung zu erzeugen und automatisch die zweiten Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, um kontinuierlich die Werkzeugbetätigungsverrichtung derart einzustellen, dass die aktuelle Neigung des Werkzeugs 45 ungefähr gleich der gespeicherten Neigung ist.

[0031] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Arbeitsfahrzeug mit einem Rahmen, welches durch ein erfindungsgemäßes Werkzeugsteuersystem, wie beschrieben, ausgerüstet ist.

50 **[0032]** Des Weiteren bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Gestängekoordination für ein Arbeitsfahrzeug. Gemäß dem Verfahren wird der Neigungswinkel eines Werkzeugs relativ zur Erde oder zur Gravitationskrafttrichtung mit einem Werkzeugneigungswinkelsensor erfasst. Es wird durch den Werkzeugneigungswinkelsensor ein Werkzeugneigungswinkelsignal erzeugt, welches mit dem Neigungswinkel des Werkzeugs übereinstimmt. Schließlich wird durch die Steuereinrichtung au-

tomatisch ein Werkzeugsteuersignal erzeugt, welches auf dem Werkzeugneigungswinkelsignal basiert.

[0033] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mit einem Autohaltebefehlsschalter ein Sollneigungswinkel relativ zur Erde oder der Gravitationskrafttrichtung eingestellt und festgehalten. Der Neigungswinkel eines Werkzeugs relativ zur Erde oder zur Gravitationskrafttrichtung wird mit dem Werkzeugneigungswinkelsensor erfasst. Es wird durch den Werkzeugneigungswinkelsensor ein Werkzeugneigungswinkelsignal erzeugt, welches mit dem Neigungswinkel des Werkzeugs übereinstimmt. Schließlich wird durch die Steuereinrichtung automatisch ein Werkzeugsteuersignal erzeugt, welches auf dem Werkzeugneigungswinkelsignal basiert. Das Werkzeugsteuersignal veranlasst eine Werkzeugbetätigungsverrichtung, den Werkzeugneigungswinkel ungefähr beim Sollneigungswinkel des Werkzeugs beizubehalten.

[0034] Die Erfindung und weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Anordnungen der Erfindung werden nun beispielhaft und mit Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Heckbaggerladers,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Orientierungserfassungs- und automatischen Steuerungssystems für eine Ladeschaufel,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Orientierungserfassungs- und automatischen Steuerungssystems für einen Heckbaggerlöffel und

Fig. 4 die Anordnung eines Rahmenkippwinkelsensors am Fahrzeugrahmen.

[0035] Figur 1 illustriert ein selbstangetriebenes Arbeitsfahrzeug, wie einen Heckbaggerlader 10. Der Heckbaggerlader 10 hat einen Rahmen 12 an dem mit dem Boden in Eingriff stehende Räder 14 und 15 angebracht sind, die das Fahrzeug 10 tragen und antreiben. Im vorderen Bereich des Fahrzeugs 10 ist ein Laderaufbau 16 und im hinteren Bereich des Fahrzeugs 10 ist ein Heckbaggeraufbau 18 angeordnet. Sowohl der Laderaufbau 16 als auch der Heckbaggeraufbau 18 führen vielfältige Erdbewegungs- und Materialhandhabungsfunktionen aus. Eine Bedienungsperson steuert die Funktionen des Fahrzeugs 10 von einem Bedienungsstand 20 aus.

[0036] Der Laderaufbau 16 enthält eine Ladeschwinge 22 und ein Werkzeug, wie beispielsweise eine Ladeschaufel 24 oder eine andere Anordnung. Die Ladeschwinge 22 hat ein erstes Ende 26, welches um eine horizontale Ladeschwingendrehachse 28 schwenkbar an dem Rahmen 12 befestigt ist, und ein zweites Ende 30, an welchem die Ladeschaufel 24 um eine horizontale Ladeschaufeldrehachse 32 schwenkbar befestigt ist.

[0037] Ein Ladeschwingenstellantrieb umfasst einen Ladeschwingenhydraulikzylinder 36, der sich zwischen

dem Fahrzeugrahmen 12 und der Ladeschwinge 22 erstreckt und steuerbar die Ladeschwinge 22 um die Ladeschwingendrehachse 28 verschwenkt bzw. verdreht. Ein Ladeschaufelstellantrieb 38 umfasst einen Ladeschaufelhydraulikzylinder 40, der sich zwischen der Ladeschwinge 22 und der Ladeschaufel 24 erstreckt und steuerbar die Ladeschaufel 24 um die Ladeschaufeldrehachse 32 verschwenkt bzw. verdreht.

[0038] In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung enthält der Ladeschaufelstellantrieb 38 auch einen elektro-hydraulischen Ladeschaufelkreis 42, der hydraulisch mit dem Ladeschaufelhydraulikzylinder 40 in Verbindung steht. Der elektro-hydraulische Ladeschaufelkreis 42 führt dem Ladeschaufelhydraulikzylinder 40 Hydraulikflüssigkeit zu und steuert diesen.

[0039] Die Bedienungsperson befiehlt durch Handhabung einer Ladeschaufelbefehlseingabevorrichtung 44 und einer Ladeschwingenbefehlseingabevorrichtung 46 die Bewegung des Laderaufbaus 16. Die Ladeschaufelbefehlseingabevorrichtung 44 ist geeignet, um ein Ladeschaufelbefehlssignal 48 in Abhängigkeit der Handhabung durch die Bedienungsperson proportional zu einer gewünschten Ladeschaufelbewegung zu erzeugen. Eine mit der Ladeschaufelbefehlseingabevorrichtung 44 und dem Ladeschaufelstellantrieb 38 in Verbindung stehende Steuereinheit 50 empfängt das Ladeschaufelbefehlssignal 48 und reagiert durch Erzeugung eines Ladeschaufelsteuersignals 52, welches durch den elektro-hydraulischen Ladeschaufelkreis 42 empfangen wird. Der elektro-hydraulische Ladeschaufelkreis 42 reagiert auf das Ladeschaufelbefehlssignal 52, indem er Hydraulikflüssigkeit an den Ladeschaufelhydraulikzylinder 40 leitet, was diesen Hydraulikzylinder 40 veranlasst, die Ladeschaufel 24 entsprechend zu bewegen.

[0040] Während eines Arbeitsbetriebs mit der Ladeschaufel 24, wie beispielsweise beim Anheben oder Transportieren von Material, ist es wünschenswert, eine Ladeschaufelgangsorientierung relativ zur Schwerkrafttrichtung beizubehalten, um ein vorzeitiges Abkippen des Materials zu vermeiden. Um dann, wenn die Ladeschwinge 22 während eines Hebevorgangs relativ zum Rahmen 12 bewegt wird und wenn der Fahrzeugrahmen 12 während einer Transportarbeit beim Fahren über unebenes Gelände seinen Neigungswinkel ändert, die Ladeschaufelgangsorientierung beizubehalten, muss die Bedienungsperson ständig die Ladeschaufelbefehlseingabevorrichtung 44 betätigen, um die Ladeschaufelorientierung anzupassen. Die ständige Anpassung der Ladeschaufelorientierung verlangt von der Bedienungsperson ein hohes Ausmaß an Aufmerksamkeit und handwerklichem Geschick, welches den Gesamtarbeitswirkungsgrad vermindert und zu einer vorzeitigen Ermüdung der Bedienungsperson führt.

[0041] Figur 2 stellt ein erfindungsgemäßes Stellantriebssteuersystem dar, welches geeignet ist, automatisch eine Ausgangs- oder Sollneigungswinkel mit Bezug auf die Erde beizubehalten. Die vorliegende Erfindung verwendet

hierfür einen an der Ladeschaufel 24 angebrachten Ladeschaufelkippwinkelsensor 54, der mit der Steuereinheit 50 in Verbindung steht. Der Ladeschaufelkippwinkelsensor 54 ist geeignet, um den Winkel der Schaufel relativ zur Erde bzw. zur Richtung der Gravitationskraft, zu erfassen und ein entsprechendes Ladeschaufelkippwinkelsignal 56 zu erzeugen.

[0042] Die Steuereinheit 50 ist geeignet, um das Ladeschaufelkippwinkelsignal 56 aufzunehmen und ein entsprechendes Ladeschaufelsteuersignal 52 zu erzeugen, welches den Ladeschaufelstellantrieb 38 veranlasst, die Ladeschaufel 24 so einzustellen, dass sie einen gewünschten Ladeschaufelwinkel aufrechterhält. Soweit eine automatische Haltefunktion zur Beibehaltung des durch die Bedienungsperson eingestellten Ladeschaufelausgangswinkels relativ zur Richtung der Gravitationskraft Gegenstand der Erfindung ist, wird der Soll-Ladeschaufelwinkel aufrechterhalten. Zusätzlich kann die Steuereinheit 50 die automatische Haltefunktion aufheben, wenn die Bedienungsperson eine Bewegung der Ladeschaufel 24 befiehlt, d. h. beim Empfang eines Ladeschaufelbefehlssignals 48. Die Steuereinheit 50 kann unmittelbar nachdem das Ladeschaufelbefehlssignal 48 beendet ist, die Ladeschaufelausgangsorientierung als Sollorientierung der Ladeschaufel 24 wiederherstellen.

[0043] Im dargestellten Ausführungsbeispiel verwendet die vorliegende Erfindung auch einen Laderautohaltebefehlsschalter 58, der in Verbindung mit der Steuereinheit 50 steht. Der Laderautohaltebefehlsschalter 58 ist geeignet, um ein Laderautohaltebefehlssignal 60 aufgrund einer Betätigung des Laderautohaltebefehlsschalters 58 durch die Bedienungsperson zu erzeugen, um die automatische Haltefunktion für die Ladeschaufel 24 zu aktivieren. Die Steuereinheit 50 ist ausgelegt, um das Ladeschaufelkippwinkelsignal 56 zu ignorieren, bis die Steuereinheit 50 das Laderautohaltebefehlssignal 60 von dem Laderautohaltebefehlsschalter 58 erhält.

[0044] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist an der Ladeschwinge 22 ein Ladeschwingenkippwinkelsensor 57 angebracht, der den Winkel der Ladeschwinge relativ zur Erde bzw. zur Schwerkraftichtung, erfasst und automatisch ein Ladeschwingenkippwinkelsignal 59 erzeugt. Die Steuereinheit 50 ist auch imstande, das von dem Ladeschwingenkippwinkelsensor 57 erzeugte Ladeschwingenkippwinkelsignal 59 aufzunehmen und automatisch ein Ladeschaufelsteuersignal 52 zu erzeugen, welches auf dem Ladeschwingenkippwinkelsignal 59 basiert. Die Steuereinheit 50 kann auch Rahmenkippwinkelsignale 75 eines aus Fig. 4 ersichtlichen, am Fahrzeugrahmen 12 angebrachten Rahmenkippwinkelsensors 73 bei der Ladeschaufelsteuerung berücksichtigen.

[0045] Wie aus Fig. 1 hervorgeht, enthält der Heckbaggeraufbau 18 einen Schwenkrahmen 62, einen Heckbaggerausleger 64, einen Löffelstiel 66 und ein Heckbaggerwerkzeug, wie beispielsweise einen Heckbaggerlöffel 68 oder eine andere Anordnung. Der Schwenkrahmen 62 hat ein erstes Schwenkrahmenende 70, welches an einer vertikalen Drehachse 72 schwenk-

bar am Rahmen 12 befestigt ist, sowie ein zweites Schwenkrahmenende 74. Der Heckbaggerausleger 64 hat ein erstes Heckbaggerauslegerende 76, welches an einer horizontalen Heckbaggerauslegerdrehachse 78 schwenkbar am zweiten Schwenkrahmenende 74 befestigt ist, sowie ein zweites Heckbaggerauslegerende 80. Der Löffelstiel 66 hat ein erstes Löffelstielende 82, welches an einer horizontalen Löffelstieldrehachse 84 schwenkbar an dem zweiten Heckbaggerauslegerende 80 befestigt ist, sowie ein zweites Ende 86, an welchem der Heckbaggerlöffel 68 an einer horizontalen Heckbaggerlöffeldrehachse 88 schwenkbar befestigt ist.

[0046] Ein Schwenkrahmenstellantrieb enthält einen Schwenkrahmenhydraulikzylinder 90, der sich zwischen dem Fahrzeugrahmen 12 und dem Schwenkrahmen 62 erstreckt und den Schwenkrahmen 62 auf kontrollierte Weise um die vertikale Drehachse 72 bewegt. Ein Heckbaggerauslegerstellantrieb enthält einen Heckbaggerauslegerhydraulikzylinder 92, der sich zwischen dem Schwenkrahmen 62 und dem Heckbaggerausleger 64 erstreckt und den Heckbaggerausleger 64 auf kontrollierte Weise um die Heckbaggerauslegerdrehachse 78 bewegt. Ein Löffelstielstellantrieb enthält einen Löffelstielhydraulikzylinder 94, der sich zwischen dem Heckbaggerausleger 64 und dem Löffelstiel 66 erstreckt und den Löffelstiel 66 auf kontrollierte Weise um die horizontale Löffelstieldrehachse 84 bewegt. Ein Heckbaggerlöffelstellantrieb 96 enthält einen Heckbaggerlöffelstielhydraulikzylinder 98, der sich zwischen dem Löffelstiel 66 und dem Heckbaggerlöffel 68 erstreckt und den Heckbaggerlöffel 68 auf kontrollierte Weise um die horizontale Heckbaggerlöffeldrehachse 88 verschwenkt bzw. verdreht.

[0047] In dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung enthält der Heckbaggerlöffelstellantrieb 96 einen elektro-hydraulischen Heckbaggerlöffelkreis 100, der hydraulisch mit dem Heckbaggerlöffelhydraulikzylinder 98 in Verbindung steht. Der elektro-hydraulische Heckbaggerlöffelkreis 100 führt dem Heckbaggerlöffelhydraulikzylinder 98 Hydraulikflüssigkeit zu und steuert diesen.

[0048] Die Bedienungsperson befiehlt durch Handhabung einer Heckbaggerlöffelbefehlseingabevorrichtung 102, einer Löffelstielbefehlseingabevorrichtung 104, einer Heckbaggerauslegerbefehlseingabevorrichtung 106 und einer Schwenkrahmenbefehlseingabevorrichtung (nicht dargestellt) eine Bewegung des Heckbaggeraufbaus 18. Die Heckbaggerlöffelbefehlseingabevorrichtung 102 ist geeignet, um ein Heckbaggerlöffelbefehlssignal 108 in Abhängigkeit der Handhabung durch die Bedienungsperson proportional zu einer gewünschten Heckbaggerlöffelbewegung zu erzeugen. Die mit der Heckbaggerlöffelbefehlseingabevorrichtung 102, der Löffelstielbefehlseingabevorrichtung 104, der Heckbaggerauslegerbefehlseingabevorrichtung 106 und dem Heckbaggerauslegerstellantrieb 96 in Verbindung stehende Steuereinheit 50 empfängt das Heckbaggerlöffelbefehlssignal 108 und reagiert durch Erzeugung

eines Heckbaggerlöffelsteuersignals 110, welches durch den elektro-hydraulischen Heckbaggerlöffelkreis 100 empfangen wird. Der elektro-hydraulische Heckbaggerlöffelkreis 100 reagiert auf das Heckbaggerlöffelbefehlssignal 110, indem er Hydraulikflüssigkeit an den Heckbaggerlöffelhydraulikzylinder 98 leitet, was diesen Hydraulikzylinder 98 veranlasst, den Heckladerlöffel 68 entsprechend zu bewegen.

[0049] Während eines Arbeitsbetriebs mit dem Heckbaggerlöffel 68, wie beispielsweise beim Anheben oder Ausschachten von Material, ist es bisweilen wünschenswert, eine Heckbaggerlöffelausgangsorientierung relativ zum Boden bzw. zur Schwerkraftrichtung beizubehalten, um ein vorzeitiges Abkippen des Materials zu vermeiden oder um einen konstanten Ausschachtungsschnittwinkel beizubehalten. Um dann, wenn der Heckbaggerausleger 64 und der Löffelstiel 66 während eines Arbeitseinsatzes bewegt werden, die Heckbaggerlöffelausgangsorientierung relativ zur Richtung der Gravitationskraft beizubehalten, muss die Bedienungsperson ständig die Heckbaggerlöffelbefehleingabevorrichtung 102 betätigen, um die Heckbaggerlöffelorientierung anzupassen. Die ständige Anpassung der Heckbaggerlöffelorientierung gemeinsam mit der gleichzeitigen Bedienung der Heckbaggerauslegerbefehleingabevorrichtung 106 und der Löffelstielbefehleingabevorrichtung 104, die für die Bewegung des Heckbaggerauslegers 64 und des Löffelstiels 66 erforderlich sind, verlangt von der Bedienungsperson ein hohes Ausmaß an Aufmerksamkeit und handwerklichem Geschick, welches den Gesamtarbeitswirkungsgrad vermindert und zu einer vorzeitigen Ermüdung der Bedienungsperson führt.

[0050] Figur 3 stellt ein erfindungsgemäßes Stellantriebssteuersystem dar, welches geeignet ist, automatisch eine Ausgangs- oder Sollheckbaggerlöffelorientierung bzw. einen Sollneigungswinkel mit Bezug auf die Erde beizubehalten. Die vorliegende Erfindung verwendet hierfür einen an dem Heckbaggerlöffel 68 angebrachten Heckbaggerlöffelkippwinkelsensor 112, der mit der Steuereinheit 50 in Verbindung steht. Der Heckbaggerlöffelkippwinkelsensor 112 ist geeignet, um den Neigungswinkel des Heckbaggerlöffels 68 relativ zur Erde bzw. zur Richtung der Gravitationskraft, zu erfassen und ein entsprechendes Heckbaggerlöffelkippwinkelsignal 114 zu erzeugen. Die Steuereinheit 50 ist geeignet, um das Heckbaggerlöffelkippwinkelsignal 114 aufzunehmen und in Reaktion darauf ein entsprechendes Heckbaggerlöffelsteuersignal 110 zu erzeugen, welches den Heckbaggerlöffelstellantrieb 96 veranlasst, den Heckbaggerlöffel 68 so einzustellen, dass er einen gewünschten Heckbaggerlöffelwinkel mit Bezug auf die Erde aufrechterhält. Soweit eine automatische Haltefunktion zur Beibehaltung des durch die Bedienungsperson eingestellten anfänglichen Heckbaggerlöffelwinkels relativ zur Erde bzw. zur Richtung der Gravitationskraft Gegenstand der Erfindung ist, wird der Sollheckbaggerlöffelwinkel aufrechterhalten. Zusätzlich kann die Steuereinheit 50 die automatische Haltefunktion aufheben, wäh-

rend die Bedienungsperson eine Bewegung des Heckbaggerlöffels 68 befiehlt, d. h. beim Empfang eines Heckbaggerlöffelbefehlssignals 108. Die Steuereinheit 50 kann unmittelbar nachdem das Heckbaggerlöffelbefehlssignal 108 beendet ist, die Heckbaggerausgangsorientierung als Sollorientierung des Heckbaggerlöffels 68 wiederherstellen.

[0051] Im dargestellten Ausführungsbeispiel verwendet die vorliegende Erfindung auch einen Heckbaggerautohaltebefehlsschalter 116, der in Verbindung mit der Steuereinheit 50 steht. Der Heckbaggerautohaltebefehlsschalter 116 ist geeignet, um ein Heckbaggerautohaltebefehlssignal 118 aufgrund einer Betätigung des Heckbaggerautohaltebefehlsschalters 116 durch die Bedienungsperson zu erzeugen, um die automatische Haltefunktion für den Heckbaggerlöffel 68 zu aktivieren. Die Steuereinheit 50 ist ausgelegt, um das Heckbaggerlöffelkippwinkelsignal 114 zu ignorieren, bis die Steuereinheit 50 das Heckbaggerautohaltebefehlssignal 118 von dem Heckbaggerautohaltebefehlsschalter 116 erhält.

[0052] In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung, bei welcher ein Heckbaggerarbeitsbetrieb typischer Weise nur dann ausgeführt wird, wenn das Fahrzeug steht, resultieren Nachstellungen zur Aufrechterhaltung der Heckbaggerlöffelausgangsorientierung normalerweise nur von einer entsprechenden Bewegung des Heckbaggerauslegers 64 oder des Löffelstiels 66. Um die Dauer der automatischen Haltefunktion für den Heckbaggerlöffel 68 zu minimieren, kann die Steuereinheit 50 derart angepasst sein, dass sie das Heckbaggerlöffelkippwinkelsignal 114 ignoriert, außer wenn ein Heckbaggerauslegerbefehlssignal 122 von der Heckbaggerauslegerbefehlsvorrichtung 106 oder ein Löffelstielbefehlssignal 120 von der Löffelstielbefehleingabevorrichtung 104 empfangen wird.

[0053] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist am Heckbaggerausleger 64 ein Heckbaggerauslegerkippwinkelsensor 63 und am Löffelstiel 66 ein Löffelstielkippwinkelsensor 67 angebracht, welche die relative Lager zur Erde bzw. zur Schwerkraftrichtung erfassen. Die Steuereinheit 50 ist auch imstande, von dem Heckbaggerauslegerkippwinkelsensor 63 erzeugte Heckbaggerauslegerkippwinkelsignale und von dem Löffelstielkippwinkelsensor 67 erzeugte Löffelstielkippwinkelsignale zu empfangen und automatisch ein Heckbaggerlöffelsteuersignal 110 zu erzeugen, welches auf wenigstens einem der Heckbaggerauslegerkippwinkelsignale oder der Löffelstielkippwinkelsignale 65 basiert. Die Steuereinheit 50 kann auch Rahmenkippwinkelsignale 75 eines aus Fig. 4 ersichtlichen, am Fahrzeugarahmen 12 angebrachten Rahmenkippwinkelsensors 73 bei der Heckbaggerlöffelsteuerung berücksichtigen.

[0054] Obwohl die vorliegende Erfindung lediglich in Verbindung mit den dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, versteht es sich, dass im Lichte der vorhergehenden Beschreibung viele Alternativen, Abwandlungen und Variationen für einen Fachmann offensichtlich sind, die in den Schutzbereich der beigefüg-

ten Patentansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Werkzeugsteuersystem für ein einen Rahmen (12, 62) aufweisendes Fahrzeug (10), wobei das Werkzeugsteuersystem enthält:

ein Gestänge (22, 64, 66) mit einem ersten schwenkbar an dem Rahmen (12, 62) anlenkbaren Ende (26, 76) und einem zweiten Ende (30, 86), an dem ein Werkzeug (24, 68) angelehnt ist,

wenigstens eine Gestängebetätigungsverrichtung (36, 92, 94) zur steuerbaren Beeinflussung der Bewegung des Gestänges (22, 64, 66), eine Werkzeugbetätigungsverrichtung (38, 96) zum steuerbaren Verschwenken des Werkzeugs (24, 68) um das zweite Ende (30, 86) und eine Steuereinrichtung (50), die mit wenigstens einer Gestängebetätigungsverrichtung (36, 92, 94) und der Werkzeugbetätigungsverrichtung (38, 96) in Verbindung steht, **gekennzeichnet durch** einen am Werkzeug (24, 68) angebrachten Neigungswinkelsensor (54, 112), der eine Neigung des Werkzeugs (24, 68) relativ zur Erde oder der Gravitationskraft-richtung erfasst und ein entsprechendes Werkzeugneigungswinkelsignal (56, 114) erzeugt, wobei die Steuereinrichtung (50) imstande ist, automatisch ein erstes Werkzeugsteuersignal (52, 110) zu erzeugen, welches aufgrund des Werkzeugneigungswinkelsignals (56, 114) die wenigstens eine Gestängebetätigungsverrichtung (36, 92, 94) und/oder die Werkzeugbetätigungsverrichtung (38, 96) steuert.

2. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Speichervorrichtung, die geeignet ist, einen Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel zu empfangen und zu speichern.

3. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel mit dem Werkzeugneigungswinkelsignal (56, 114) übereinstimmt.

4. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50) das Werkzeugsteuersignal (52, 110) derart erzeugt, dass das Werkzeug (24, 68) bei einer Neigung gehalten wird, die ungefähr gleich dem Sollwert für den Werkzeugneigungswinkel ist.

5. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gestänge eine Schwinge (22) mit einem ersten Schwin-

genende (26) und einem zweiten Schwingenende (30) enthält, und dass das erste Schwingenende (26) mit dem ersten Ende des Gestänges und das zweite Schwingenende (30) mit dem zweiten Ende des Gestänges übereinstimmt.

6. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gestängebetätigungsverrichtung wenigstens eine Schwingenbetätigungsverrichtung (36) enthält, welche imstande ist, eine Schwinge (22) steuerbar gegenüber dem Rahmen (12) zu verschwenken.

7. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schwingenneigungswinkelsensor (57) an der Schwinge (22) angebracht ist, welcher die Neigung der Schwinge (22) gegenüber der Erde oder der Gravitationskraft-richtung erfasst und ein entsprechendes Schwingenneigungswinkelsignal (59) erzeugt, und dass die Steuereinrichtung (50) imstande ist, automatisch ein auf dem Schwingenneigungswinkelsignal (59) und der Werkzeugneigung basierendes zweites Werkzeugsteuersignal (52) zu erzeugen und aufgrund des Schwingenneigungswinkelsignals (59) eine Schwingenbetätigungsverrichtung (36) und/oder die Werkzeugbetätigungsverrichtung (38) zu steuern.

8. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gestänge wenigstens einen Ausleger (64) mit einem ersten Auslegerende (76) und einem zweiten Auslegerende (80) und einen Löffelstiel (66) mit einem ersten Löffelstielende (82) und einem zweiten Löffelstielende (86) enthält, wobei das erste Auslegerende (76) mit dem ersten Ende des Gestänges übereinstimmt, das zweite Löffelstielende (86) mit dem zweiten Ende des Gestänges übereinstimmt und das zweite Auslegerende (80) und das erste Löffelstielende (82) miteinander gelenkig verbunden sind.

9. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gestängebetätigungsverrichtung wenigstens eine Auslegerbetätigungsverrichtung (92) und eine Löffelstielbetätigungsverrichtung (94) enthält, wobei die Auslegerbetätigungsverrichtung (92) imstande ist, einen Ausleger (64) steuerbar gegenüber dem Rahmen (62) zu verschwenken, und die Löffelstielbetätigungsverrichtung (94) imstande ist, einen Löffelstiel (66) steuerbar gegenüber dem Ausleger (64) zu verschwenken.

10. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Auslegerneigungswinkelsensor (67) am Ausleger (64) und/oder ein Löffelstielneigungswinkelsensor (63) am Löffel-

- stiel (66) angebracht ist, welche die Neigung des Auslegers (64) bzw. des Löffelstiels (66) gegenüber der Erde oder der Gravitationskraftichtung erfassen und ein entsprechendes Auslegerneigungswinkelsignal (69) bzw. Löffelstielneigungswinkelsignal (65) erzeugen, und dass die Steuereinrichtung (50) imstande ist, automatisch ein auf dem Auslegerneigungswinkelsignal (69) und/oder dem Löffelstielneigungswinkelsignal (65) und der Werkzeugneigung basierendes zweites Werkzeugsteuersignal (110) zu erzeugen und aufgrund dieser Signale (65, 69) eine Auslegerbetätigungsvorrichtung (92) und/oder eine Löffelstielbetätigungsvorrichtung (94) und/oder die Werkzeugbetätigungsvorrichtung (96) zu steuern.
11. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50) imstande ist, ein Schwingenneigungswinkelsignal (59) und/oder ein Auslegerneigungswinkelsignal (69) und/oder ein Löffelstielneigungswinkelsignal (65) und/oder ein Werkzeugneigungswinkelsignal (56, 114) zu verwenden, um die absolute Position des Werkzeugs (24, 68) mit Bezug auf den Rahmen (12, 62) zu berechnen.
12. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rahmenneigungswinkelsensor (73) am Rahmen (12, 62) angebracht ist, welcher die Neigung des Rahmens (12, 62) gegenüber der Erde oder der Gravitationskraftichtung erfasst und ein entsprechendes Rahmenneigungswinkelsignal (75) erzeugt, und dass die Steuereinrichtung (50) imstande ist, automatisch ein auf dem Rahmenneigungswinkelsignal (75) und/oder einem Schwingenneigungswinkelsignal (59) und/oder einem Auslegerneigungswinkelsignal (69) und/oder einem Löffelstielneigungswinkelsignal (65) und/oder einem Werkzeugneigungswinkelsignal (56, 114) basierendes zweites Werkzeugsteuersignal (52, 110) zu erzeugen.
13. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit der Steuereinrichtung (50) verbundene Werkzeugbefehlseingabevorrichtung (44, 102) vorgesehen ist, die aufgrund einer Betätigung der Werkzeugbefehlseingabevorrichtung (44, 102) ein erstes Signal erzeugt, das einer gewünschten Werkzeugbewegung entspricht, und dass wenigstens ein Neigungswinkelsensor (45, 57, 63, 64, 112) ein zweites Signal erzeugt, welches der Neigung gegenüber der Erde oder der Gravitationskraftichtung entspricht.
14. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (50) imstande ist, das erste Signal zu empfangen und erste Werkzeugsteuersignale (52, 110) zu erzeugen, die wenigstens einen der Antriebe (36, 38, 92, 94, 96) des Werkzeugs (24, 68), einer Schwinde (22), eines Auslegers (64) und eines Löffelstiels (66) ansteuert, und dass die Steuereinrichtung (50) imstande ist, das zweite Signal zu empfangen und zweite Werkzeugsteuersignale (52, 110) zu erzeugen, die wenigstens einen der Antriebe (36, 38, 92, 94, 96) des Werkzeugs (24, 68), einer Schwinde (22), eines Auslegers (64) und eines Löffelstiels (66) ansteuert.
15. Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** einen mit der Steuereinrichtung (50) verbundenen Autohaltebefehlschalter (58, 116), der imstande ist, aufgrund einer ersten Autohaltebetätigung ein erstes Autohaltesignal und aufgrund einer zweiten Autohaltebetätigung ein zweites Autohaltesignal abzugeben.
16. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Autohaltesignal die Steuereinrichtung (50) anweist, das zweite Signal zu ignorieren und die ersten Werkzeugsteuersignale (52, 110) zu erzeugen, die auf dem ersten Signal basieren.
17. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Autohaltesignal die Steuereinrichtung (50) anweist, die zweiten Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, die auf dem zweiten Signal basieren.
18. Werkzeugsteuersystem nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Autohaltesignal die Steuereinrichtung (50) anweist, durch Speichern der Neigung des Werkzeugs (24, 68) eine gespeicherte Werkzeugneigung zu erzeugen und automatisch die zweiten Werkzeugsteuersignale zu erzeugen, um kontinuierlich die Werkzeugbetätigungsvorrichtung (38, 96) derart einzustellen, dass die aktuelle Neigung des Werkzeugs (24, 68) ungefähr gleich der gespeicherten Neigung ist.
19. Arbeitsfahrzeug mit einem Rahmen (12, 62), **gekennzeichnet durch** ein Werkzeugsteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
20. Verfahren zur Gestängekoordination für ein Arbeitsfahrzeug mit den Verfahrensschritten:
- Erfassung eines Neigungswinkels eines Werkzeugs (24, 68) relativ zur Erde oder zur Gravitationskraftichtung mit einem Werkzeugneigungswinkelsensor (54, 112),
Erzeugung eines Werkzeugneigungswinkelsignals (56, 114) mit dem Werkzeugneigungswinkelsensor (54, 112), wobei das Werkzeugnei-

gungswinkelsignal (56, 114) mit dem Neigungswinkel des Werkzeugs (24, 68) übereinstimmt, und automatische Erzeugung eines Werkzeugsteuersignals (52, 110) durch die Steuereinrichtung (50), welches auf dem Werkzeugneigungswinkelsignal (56, 114) basiert. 5

21. Verfahren nach Anspruch 20 mit den weiteren Verfahrensschritten:

10 Festhalten eines Sollneigungswinkels für das Werkzeug (24, 68) relativ zur Erde oder der Gravitationskraft-
richtung mit einem Autohaltebe-
fehlsschalter (58, 116),
15 Erfassung des Neigungswinkels eines Werk-
zeugs (24, 68) relativ zur Erde oder zur Gravi-
tationskraft-
richtung mit dem Werkzeugnei-
gungswinkelsensor (54, 112),
20 Erzeugung eines Werkzeugneigungswinkelsi-
gnals (56, 114) mit dem Werkzeugneigungswin-
kelsensor (54, 112), wobei das Werkzeugnei-
gungswinkelsignal (56, 114) mit dem Neigungs-
winkel des Werkzeugs (24, 68) übereinstimmt,
25 automatische Erzeugung eines Werkzeugsteu-
ersignals (52, 110) durch die Steuereinrichtung
(50), welches auf dem Werkzeugneigungswin-
kelsignal (56, 114) basiert, wobei das Werk-
zeugsteuersignal (52, 110) eine Werkzeugbetä-
30 tigungsvorrichtung (38, 96) veranlasst, den
Werkzeugneigungswinkel ungefähr beim
Sollneigungswinkel des Werkzeugs (24, 68) zu
halten.

35

40

45

50

55

