

Verfahren zum Abstützen eines Trägerfahrzeugs

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstützen
5 eines auf einem Untergrund abgestellten Trägerfahrzeugs für eine
Hebevorrichtung mit einem Abstützsystem gemäß dem Oberbegriff des
Anspruchs 1, ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung eines
solchen Verfahrens, eine Steuerung für ein Abstützsystem zur
Durchführung eines solchen Verfahrens und ein Fahrzeug mit einer
10 solchen Steuerung.

Im Stand der Technik ist bekannt, dass Trägerfahrzeuge mit
Abstützsystemen auf einem Untergrund abgestützt werden,
beispielsweise zur Erhöhung der Standsicherheit des
15 Trägerfahrzeugs, oder um das Trägerfahrzeug relativ zu einer
vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene
auszurichten. Die Abstützung erfolgt gewöhnlich über in ihrer
Längserstreckung verstellbare Stützbeine, die sich auf dem
Untergrund abstützen können und durch Veränderung der
20 Längserstreckung die Neigung des Trägerfahrzeugs beeinflussen
können. Mit einem Neigungssensor kann eine Neigung des
Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu einer
vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene
erfasst werden.

25 Im Stand der Technik sind Vorrichtungen in Form von hydraulisch
betätigbaren Abstützsystemen zur Nivellierung eines
Trägerfahrzeugs bekannt, bei denen die Betätigung der einzelnen
Stützbeine manuell und iterativ bis zum Erreichen einer
30 vorgegebenen Nivellierung des Trägerfahrzeugs (zumeist zwischen 0°
und 3° gegenüber der Horizontalen) erfolgt.

Im Stand der Technik sind weiter Vorrichtungen und Verfahren bekannt, welche ein zumindest teilweise automatisch gesteuertes Nivellieren eines Trägerfahrzeugs ermöglichen.

- 5 Aus dem Dokument US 5,580,095 A ist ein Nivelliersystem mit ausfahrbaren Stützbeinen mit Hydraulikzylindern bekannt. Ausgehend von einer gemessenen Neigung um eine Querachse und um eine Längsachse eines Trägerfahrzeugs können Betätigungszeiten für die Stützbeine berechnet werden, für deren Dauer eine Ansteuerung der
- 10 Stützbeine erfolgen kann.

- Aus dem Dokument DE 40 33761 C1 ist eine Nivelliereinrichtung mit selektiv mit Druckflüssigkeit versorgbaren Abstützzylindern bekannt. Zur Nivellierung eines zu nivellierenden Körpers können
- 15 die Abstützzylinder im Gleichlauf oder nacheinander mit zugemessenen Mengen Druckflüssigkeit ausgefahren werden.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Nivellierung eines Trägerfahrzeugs
- 20 anzugeben.

- Die Aufgabe wird von einem Verfahren gemäß Anspruch 1, einem Computerprogrammprodukt zur Ausführung eines solchen Verfahrens und einer Steuerung, welche zur Durchführung eines solchen
- 25 Verfahrens ausgebildet ist, gelöst.

Vorteilhafte Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

- 30 Das Verfahren dient der Abstützung eines Trägerfahrzeugs mit einem Abstützsystem auf einem Untergrund. Durch ein Abstützsystem kann beispielsweise eine Erhöhung der Standsicherheit des Trägerfahrzeugs erreicht werden und das Trägerfahrzeug relativ zu

einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene ausgerichtet werden.

5 Eine vorgegebene oder vorgebbare Raumebene kann beispielsweise eine horizontale Ebene sein. Eine mögliche Ausrichtung, die nach Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung erreicht werden kann, kann beispielsweise zwischen 0° und 3° gegenüber der Horizontalen sein.

10 Die Abstützung erfolgt gewöhnlich über in ihrer Längserstreckung verstellbare Stützbeine, die sich auf dem Untergrund abstützen können und durch Veränderung der Längserstreckung die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung beeinflussen können.

15 Eine Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung kann durch ein Abstellen auf einem geneigten Untergrund vorliegen. Eine Neigung kann auch durch eine Zuladung des Trägerfahrzeugs oder eine Belastung einer auf dem Trägerfahrzeug angeordneten Hebevorrichtung bedingt sein.

20

Das Abstützungssystem kann mit dem Fahrzeugrahmen verbunden sein. Weist das Trägerfahrzeug eine Hebevorrichtung auf, kann das Abstützungssystem mit der Hebevorrichtung verbunden sein.

25 Das Abstützungssystem kann zwei oder mehrere Stützbeine aufweisen. Die Stützbeine können an unterschiedlichen Positionen relativ zum Trägerfahrzeug oder der Hebevorrichtung angeordnet sein.

30 Insbesondere kann das Abstützungssystem vier Stützbeine aufweisen, die Teil einer sogenannten H-Abstützung (H-förmige Anordnung der Stützbeine) oder einer X-Abstützung (X-förmige Anordnung, auch Stern-Abstützung genannt) sein können.

- Das Abstützsystem kann eine Steuerung zur Ansteuerung von Antrieben der Stützbeine mit Steuerbefehlen aufweisen. Beispielsweise können die Stützbeine Antriebe in Form von Hydraulikzylindern zum Ein- und/oder Ausfahren der Stützbeine aufweisen, und die Steuerung kann magnetisch betätigbare Steuerventile der Hydraulikzylinder mit Steuerpulsen ansteuern. Eine entsprechende Ansteuerung von elektrischen Antrieben soll nicht ausgeschlossen sein.
- 10 Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass das Abstützsystem horizontal verstellbare Stützarme, an denen die Stützbeine angeordnet sind, aufweist. Auch soll nicht ausgeschlossen sein, dass die Steuerung zur Ansteuerung von Antrieben der Stützarme mit Steuerbefehlen ausgebildet ist.
- 15 Das Abstützsystem kann zumindest einen Neigungssensor zur Erfassung einer Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene aufweisen.
- 20 Beispielsweise kann die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu zwei Raumrichtungen erfasst werden.
- Insbesondere können Neigungen relativ zu zwei Raumrichtungen, die eine horizontale Ebene aufspannen, erfasst werden.
- 25 Es kann beispielsweise eine Neigung um eine Querachse und/oder um eine Längsachse eines Trägerfahrzeugs, beispielsweise auf einen Rahmen des Trägerfahrzeugs bezogen, erfasst werden. Die erfasste Neigung kann beispielsweise auf eine horizontale Ausrichtung des Trägerfahrzeugs bezogen sein.
- 30 Es kann beispielsweise eine Neigung einer auf einem Trägerfahrzeug angeordneten Hebevorrichtung, insbesondere einer Kransäule einer

Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer Raumrichtung in einer horizontalen und/oder vertikalen Ebene, erfasst werden.

5 Eine erfasste Neigung kann beispielsweise ein Winkel einer im Wesentlichen vertikal verlaufenden Schwenkachse einer Kransäule einer Hebevorrichtung zu einer horizontalen Ebene, Raumbene oder Raumrichtung sein. Zur Ausrichtung kann ein zumindest annähernd rechter Winkel der Schwenkachse der Kransäule zur Horizontalen angestrebt werden.

10

In dem Verfahren kann in einem Berechnungs-Verfahrensschritt eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems auf Basis einer momentan erfassten Neigung des
15 Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung berechnet werden.

Die Berechnung der Steuerbefehle kann mit der Absicht, das Trägerfahrzeug relativ zu einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumbene auszurichten, erfolgen. Bei einer
20 solchen Ausrichtung oder Nivellierung kann eine Raumrichtung und/oder Raumbene vorgegeben oder vorgebbbar sein, und ein Teil des Trägerfahrzeugs oder einer auf einem Trägerfahrzeug angeordneten Hebevorrichtung zu dieser Raumrichtung und/oder Raumbene durch Ausführung der berechneten Steuerbefehle
25 ausgerichtet werden.

Die Berechnung der Steuerbefehle kann derart erfolgen, dass durch die Ausführung der Steuerbefehle in einem bestimmten Maß eine Verringerung der Neigung erreichbar ist.

30

Dabei soll nicht ausgeschlossen sein, dass bei der Durchführung des Verfahrens eine Ausrichtung zu zwei unterschiedlichen Raumrichtungen erfolgen kann.

Mit einer momentan erfassten Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung kann eine Abweichung zu der vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene bestimmt werden, und entsprechende Steuerbefehle zur Verringerung der Abweichung
5 berechnet werden.

Als momentan erfasste Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung kann die unmittelbar vor oder bei Durchführung des Berechnungs-Verfahrensschritts vorherrschende Neigung des
10 Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung verstanden werden.

In einem Nivellierungs-Verfahrensschritt kann grundsätzlich eine Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems zur Verringerung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der
15 Hebevorrichtung erfolgen. Bei Ausführung eines Nivellierungs-Verfahrensschritts kann die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung zumindest teilweise verringert werden.

Bei Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen kann eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des
20 Abstützsystems mit Steuerpulsen erfolgen.

Es können einzelne Antriebe der Stützbeine im Wesentlichen zeitlich getrennt voneinander in einer Abfolge oder Sequenz angesteuert werden.
25

Die Ansteuerung der Antriebe kann mit von der Steuerung sequentiell ausgegebenen und zeitlich begrenzten Steuerpulsen erfolgen.
30

Eine Aktivierung eines Antriebs eines Stützbeins kann grundsätzlich für die zeitliche Dauer eines Steuerpulses erfolgen.

Bei dem Verfahren können zur Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung in einer Schleife eine Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts und des Nivellierungs-Verfahrensschritts erfolgen.

5

Die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumbene kann in jedem Durchgang der Schleife, bei welchem eine Wiederholung des Berechnungs-
10 Verfahrensschritts und des Nivellierungs-Verfahrensschritts erfolgt, eine teilweise Verringerung der Neigung relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumbene erfolgen.

15 Bei jedem Durchgang der Schleife können eine Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung und eine entsprechende Abweichung von der gewünschten Ausrichtung erfasst werden.

20 Wird bei einer Ausführung eines einzelnen Nivellierungs-Verfahrensschritts die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung nur teilweise verringert, kann in zumindest einem weiteren Berechnungs-Verfahrensschritt eine weitere Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten
25 Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems auf Basis einer nach Durchführung des vorangehenden Nivellierungs-Verfahrensschritts erfassten Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung berechnet werden.

30 In weiterer Folge kann in zumindest einem weiteren Nivellierungs-Verfahrensschritt eine Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der weiteren Abfolge an Steuerbefehlen zur Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der

Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene erfolgen.

5 Diese Wiederholung-Schleife kann so lange durchlaufen werden, bis die erfasste Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet. Der Schwellwert kann auf die Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu
10 zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene bezogen sein.

Durch das Verfahren kann eine Ausrichtung eines auf einem Untergrund abgestellten Trägerfahrzeugs für eine Hebevorrichtung mit einem Abstützsysteem anstelle einer getakteten, also einer
15 zeitlich bemessenen, fortlaufenden und ggf. gleichzeitigen Ansteuerung der Stützbeine in eine sequentielle Abfolge einer Vielzahl an Steuerpulsen mit jeweils begrenzter Zeitdauer zerlegt werden.

20 Durch die Ansteuerung der Antriebe mit von der Steuerung sequentiell ausgegebenen und zeitlich begrenzten Steuerpulsen kann eine Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung inkrementell verringert werden.

25 In einem Berechnungs-Verfahrensschritt kann allgemein eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems zur teilweisen Verringerung der Neigung eines Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung berechnet werden. Eine teilweise
30 Verringerung der Neigung kann ein Teil der insgesamt gewünschten oder benötigten Verringerung der Neigung zum Ausrichten des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung sein.

In einem Nivellierungs-Verfahrensschritt kann allgemein eine teilweise Verringerung der Neigung eines Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung erfolgen. Eine teilweise Verringerung der Neigung kann ein Teil der insgesamt gewünschten oder benötigten

5 Verringerung der Neigung zum Ausrichten des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung sein.

Zur Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung kann in einer Schleife eine Wiederholung des

10 Berechnungs-Verfahrensschritts und des Nivellierungs-Verfahrensschritts erfolgen, wobei bei jeder Wiederholung der Schleife eine Abfolge an Steuerbefehlen zur teilweisen Verringerung der Neigung eines Trägerfahrzeugs und/oder einer Hebevorrichtung berechnet und die Abfolge an Steuerbefehlen zur

15 teilweisen Verringerung der Neigung eines Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung umgesetzt werden kann. Dies kann inkrementell so lange erfolgen, bis die erfasste Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet, also insgesamt die

20 gewünschte oder benötigte Verringerung der Neigung zum Ausrichten des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung erreicht ist.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann, beispielsweise nach dem Abstellen des Trägerfahrzeugs auf dem

25 Untergrund, in einem Bodenkontakt-Verfahrensschritt eine Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit Steuerbefehlen erfolgen, durch welche die Stützbeine in Kontakt mit dem Untergrund gebracht werden. Die Steuerbefehle können als eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich

30 begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems auf Basis einer momentan erfassten Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung berechnet werden.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann nach erfolgter Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung in einem Überwachungs-Verfahrensschritt eine fortlaufende Erfassung einer Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder
5 der Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene erfolgen.

Wird beispielsweise nach Abstützen und Ausrichten des Trägerfahrzeugs eine an diesem angeordnete Hebevorrichtung im
10 Arbeitsbetrieb verwendet, oder beispielsweise eine Zuladung des Trägerfahrzeugs verändert, können durch auftretende Belastungen und/oder Veränderungen im zur Abstützung verwendeten Untergrund unerwünschte Änderungen der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung auftreten. Diese können durch eine
15 fortlaufende Erfassung der Neigung erkannt und bestimmt werden.

Dabei kann bei Erreichen oder Überschreiten einer vorgegebenen oder vorgebbaren Abweichung der erfassten Neigung eine Wiederholung der Ausführung zumindest eines Berechnungs-
20 Verfahrensschritts und zumindest eines Nivellierungs-Verfahrensschritts erfolgen. Die Abweichung kann auf den zur Ausrichtung verwendeten Schwellwert bezogen sein.

Eine solche Wiederholung kann durch die Steuerung autonom oder
25 nach entsprechender Bestätigung, oder durch gezielte Auswahl durch einen Benutzer erfolgen.

Analog zur Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung kann in einer Schleife eine Wiederholung des
30 Berechnungs-Verfahrensschritts und des Nivellierungs-Verfahrensschritts erfolgen, bis die erfasste Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung wieder einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann in einem Berechnungs-Verfahrensschritt, welcher auf einen zuvor durchgeführten Nivellierungs-Verfahrensschritt folgt, eine
5 Änderung der Neigung durch den vorangehenden Nivellierungs-Verfahrensschritt erfasst werden. Dabei kann bestimmt werden, ob mit erfolgter Ausführung der Steuerbefehle eine entsprechende Verringerung der Neigung erreicht wurde. Daraus kann sich ableiten lassen, ob sich die angesteuerten Stützbeine in Bodenkontakt
10 befunden haben. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass sich dadurch eine Torsions- und Biegesteifigkeit und/oder eine Verwindung des Trägerfahrzeugs bestimmen lassen können.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann die zeitlich
15 begrenzte Ansteuerung der einzelnen Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen mit Steuerpulsen mit variabler Pulsdauer erfolgen. Mit einer variablen Pulsdauer können unterschiedliche Parameter des Abstützsystems berücksichtigt werden.

20

Dabei kann vorteilhaft die Pulsdauer der Steuerpulse 0,05 Sekunden bis 3,50 Sekunden betragen. Vorzugsweise kann die die Pulsdauer der Steuerpulse 0,25 Sekunden bis 1,5 Sekunden betragen. Es ist denkbar, dass die die Pulsdauer der Steuerpulse 0,25 bis 0,50
25 beträgt.

Eine Variation der Pulsdauer – und gegebenenfalls einer Dauer einer Überlappung von aufeinanderfolgenden Steuerpulsen – kann grundsätzlich in Abhängigkeit von:

- 30
- Parametern der Antriebe der Stützbeine, wie etwa der Hubrate, dem Kolbendurchmesser oder der Pumpleistung und/oder
 - Parametern der Geometrie der Stützbeine, wie etwa der vorherrschenden oder möglichen Längserstreckung, oder einer

- Länge von Auslegerarmen mit Stützbeinen des Abstützsystems und/oder
- Parametern der Position der Stützbeine und/oder
 - der Anzahl Stützbeine und/oder
 - 5 - der momentan gemessenen Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung, und/oder
 - der aktuell vorgegebenen, beispielsweise einer in einem vorangehenden Berechnungs-Verfahrensschritt berechneten Pulsdauer und/oder
 - 10 - der Anzahl und/oder Position von Achsen des Trägerfahrzeugs und/oder
 - der Position einer auf dem Trägerfahrzeug angeordneten Hebevorrichtung und/oder
 - einer Torsions- und Biegesteifigkeit und/oder eine Verwindung
 - 15 des Trägerfahrzeugs
 - der vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene
- erfolgen.
- 20 In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann die Ansteuerung der Antriebe der einzelnen Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen in einer Ansteuerungssequenz in einer vorgebbaren oder vorgegebenen Reihenfolge erfolgen. Dabei können bestimmte Stützbeine des
- 25 Abstützsystems bevorzugt angesteuert werden.
- Eine bevorzugte Ansteuerung kann beispielsweise erfolgen, um einen Schwerpunkt des Trägerfahrzeugs möglichst niedrig zu halten oder um Torsions- und Biegesteifigkeiten des Trägerfahrzeugs zu
- 30 berücksichtigen.
- Eine bevorzugte Ansteuerung kann eine Auswahl oder Gewichtung einzelner oder mehrerer Stützbeine umfassen.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann bei einer Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems in einem Nivellierungs-Verfahrensschritt eine Vergrößerung und/oder Verkleinerung der Längserstreckung der Stützbeine erfolgen.

- 5 Dadurch kann das Abstützsystems das Trägerfahrzeug nicht nur vom Untergrund weg anheben, sondern dieses auch zum Untergrund hin absenken.

- 10 In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann die Ansteuerung der einzelnen Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen mit Steuerpulsen mit einer zeitlich begrenzten, vorgegebenen oder vorgebbaren Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen erfolgen. Dabei können in der Abfolge an Steuerbefehlen aufeinanderfolgende
- 15 Steuerpulse von der Steuerung abschnittsweise gleichzeitig ausgegeben werden.

Eine Überlappung von Steuerpulsen kann in einem Berechnungs-Verfahrensschritt berechnet werden.

20

- Es kann also beispielsweise mit der Aktivierung eines Antriebs eines Stützbeins für die Dauer eines Steuerpulses durch Ausgabe durch die Steuerung begonnen werden, und vor Beendigung des laufenden Steuerpulses bereits mit der Aktivierung des Antriebs
- 25 des nächsten Stützbeins gemäß der berechneten Abfolge begonnen werden.

- Die zeitlich begrenzte, vorgegebene oder vorgebbare Dauer der Überlappung bestimmt die Dauer einer abschnittsweise
- 30 gleichzeitigen Aktivierung von Antrieben von Stützbeinen.

Durch eine Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen kann eine im Wesentlichen ruckfreie Ausrichtung eines Trägerfahrzeugs erfolgen. Auftretende Schwingungen durch abruptes

An- und Abschalten von Antrieben von Stützbeinen können gemindert werden.

5 Dabei kann vorteilhaft innerhalb der Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen eine gleichzeitige Ansteuerung von maximal zwei Antrieben erfolgen.

10 Die Dauer der Überlappung zwischen aufeinanderfolgenden, von der Steuerung ausgegebenen Steuerpulsen kann allgemein zwischen 0,01 Sekunden und 0,5 Sekunden betragen. Vorzugsweise kann die Dauer der Überlappung zwischen 0,01 Sekunden und 0,1 Sekunden betragen.

15 Schutz wird auch begehrt für ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, welche bei einer Ausführung durch eine Recheneinheit diese veranlassen, aus einer Speichereinheit, welche mit der Recheneinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, ein wie zuvor beschriebenes Verfahren auszuführen.

20 Befehle des Computerprogrammprodukts können beispielsweise in wenigstens einer Speichereinheit einer Steuerung hinterlegt sein und durch wenigstens eine Recheneinheit einer Steuerung ausgeführt werden.

25 Schutz wird auch begehrt für eine Steuerung für ein Abstützsystem die zur Durchführung eines wie zuvor beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.

30 Die Steuerung kann grundsätzlich wenigstens eine Recheneinheit und wenigstens eine Speichereinheit aufweisen. Die Recheneinheit kann mit der Speichereinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar sein.

Von der Steuerung kann in einem Berechnungs-Betriebsmodus eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems auf Basis einer momentan erfassten Neigung des
5 Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung berechenbar sein.

Die Berechnung kann beispielsweise von einer Recheneinheit der Steuerung erfolgen, und berechnete Steuerbefehle können in einer Speichereinheit der Steuerung abgelegt werden.

10

In einem Ansteuer-Betriebsmodus der Steuerung können die Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen zur Verringerung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung relativ zu zumindest einer
15 vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene ansteuerbar sein, wobei mit der Abfolge an Steuerbefehlen eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit Steuerpulsen erfolgt.

20 Dabei können in einer Speichereinheit der Steuerung abgelegte Steuerbefehle entsprechend der Abfolge von der Steuerung ausgegeben werden.

In einem Schleifen-Betriebsmodus der Steuerung können zur
25 Minimierung der Neigung des Trägerfahrzeugs und/oder der Hebevorrichtung in einer Schleife die Berechnung der Abfolge an Steuerbefehlen und die Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen wiederholt durchführbar ist, bis die erfasste Neigung des Trägerfahrzeugs
30 und/oder der Hebevorrichtung einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.

Dabei kann in jedem Schleifendurchgang eine Berechnung von einer Recheneinheit der Steuerung erfolgen, berechnete Steuerbefehle in

einer Speichereinheit der Steuerung abgelegt werden, und in einer Speichereinheit der Steuerung abgelegte Steuerbefehle entsprechend der Abfolge von der Steuerung ausgegeben werden.

- 5 Schutz wird auch begehrt für ein Fahrzeug, insbesondere Trägerfahrzeug mit einer Hebevorrichtung, mit einem wie zuvor beschriebenen Abstützsysteem und einer wie zuvor beschriebenen Steuerung für das Abstützsysteem. Die Hebevorrichtung kann allgemein als Kran, insbesondere als Knickarmkran, ausgebildet
10 sein.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren diskutiert. Es zeigen:

- 15 Fig. 1 schematisch den Ablauf einer Ausführung des Verfahrens,
Fig. 2 schematisch den Ablauf einer weiteren Ausführung des Verfahrens,
Fig. 3 eine Seitenansicht einer Ausführung eines auf einem
20 geneigten Untergrund abgestellten Trägerfahrzeug,
Fig. 4 eine Seitenansicht einer Ausführung eines auf einem geneigten Untergrund abgestellten, nivellierten Trägerfahrzeug,
Fig. 5 eine Draufsicht einer Ausführung eines
25 Trägerfahrzeugs,
Fig. 6 eine schematische Darstellung Draufsicht einer Ausführung eines Trägerfahrzeugs
Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Hebevorrichtung mit einer Ausführung eines Abstützsystems
30 Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer Ausführung eines Trägerfahrzeugs,
Fig. 9a bis 9e eine schematische Darstellung einer Nivellierung, und

Fig. 10a und 10b jeweils eine schematische Darstellung zweier aufeinanderfolgender Steuerpulse.

- Mit Bezug auf die in den obigen Figuren gezeigten Ausführungen
- 5 eines Trägerfahrzeugs 8 mit einem Abstützsysteem 7 illustriert Figur 1 eine Ausführung eines Verfahrens zum Abstützen eines auf einem Untergrund 10 abgestellten Trägerfahrzeugs 8 für eine Hebevorrichtung 9 mit einem Abstützsysteem 7. Das Abstützsysteem 7 umfasst wie dargestellt
- 10 - vertikal in ihrer Längserstreckung verstellbare Stützbeine 1, 2, 3, 4 zur Abstützung auf dem Untergrund 10, und
- eine Steuerung 5 zur Ansteuerung von Antrieben der Stützbeine 1, 2, 3, 4 mit Steuerbefehlen, und
- zumindest einen Neigungssensor 6 zur Erfassung einer Neigung
- 15 α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene.

- In einem Berechnungs-Verfahrensschritt i kann eine Abfolge an
- 20 Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine 1, 2, 3, 4 des Abstützsystems 7 auf Basis einer momentan erfassten Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 berechnet werden.

- 25 In einem darauf folgenden Nivellierungs-Verfahrensschritt ii kann eine Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1, 2, 3, 4 des Abstützsystems 7 mit der Abfolge an Steuerbefehlen zur Verringerung der Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder
- 30 vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene erfolgen, wobei mit der Abfolge an Steuerbefehlen eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine 1, 2, 3, 4 des Abstützsystems 7 mit Steuerpulsen s1, s2 (siehe Figuren 10a und 10b) erfolgen kann.

- Zur Minimierung der Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 kann in einer Schleife iii eine Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts i und des Nivellierungs-Verfahrensschritts ii erfolgen, bis die erfasste Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.
- 10 Wie in einer besonders bevorzugten Ausführung des Verfahrens kann, wie in Figur 2 schematisch gezeigt ist, nach erfolgter Minimierung der Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 (Schritte i bis iii) in einem Überwachungs-Verfahrensschritt iv eine fortlaufende Erfassung einer Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene erfolgen.
- 20 Dabei kann bei Erreichen oder Überschreiten eines vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwerts der erfassten Neigung α eine Wiederholung der Ausführung zumindest eines Berechnungs-Verfahrensschritts i und zumindest eines Nivellierungs-Verfahrensschritts ii erfolgen.
- 25 Zur Minimierung der auftretenden Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 kann wieder in einer Schleife iii eine Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts i und des Nivellierungs-Verfahrensschritts ii erfolgen, bis die erfasste Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 wieder einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.
- 30

Allgemein kann in der Schleife iii in einem Berechnungs-Verfahrensschritt i, welcher auf einen zuvor durchgeführten

Nivellierungs-Verfahrensschritt ii folgen kann, eine Erfassung der Änderung der Neigung α durch den vorangehenden Nivellierungs-Verfahrensschritt ii erfolgen. Dadurch können Effekte der durchgeführten Ansteuerung beurteilt werden.

5

Figur 3 zeigt eine Seitenansicht einer Ausführung eines auf einem geneigten (Neigungswinkel in der Darstellung etwa 5°) Untergrund 10 abgestellten Trägerfahrzeugs 8 mit einer darauf angeordneten Hebevorrichtung 9 in Form eines Knickarmkrans. Der Untergrund 10 ist um einen Winkel gegenüber der Horizontalen H geneigt. Das auf dem geneigten Untergrund 10 abgestellte Trägerfahrzeug 8 ist in diesem unabgestützten Zustand im Wesentlichen um eine Querachse y des Trägerfahrzeugs 8 (siehe Figur 6) um die Neigung α , in dieser Ausführung gemessen relativ zum Fahrzeugrahmen, gegenüber der Horizontalen H geneigt. Eine Neigung des Trägerfahrzeugs 8 um eine Längsachse x kann analog gegeben sein, ist in dieser beispielhaften Ausführung jedoch nicht gezeigt.

Das Trägerfahrzeug 8 weist in dieser Ausführung ein Abstützungssystem mit vier Stützbeinen 1, 2, 3, 4 (teilweise verdeckt, vergleiche auch Figur 5), einem Neigungssensor 6 und einer in dieser Ausführung am Trägerfahrzeug angeordneten Steuerung 5 zur Ansteuerung von Antrieben der Stützbeine 1, 2, 3, 4 mit Steuerbefehlen auf.

25

Figur 4 zeigt eine Seitenansicht der in Figur 3 gezeigten Ausführung eines auf einem geneigten Untergrund 10 abgestellten Trägerfahrzeugs 8. Das abgestellte Trägerfahrzeug ist nach erfolgter Abstützung über die Stützbeine 1, 2, 3, 4 auf dem Untergrund 10 durch Durchführung des Verfahrens zur Horizontalen H ausgerichtet und somit nivelliert worden. Die Neigung α gegenüber der Horizontalen H beträgt in der Darstellung im Wesentlichen 0° .

30

Es ist erkennbar, dass zumindest ein Rad des Trägerfahrzeugs 8 am Untergrund 10 verblieben ist, das Trägerfahrzeug 8 ist also durch die Stützbeine 1, 2, 3, 4 nicht vollständig ausgehoben worden. Anders als dargestellt kann auch ein vollständiges Ausheben des

5 Trägerfahrzeugs 8 erfolgen.

Anders als dargestellt kann die Neigung auch auf den Winkel einer im Wesentlichen vertikal verlaufenden Schwenkachse 15 einer Kransäule der Hebevorrichtung 9 zur Horizontalen H oder zu einer

10 vertikalen Ebene bezogen sein. Dazu zeigt Figur 4 eine alternative oder zusätzliche Anordnung des Neigungssensors 6. Zur Ausrichtung kann ein zumindest annähernd rechter Winkel der Schwenkachse 15 der Kransäule zur Horizontalen angestrebt werden.

15 Allgemein kann eine Ausrichtung relativ zu einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene möglich sein.

Figur 5 zeigt eine Draufsicht einer wie zuvor gezeigten Ausführung eines Trägerfahrzeugs 8. Wie dargestellt weist das Abstützsystem

20 7 horizontal verstellbare Stützarme 11, 12, 13, 14, an denen die Stützbeine 1, 2, 3, 4 angeordnet sind, auf. Die Steuerung 5 kann zur Ansteuerung von Antrieben der Stützarm 11, 12, 13, 14 mit Steuerbefehlen ausgebildet sein.

25 Figur 6, welche eine schematische Darstellung einer Draufsicht einer Ausführung eines Trägerfahrzeugs 8 mit einer Vorderachse 18 und einer Hinterachse 19 analog zu den vorangehenden Ausführungen zeigt, illustriert die Längsachse x und die Querachse y des Trägerfahrzeugs 8. Der Neigungssensor 6 kann wie dargestellt im

30 Ursprung des auf der Schwenkachse 15 der Kransäule der Hebevorrichtung 9 gelegenen, von der Längsachse x und der Querachse y aufgespannten Koordinatensystems liegen.

Durch die Relation der Längserstreckungen der Stützbeine 1 und 2 (vgl. Figur 9) kann eine Ausrichtung um die Längsachse x erfolgen. Durch den Gleichanteil, also den jeweiligen Absolutwert der Längserstreckungen, kann eine Ausrichtung um die Querachse y
5 erfolgen.

Eine Variation der Pulsdauer t_1 , t_2 der Steuerpulse s_1 , s_2 , mit denen die Steuerung 5 (vgl. Figur 7) die Antriebe der Stützbeine 1, 2, 3, 4 ansteuern kann, und ggf. einer Überlappung d , kann in
10 Abhängigkeit von:

- Parametern der Antriebe der Stützbeine 1, 2, 3, 4 und/oder
- Parametern der Geometrie der Stützbeine 1, 2, 3, 4, etwa deren Abstand zur Schwenkachse 15 der Kransäule der Hebevorrichtung 8 und/oder
- 15 - Parametern der Position der Stützbeine (1, 2, 3, 4), etwa deren Anordnung auf dem Fahrzeugrahmen relativ zu einer Hebevorrichtung 8, insbesondere relativ zu einer Schwenkachse 15 einer Kransäule der Hebevorrichtung 8, und/oder
- der Anzahl Stützbeine 1, 2, 3, 4 und/oder
- 20 - der momentan gemessenen Neigung α des Trägerfahrzeugs 8 und/oder der Hebevorrichtung 9 und/oder
- der aktuell vorgegebenen Pulsdauer t_1 , t_2 und/oder
- der Position von Achsen 18, 19 des Trägerfahrzeugs 8 und/oder
- der Position einer auf dem Trägerfahrzeug 8 angeordneten Hebevorrichtung 9 und/oder
- 25 - einer Torsions- und Biegesteifigkeit und/oder einer Verwindung des Trägerfahrzeugs 8 und/oder
- der vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene
- 30 erfolgen.

Figur 7 zeigt eine schematische Darstellung einer Hebevorrichtung 9 mit einer Ausführung eines Abstützsystems 7. Das Abstützsystem 7 umfasst wie dargestellt

- vertikal in ihrer Längserstreckung zwei verstellbare Stützbeine 1, 2 zur Abstützung auf einem Untergrund 10, und
 - eine Steuerung 5 zur Ansteuerung von Antrieben der Stützbeine 1, 2 mit Steuerbefehlen, und
- 5 - zumindest einen Neigungssensor 6 zur Erfassung einer Neigung α der Hebevorrichtung 9 relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene.
- 10 Anders als dargestellt kann das Abstützsystem 7 zusätzliche Stützbeine und mehrere Neigungssensoren 6 aufweisen, etwa wie jene in den Figuren 3 bis 6.

- Neben dem Neigungssensor 6 können der Steuerung 5 allgemein auch
- 15 Messwerte zu Betriebsparametern der Stützbeine 1, 2 zuführbar sein.

- Die Steuerung 5 kann grundsätzlich wenigstens eine Recheneinheit 16 und wenigstens eine Speichereinheit 17 aufweisen. Die
- 20 Recheneinheit 16 kann mit der Speichereinheit 17 in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar sein.

- Von der Steuerung 5 kann in einem Berechnungs-Betriebsmodus eine Abfolge an Steuerbefehlen in Form von Steuerpulsen zur
- 25 sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 auf Basis einer momentan erfassten Neigung α des Hebevorrichtung 9 berechenbar sein.

- 30 Die Berechnung kann beispielsweise von einer Recheneinheit 16 der Steuerung 5 erfolgen, und berechnete Steuerbefehle können in einer Speichereinheit 17 der Steuerung 5 abgelegt werden.

In einem Ansteuer-Betriebsmodus der Steuerung 5 können die Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 mit der Abfolge an Steuerbefehlen zur Verringerung der Neigung α der Hebevorrichtung 9 relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene ansteuerbar sein, wobei mit der Abfolge an Steuerbefehlen eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 mit Steuerpulsen erfolgen kann.

10 Dabei können in einer Speichereinheit 17 der Steuerung 5 abgelegte Steuerbefehle entsprechend der Abfolge von der Steuerung 5 ausgegeben werden.

In einem Schleifen-Betriebsmodus der Steuerung 5 können zur Minimierung der Neigung α der Hebevorrichtung 9 in einer Schleife die Berechnung der Abfolge an Steuerbefehlen und die Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 mit der Abfolge an Steuerbefehlen wiederholt durchführbar ist, bis die erfasste Neigung α der Hebevorrichtung 9 einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.

Dabei kann in jedem Schleifendurchgang eine Berechnung von einer Recheneinheit 16 der Steuerung 5 erfolgen, berechnete Steuerbefehle in einer Speichereinheit 17 der Steuerung 5 abgelegt werden, und in einer Speichereinheit 17 der Steuerung 5 abgelegte Steuerbefehle entsprechend der Abfolge von der Steuerung 5 ausgegeben werden.

Bei einer Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 kann allgemein eine Vergrößerung und/oder Verkleinerung der Längserstreckung der Stützbeine 1, 2 erfolgen.

Figur 8 zeigt eine zur Ausführung der Figur 7 analoge, auf einem Trägerfahrzeug 8 mit Hebevorrichtung 9 angeordnete Abstützvorrichtung 7.

- 5 In den Figuren 9a bis 9d ist schematisch ein Ausrichten mit einem Abstützsystem 7 (vgl. Figur 3 oder Figur 7) zur einer beispielhaft vorgegebenen Raumrichtung H (Horizontale) gezeigt. Das Abstützsystem kann mit einem in dieser Figur nicht dargestellten Trägerfahrzeug und/oder einer Hebevorrichtung (Schwenkachse 15)
10 verbunden sein.

Die in den Figuren 9a bis 9e dargestellte Ausrichtung kann mit Bezug auf Figur 6 einer Nivellierung um eine Längsachse x und auch einer Nivellierung um eine Querachse y entsprechen.

15

- Das Abstützsystem 7 weist zwei an längenveränderbaren Stützarmen 11, 12 angeordnete Stützbeine 1, 2 auf. Die Stützbeine 1, 2 sind in ihrer Längserstreckung längenveränderbar. Die in dieser Abfolge an Figuren zur Ausrichtung verwendeten Stützbeine 1, 2 weisen wie
20 dargestellt unterschiedliche (einstellbare) Längserstreckungen x_{11} , x_{12} , x_{13} , x_{14} , x_{21} , x_{22} auf.

- Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass anders als dargestellt das Abstützsystem 7 mehrere Stützbeine aufweist (beispielsweise vier)
25 und dass zur Ausrichtung, insbesondere zu einer Raumebene, auch mehrere dieser Stützbeine herangezogen werden. Aus Darstellungsgründen ist der Ablauf jedoch auf zwei Stützbeine beschränkt.

- 30 Figur 9a zeigt ein auf einem geneigten Untergrund 10 abgestütztes Abstützsystem 7, wobei die Stützbeine 1, 2 in Kontakt mit dem Untergrund gebracht wurden. Die Blickrichtung kann einer Ansicht entlang einer Längsachse eines Trägerfahrzeugs entsprechen. Die Stützbeine 1, 2 weisen jeweils eine erste Längserstreckung x_{11} ,

x21 auf. Der Neigungsmesser 6 gibt einen gegenüber der Horizontalen H gemessenen Neigungswinkel α von 7° aus.

5 Durch die Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1 mit von der Steuerung 5 sequentiell ausgegebenen und zeitlich begrenzten Steuerpulsen s1, s2 (siehe Figur 10a und 10b) kann eine Neigung α eines Trägerfahrzeugs und/oder einer Hebevorrichtung inkrementell verringert werden.

10 In einem Berechnungs-Verfahrensschritt i (siehe Figur 1) kann ausgehend von der jeweils gemessenen Neigung α eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine 1, 2 des Abstützsystems 7 zur teilweisen Verringerung der Neigung α
15 berechnet werden. Eine teilweise Verringerung der Neigung, wie dies von einer Figur der Figuren 9a bis 9e zur anderen beispielhaft dargestellt ist, kann ein Teil der insgesamt gewünschten oder benötigten Verringerung der Neigung α zum Ausrichten des Trägerfahrzeugs oder der Hebevorrichtung sein.

20

In einem Nivellierungs-Verfahrensschritt ii (siehe Figur 1) kann allgemein eine teilweise Verringerung der Neigung α erfolgen. Eine teilweise Verringerung der Neigung α kann ein Teil der insgesamt gewünschten oder benötigten Verringerung der Neigung zum
25 Ausrichten des Trägerfahrzeugs oder der Hebevorrichtung sein.

In Figur 9b weist das Stützbein 1 nach Ansteuerung durch die Steuerung 5 mit einem Steuerpuls s1 eine zweite, größere Längserstreckung x12 auf. Der Neigungsmesser 6 gibt einen
30 gegenüber der Horizontalen H gemessenen Neigungswinkel α von 5° aus, die Neigung α ist also teilweise verringert worden.

Dies kann beispielsweise einem ersten Durchlauf des Berechnungs-Verfahrensschritts i und des Nivellierungs-Verfahrensschritts ii entsprechen.

- 5 In Schleifen iii (siehe Figur 1) kann eine Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts i und des Nivellierungs-Verfahrensschritts ii erfolgen, wobei jeweils Steuerbefehle - und damit Steuerpulse und ggf. Überlappungen - für die Stützbeine 1, 2 berechnet und Ansteuerungen deren Antriebe mit Steuerpulsen
10 erfolgen können.

- In Figur 9c weist das Stützbein 2 nach einem Durchlauf der Schleife iii und dabei erfolgter Ansteuerung durch die Steuerung 5 mit einem Steuerpuls s2 eine zweite, größere Längserstreckung x22 auf. Der
15 Neigungsmesser 6 gibt wieder einen gegenüber der Horizontalen H gemessenen Neigungswinkel α von 7° aus. Die Neigung α ist zwar relativ zur gezeigten Raumrichtung H wieder vergrößert worden, mit Bezug auf Figur 6 kann durch Änderung der Längserstreckungen der Stützbeine 1 und 2 jedoch auch eine Ausrichtung um die Längsachse
20 x erfolgen. Durch den Gleichanteil, also den jeweiligen Absolutwert der Längserstreckungen der Stützbeine 1, 2, kann eine Ausrichtung um die Querachse y erfolgen. In Bezug auf eine horizontale Raumbene kann die Neigung zu einer in dieser gelegenen Raumrichtung (beispielsweise orthogonal zur Raumrichtung H
25 gesehen) somit wieder verringert worden sein.

- Zur Minimierung der Neigung α kann in weiteren Durchläufen der Schleife iii (siehe Figur 1) jeweils eine weitere Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts i und des Nivellierungs-Verfahrensschritts ii erfolgen, wobei bei jeder Wiederholung der
30 Schleife iii eine Abfolge an Steuerbefehlen und entsprechenden Steuerpulsen, und ggf. Überlappungen von Steuerpulsen, zur teilweisen Verringerung der Neigung α berechnet und die Abfolge an

Steuerbefehlen zur teilweisen Verringerung der Neigung α umgesetzt werden kann.

In Figur 9d ist in einem weiteren Durchlauf der Schleife iii die
5 Längserstreckung x_{13} des Stützbeins 1 inkrementell vergrößert worden.

In Figur 9e ist einem weiteren Durchlauf der Schleife iii die
10 Längserstreckung x_{14} des Stützbeins 1 weiter inkrementell vergrößert worden.

Die Abfolge der Figuren 9c bis 9e stellt beispielsweise drei solche Wiederholungen der Schleife iii dar, bei welchen schrittweise die Längserstreckung der Stützbeine 1, 2 verändert wird. Die
15 Verringerung der Neigung α erfolgt inkrementell so lange, bis die erfasste Neigung α einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet, der im gezeigten Fall beispielhaft mit 2° gegenüber der Raumrichtung H vorgegeben ist. Dabei soll nicht ausgeschlossen sein, dass bei der Durchführung des
20 Verfahrens eine Ausrichtung zu zwei unterschiedlichen Raumrichtungen erfolgen kann. Anders als dargestellt ist es möglich, dass für eine vorgegebene oder vorgebbare Dauer eine zeitlich begrenzt gleichzeitige sequentielle Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1, 2 (und ggf. weiterer Stützbeine)
25 erfolgt.

Die Figuren 10a und 10b zeigen jeweils eine schematische Darstellung zweier aufeinanderfolgender Steuerpulse s_1 , s_2 mit Pulsdauer t_1 , t_2 , wobei die sequentiellen Steuerpulse s_1 , s_2 in
30 Figur 10b eine zeitliche Überlappung d aufweisen.

Durch eine wie beispielsweise in den Figuren 9a, 9b und 9c illustrierte Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine 1 mit von der Steuerung 5 sequentiell ausgegebenen und zeitlich begrenzten

Steuerpulsen s_1 , s_2 kann eine Neigung α eines Trägerfahrzeugs 8 und/oder einer Hebevorrichtung inkrementell geändert werden.

In Figur 9b weist das Stützbein 1 nach Ansteuerung durch die
5 Steuerung 5 mit einem ersten Steuerpuls s_1 mit Pulsdauer t_1 gegenüber der Darstellung in Figur 9a größere Längserstreckung x_{12} auf. In Figur 9c weist das Stützbein 2 nach Ansteuerung durch die Steuerung 5 mit einem zweiten Steuerpuls s_2 mit Pulsdauer t_2 gegenüber der Darstellung in Figur 9b eine größere
10 Längserstreckung x_{22} auf. Die Ansteuerung kann beispielsweise mit Steuerpulsen s_1 , s_2 gemäß Figur 10a erfolgen.

In der Abfolge an Steuerbefehlen aufeinanderfolgende Steuerpulse s_1 , s_2 können von der Steuerung auch abschnittsweise, also für die
15 Dauer einer Überlappung d , gleichzeitig ausgegeben werden.

Es kann also beispielsweise gemäß Figur 10b zunächst mit der Aktivierung eines Antriebs beispielsweise des Stützbeins 1 für die Pulsdauer t_1 des Steuerpulses s_1 begonnen werden. Vor Beendigung
20 des laufenden Steuerpulses s_1 kann bereits mit der Aktivierung des Antriebs des nächsten Stützbeins 2 mit der Ausgabe des gemäß der berechneten Abfolge sequentiell folgenden Steuerpulses s_2 begonnen werden.

25 Die zeitlich begrenzte, vorgegebene oder vorgebbare Dauer der Überlappung d kann die Dauer einer abschnittsweise gleichzeitigen Aktivierung von Antrieben von Stützbeinen 1, 2 bestimmen.

Bezugszeichenliste:

- | | | |
|----|------------------------------|---------------------------------|
| | 1 | Stützbein |
| | 2 | Stützbein |
| 5 | 3 | Stützbein |
| | 4 | Stützbein |
| | 5 | Steuerung |
| | 6 | Neigungssensor |
| | 7 | Abstützsystem |
| 10 | 8 | Trägerfahrzeug |
| | 9 | Hebevorrichtung |
| | 10 | Untergrund |
| | 11 | Stützarm |
| | 12 | Stützarm |
| 15 | 13 | Stützarm |
| | 14 | Stützarm |
| | 15 | Schwenkachse Kransäule |
| | 16 | Recheneinheit |
| | 17 | Speichereinheit |
| 20 | 18 | Vorderachse Trägerfahrzeug |
| | 19 | Hinterachse Trägerfahrzeug |
| | α | Neigung |
| | i | Berechnungs-Verfahrensschritt |
| | ii | Nivellierungs-Verfahrensschritt |
| 25 | iii | Wiederholungs-Schleife |
| | iv | Überwachungs-Verfahrensschritt |
| | H | Horizontale |
| | x | Längsachse |
| | y | Querachse |
| 30 | x11, x12, x13, x14, x21, x22 | Längserstreckung Stützbeine |
| | s1, s2 | Steuerpuls |
| | t1, t2 | Pulsdauer |
| | d | Überlappung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstützen eines auf einem Untergrund (10) abgestellten Trägerfahrzeugs (8) für eine Hebevorrichtung (9) mit einem Abstützsystem (7), wobei das Abstützsystem (7) zumindest
- vertikal in ihrer Längserstreckung verstellbare Stützbeine (1, 2, 3, 4) zur Abstützung auf dem Untergrund (10), und
 - eine Steuerung (5) zur Ansteuerung von Antrieben der Stützbeine (1, 2, 3, 4) mit Steuerbefehlen, und
 - zumindest einen Neigungssensor (6) zur Erfassung einer Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene aufweist,
- dadurch gekennzeichnet, dass
- in einem Berechnungs-Verfahrensschritt (i) eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) auf Basis einer momentan erfassten Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) berechnet wird
 - in einem Nivellierungs-Verfahrensschritt (ii) eine Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit der Abfolge an Steuerbefehlen zur Verringerung der Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene erfolgt, wobei mit der Abfolge an Steuerbefehlen eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit Steuerpulsen (s1, s2) erfolgt

- 5 - zur Minimierung der Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) in einer Schleife (iii) eine Wiederholung des Berechnungs-Verfahrensschritts (i) und des Nivellierungs-Verfahrensschritts (ii) erfolgt, bis die erfasste Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei nach erfolgter Minimierung der Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) in einem Überwachungs-Verfahrensschritt (iv) eine fortlaufende Erfassung einer Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung
- 15 und/oder Raumebene erfolgt.
- 20 3. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei bei Erreichen oder Überschreiten einer vorgegebenen oder vorgebbaren Abweichung der erfassten Neigung (α) eine Wiederholung der Ausführung zumindest eines Berechnungs-Verfahrensschritts (i) und zumindest eines Nivellierungs-Verfahrensschritts (ii) erfolgt.
- 25 4. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei in der Schleife (iii) in einem Berechnungs-Verfahrensschritt (i), welcher auf einen zuvor durchgeführten Nivellierungs-Verfahrensschritt (ii) folgt, eine Erfassung der Änderung der Neigung (α) durch den vorangehenden Nivellierungs-Verfahrensschritt (ii) erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zeitlich begrenzte Ansteuerung der einzelnen Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit der Abfolge

an Steuerbefehlen mit Steuerpulsen (s1, s2) mit variabler Pulsdauer erfolgt.

- 5 6. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei die Pulsdauer (t1, t2) der Steuerpulse (s1, s2) 0,05 Sekunden bis 3,50 Sekunden, vorzugsweise 0,25 Sekunden bis 1,5 Sekunden, beträgt
- 10 7. Verfahren nach einem der beiden vorangehenden Ansprüche, wobei eine Variation der Pulsdauer (t1, t2) – und ggf. einer zeitlichen Überlappung (d) zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen (s1, s2) – in Abhängigkeit von:
- Parametern der Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) und/oder
 - 15 - Parametern der Geometrie der Stützbeine (1, 2, 3, 4) und/oder
 - Parametern der Position der Stützbeine (1, 2, 3, 4) und/oder
 - der Anzahl Stützbeine (1, 2, 3, 4) und/oder
 - 20 - der momentan gemessenen Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9), und/oder
 - der aktuell vorgegebenen Pulsdauer (t1, t2) und/oder
 - der Position von Achsen (18, 19) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder
 - 25 - der Position einer auf dem Trägerfahrzeug (8) angeordneten Hebevorrichtung (9) und/oder
 - einer Torsions- und Biegesteifigkeit und/oder einer Verwindung des Trägerfahrzeugs (8) und/oder
 - der vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder
 - 30 Raumbene
- erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ansteuerung der Antriebe der einzelnen Stützbeine (1, 2, 3,

4) des Abstützsystems (7) mit der Abfolge an Steuerbefehlen in einer Ansteuerungssequenz in einer vorgebbaren oder vorgegebenen Reihenfolge erfolgt.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei bei einer Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) in einem Nivellierungs-Verfahrensschritt (ii) eine Vergrößerung und/oder Verkleinerung der Längserstreckung der Stützbeine (1, 2, 3, 10 4) erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Ansteuerung der einzelnen Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit der Abfolge an Steuerbefehlen 15 mit Steuerpulsen (s1, s2) mit einer zeitlich begrenzten, vorgegebenen oder vorgebbaren Überlappung (d) zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen (s1, s2) erfolgt.
11. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei 20 innerhalb der Überlappung (d) zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen (s1, s2) eine gleichzeitige Ansteuerung von maximal zwei Antrieben erfolgt.
12. Verfahren nach einem der beiden vorangehenden Ansprüche, 25 wobei die Dauer der Überlappung (d) zwischen aufeinanderfolgenden Steuerpulsen (s1, s2) zwischen 0,01 Sekunden und 0,5 Sekunden, vorzugsweise zwischen 0,01 Sekunden und 0,1 Sekunden, beträgt.
- 30 13. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, welche bei einer Ausführung durch eine Recheneinheit diese veranlassen, aus einer Speichereinheit, welche mit der Recheneinheit in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 auszuführen.

14. Steuerung (5) für ein Abstützsysteem (7) die zur Durchführung eines Verfahrens nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist, wobei von der Steuerung (5)

5

10

15

20

25

30

- in einem Berechnungs-Betriebsmodus eine Abfolge an Steuerbefehlen zur sequentiellen und zeitlich begrenzten Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) auf Basis einer momentan erfassten Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) berechenbar ist, und
- in einem Ansteuer-Betriebsmodus die Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems mit der Abfolge an Steuerbefehlen zur Verringerung der Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) relativ zu zumindest einer vorgegebenen oder vorgebbaren Raumrichtung und/oder Raumebene ansteuerbar sind, wobei mit der Abfolge an Steuerbefehlen eine sequentielle und zeitlich begrenzte Ansteuerung einzelner Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit Steuerpulsen erfolgt, und
- in einem Schleifen-Betriebsmodus zur Minimierung der Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) in einer Schleife die Berechnung der Abfolge an Steuerbefehlen und die Ansteuerung der Antriebe der Stützbeine (1, 2, 3, 4) des Abstützsystems (7) mit der Abfolge an Steuerbefehlen wiederholt durchführbar ist, bis die erfasste Neigung (α) des Trägerfahrzeugs (8) und/oder der Hebevorrichtung (9) einen vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erreicht oder unterschreitet.

15. Fahrzeug, insbesondere Trägerfahrzeug (8) mit einer Hebevorrichtung (9), mit einem Abstützsysteem (7) nach einem

der Ansprüche 1 bis 12 und einer Steuerung (5) nach Anspruch 14.