

Verfahren zur Bestimmung einer Lagerreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Lagerreibung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Weiter betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt zur Ausführung eines solchen Verfahrens, eine Steuerung zur Durchführung eines solchen Verfahrens und einen Kran mit einer solchen Steuerung.

10

Im Stand der Technik ist bekannt, dass an Lagerstellen von Kranarmen Verschleißerscheinungen auftreten. Um eine Betriebssicherheit zu gewährleisten, werden Lagerstellen präventiv gewartet oder erneuert, wobei dies oft unnötig früh vor dem tatsächlichen Auftreten von Verschleißerscheinungen erfolgt. Andererseits wird ein Auftreten von Verschleißerscheinungen oft zu spät erkannt, was zu Schäden am Kranarm, einer deutlichen Verschlechterung der Leistungsfähigkeit oder einem ungeplanten Ausfall führen kann.

20

Aufgabe der Erfindung ist ein Vermeiden der oben genannten Problematik mit Lagerstellen von Kranarmen. Insbesondere sollen Wartungsintervalle richtig bemessbar werden und sich Schäden vorhersagen und ggf. lokalisieren lassen können.

25

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

30

Vorteilhafte Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Das Verfahren dient der Bestimmung einer Lagerreibung in zumindest einer Lagerstelle eines Armsystems eines Kranarms.

Eine Bestimmung der Lagerreibung kann eine qualitative und/oder
5 quantitative Erfassung einer Lagerreibung umfassen.

Eine Lagerreibung kann auf eine einzelne Lagerstelle oder auf mehrere Lagerstellen eines Armsystems bezogen sein.

10 Der Kranarm kann zumindest einen ersten Kranarm und einen zweiten Kranarm aufweisen, wobei der zweite Kranarm zumindest abschnittsweise in dem ersten Kranarm über zumindest eine Lagerstelle verschiebbar gelagert ist und/oder der zweite Kranarm an dem ersten Kranarm über zumindest eine Lagerstelle gelenkig
15 gelagert ist.

Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass der Kranarm mehrere gelenkig miteinander verbundene Kranarme aufweist.

20 In einer Ausführung kann der Kranarm als Kranarme zumindest eine Kransäule, einen gelenkig an dieser gelagerten Hubarm und einen gelenkig an diesem gelagerten Knickarm aufweisen. Der Knickarm kann längenveränderbar mit zueinander verschiebbaren Ausschüben ausgebildet sein. Am Knickarm kann ein weiterer Kranarm, etwa in
25 Form eines weiteren Knickarms, gelenkig angeordnet sein. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass der Hubarm zueinander verschiebbare Ausschübe aufweist.

Allgemein können der zumindest einen erste Kranarm und der
30 zumindest eine zweite Kranarm gelenkig miteinander über eine Lagerstelle verbunden sein.

Das Armsystem weist zumindest einen Antrieb für den zumindest ersten und zweiten Kranarm auf.

- Beim Aktivieren des zumindest einen Antriebs des Armsystems kann allgemein eine Relativbewegung zwischen dem zumindest einen ersten und zweiten Kranarm hervorgerufen werden. Insbesondere kann eine
- 5 solche Bewegung aktiv angetrieben werden. Es ist auch denkbar, dass eine Bewegung durch die Aktivierung zugelassen wird, wobei dabei der Antrieb beispielsweise durch Einwirken der Schwerkraft erfolgen kann.
- 10 Ein Aktivieren des zumindest einen Antriebs kann allgemein eine Steuerung des Armsystems des Kranarms durch einen Benutzer durch Abgabe von Steuerbefehlen an den oder die Antriebe umfassen. Ein autonomes Steuern des Armsystems des Kranarms durch etwa eine dazu ausgebildete Recheneinheit ist ebenso denkbar.
- 15 In einem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt der Verfahrens kann eine Erfassung von zumindest einem ersten Wert, der für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle bei einem ersten Aktivieren – insbesondere während dem ersten Aktivieren – des
- 20 zumindest einen Antriebs des Armsystems zur Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm charakteristisch ist, erfolgen.
- Eine Erfassung eines Werts kann für das Verfahren allgemein
- 25 - ein Auslesen eines Werts aus einem Speicher, vorzugsweise aus einem mit einer zum Durchführen des Verfahrens ausgebildeten Recheneinheit kommunizierenden Speicher, und/oder
- das Hinterlegen eines Werts in einen solchen Speicher, vorzugsweise über eine Benutzerschnittstelle, und/oder
- 30 - die messtechnische Erfassung eines Werts umfassen.

Der im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt erfasste erste Wert kann allgemein für eine Lagerreibung, die bei Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm auftreten kann oder auftritt, charakteristisch sein.

5

Der im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt erfasste erste Wert kann ein charakteristischer Richtwert oder Bezugswert für eine Lagerreibung sein.

10 Der im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt erfasste erste Wert kann beispielsweise ein realer Wert - wie etwa ein Messwert - oder ein angenommener Wert - wie etwa ein aus einer Tabelle oder Simulation oder Berechnung stammender Wert - sein.

15 Der erste Erfassungs-Verfahrensschritt kann allgemein der Ausgangspunkt für eine Messreihe aus mehreren Messungen sein.

In einem Antriebs-Verfahrensschritt des Verfahrens kann ein zweites Aktivieren des zumindest einen Antriebs des Armsystems
20 erfolgen, bei welchem eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm erfolgt.

Bei der durch das zweite Aktivieren hervorgerufenen Relativbewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten
25 Kranarm tritt an und/oder in der zumindest einen Lagerstelle eine Lagerreibung auf.

In einem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt des Verfahrens kann während der zweiten Aktivierung des zumindest einen Antriebs eine
30 Erfassung von zumindest einem zweiten Wert, der ein für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle charakteristischer Messwert ist, erfolgen.

5

Eine messtechnische Erfassung des ersten Werts und/oder des zweiten Wert kann über geeignete Sensoren erfolgen.

Allgemein können der erste und/oder der zweite Wert einzelne Werte
5 oder Mengen, insbesondere nach einer zeitlichen oder räumlichen Ordnungsrelation geordnete Mengen, an Werten sein. Insbesondere können die Werte oder Mengen nach Zeit, Winkel oder Weg geordnet sein.

10 Im zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt kann vorgesehen sein, dass während der durch das zweite Aktivieren hervorgerufenen Relativbewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm eine Erfassung eines für die auftretende Lagerreibung charakteristischen zweiten Werts in Form eines Messwerts erfolgt.

15 Es kann vorgesehen sein, dass das Verfahren weitere, analog gestaltete Verfahrensschritte mit Aktivierungen und bei und/oder während diesen Aktivierungen stattfindenden Erfassungen von für die Lagerreibung charakteristischen Werten, insbesondere
20 Messwerten, umfasst.

Die weiteren Verfahrensschritte können weitere Teile einer Messreihe sein.

25 In einem Auswert-Verfahrensschritt des Verfahrens kann durch eine Auswertung des zumindest einen ersten Werts und des zumindest einen während der zweiten Aktivierung des Antriebs erfassten zweiten Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle erfolgen.

30 Die Auswertung kann grundsätzlich einen Vergleich des zumindest einen ersten Werts und des zumindest einen zweiten Werts umfassen.

Eine Charakterisierung der Lagerreibung kann eine qualitative und/oder quantitative Bestimmung der Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle umfassen.

- 5 Die Auswertung kann Berechnungen unter Einbeziehung zumindest des ersten und des zweiten Werts umfassen.

- Allgemein kann die Auswertung einzelne Werte oder Mengen, insbesondere nach einer zeitlichen oder räumlichen
- 10 Ordnungsrelation geordnete Mengen, von für die Lagerreibung charakteristischen Werten sein. Insbesondere können diese Werte oder Mengen nach Zeit, Winkel oder Weg geordnet sein.

- Die Auswertung kann die in weiteren, analog gestalteten
- 15 Verfahrensschritten erfassten Werte umfassen.

Die Auswertung kann beispielsweise durch eine zum Durchführen des Verfahrens ausgebildete Recheneinheit erfolgen.

- 20 Im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt kann in einer Ausführung ein erstes Aktivieren des zumindest einen Antriebs des Armsystems erfolgen, bei welchem eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm erfolgt. Dabei kann während der ersten Aktivierung des Antriebs eine Erfassung des zumindest einen ersten
- 25 Werts in Form zumindest eines für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle charakteristischen Messwerts erfolgen. Eine solche Erfassung kann beispielsweise während dem regulären Betrieb des Kranarms erfolgen.

- 30 Alternativ oder ergänzend kann in einer Ausführung
- eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form zumindest eines aus einer Simulation gewonnenen Werts erfolgen, und/oder

- eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form zumindest eines empirisch gewonnenen Werts erfolgen, und/oder
- eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form eines nominellen Werts

5 erfolgen.

In einer solchen Ausführung kann im ersten Erfassung-Verfahrensschritt eine Erfassung des ersten Werts ohne eine tatsächlich stattfindende erste Aktivierung des zumindest einen

10 Antriebs des Armsystems erfolgen, wenn der erfasste erste Wert charakteristisch für eine bei einer solchen angenommenen ersten Aktivierung auftretenden Lagerreibung ist. Eine solche Erfassung kann beispielsweise beim Hersteller oder Aufbauer des Kranarms erfolgen, wenn der Kranarm spezifiziert wird.

15

Bei einem ersten Wert in Form zumindest eines aus einer Simulation gewonnenen Werts kann es sich um einen rechnerisch gewonnenen Sollwert handeln.

20 Bei einem ersten Wert in Form zumindest eines empirisch gewonnenen Werts kann es sich allgemein um einen Messwert handeln. Ein solcher empirischer Wert kann beispielsweise aus einer Messung an einer baugleichen Lagerstelle oder einem baugleichen Kranarm stammen.

25 Bei einem ersten Wert in Form eines nominellen Werts kann es sich um einen vorgegebenen Wert handeln. Dieser kann beispielsweise einer Tabelle entnommen sein.

In einer Ausführung kann der Auswert-Verfahrensschritt einen

30 Berechnungs-Verfahrensschritt umfassen, in welchem aus dem zumindest einen ersten und dem zumindest einen zweiten Wert zumindest eine erste und eine zweite Kennzahl der Lagerreibung errechnet wird.

Eine Kennzahl der Lagerreibung kann eine quantitative Größe – gegebenenfalls mit einer Maßeinheit – sein, welche einen direkten Vergleich der ausgewerteten Lagerreibungen zulassen kann.

5

Eine Kennzahl der Lagerreibung kann unabhängig von der Erfassung des ersten und/oder zweiten Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung erlauben. Dabei kann unabhängig von beispielsweise dem Winkelbereich und/oder der Wegstrecke der zumindest einen Lagerstelle, über den oder die der erste und/oder der zweite Wert erfasst wird, eine Kennzahl berechnet werden.

Vorzugsweise werden als Kennzahlen zumindest ein erster und ein zweiter Reibwert berechnet. Über den Reibwert, auch Reibungskoeffizient oder Reibungszahl genannt, kann als Verhältnis der Reibungskraft in der Lagerstelle zur Anpresskraft in der Lagerstelle eine Charakterisierung der Lagerreibung erfolgen.

Anpresskräfte in der Lagerstelle können sich beispielsweise bei bekannter Masse und Schwerpunktslage der Kranarme, sowie der Erfassung der Geometrie des Armsystems berechnen lassen. Eine Messung der Kräfte soll nicht ausgeschlossen sein.

Reibungskräfte in der Lagerstelle können sich beispielsweise aus Parametern des Antriebs, wie etwa in einem Hydraulikantrieb herrschende Drücke oder Leistungsaufnahme eines elektrischen Antriebs, berechnen lassen.

In einer Ausführung des Verfahrens kann sich der erste Wert auf eine erste Konfiguration der Kranarme des Armsystems beziehen. Die Kranarme des Armsystems bei der zweiten Aktivierung des Antriebs im zweiten Antriebs-Verfahrensschritt können sich in einer zweiten Konfiguration befinden. Die erste und die zweite Konfiguration der

Kranarme können im Wesentlichen identisch sein oder sich unterscheiden.

Als Konfiguration der Kranarme kann allgemein die Relativstellung
5 der Arme zueinander verstanden werden. Die relative Stellung der
Arme zueinander kann durch eine gewisse Winkelstellung bei
gelenkiger Lagerung und/oder eine gewisse Schubstellung bei einer
zueinander verschiebbaren Lagerung der Arme gegeben sein.

10 In einer Ausführung des Verfahrens können die Bewegung der Kranarme
des Armsystems für die erste Aktivierung des zumindest einen
Antriebs und die Bewegung der Kranarme des Armsystems im Antriebs-
Verfahrensschritt im Wesentlichen identisch sein oder sich die
Bewegungen unterscheiden.

15 Bewegungen der Kranarme können sich in der Änderung der
Winkelstellung bei gelenkiger Lagerung und/oder in der Änderung
der Schubstellung bei einer zueinander verschiebbaren Lagerung der
Arme unterscheiden.

20 Bei Aktivierungen des Antriebs kann eine gleiche Bewegung
stattfinden, etwa ein Verschieben entlang einer bestimmten
Wegstrecke oder ein Verschwenken um einen bestimmten Winkel, die
Ausgangspunkte der Relativbewegung können sich jedoch
25 unterscheiden.

So kann beispielsweise ein gelenkig an einem Hubarm gelagerter
Knickarm mit Ausschüben bei unterschiedlichen Aktivierungen mit
der gleichen Bewegung aus einer horizontalen Lage um einen
30 bestimmten Winkel verschwenkt werden, es können jedoch
unterschiedliche, während der Bewegung statische Schubstellungen
der Ausschübe vorliegen und somit unterschiedliche Belastungen der
Lager auftreten. Die Konfiguration der Kranarme kann so Einfluss
auf den erfassten ersten und/oder zweiten Wert haben.

Bei Aktivierungen des Antriebs kann für gleiche Konfigurationen stattfinden, die auftretenden Relativbewegung können sich jedoch unterscheiden.

5

So kann beispielsweise ein gelenkig an einem Hubarm gelagerter Knickarm mit Ausschüben bei unterschiedlichen Aktivierungen mit der gleichen Stellung der Ausschübe bewegt werden, es können jedoch unterschiedliche Bewegungen und somit unterschiedliche Belastungen der Lager auftreten. Die Bewegung der Kranarme kann so Einfluss auf den erfassten ersten und/oder zweiten Wert haben.

In einer Ausführung kann durch eine geeignete Wahl der Konfigurationen und/oder der Bewegungen des Kranarms für den ersten und den zweiten Wert eine direkt miteinander vergleichbare Charakterisierung der Lagerreibung erfolgen.

Ein Intervall, über welches die Bewegung der zumindest einen Lagerstelle erfolgt, kann beispielsweise einen gewissen Winkelbereich bei einer gelenkigen Lagerung und/oder eine gewisse Wegstrecke bei einer verschiebbaren Lagerung sein.

Vorteilhaft kann für die Aktivierung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Antriebs zumindest ein teilweiser Überlapp der Intervalle, über welche die Bewegung der zumindest einen Lagerstelle erfolgt, bestehen.

In einer Ausführung, in welcher eine erste und eine zweite Kennzahl der Lagerreibung errechnet werden, kann für unterschiedliche Konfigurationen und/oder unterschiedliche Bewegungen für die Erfassung des ersten und des zweiten Werts eine miteinander vergleichbare Charakterisierung der Lagerreibung erfolgen.

Für das Verfahren kann vorteilhaft im ersten und im zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt als erster und/oder zweiter Wert

- eine Losbrechkraft und/oder ein Losbrechmoment der zumindest einen Lagerstelle und/oder
- 5 - zumindest ein Parameter des zumindest einen Antriebs, vorzugsweise der Energieaufnahme oder Pumpenleistung, und/oder
- eine Reibkraft der zumindest einen Lagerstelle und/oder
- ein Hydraulikdruck eines Hydraulikzylinders des Antriebs
- 10 erfasst werden.

Insbesondere kann der zumindest eine Antrieb als ein Hydraulikzylinder ausgebildet sein und zumindest ein Hydraulikdruck des Hydraulikzylinders erfasst werden. Vorteilhaft

15 kann der Antrieb als ein doppelwirkender Hydraulikzylinder ausgebildet sein und ein stangenseitiger und/oder ein kolbenseitiger Hydraulikdruck erfasst werden.

Werden als der erste und/oder zweite Wert nur einzelne Parameter

20 erfasst, kann es vorteilhaft sein, wenn diese für die jeweilige Erfassung für die Aktivierung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Antriebs zumindest ein teilweiser Überlapp der Intervalle, über welche die Bewegung der zumindest einen Lagerstelle erfolgt, besteht.

25

Für das Verfahren kann vorteilhaft im ersten und im zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt als ein Parameter der Lagerreibung

- eine Erfassung der Auflagerkraft in der zumindest einen Lagerstelle und/oder
- 30 - eine Erfassung der Schubstellung zumindest des ersten und des zweiten Kranarms und/oder
- eine Erfassung der Momentbelastung der zumindest einen Lagerstelle und/oder

- eine Erfassung der Knickwinkelstellung zumindest des ersten und des zweiten Kranarms und/oder
- eine Erfassung einer am Armsystem angeschlagenen Last erfolgen.

5

Durch die Erfassung weiterer Parameter, insbesondere Parameter der Geometrie des Kranarms, kann für unterschiedliche Konfigurationen und/oder unterschiedliche Bewegungen für die Erfassung des ersten und des zweiten Werts eine miteinander vergleichbare Charakterisierung der Lagerreibung erfolgen.

10

Allgemein können der erste und der zweite Wert, sowie gegebenenfalls berechnete Kennzahlen der Lagerreibung, in einer Menge zusammengefasst werden, insbesondere in einer nach einer zeitlichen Ordnungsrelation geordneten Menge.

15

Im Vergleichs-Verfahrensschritt des Verfahrens kann zur Bestimmung einer zeitlichen Entwicklung der Lagerreibung im Armsystem des Kranarms ein zeitlicher Verlauf für die Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts erstellt werden.

20

Durch Erstellung einer zeitlichen Entwicklung der Lagerreibung können sich Veränderungen der Lagerstelle, etwa eine stetige Zunahme der Lagerreibung, zwischen dem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt und dem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt charakterisieren lassen.

25

Bei der Bestimmung des zeitlichen Verlaufs kann vorteilhaft im Vergleichs-Verfahrensschritt eine zeitliche Änderung für die Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts bestimmt werden.

30

Bei der Bestimmung einer zeitlichen Änderung kann vorteilhaft ein Gradient der zeitlichen Änderung, also wie schnell oder wie langsam die Änderung erfolgt, für die Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts bestimmt werden. Dadurch
5 können sich Trends wie etwa eine schnell zunehmende Verschlechterung der Lagerreibung erkennen lassen.

In einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens kann im Vergleichs-Verfahrensschritt ein Vergleich der Auswertung des
10 zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts mit einem vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erfolgen. Insbesondere kann bei einer quantitativen Charakterisierung der Lagerreibung ein Vergleich mit einem vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert erfolgen. Ein Schwellwert kann auf einzelne Parameter
15 und/oder eine Kennzahl der Lagerreibung bezogen sein.

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

Das Computerprogrammprodukt kann beispielsweise in wenigstens
25 einer Speichereinheit einer Steuerung hinterlegt sein und durch die wenigstens eine Recheneinheit einer Steuerung ausgeführt werden.

Schutz wird auch begehrt für eine Steuerung mit einer Recheneinheit
30 für einen Kran mit einem Kranarm, die zur Durchführung eines wie zuvor beschriebenen Verfahrens zur Bestimmung einer Lagerreibung im Armsystem des Kranarms ausgebildet ist.

Von der Steuerung kann in einem Antriebs-Betriebsmodus eine erste und eine zweite Aktivierung des zumindest einen Antriebs des Armsystems, bei welcher jeweils eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm erfolgt, durchführbar
5 sein. Bei einer Aktivierung des zumindest einen Antriebs des Armsystems können einzelne Arme durch Abgabe von Steuerbefehlen durch einen Benutzer im Wesentlichen frei bewegt werden, oder eine von der Recheneinheit der Steuerung vorgegebene Abfolge von Bewegungen erfolgen.

10

In einem Erfassungs-Betriebsmodus kann während der ersten und der zweiten Aktivierung des Antriebs eine Erfassung von zumindest einem ersten und zumindest einem zweiten Wert, der jeweils für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle charakteristisch
15 ist, durchführbar sein. Der zumindest eine und zumindest zweite Wert können in einer mit der Recheneinheit der Steuerung kommunizierenden Speichereinheit gespeichert werden.

In einem Auswert-Betriebsmodus kann durch eine Auswertung des zumindest einen erfassten ersten Werts und des zumindest einen erfassten zweiten Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung in dem Armsystem des Kranarms durchführbar sein. Bei der Charakterisierung der Lagerreibung können Berechnungen unter Einbeziehung des zumindest einen ersten Werts und des zumindest
20 einen zweiten Werts erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausführung der Steuerung kann eine Auswertung zu der im Auswert-Verfahrensschritt charakterisierten Lagerreibung im Armsystem des Kranarms an einer mit der
30 Recheneinheit kommunizierenden Anzeige anzeigbar sein.

Eine Anzeige kann beispielsweise eine qualitative Charakterisierung der Lagerreibung, wie etwa eine positive oder

negative Beurteilung, eine Aufforderung zur Wartung oder eine Anzeige einer defekten Lagerstelle umfassen.

Eine Anzeige kann beispielsweise eine quantitative
5 Charakterisierung der Lagerreibung, wie etwa eine Angabe eines Reibungskoeffizienten, einer Losbrechkraft und/oder eines Losbrechmoments, einer Reibkraft oder einer relativen numerischen Angabe der Güte der Lagerstelle umfassen.

10 Schutz wird auch begehrt für einen Kran - bevorzugt Ladekran für ein Fahrzeug, besonders bevorzugt Knickarmkran - mit einer wie zuvor beschriebenen Steuerung mit einer Recheneinheit.

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

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Ausführung eines Armsystems mit Sensoren zur Erfassung von Parametern der Lagerreibung,
20 Fig. 2 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungen eines Armsystems,
Fig. 3 eine Seitenansicht eines Fahrzeug mit einer Ausführung eines Krans,
Fig. 4 eine Seitenansicht einer Ausführung eines
25 Armsystems mit einem gelenkig gelagerten Knickarm,
Fig. 5 eine Seitenansicht einer Ausführung eines Armsystems mit einem längenveränderbaren Knickarm mit verschiebbar gelagerten Ausschüben,
Fig. 6 eine Seitenansicht einer Ausführung eines Krans mit
30 einem Kranarm, einer Steuerung und ausgewählten Sensoren zur Erfassung von Parametern der Lagerreibung,
Fig. 7a und 7b schematische Darstellungen von Ausführungen des Verfahrens,

- Fig. 8a bis 8c schematische Darstellungen eines Armsystems während einer Bewegung,
- Fig. 9a bis 9d grafische Darstellungen erfasster Werte und Auswertungen erfasster Werte,
- 5 Fig. 10a bis 10c schematische Darstellungen eines Armsystems während einer Bewegung,
- Fig. 11a und 11b grafische Darstellungen erfasster Werte und Auswertungen erfasster Werte,
- Fig. 12a und 12b schematische Darstellungen eines Armsystems während einer Bewegung,
- 10 Fig. 13a und 13b grafische Darstellungen erfasster Werte und Auswertungen erfasster Werte, und
- Fig. 14a und 14b eine Ausführung einer Anordnung aus einer Funkfernsteuerung und einer Steuerung und eine
- 15 Ausführung einer Darstellung auf einer Anzeige.

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht einer Ausführung eines Armsystems eines Kranarms 3 mit Sensoren zur Erfassung von Betriebsparametern, welche als Parameter der Lagerreibung heranziehbar sind. Der Kranarm 3 kann als Kranarme zumindest eine schwenkbar an einer Basis 7 gelagerte Kransäule 8, einen gelenkig an dieser gelagerten Hubarm 9 und einen gelenkig an diesem gelagerten Knickarm 10 aufweisen. Der Knickarm 10 kann längenveränderbar mit zueinander verschiebbaren Ausschüben ausgebildet sein, wobei ein vorderster Ausschub 11 erkennbar ist.

20 Am Knickarm 10 kann wie in Figur 1 dargestellt ein weiterer Kranarm, etwa in Form eines weiteren Knickarms 12, gelenkig angeordnet sein. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass der Hubarm 9 anders als dargestellt zueinander verschiebbare Ausschübe

25 aufweist.

30

Das Armsystem kann Antriebe 6 für die Relativbewegungen der Kranarme 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 zueinander aufweisen. Ein

solcher Antrieb 6 kann beispielsweise als ein Hydraulikzylinder zwischen zwei zueinander bewegbaren Kranarmen vorliegen.

Zur Erfassung von Betriebsparametern des Armsystems, welche als
5 Parameter der Lagerreibung heranziehbar sind, können Drucksensoren P1, P2, P3, P4, P5 zur Erfassung von Hydraulikdrücken der Antriebe 6, Winkelsensoren K1, K2, K3 zur Erfassung von Winkelstellungen und Schubstellungssensoren S1, S2 zur Erfassung von
10 Längserstreckungen vorgesehen sein. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass die Drucksensoren P1, P2, P3, P4, P5 einen kolbenseitigen und stangenseitigen Hydraulikdruck der Hydraulikzylinder erfassen können. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass das Armsystem weitere Sensoren, beispielsweise zur Erfassung einer Losbrechkraft, einer Reibkraft oder weiterer
15 Parameter von Antrieben 6, aufweist.

Bei der Bestimmung einer Lagerreibung können allgemein betrachtet der zumindest eine erste Kranarm und der zumindest eine zweite Kranarm gelenkig miteinander über eine Lagerstelle 4, 5 verbunden
20 sein. Zur Längenveränderbarkeit können zwei Kranarme über eine Lagerstelle 4 verschiebbar gelagert sein. Zur Anordnung unter einem veränderbaren Winkel zueinander können zwei Kranarme über eine Lagerstelle 5 gelenkig gelagert sein.

Bei einer solchen Betrachtung kann beispielsweise die Kransäule 8 als erster Kranarm gelenkig über eine Lagerstelle 5 mit dem Hubarm 9 als zweiter Kranarm verbunden sein. Analog dazu können die Basis 7 und die Kransäule 8, der Hubarm 9 und der Knickarm 10, und der Knickarm 10 mit dem weiteren Knickarm 12 gelenkig über eine
30 Lagerstelle 5, jeweils als erster und zweiter Kranarm identifiziert, aneinander gelagert sein.

Der längenveränderbare Knickarm 10 kann bei einer solchen Betrachtung als erster Kranarm über eine Lagerstelle 4

verschiebbar zum Ausschub 11 gelagert sein. Analog dazu kann der weitere Knickarm 12 über eine Lagerstelle 4 verschiebbar zum weiteren Ausschub 13 gelagert sein. Ausschübe von längenveränderbaren Kranarmen können allgemein über eine Lagerstelle 4, jeweils als erster und zweiter Kranarm identifiziert, verschiebbar zueinander gelagert sein.

Eine korrespondierende schematische Darstellung eines Armsystems eines Kranarms 3 mit zumindest einem ersten Kranarm und einem zweiten Kranarm, welche nach der Ausführung der Figur 1 modelliert ist, ist in den Figuren 8, 10 und 12 gezeigt.

Figur 2 zeigt eine weitere Seitenansicht einer Ausführung eines Armsystems eines Kranarms 3, wobei diese Ausführung zusätzlich zu der in Figur 1 gezeigten Ausführung noch einen weiteren Knickarm 14 mit Ausschub 15 aufweist.

Figur 3 zeigt einen auf einem Fahrzeug 2 montierten Kran 16 (siehe dazu etwa Figur 6), wobei der Kranarm 3 des Krans 16 wie in der Figur 3 ausgeführt ist.

Figur 4 zeigt eine zur Ausführung der Figur 1 ähnliche Ausführung eines Kranarms 3 mit einer schwenkbaren Kransäule 8, einem heb- und senkbaren Hubarm 9 und einem gelenkig daran gelagerten Knickarm 10. In dieser Figur sind der Schwenkwinkelbereich des Schwenkwinkels φ der Kransäule 8 zur Basis 7 um eine vertikale Schwenkachse v_1 und der Knickwinkelbereich des Knickwinkels θ des Hubarms 9 zur Kransäule 8 illustriert. Eine solche Bewegung zweier Kranarme des Armsystems zueinander kann sich - zumindest abschnittsweise - bei einem Aktivieren eines entsprechenden Antriebs 6 (nicht dargestellt für die Kransäule 8, für den Hubarm 9 etwa in Form des Hydraulikzylinders) des Armsystems ergeben. Der Schwenkwinkel φ der Kransäule 8 zur Basis 7 kann mit einem Winkelsensor K4 erfasst werden.

- Figur 5 zeigt die Ausführung des Kranarms 3 der Figur 4 mit horizontal gestelltem Knickarm 10 und im Wesentlichen vollständig ausgefahrenen Ausschüben, von welchen der Aufschub 11 den vordersten der Ausschübe bildet. Eine sich damit ergebende Längserstreckung L des Knickarms 10 kann über den Schubstellungssensor S1, beispielsweise in Form eines Messseils, erfasst werden.
- Figur 6 zeigt eine Ausführung eines Krans 16 mit einem analog zur Ausführung der Figur 1 gestalteten Kranarm 3 und einer Steuerung 1. Die Steuerung 1 weist eine Recheneinheit 17 und eine mit der Recheneinheit 17 in Datenverbindung stehende oder in eine solche bringbare Speichereinheit 18 auf. Die Steuerung 1 kann zur Aktivierung der Antriebe 6 in Form der Hydraulikzylinder und zur Erfassung von Betriebsparametern des Armsystems in Form von Messwerten ausgebildet sein. Die Steuerung 1 weist in dieser Ausführung weiter eine Benutzerschnittstelle 19 auf, über welche der Kran 16 durch einen Benutzer steuerbar sein kann. Es ist auch möglich, dass über die Benutzerschnittstelle 19 Werte, welche für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4,5 bei einem Aktivieren des zumindest einen Antriebs 6 des Armsystems zur Bewegung zumindest des zweiten Kranarms 11 relativ zum ersten Kranarm 10 charakteristisch ist, eingebbar sind. Es soll nicht ausgeschlossen sein, dass der Steuerung 1, insbesondere der Speichereinheit 18 der Steuerung 1, über zumindest eine weitere Datenschnittstelle der Steuerung 1 zusätzlich oder alternativ zu den Messwerten aus anderen Quellen stammende Werte zuführbar sind.
- In Figur 7a ist schematisch eine Ausführung des Verfahrens zur Bestimmung einer Lagerreibung in einem Armsystem eines Kranarms 3 illustriert.

Das Armsystem weist zumindest einen ersten Kranarm und einen zweiten Kranarm auf, wobei (Figur 8) der zweite Kranarm in Form des Ausschubs 11 zumindest abschnittsweise in dem ersten Kranarm in Form des Knickarms 10 über zumindest eine Lagerstelle 4
5 verschiebbar gelagert ist und/oder (Figuren 10 und 12) der zweite Kranarm in Form des Knickarms 10 an dem ersten Kranarm in Form des Hubarms 9 über zumindest eine Lagerstelle 5 gelenkig gelagert ist. Das Armsystem weist zumindest einen Antrieb 6 in Form eines Hydraulikzylinders für den zumindest ersten und zweiten Kranarm
10 auf, bei dessen Aktivierung eine Relativbewegung zwischen dem zumindest einen ersten Kranarm und dem zumindest einen zweiten Kranarm erfolgen kann.

In einem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt i kann eine Erfassung
15 von zumindest einem ersten Wert, der für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4, 5 bei einem ersten Aktivieren des zumindest einen Antriebs 6 in Form des Hydraulikzylinders des Armsystems zur Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm charakteristisch ist, erfolgen.

20

Im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt kann der zumindest eine erste Wert

- während einem ersten Aktivieren des zumindest einen Antriebs 6 in Form eines Hydraulikzylinders des Armsystems, bei welcher
25 eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ zum ersten Kranarm erfolgt, messtechnisch in Form von zumindest einem für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4, 5 charakteristischen Messwerts erfasst werden, und/oder
- in Form zumindest eines aus einer Simulation gewonnenen Werts erfasst werden, welcher beispielsweise der Steuerung 1,
30 insbesondere der Speichereinheit 18, über eine entsprechende Datenschnittstelle zuführbar sein kann, und/oder
- in Form zumindest eines empirisch gewonnenen Werts erfasst werden, welcher beispielsweise der Steuerung 1, insbesondere

der Speichereinheit 18, über eine entsprechende Datenschnittstelle zuführbar sein kann, und/oder

- in Form eines nominellen Werts erfasst werden, welche beispielsweise der Steuerung 1, insbesondere der

5 Speichereinheit 187 über eine entsprechende Datenschnittstelle zuführbar sein kann.

Der zumindest eine erste Wert kann in einer Speichereinheit 18 der Steuerung 1 gespeichert werden.

10

In einem Antriebs-Verfahrensschritt ii kann ein zweites Aktivieren des zumindest einen Antriebs 6 des Armsystems erfolgen. Bei dem Aktivieren kann wie in den Figuren 8, 10 und 12 beispielhaft illustriert eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms relativ

15 zum ersten Kranarm erfolgen.

In einem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt iii kann während der zweiten Aktivierung des zumindest einen Antriebs 6 in Form des Hydraulikzylinders eine Erfassung von zumindest einem zweiten

20 Wert, der ein für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4, 5 charakteristischer Messwert ist, erfolgen.

Der zumindest eine zweite Wert kann in einer Speichereinheit 18 der Steuerung 1 gespeichert werden.

25

In einem Auswert-Verfahrensschritt iv kann durch eine Auswertung, bei welcher die Werte aus der Speichereinheit 18 ausgelesen werden können, des zumindest einen ersten Werts und des zumindest einen während der zweiten Aktivierung des Antriebs 6 erfassten zweiten

30 Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4, 5 erfolgen.

Die Auswertung kann beispielsweise durch eine Recheneinheit 17 der Steuerung 1 erfolgen.

In Figur 7b ist eine Fortbildung des Verfahrens gezeigt, bei welcher in einem Berechnungs-Verfahrensschritt v zumindest eine erste und eine zweite Kennzahl der Lagerreibung berechenbar ist (siehe beispielsweise Figur 13), und alternativ oder in Kombination in einem Vergleichs-Verfahrensschritt vi eine zeitliche Entwicklung der Lagerreibung im Armsystem des Kranarms bestimmbar ist (siehe beispielsweise Figur 9).

- 10 In den Figuren 8 und 10 sind jeweils schematisch Bewegungen eines Kranarms 3 dargestellt, bei welchen jeweils die Art der Bewegung der Kranarme des Armsystems für eine erste Aktivierung des zumindest einen Antriebs 6 und die Bewegung der Kranarme des Armsystems im Antriebs-Verfahrensschritt identisch sind. Auch sind
- 15 die jeweiligen Konfigurationen der Kranarme vergleichbar, es findet also keine Überlagerung unterschiedlicher Bewegungen statt.

In den Figuren 8a bis 8c sind schematische Darstellungen eines Armsystems während einer Bewegung gezeigt. Die Ausführung des schematisch dargestellten Kranarms 3 kann im Wesentlichen jener der Figuren 1, 4, 5 und 6 entsprechen.

- Illustriert ist eine Relativbewegung eines zweiten Kranarms in Form eines Ausschubs 11 zu einem ersten Kranarm in Form eines Knickarms 10, angetrieben durch einen hier nicht dargestellten Antrieb 6 in Form beispielsweise eines Hydraulikzylinders. Es werden drei unterschiedliche Längserstreckungen L mit Schubstellungen x_{11} , x_{12} , x_{13} , erfasst von einem Schubstellungssensor S1, gezeigt. Die sich während der Bewegung
- 25 entsprechend einstellenden Hydraulikdrücke p_{41} , p_{42} , p_{43} werden von einem Drucksensor P4 erfasst. Dies kann beispielsweise in einem ersten und/oder zweiten Erfassung-Verfahrensschritt i, ii erfolgen. Die Sensordaten können einer Steuerung 1 zuführbar sein.
- 30

Die in den Figuren 8a bis 8c schematisch dargestellte Bewegung kann einer Aktivierung des zumindest einen Antriebs 6 in einem ersten Erfassung-Verfahrensschritt i entsprechen. Auch kann die
5 dargestellte Bewegung einer Aktivierung in einem Antriebs-Verfahrensschritt ii entsprechen.

Während des Arbeitsbetriebs des Kranarms 3 kann die Bewegung vielfach wiederholt werden. Dabei kann jeweils eine Aufzeichnung
10 der Sensordaten erfolgen.

Figur 9a zeigt den Verlauf des mit dem Drucksensor P4 erfassten Hydraulikdrucks über der durch den Schubstellungssensor S1 erfassten Schubstellung.
15

Die Erfassung des Hydraulikdrucks kann einem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt i erfolgen. Die Erfassung von zumindest einem ersten Wert in Form des Hydraulikdrucks, der für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4 bei einem ersten Aktivieren des
20 zumindest einen Antriebs 6 des Armsystems zur Bewegung zumindest des zweiten Kranarms in Form des Ausschubs 11 relativ zum ersten Kranarm in Form des Knickarms 10 charakteristisch ist, kann messtechnisch, beispielsweise bei einer wie in Figur 8 dargestellten Bewegung, oder durch Vorgabe eines Werts erfolgen.

25 Die Erfassung von zumindest einem ersten und/oder zweiten Wert kann grundsätzlich an zumindest einem Punkt oder kontinuierlich erfolgen.

30 Figur 9b zeigt zusätzlich zu dem in Figur 9a gezeigten Verlauf (punktierter Linie) den Verlauf eines zweiten Werts in Form eines mit dem Drucksensor P4 erfassten Hydraulikdrucks. Der zusätzlich dargestellte Verlauf eines zweiten Werts in Form des Hydraulikdrucks kann zu einer späteren Zeit t, beispielsweise nach

einer gewissen Anzahl von Betriebsstunden des Kranarms 3, in einem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt iii während einer zweiten Aktivierung gemäß der Figur 8 des zumindest einen Antriebs 6 erfasst worden sein.

5

Bei einer Auswertung in einem Auswert-Verfahrensschritt iv kann eine Charakterisierung der Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle 4 erfolgen.

- 10 Qualitativ kann durch den für die in dieser Ausführung gleiche Bewegung allgemein höheren benötigten Hydraulikdruck festgestellt werden, dass sich die Lagerreibung erhöht hat.

- 15 In einem Vergleichs-Verfahrensschritt vi kann ein Vergleich der Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts mit einem vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert S erfolgen.

- 20 In einem Berechnungs-Verfahrensschritt v für den Auswert-Verfahrensschritt iv kann aus dem zumindest einen ersten und dem zumindest einen zweiten Wert zumindest eine erste und eine zweite Kennzahl der Lagerreibung errechnet werden. Wird durch den Drucksensor P4 beispielsweise der stangenseitige und kolbenseitige Hydraulikdruck erfasst, kann die für die Bewegung des Ausschubs 4
25 benötigte Kraft als Kennzahl der Lagerreibung der Lagerstelle 4 berechnet werden.

- 30 Figur 9c zeigt eine Schar an Verläufen von durch den Drucksensor P4 erfassten Hydraulikdrücken. Die einzelnen Verläufe können, ausgehend von einem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt i, in einer Wiederholung von Antriebs-Verfahrensschritten ii und zweiten Erfassungs-Verfahrensschritten iii zu unterschiedlichen Zeiten t, vorteilhaft etwa in regelmäßigen Abständen oder entsprechend

gewichteten Abständen von Betriebsstunden des Kranarms 3, erfasst worden sein.

In Figur 9d ist ein zeitlicher Verlauf der Druckzunahme Δp_{42} des
5 punktuell bei der Schubstellung x12 erfassten Hydraulikdrucks p42 dargestellt.

Im Auswert-Verfahrensschritt iv kann dazu der jeweils von dem im zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt iii bei der Schubstellung x12
10 erfassten Hydraulikdruck p42 der entsprechende im ersten Erfassungs-Verfahrensschritt i erfasste Hydraulikdruck p42 abgezogen werden. In einem Vergleichs-Verfahrensschritt vi kann zur Bestimmung einer zeitlichen Entwicklung der Lagerreibung im Armsystem des Kranarms 3 ein zeitlicher Verlauf für eine solche
15 beispielhafte Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts in Form der Hydraulikdrücke p42 erstellt werden. Dadurch kann sich auch eine zeitliche Änderung für die Auswertung bestimmen lassen. Insbesondere kann ein Gradient der zeitlichen Änderung, also eine Steilheit der Zunahme,
20 für die Auswertung bestimmt werden.

In den Figuren 10a bis 10c sind schematische Darstellungen eines Armsystems während einer Bewegung um die Lagerstelle 5 gezeigt. Die Ausführung des schematisch dargestellten Kranarms 3 kann im
25 Wesentlichen jener der Figuren 1, 4, 5 und 6 entsprechen.

Illustriert ist eine Relativbewegung um die Lagerstelle 5 eines zweiten Kranarms in Form eines Knickarms 10 zu einem ersten Kranarm in Form eines Hubarms 9, angetrieben durch einen hier nicht
30 dargestellten Antrieb 6 in Form beispielsweise eines Hydraulikzylinders. Es werden drei unterschiedliche Knickwinkelstellungen θ_{21} , θ_{22} , θ_{23} , erfasst von einem Winkelsensor K2, gezeigt. Die sich während der Bewegung

entsprechend einstellenden Hydraulikdrücke p_{21} , p_{22} , p_{23} werden von einem Drucksensor P2 erfasst.

Figur 11a zeigt den Verlauf des mit dem Drucksensor P2 erfassten Hydraulikdrucks über der durch den Winkelsensor K2 erfassten Winkelstellung.

Figur 11b zeigt zusätzlich zu dem in Figur 11a gezeigten Verlauf (punktiierte Linie) den Verlauf eines zweiten Werts in Form eines mit dem Drucksensor P2 erfassten Hydraulikdrucks.

Für die in den Figuren 10a bis 10c illustrierte Bewegung um die Lagerstelle 5 und die entsprechenden Auswertungen in den Figuren 11a und 11b können analoge Ausführungen und Rückschlüsse gemacht werden, wie zu jenen in den Figuren 8a bis 8c und 9a bis 9d und sollen an dieser Stelle nicht explizit wiederholt werden.

In den Figuren 12a und 12b ist schematisch eine Bewegung eines Kranarms 3 dargestellt, bei welcher im Gegensatz zu den zuvor diskutierten Beispielen sich die Bewegung der Kranarme des Armsystems für eine erste Aktivierung des zumindest einen Antriebs und die Bewegung der Kranarme des Armsystems im Antriebs-Verfahrensschritt unterscheiden. Auch unterscheiden sich die Konfigurationen der Kranarme. Es kann also eine Vielzahl unterschiedlicher Überlagerungen unterschiedlicher Bewegungen beim Übergang von Figur 12a zur Figur 12b erfolgen.

Vorteilhaft können für eine solche Bewegung von der Erfassung des ersten und/oder zweiten Werts Kennzahlen der Lagerreibung, insbesondere in Form zumindest eines dimensionslosen Reibwerts μ als Verhältnis der Reibungskraft in der Lagerstelle 4, 5 zur Anpresskraft in der Lagerstelle 4, 5, zur Charakterisierung der Lagerreibung berechnet werden.

Anpresskräfte in den Lagerstellen 4, 5 können sich beispielsweise bei bekannter Masse und Schwerpunktslage der Kranarme des Kranarms 3, sowie der Erfassung der Geometrie des Armsystems berechnen lassen. Reibungskräfte in den Lagerstellen 4, 5 können sich
5 beispielsweise aus Parametern des Antriebs 6, wie herrschende Hydraulikdrücke, berechnen lassen.

Figur 13a zeigt den Verlauf eines ersten Werts in Form des Reibwerts μ über den dem Drucksensor P2 erfassten Hydraulikdruck
10 im Antrieb 6 in Form des Hydraulikzylinders zwischen Knickarm 10 und Hubarm 9. Der von P2 erfasste Druck ist proportional zu der an der Lagerstelle 5 angreifenden Momentbelastung und somit aussagekräftig für den Verlauf des Reibwerts μ in der Lagerstelle 5. Eine analoge Darstellung und Charakterisierung kann zum
15 Drucksensor P4 erfolgen, dessen erfasster Druck proportional zu der an der Lagerstelle 4 angreifenden Schubbelastung ist. Der Reibwert μ kann allgemein in einem Berechnungs-Verfahrensschritt v für den Auswert-Verfahrensschritt iv berechnet werden.

20 Figur 13b zeigt zusätzlich zu dem in Figur 13a gezeigten Verlauf (punktierter Linie) den Verlauf eines zweiten Werts in Form des Reibwerts μ . Der zusätzlich dargestellte Verlauf eines zweiten Werts in Form des Reibwerts μ kann zu einer späteren Zeit t, beispielsweise nach einer gewissen Anzahl von Betriebsstunden des
25 Kranarms 3, in einem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt iii während einer zweiten Aktivierung gemäß der Figur 12 des zumindest einen Antriebs 6 erfasst worden sein.

Die Figuren 14a und 14b zeigen eine Ausführung einer Anordnung aus
30 einer Funkfernsteuerung 20 und einer Ausführung einer Steuerung 1, und eine Ausführung einer Darstellung auf einer Anzeige 21 der Funkfernsteuerung 20.

Die Funkfernsteuerung 21 kann eine Benutzerschnittstelle 19 mit unterschiedlichen Knöpfen aufweisen und drahtlos und/oder kabelgebunden mit der Steuerung 1 kommunizieren.

- 5 Auf einer Anzeige 21 der Funkfernsteuerung 20 kann eine Auswertung zu der charakterisierten Lagerreibung im Armsystem des Kranarms 3 anzeigbar sein.

- Auf der Anzeige 21 kann beispielsweise eine qualitative
10 Charakterisierung der Lagerreibung, wie etwa eine positive oder negative Beurteilung oder eine Aufforderung zur Wartung erfolgen, oder wie dargestellt eine Anzeige einer defekten Lagerstelle 4 umfassen.

Bezugszeichenliste:

	1	Steuerung
5	2	Fahrzeug
	3	Kranarm
	4	Lagerstelle
	5	Lagerstelle
	6	Hydraulikzylinder
10	7	Basis
	8	Kransäule
	9	Hubarm
	10	Knickarm
	11	Ausschub
15	12	Knickarm
	13	Ausschub
	14	Knickarm
	15	Ausschub
	16	Kran
20	17	Recheneinheit
	18	Speichereinheit
	19	Benutzerschnittstelle
	20	Funkfernsteuerung
	21	Anzeige
25		
	P1, P2, P3, P4, P5	Drucksensoren
	p21, p22, p23	Hydraulikdruck
	p41, p42, p43	Hydraulikdruck
	S1, S2	Schubstellungssensoren
30	X12, x22, x23	Schubstellung
	K1, K2, K3, K4	Winkelsensoren
	φ	Schwenkwinkel
	θ	Knickwinkel
	θ_{21} , θ_{22} , θ_{23}	Knickwinkelstellung

	v_l	Schwenkachse
	L	Längserstreckung
	t	Zeit
	S	Schwellwert
5	Δp_{42}	Druckzunahme
	μ	Reibwert

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Lagerreibung in einem Armsystem eines Kranarms (3) mit zumindest einem ersten Kranarm (9, 10) und einem zweiten Kranarm (10, 11), wobei der zweite Kranarm (10, 11) zumindest abschnittsweise in dem ersten Kranarm (10) über zumindest eine Lagerstelle (4) verschiebbar gelagert ist und/oder der zweite Kranarm (10) an dem ersten Kranarm (9) über zumindest eine Lagerstelle (5) gelenkig gelagert ist, und das Armsystem zumindest einen Antrieb (6) für den zumindest ersten und zweiten Kranarm (9, 10, 11) aufweist, wobei
- in einem ersten Erfassungs-Verfahrensschritt (i) eine Erfassung von zumindest einem ersten Wert, der für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) bei einem ersten Aktivieren des zumindest einen Antriebs (6) des Armsystems zur Bewegung zumindest des zweiten Kranarms (10, 11) relativ zum ersten Kranarm (9, 10) charakteristisch ist, erfolgt,
 - in einem Antriebs-Verfahrensschritt (ii) ein zweites Aktivieren des zumindest einen Antriebs (6) des Armsystems erfolgt, bei welchem eine Bewegung zumindest des zweiten Kranarms (10, 11) relativ zum ersten Kranarm (9, 10) erfolgt,
 - in einem zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt (iii) während der zweiten Aktivierung des zumindest einen Antriebs (6) eine Erfassung von zumindest einem zweiten Wert, der ein für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) charakteristischer Messwert ist, erfolgt, und
 - in einem Auswert-Verfahrensschritt (iv) durch eine Auswertung des zumindest einen ersten Werts und des zumindest einen während der zweiten Aktivierung des

Antriebs (6) erfassten zweiten Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) erfolgt.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im ersten Erfassungs-
Verfahrensschritt (i)
- 10 - ein erstes Aktivieren des zumindest einen Antriebs (6)
des Armsystems erfolgt, bei welcher eine Bewegung
zumindest des zweiten Kranarms (10, 11) relativ zum
ersten Kranarm (9, 10) erfolgt, und im ersten
Erfassungs-Verfahrensschritt (i) während der ersten
Aktivierung des Antriebs (6) eine Erfassung des
zumindest einen ersten Werts in Form von zumindest einem
15 für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle
(4, 5) charakteristischen Messwerts erfolgt, und/oder
 - eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form
zumindest eines aus einer Simulation gewonnenen Werts
erfolgt, und/oder
 - 20 - eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form
zumindest eines empirisch gewonnenen Werts erfolgt,
und/oder
 - eine Erfassung des zumindest einen ersten Werts in Form
eines nominellen Werts erfolgt
- 25 3. Verfahren nach einem der beiden vorangehenden Ansprüche,
wobei in einem Berechnungs-Verfahrensschritt (v) für den
Auswert-Verfahrensschritt (iv) aus dem zumindest einen ersten
und dem zumindest einen zweiten Wert zumindest eine erste und
eine zweite Kennzahl der Lagerreibung, vorzugsweise zumindest
30 ein erster und ein zweiter Reibwert (μ), errechnet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei sich
der erste Wert auf eine erste Konfiguration der Kranarme (7,

- 8, 9, 10, 11) des Armsystems bezieht und sich die Kranarme (7, 8, 9, 10, 11) des Armsystems bei der Aktivierung des Antriebs (6) im Antriebs-Verfahrensschritt (ii) in einer zweiten Konfiguration befinden, und die erste und die zweite Konfiguration im Wesentlichen identisch sind oder sich unterscheiden.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Bewegung der Kranarme (7, 8, 9, 10, 11) des Armsystems für eine erste Aktivierung des zumindest einen Antriebs und die Bewegung der Kranarme (7, 8, 9, 10, 11) des Armsystems im Antriebs-Verfahrensschritt (ii) im Wesentlichen identisch sind oder sich die Bewegungen unterscheiden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei im ersten und/oder im zweiten Erfassungs-Verfahrensschritt (i, iii)
- eine Erfassung einer Losbrechkraft und/oder eines Losbrechmoments der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) und/oder
 - eine Erfassung zumindest eines Parameters des zumindest einen Antriebs (6) und/oder
 - eine Erfassung einer Reibkraft der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) und/oder
 - eine Erfassung eines Hydraulikdrucks eines Hydraulikzylinders des Antriebs (6) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in einem Vergleichs-Verfahrensschritt (vi) zur Bestimmung einer zeitlichen Entwicklung der Lagerreibung im Armsystem (7, 8, 9, 10, 11) des Kranarms ein zeitlicher Verlauf für die

Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts erstellt wird.

- 5 8. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei in einem Vergleichs-Verfahrensschritt (vi) eine zeitliche Änderung für die Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts bestimmt wird.
- 10 9. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, wobei ein Gradient der zeitlichen Änderung für die Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts bestimmt wird.
- 15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei im Vergleichs-Verfahrensschritt (vi) ein Vergleich der Auswertung des zumindest einen ersten und des zumindest einen zweiten Werts mit einem vorgegebenen oder vorgebbaren Schwellwert (S) erfolgt.
- 20 11. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, welche bei einer Ausführung durch eine Recheneinheit (17) diese veranlassen, aus einer Speichereinheit (18), welche mit der Recheneinheit (17) in einer Datenverbindung steht oder in eine solche bringbar ist, ein Verfahren nach einem der vorangehenden
- 25 Ansprüche auszuführen.
- 30 12. Steuerung (1) mit einer Recheneinheit (17) für einen Kran (16) mit einem Kranarm (3), die zur Durchführung eines Verfahrens nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Bestimmung einer Lagerreibung im Armsystem des Kranarms (3) ausgebildet ist, wobei von der Steuerung (1)
- in einem Antriebs-Betriebsmodus eine erste und eine zweite Aktivierung des zumindest einen Antriebs (6) des Armsystems, bei welcher jeweils eine Bewegung zumindest

des zweiten Kranarms (10, 11) relativ zum ersten Kranarm (9, 10) erfolgt, durchführbar ist,

- 5 - in einem Erfassungs-Betriebsmodus während der ersten und der zweiten Aktivierung des Antriebs (6) eine Erfassung von zumindest einem ersten und zumindest einem zweiten Wert, der jeweils für eine Lagerreibung der zumindest einen Lagerstelle (4, 5) charakteristisch ist, durchführbar ist, und
- 10 - in einem Auswert-Betriebsmodus durch eine Auswertung des zumindest einen erfassten ersten Werts und des zumindest einen erfassten zweiten Werts eine Charakterisierung der Lagerreibung in dem Armsystem des Kranarms (3) durchführbar ist.

15 13. Steuerung (1) mit einer Recheneinheit (17) nach dem vorangehenden Anspruch, wobei eine Auswertung zu der im Auswert-Verfahrensschritt (iv) charakterisierten Lagerreibung im Armsystem des Kranarms (3) an einer mit der Recheneinheit (17) kommunizierenden Anzeige (21) anzeigbar
20 ist.

25 14. Kran (16) - bevorzugt Ladekran für ein Fahrzeug (2), besonders bevorzugt Knickarmkran - mit einer Steuerung (1) mit einer Recheneinheit (17) nach einem der beiden vorangehenden Ansprüche.