

(19)



(11)

**EP 4 242 162 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.09.2023 Patentblatt 2023/37**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B66D 1/50 (2006.01) E01H 4/02 (2006.01)**  
**B66D 1/36 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **23158114.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B66D 1/505; B66D 1/36; E01H 4/02**

(22) Anmeldetag: **23.02.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Kässbohrer Geländefahrzeug AG**  
**88471 Laupheim (DE)**

(72) Erfinder: **Mayer, Stephan**  
**89597 Munderkingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte**  
**Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB**  
**Kronenstraße 30**  
**70174 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **10.03.2022 DE 102022202414**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER WINDENANORDNUNG EINER PISTENRAUPE, VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS UND PISTENRAUPE**

(57) Ein Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Windenanordnung (1) einer Pistenraupe (2), wobei die Windenanordnung ein Windenseil sowie einen das Windenseil (3) führenden Windenarm (4) aufweist, der um eine Fahrzeughochachse (FH) drehbar gelagert ist, wird offenbart. Das Verfahren weist folgende Schritte auf:

- Erfassen einer Änderung einer Seilspannung des Windenseils in einem Windenbetrieb der Windenanordnung,
- Vorgeben eines Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung,

- Vorgeben eines Grenzwertes für die Seilspannungsänderung,
- Vergleich der erfassten Seilspannungsänderung des Windenseils mit dem vorgegebenen Grenzwert und
- Ansteuern eines dem Windenarm zugeordneten Drehantriebs unter Berücksichtigung des Vergleichs derart, dass bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird.

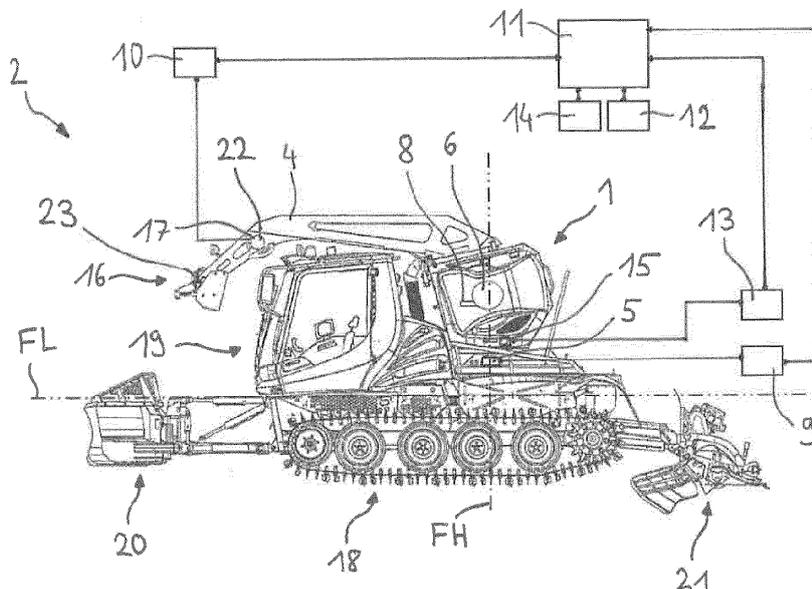


FIG. 1

**EP 4 242 162 A1**

## Beschreibung

### ANWENDUNGSGEBIET UND STAND DER TECHNIK

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Windenanordnung einer Pistenraupe, wobei die Windenanordnung ein Windenseil sowie einen das Windenseil führenden Windenarm aufweist, der um eine Fahrzeughochachse drehbar gelagert ist. Die Erfindung betrifft zudem eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens aufweisend: eine Windenanordnung mit einer Aufwickelvorrichtung zur Speicherung und Aufwicklung des Windenseils, das an einem freien, der Aufwickelvorrichtung abgewandten Endbereich mit einem stationären Ankerpunkt verankerbar ist; einer der Aufwickelvorrichtung zugeordneten Antriebseinrichtung zur Einleitung von Zugkräften auf das Windenseil; einem Windenarm zur Zuführung des Windenseils zur Aufwickelvorrichtung, wobei der Windenarm um eine Fahrzeughochachse drehbar gelagert ist, und einem dem Windenarm zugeordneten Drehantrieb zur Erzeugung von aktiven Drehbewegungen des Windenarms um die Fahrzeughochachse; und eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Drehantriebs des Windenarms, sowie eine Pistenraupe mit einer solchen Vorrichtung.

**[0002]** Eine eingangs beschriebene Vorrichtung ist aus dem Produktprogramm der Anmelderin bekannt und wird für Pistenraupen eingesetzt, die von der Anmelderin unter dem Markennamen "Pistenbully" vertrieben werden, um steile Skipisten zu pflegen und zu präparieren. Die bekannte Vorrichtung weist eine Windenanordnung auf, die drehbar um eine Fahrzeughochachse an einem Fahrgestell der Pistenraupe angebracht ist und eine als Seiltrommel ausgeführte Aufwickelvorrichtung aufweist, der eine Antriebseinrichtung für ein Windenseil zur Einleitung einer Zugkraft auf das Windenseil zugeordnet ist, wobei das Windenseil auf die Seiltrommel aufgewickelt bzw. von der Seiltrommel abgewickelt werden kann. Als flexibles Windenseil wird bei der bekannten Windenanordnung ein Stahlseil eingesetzt, wobei an einem der Aufwickelvorrichtung abgewandten, freien Endbereich des Stahlseils eine als Haken ausgeführte Verriegelungseinrichtung in der Art eines Kranhakens, der mit einem Schnappverschluss verschließbar ist, angebracht ist. Die Windenanordnung ist mit einer Führungseinrichtung versehen, die typischerweise als Ausleger bzw. als Windenarm mit Seilführungseinrichtungen gestaltet ist und die für eine Zuführung des Windenseils zur Antriebseinrichtung vorgesehen ist. Der Windenarm ermöglicht eine Führung des Windenseils von der Aufwickelvorrichtung über ein Fahrerhaus der Pistenraupe hinweg, so dass ein Fahrer der Pistenraupe das Windenseil zumindest im Haupteinsatzfall bei hangaufwärts ausgerichteter Pistenraupe im Blickfeld hat. Zudem kann dem Windenarm die Aufgabe zukommen, das Windenseil in der Art einer Zwangsführung in eine vorgebbare Richtung gegenüber der Pistenraupe auszurichten, um ein vorteilhaftes Angreifen der vom Windenseil übertragbaren Zug-

kräfte an der Pistenraupe zu bewirken. Dazu weist die Windenanordnung einen Drehantrieb auf, um den Windenarm seitlich zu positionieren bzw. aktiv durch eine Drehbewegung das Lenkverhalten des Fahrzeugs zu verbessern.

**[0003]** Zur Befahrung und Bearbeitung von steilem Schneegelände wird das Windenseil von der Aufwickelvorrichtung abgezogen und an einem stationären Ankerpunkt in einem oberen Bereich des Geländes verankert bzw. fixiert. Anschließend erfolgt die Pistenbefahrung durch die Pistenraupe mit Zugunterstützung durch das gespannte Windenseil, das über die Aufwickelvorrichtung bzw. deren Antriebseinrichtung je nach Position und Fahrt der Pistenraupe komplementär auf- und abgewickelt wird. Der Betrieb der Pistenraupe mit Zugunterstützung wird im Folgenden auch als Windenbetrieb bezeichnet. Der Windenbetrieb ermöglicht unter anderem durch die Pistenraupe eine Präparierung von steilem Gelände, das ohne diese Zugunterstützung nicht befahren werden könnte.

**[0004]** Im Windenbetrieb der Pistenraupe kann es jedoch vorkommen, dass sich das Windenseil an einer Geländekontur bzw. auf einem Untergrund der Skipiste, wie z.B. auf einer Geländekuppe oder einem Schneehaufen, mit einem seitlichen Versatz zur direkten Ausrichtung bzw. Fahrspur der Pistenraupe bergwärts zum stationären Ankerpunkt temporär fixiert. Diese Situation kann z. B. dann eintreten, wenn bei der Bergfahrt der Pistenraupe eine andere Fahrspur gewählt wird als bei der Talfahrt zuvor. Der Windenarm ist bei dieser Situation aufgrund seiner schwimmend drehbaren Lagerung zur Seite bzw. in Richtung des temporären Fixierpunkts ausgelenkt. Hierbei kommt es zu enormen Spannungen im Windenseil. Wenn die Reibkraft zwischen dem Windenseil und dem Untergrund am temporären Fixpunkt ausreichend gering wird, z.B. weil die Pistenraupe bergwärts in Richtung des Ankerpunkts fährt oder durch eine Querbewegung der Pistenraupe, schnellt das Windenseil schlagartig aus der temporären Fixierung heraus, in eine direkte Richtung zwischen der Pistenraupe und dem stationären Ankerpunkt. Dies wird oft auch als Seilschlag bezeichnet. Beim Herausschnellen bzw. beim Freischlagen des Windenseils entstehen aufgrund einer hohen statischen Vorspannkraft des Windenseils extreme Belastungen im Windenseil. Es entstehen hohe dynamische Massenkräfte, insbesondere Longitudinal- und Transversalkräfte, die durch das Windenseil auch auf die Windenanordnung der Pistenraupe einwirken und sich dadurch die Lebensdauer sowohl des Windenseils als auch der Windenanordnung, insbesondere des Windenarms, verkürzen. Zudem besteht die Gefahr von negativen Krafteinwirkungen auf die Pistenraupe selbst, so dass keine ausreichende Fahrsicherheit mehr gegeben sein kann. Zudem kann die Schwierigkeit entstehen, das aufgrund eines schlagartigen Abfalls der Windenseilspannung das ungespannte Windenseil vor der Pistenraupe auf dem Untergrund bzw. der Skipiste liegt und von der Pistenraupe überfahren wird.

**[0005]** Ein in der Offenlegungsschrift DE 10 2007 061 110 A1 offenbartes Verfahren sieht vor, an einem stationären Ankerpunkt zum Einhängen des Windenseils der Seilwinde einer Pistenraupe einen mechanischen und/oder hydraulischen Kompensator anzuordnen, wobei der Kompensator die im Windenseil auftretenden Longitudinalschwingungen und Transversalschwingungen abbaut und die Spitzenlasten im Windenseil, d. h. zwischen einer Windenmaschine und dem Ankerpunkt und damit auch der Windmaschine abfängt. Zudem ist auch eine Vorrichtung offenbart, die ein mechanischer und/oder hydraulischer Kompensator ist, der so ausgelegt ist, dass er die über der Normallast im Pistenbetrieb liegenden Schlagbelastungen durch frei schlagende Seile abfängt und abbaut. Der Kompensator ist als Bindeglied zwischen einer Verankerungseinrichtung des Windenseils und dem Ankerpunkt angeordnet.

**[0006]** Die Patentschrift EP 2 398 966 B1 offenbart eine Pistenraupe mit einer Windenanordnung zur Erleichterung der Handhabung der Pistenraupe auf Steilhängen. Die Pistenraupe umfasst eine Steuereinheit und die Windenanordnung, die eine drehbar gelagerte Trommel, ein Windenseil, das um die Trommel gewickelt ist, eine Aktuatoranordnung zum Drehen der Trommel, einen ersten Sensor zum Bestimmen der Position der Trommel, eine Laufrolle, die von dem Windenseil gedreht wird und einen zweiten Sensor zum Bestimmen der Position der Laufrolle umfasst. Die Steuereinheit ist dazu konfiguriert, die Drehzahl der Trommel und die Drehzahl der Laufrolle zu erfassen und die Aktuatoranordnung als eine Funktion der Drehzahl der Trommel, der Drehzahl der Laufrolle, der Position der Trommel und der Geometrie der Laufrolle und der Trommel zu steuern, um die Spannung des Windenseils zu steuern.

**[0007]** Die Offenlegungsschrift EP 1 118 580 A1 offenbart eine Einrichtung zur automatischen Einstellung und Regelung der Zugkraft des Seils einer Windenanordnung für eine Pistenraupe. Die Einrichtung umfasst eine Steuer- und Regeleinheit, die mit einem steuerbaren Windenantrieb verbunden ist, eine Auswerteeinrichtung, die mit Sensorelementen und mit der Steuer- und Regeleinheit verbunden ist. Die Sensorelemente sind Drucksensoren, welche den an einem Wechselventil mit höchstem Wert anstehenden Druck erfassen, das zwischen den Förderleitungen von rechtsseitigen und linksseitigen Antrieben in einer ersten Fahrtrichtung bzw. in einer gegenüber der letzteren entgegengesetzten Fahrtrichtung geschaltet ist, wobei in der Auswerteeinrichtung ein Algorithmus abgelegt ist, der aufgrund des durch die Drucksensoren gewonnenen Druckwertes einen Sollwert errechnet, den den Windenantrieb über die Regeleinheit steuert. Dieser Sollwert wird mit einem mittels eines am Zugseil anliegenden Kraftbolzens gemessenen Istwert verglichen und die Regeleinheit regelt die Zugkraft auf den Sollwert. Die Einrichtung umfasst weiter einen Drehwinkelgeber, der den Winkel des Windenseils bzw. des Windenarms bezüglich der Fahrzeuglängsachse bestimmt, wobei ein zum Winkel proportionales Signal gebildet wird, das der

Auswerteeinheit zur Berechnung der maximal zulässigen Zugkraft zugeführt wird.

#### AUFGABE UND LÖSUNG

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine Pistenraupe der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine hohe Betriebssicherheit ermöglichen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1, für die Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 9 sowie für die Pistenraupe durch die Merkmale des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und/oder Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben, deren Wortlaut hiermit durch Verweis zum Bestandteil der Beschreibung gemacht wird. Dies schließt insbesondere auch alle Ausführungsformen der Erfindung ein, die sich aus den Merkmalskombinationen der Erfindung ergeben, die durch die Rückbezüge in den Unteransprüchen definiert sind.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer Windenanordnung einer Pistenraupe weist die Schritte auf:

- Erfassen einer Änderung einer Seilspannung des Windenseils in einem Windenbetrieb der Windenanordnung,
- Vorgeben eines Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung,
- Vorgeben eines Grenzwertes für die Seilspannungsänderung,
- Vergleich der erfassten Seilspannungsänderung des Windenseils mit dem vorgegebenen Grenzwert und
- Ansteuern eines dem Windenarm zugeordneten Drehantriebs unter Berücksichtigung des Vergleichs derart, dass bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird.

**[0011]** Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann im Windenbetrieb der Pistenraupe ein Seilschlag frühzeitig erkannt werden und durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms zumindest weitgehend die betriebsbedingte Seilspannung schnell wieder hergestellt oder sogar annähernd aufrechterhalten werden. Hierdurch kann die mechanische Belastung sowohl auf das Windenseil als auch auf die Windenanordnung und die Pistenraupe geringgehalten und die Betriebssicherheit erhöht werden.

**[0012]** Beim Erfassen der Seilspannungsänderung des Windenseils in dem Windenbetrieb der Windenanordnung ist der dem Windenarm zugeordnete Drehantrieb zunächst passiv bzw. deaktiviert. Der Windenarm ist bei einem passiven Drehantrieb um die Fahrzeughochachse schwimmend positioniert und damit frei drehbar. Das Erfassen einer Seilspannungsänderung des Windenseils erfordert ein zeitabhängiges Erfassen der Seilspannung des Windenseils mittels grundsätzlich bekannter Messverfahren. Die Seilspannungsänderung des Windenseils dient als Regelgröße und kann z.B. durch eine Änderung einer Zugkraft des Windenseils über einen vorgegebenen Zeitabschnitt definiert sein. Ein solcher Wert wird vorzugsweise empirisch ermittelt.

**[0013]** Der vorgegebene Sollwertbereich für die betriebsbedingte Seilspannung definiert einen Seilspannungsbereich, bei dem unter den gegebenen Betriebsbedingungen das Windenseil gespannt ist bzw. nicht durchhängt. Der vorgegebene Grenzwert für die Seilspannungsänderung gibt einen Wert an, bei dessen Unterschreitung ein Seilschlag bzw. eine schlagartige Abnahme der Windenseilspannung anzunehmen ist.

**[0014]** Die zeitabhängig erfasste Seilspannungsänderung des Windenseils wird mit dem vorgegebenen Grenzwert für die Seilspannungsänderung verglichen. Bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung wird der dem Windenarm zugeordnete Drehantrieb angesteuert bzw. aktiviert. Durch den Drehantrieb erfolgt eine Kompensationsdrehbewegung des Windenarms, sodass ein Istwert der betriebsbedingten Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird bzw. erreicht wird. Dazu wird der Istwert der betriebsbedingten Seilspannung auch während der Kompensationsdrehbewegung erfasst. Die Kompensationsdrehbewegung des Windenarms erfolgt dabei aktiv durch den Drehantrieb der Windenanordnung bzw. des Windenarms und wird daher auch als aktive Kompensationsdrehbewegung bezeichnet. Eine passive (schwimmende) Drehbewegung des Windenarms liegt dagegen vor, wenn der Drehantrieb deaktiviert ist und der frei drehbar gelagerte Windenarm z.B. durch eine am Windenarm anliegende Zugkraft gedreht wird. Der Windenarm kann separat drehbar gelagert oder gemeinsam mit einer Trägerstruktur der Windenanordnung drehbar angeordnet sein.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer Windenanordnung einer Pistenraupe eignet sich in besonders vorteilhafter Weise, um steile Skipisten im Windenbetrieb zu pflegen und zu präparieren.

**[0016]** In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Verfahren folgende weitere Schritte auf:

- Erfassen einer Änderung einer Drehstellung des Windenarms in dem Windenbetrieb der Windenanordnung,
- Vorgeben eines Grenzwertes für die Drehstellungsänderung,

- Vergleich der erfassten Drehstellungsänderung des Windenarms mit dem vorgegebenen Grenzwert und
- Ansteuern des dem Windenarm zugeordneten Drehantriebs unter zusätzlicher Berücksichtigung dieses Vergleichs derart, dass bei einer Überschreitung des Grenzwertes für die Drehstellungsänderung durch die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird.

**[0017]** Ein Vorteil dieser Ausführungsform kann sein, dass ein Seilschlag bzw. eine schlagartige Abnahme der Seilspannung noch früher und zuverlässiger erkannt wird. Die Drehstellungsänderung des Windenarms kann durch einen Seilschlag, also durch ein schlagartiges Herauschnellen des Windenseils aus einer temporären Fixierung an einem zu präparierenden Hang, hervorgerufen sein.

**[0018]** Das Erfassen einer Drehstellungsänderung des Windenarms in dem Windenbetrieb der Windenanordnung erfolgt simultan zu dem Erfassen einer Seilspannungsänderung, sodass auch hier zunächst der Drehantrieb deaktiviert ist. Der Windenarm ist folglich um die Fahrzeughochachse frei drehbar. Das Erfassen einer Drehstellungsänderung des Windenarms erfordert ebenfalls ein zeitabhängiges Erfassen einer Drehstellung des Windenarms mittels grundsätzlich bekannter Messverfahren. Die Drehstellungsänderung des Windenarms kann durch eine Änderung eines Drehwinkels relativ zu einer Fahrzeuglängsachse über einen vorgegebenen Zeitabschnitt definiert sein. Dabei kann die Drehstellungsänderung des Windenarms sowohl als Drehwinkelgeschwindigkeit als auch als Drehwinkelbeschleunigung erfasst werden. Der vorgegebene Grenzwert für die Drehstellungsänderung gibt einen Wert an, bei dessen Überschreitung ein Seilschlag bzw. eine schlagartige Abnahme der Windenseilspannung anzunehmen ist. Es ist möglich, mehrere Grenzwerte für eine entsprechende Drehwinkelgeschwindigkeit und/oder eine entsprechende Drehwinkelbeschleunigung vorzugeben.

**[0019]** Die zeitabhängig erfasste Drehstellungsänderung des Windenarms wird mit dem vorgegebenen Grenzwert für die Drehstellungsänderung verglichen. Dieser Vergleich wird zu dem bereits oben beschriebenen Vergleich der erfassten Seilspannungsänderung des Windenseils mit dem vorgegebenen Grenzwert für die Seilspannungsänderung zusätzlich berücksichtigt. Das heißt, dass der dem Windenarm zugeordnete Drehantrieb erst dann angesteuert bzw. aktiviert wird, um durch die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms einen Istwert der betriebsbedingten Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend anzunähern, wenn sowohl eine Überschreitung des Grenzwertes für die Drehstellungsänderung als auch eine Unterschreitung des Grenzwertes für

die Seilspannungsänderung, insbesondere zeitgleich, vorliegt. Wenn mehrere Grenzwerte für die Drehwinkelgeschwindigkeit und die Drehwinkelbeschleunigung vorgegeben sind, erfolgt eine Aktivierung des Drehantriebs vorzugsweise bei Überschreiten eines ersten Grenzwertes.

**[0020]** In einer Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms zu der Drehstellungsänderung des Windenarms gleichsinnig oder gegensinnig. Die Drehstellungsänderung des Windenarms ist eine passive Drehbewegung des Windenarms und kann dabei je nach Drehstellung des Windenarms und einer Fahrtrichtung der Pistenraupe in eine bestimmte Drehrichtung erfolgen. Zu dieser Drehrichtung erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms entweder gleichsinnig oder gegensinnig.

**[0021]** Erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung gegensinnig zu der Drehstellungsänderung des Windenarms, wird die passive Drehbewegung des Windenarms durch das Ansteuern des Drehantriebs gebremst und/oder gestoppt und anschließend in die dazu gegensinnige Richtung gedreht, bis der Istwert der betriebsbedingten Seilspannung in dem vorgegebenen Sollwertbereich liegt oder sich diesem zumindest weitestgehend annähert.

**[0022]** Erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung gleichsinnig, dann wird die durch die Abnahme der Windenseilspannung hervorgerufene passive Drehbewegung des Windenarms durch das Aktivieren des Drehantriebs zunächst nicht gebremst oder gestoppt, sondern in die dazu gleichsinnige Richtung weitergedreht, bis der Istwert der betriebsbedingten Seilspannung in dem vorgegebenen Sollwertbereich liegt oder sich diesem zumindest weitestgehend annähert.

**[0023]** In einer Ausgestaltung der Erfindung wird ein Drehwinkel des Windenarms relativ zu einer Fahrzeuglängsachse erfasst, der bei der Erfassung der Drehstellungsänderung des Windenarms in dem Windenbetrieb der Windenanordnung mit berücksichtigt wird. Das Erfassen des Drehwinkels des Windenarms kann mittels grundsätzlich bekannter Messverfahren erfolgen.

**[0024]** In einer Weiterbildung der Erfindung wird zur Erfassung der Seilspannungsänderung des Windenseils in dem Windenbetrieb der Windenanordnung eine Zugkraft an der Windenanordnung zeitabhängig erfasst. Das Erfassen der Zugkraft an der Windenanordnung kann an einem vorderen Endbereich des Windenarms mittels grundsätzlich bekannter Messverfahren erfolgen.

**[0025]** In einer Weiterbildung der Erfindung erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms relativ zu einer von der Fahrzeughochachse und einem stationären Ankerpunkt des Windenseils aufgespannten Ebene in einem Winkelbetragsbereich zwischen 0° und 90°. Das heißt, dass die aktive Kompensationsdrehbewegung relativ zu der aufgespannten Ebene in einem Winkelbereich von -90° bis +90° erfolgt. In der von der Fahrzeughochachse und dem stationären Ankerpunkt

des Windenseils aufgespannten Ebene liegt eine geradlinige und damit direkte Verbindung zwischen dem Windenarm und dem stationären Ankerpunkt. Liegt der Windenarm in dieser Ebene, dann trifft dies auch auf das mit dem stationären Ankerpunkt verankerten Windenseil zu.

**[0026]** In einer Weiterbildung der Erfindung weist das Verfahren nach der aktiven Kompensationsdrehbewegung des Windenarms folgenden weiteren Schritt auf:

- 5
- 10 - Ansteuern des Drehantriebs derart, dass sich der Windenarm durch eine aktive Rückbewegung unter Berücksichtigung des Sollwertbereichs für die betriebsbedingte Seilspannung zu einer von der Fahrzeughochachse und einem stationären Ankerpunkt des Windenseils aufgespannten Ebene hin ausrichtet.
- 15

**[0027]** Das Ansteuern des Drehantriebs entspricht einem Umschalten einer Drehrichtung des Drehantriebs, da die aktive Rückbewegung des Windenarms gegensinnig zu der aktiven Kompensationsdrehbewegung des Windenarms erfolgt. Durch eine Anpassung einer Fahrgeschwindigkeit der Pistenraupe und/oder durch eine Anpassung einer Aufwickelgeschwindigkeit des Windenseils kann die Seilspannung zusätzlich gesteuert und vorzugsweise im Sollwertbereich für die betriebsbedingte Seilspannung des Windenseils gehalten werden. Nach der aktiven Rückbewegung des Windenarms liegt sowohl das gespannte Windenseil als auch der Windenarm selbst in der oben genannten aufgespannten Ebene und damit in einer direkten Ausrichtung zum stationären Ankerpunkt.

**[0028]** In einer Ausgestaltung der Erfindung weist das Verfahren nach der aktiven Rückbewegung des Windenarms folgenden weiteren Schritt auf:

- 20
- 25
- 30 - Ansteuern des Drehantriebs derart, dass dieser die Drehbarkeit des Windenarms freigibt.
- 35

**[0029]** Das Ansteuern des Drehantriebs entspricht hier einem Deaktivieren des Drehantriebs. Dabei bleibt zwar vorzugsweise der Drehantrieb mit dem Windenarm weiterhin mechanisch verbunden, ist jedoch in einen nahezu drucklosen Umlauf geschaltet. Das heißt, dass der Windenarm nach diesem Schritt wieder frei, insbesondere im Wesentlichen widerstandslos, drehbar gelagert ist und sich in Abhängigkeit einer auf das Windenseil zwischen dem Ankerpunkt und dem Windenarm wirkenden Zugkraft ausrichtet.

**[0030]** Für die erfindungsgemäße Vorrichtung ist vorgesehen, dass eine Sensorik zur Erfassung einer Seilspannungsänderung des Windenseils in dem Windenbetrieb der Windenanordnung vorgesehen ist. Zudem ist ein elektronisches Datenverarbeitungssystem vorgesehen, das einen Datenspeicher aufweist, in dem die Daten des Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung und des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung abgelegt sind, und das mit der Sensorik gekoppelt

ist, um bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung die Steuereinrichtung des Drehantriebs derart anzusteuern, dass sich durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert.

**[0031]** Die Sensorik zur Erfassung einer Seilspannungsänderung des Windenseils ist zur zeitabhängigen Erfassung einer Seilspannung des Windenseils ausgebildet. Dazu kann die Sensorik eine Zeiterfassungseinheit umfassen bzw. einer solchen zugordnet sein. Die Sensorik, insbesondere die Zeiterfassungseinheit, ermöglicht eine Zuordnung der erfassten Daten der Sensorik zu unterschiedlichen Zeitpunkten oder Zeiträumen. Dadurch kann ein Muster für einen Seilschlag im Zusammenhang mit entsprechenden Veränderungen der Seilspannung des Windenseils errechnet werden. Wird dieses Muster in die Zukunft extrapoliert, kann daraus ein Vorhersagemodell für einen Seilschlag abgeleitet werden. Das Datenverarbeitungssystem weist einen Zugriff auf die im Datenspeicher abgelegten Daten des Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung und des Grenzwertes auf, anhand derer ein Vergleich mit den von der Sensorik erfassten Daten erfolgt.

**[0032]** Die erfindungsgemäße Lösung eignet sich für Windenanordnungen, bei denen der Windenarm drehfest an der Windenanordnung angeordnet ist. Bei einer derartigen Ausführung ist der Windenarm gemeinsam mit der Windenanordnung bzw. der Aufwickelvorrichtung an der Pistenraupe drehbar gelagert. Die erfindungsgemäße Lösung ist aber auch bei Windenanordnungen einsetzbar, bei denen die Aufwickelvorrichtung für das Windenseil fahrzeugfest angeordnet ist. Bei diesen Windenanordnungen ist dann der Windenarm selbst gegenüber der fahrzeugfesten Anordnung der Aufwickelvorrichtung drehbar gelagert.

**[0033]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist bei der Vorrichtung eine weitere Sensorik zur Erfassung einer Drehstellungsänderung des Windenarms in dem Windenbetrieb der Windenanordnung vorgesehen. Zudem weist das Datenverarbeitungssystem einen Datenspeicher auf, in dem der Grenzwert für die Drehstellungsänderung abgelegt ist, und ist mit der weiteren Sensorik gekoppelt, um bei einer Überschreitung des Grenzwertes für die Drehstellungsänderung die Steuereinrichtung des Drehantriebs derart anzusteuern, dass sich durch die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert. Dies stellt eine konstruktiv und funktionell vorteilhafte Realisierung der Vorrichtung dar.

**[0034]** Die weitere Sensorik zur Erfassung einer Drehstellungsänderung des Windenarms ist zur zeitabhängigen Erfassung einer Drehstellung des Windenarms ausgebildet. Dazu kann die weitere Sensorik eine wie oben beschriebene Zeiterfassungseinheit umfassen oder einer solchen zugordnet sein. Die erfassten Daten dieser Sensorik können ebenfalls bei dem Vorhersagemodell

für einen Seilschlag mit berücksichtigt werden. Das Datenverarbeitungssystem weist einen Zugriff auf die im Datenspeicher abgelegten Daten des Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung und des Grenzwertes auf, anhand derer ein Vergleich mit den von der weiteren Sensorik erfassten Daten erfolgt.

**[0035]** In einer Weiterbildung der Erfindung weist die weitere Sensorik zur Erfassung der Drehstellung des Windenarms einen Drehwinkelsensor auf, der zur Erfassung eines Drehwinkels des Windenarms relativ zu einer Fahrzeuglängsachse ausgebildet ist.

**[0036]** In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Sensorik zur Erfassung der Seilspannung des Windenseils im Windenarm, insbesondere an einem vorderen Endbereich des Windenarms, angeordnet und/oder weist einen Zugkraftsensor zur Erfassung einer Zugkraft an der Windenanordnung auf.

**[0037]** Die erfindungsgemäße Pistenraupe weist die erfindungsgemäße Vorrichtung auf. Eine solche Pistenraupe weist im Windenbetrieb eine erheblich erhöhte Betriebssicherheit sowohl der Fahrfunktion als auch der Windenfunktion und der Funktionen der Anbaugeräte auf.

**[0038]** Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt. Diese und weitere Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch in einer Seitenansicht eine Pistenraupe mit einer Vorrichtung zur Steuerung einer Windenanordnung,

Fig. 2 schematisch in einer Seitenansicht die Pistenraupe gemäß der Fig. 1 im Windenbetrieb mit einem auf einen stationären Ankerpunkt ausgerichteten Windenarm und einem verankerten Windenseil,

Fig. 3A und 3B schematisch in einer Draufsicht das Pistenfahrzeug gemäß der Fig. 2 mit unterschiedlichen Fahrtrichtungen der Pistenraupe relativ zu dem Ankerpunkt,

Fig. 4 schematisch in einer Seitenansicht die Pistenraupe gemäß der Fig. 2 mit einem temporären Fixierpunkt des Windenseils und

Fig. 5A bis 5D schematisch in einer Draufsicht den zeitlichen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Windenanordnung der Pistenraupe.

**[0039]** Eine Pistenraupe 2 nach Fig. 1 weist in grundsätzlich bekannter Weise ein Kettenfahrwerk 18 auf, das

einem nicht näher bezeichneten Fahrgestell zugeordnet ist. Das Fahrgestell trägt frontseitig ein Fahrerhaus 19. Als frontseitiges Anbaugerät ist ein Räumchild 20 vorgesehen. Als heckseitiges Anbaugerät ist eine Heckfräse 21 vorgesehen, die über einen nicht näher bezeichneten Heckgeräteträger verstellbar und lösbar an dem Fahrgestell der Pistenraupe 2 gehalten ist.

**[0040]** Die Pistenraupe 2 weist weiter eine Vorrichtung zur Steuerung einer Windenanordnung 1 der Pistenraupe 2 auf. Die Windenanordnung 1 ist, vorzugsweise über einen kugelgelagerten Drehkranz, drehbar um eine Fahrzeughochachse FH an dem Fahrgestell der Pistenraupe 2 angebracht und weist eine Aufwickelvorrichtung 6 auf, der eine Antriebseinrichtung 8 für ein Windenseil 3 zur Einleitung einer Zugkraft Fz auf das Windenseil 3 zugeordnet ist, wobei das Windenseil 3 auf die Aufwickelvorrichtung 6 aufgewickelt bzw. von der Aufwickelvorrichtung 6 abgewickelt werden kann. Das Windenseil 3 weist an einem der Aufwickelvorrichtung 6 abgewandten, freien Endbereich 7 eine nicht näher bezeichnete Verriegelungseinrichtung, vorzugsweise einen Einhängehaken, auf, über welche das Windenseil 3 mit einem stationären Ankerpunkt A verankerbar ist, wie insbesondere in der Fig. 2 ersichtlich ist. Die Windenanordnung 1 weist weiter einen Windenarm 4 zur Zuführung des Windenseils 3 zur Aufwickelvorrichtung 6 auf. Der Windenarm 4 ermöglicht eine Führung des Windenseils 3 über ein Fahrerhaus 19 der Pistenraupe 2 hinweg, sodass ein Fahrer der Pistenraupe 2 das Windenseil 3 zumindest bei hangaufwärts ausgerichteter Pistenraupe 2 im Blickfeld hat, wie in der Fig. 2 dargestellt ist. Die Windenanordnung 1 weist weiter einen Drehantrieb 5 zur Erzeugung von aktiven Drehbewegungen der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 um die Fahrzeughochachse FH auf. Vorliegend ist der Drehantrieb 5 vorzugsweise als Elektro- oder Hydraulikmotor ausgebildet. Die Pistenraupe 2 weist dazu eine Steuereinrichtung 9 zur Steuerung des Drehantriebs 5 der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 auf, wobei der Drehantrieb 5 vorzugsweise über ein Ritzel auf eine an der Windenanordnung 1 vorgesehene, zumindest teilweise umlaufende Verzahnung wirkt. Dies ermöglicht eine aktive Drehbewegung der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4. Die Verzahnung ist koplanar zu einer Ebene des Drehkranzes vorgesehen. Der Drehkranz liegt vorzugsweise in einer Horizontalebene.

**[0041]** Die Pistenraupe 2 bzw. die Vorrichtung zur Steuerung der Windenanordnung 1 der Pistenraupe 2 weist weiter eine Sensorik 10 zur Erfassung einer Seilspannungsänderung des Windenseils 3 in einem Windenbetrieb der Windenanordnung 1 auf. Zudem ist ein elektronisches Datenverarbeitungssystem 11 vorgesehen, das einen Datenspeicher 12 aufweist, in dem die Daten eines Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung und ein Grenzwert für die Seilspannungsänderung abgelegt sind. Das elektronische Datenverarbeitungssystem 11 ist mit der Sensorik 10 gekoppelt, um bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung die Steuereinrichtung 9 des Dreh-

antriebs 5 derart anzuweisen, dass sich durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 die betriebsbedingte Seilspannung einem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert.

**[0042]** In der Fig. 2 ist die Pistenraupe 2 auf einer steilen Skipiste P in dem Windenbetrieb mit einer Fahrtrichtung FR bergwärts bzw. hangaufwärts dargestellt. In dem Windenbetrieb ist die Pistenraupe 2 mit dem der Aufwickelvorrichtung 6 abgewandten, freien Endbereich 7 des Windenseils 3 mit dem stationären Ankerpunkt A verankert, sodass die Pistenbefahrung der Pistenraupe 2 mit Zugunterstützung durch das gespannte Windenseil 3 erfolgt. Der stationäre Ankerpunkt A ist als ein im Geländeuntergrund verankerter Pfahl ausgeführt und ist oberhalb einer Skipiste P angebracht.

**[0043]** Die Fig. 3A und 3B zeigen die Pistenraupe 2 in einer Draufsicht mit unterschiedlichen Fahrtrichtungen FR der Pistenraupe 2 relativ zu dem stationären Ankerpunkt A. Die Drehbarkeit der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 der Pistenraupe 2 ist vom Drehantrieb 5 freigegeben. Dies bedeutet, der Drehantrieb 5 zwar mit dem Windenarm 4 weiterhin mechanisch verbunden, jedoch in einen nahezu drucklosen Umlauf geschaltet ist. Der Windenarm 4 richtet sich daher aufgrund seiner freien, im Wesentlichen widerstandslosen Drehbarkeit in Richtung einer Zugkraft Fz des Windenseils 3 bzw. nach dem stationären Ankerpunkt A aus. Der Windenarm 4 liegt in einer von der Fahrzeughochachse FH und dem stationären Ankerpunkt A des Windenseils 3 aufgespannten Ebene E. In der Fig. 3A fluchtet die Fahrtrichtung FR bzw. eine direkte Fahrspur der Pistenraupe 2 mit dem stationären Ankerpunkt A. Die Windenanordnung 1 bzw. der Windenarm 4 der Pistenraupe 2 befindet sich in dieser Situation in einer Nullstellung. Das heißt, der Windenarm 4 verläuft entlang der Fahrzeuglängsachse FL bzw. in Fahrtrichtung FR der Pistenraupe 2. In der Fig. 3B liegt der stationäre Ankerpunkt A seitlich versetzt zu der Fahrtrichtung FR bzw. der direkten Fahrspur der Pistenraupe 2. Die Windenanordnung 1 bzw. der Windenarm 4 der Pistenraupe 2 richtet sich in dieser Situation nach dem seitlich versetzten Ankerpunkt A aus und verdreht sich relativ zu der Nullstellung bzw. der Fahrzeuglängsachse FL um den Drehwinkel  $\alpha$ . Die Fig. 4 zeigt die von der Fahrzeughochachse FH der Pistenraupe 2 und dem stationären Ankerpunkt A des Windenseils 3 aufgespannte Ebene E in einer Seitenansicht. In der Ebene E liegt eine geradlinige Verbindung zwischen dem Windenarm 4 bzw. der Fahrzeughochachse FH und dem stationären Ankerpunkt A.

**[0044]** In der Fig. 4 ist weiter ein temporärer Fixierpunkt T des Windenseils 3 gezeigt. Der temporäre Fixierpunkt T des Windenseils 3 entsteht insbesondere, wenn sich das Windenseil 3 an einer Geländekontur oder einer Schneeoberflächenerhebung einer Skipiste P mit einem seitlichen Versatz zur direkten Ausrichtung bzw. zur Ebene E der Pistenraupe 2 temporär fixiert, wie insbesondere auch in der Fig. 5A ersichtlich ist. Die Windenanordnung

1 bzw. der Windenarm 4 ist bei dieser Situation aufgrund der drehbaren Lagerung zur Seite bzw. in Richtung des temporären Fixierpunkts T ausgelenkt. Löst sich das Windenseil 3 aus seiner temporären Fixierung T, schnell das Windenseil 3 aufgrund statischer Vorspannkräfte des Windenseils 3 schlagartig in eine direkte Richtung zwischen der Pistenraupe 2 und dem stationären Ankerpunkt A bzw. in Richtung der Ebene E, wie in der Fig. 5B ersichtlich ist. Dies wird im Folgenden auch als Seilschlag bezeichnet. Der Windenarm 3 dreht sich mit dem Windenseil 3 in diese direkte Richtung mit.

**[0045]** Die Fig. 5A bis 5D zeigen in einer Draufsicht den zeitlichen Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Windenanordnung 1 der Pistenraupe 2. In dem gezeigten Beispiel liegt der stationäre Ankerpunkt A nicht in einer Flucht mit der Fahrzeuglängsachse FL bzw. der Fahrtrichtung FR der Pistenraupe 2, sodass die Fahrzeuglängsachse FL nicht in der Ebene E liegt, wie insbesondere in der Fig. 5A ersichtlich ist. Zudem liegt, wie bereits angesprochen, der temporäre Fixierpunkt T weder in einer Flucht mit der Fahrzeuglängsachse FL bzw. der Fahrtrichtung FR der Pistenraupe 2 noch in einer Flucht mit der Ebene E.

**[0046]** Erfolgt im Windenbetrieb der Windenanordnung 1 ein Seilschlag, dann führt dies zu einer Änderung der Seilspannung des Windenseils 3. Diese Änderung der Seilspannung des Windenseils 3 wird von der Sensorik 10 zur Erfassung einer Seilspannungsänderung des Windenseils 3 erfasst. Das elektronische Datenverarbeitungssystem 11 gibt einen Sollwertbereich für eine betriebsbedingte Seilspannung und einen Grenzwert für die Seilspannungsänderung vor, wobei diese Daten auf einem Datenspeicher 12 abgelegt sind. Das Datenverarbeitungssystem 11 vergleicht die erfasste Seilspannungsänderung des Windenseils 3 mit dem vorgegebenen Grenzwert. Unterschreitet die erfasste Seilspannungsänderung des Windenseils 3 den Grenzwert für die Seilspannungsänderung, dann weist das Datenverarbeitungssystem 11 die Steuereinrichtung 9 des Drehantriebs 5 derart an, dass sich durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 die betriebsbedingte Seilspannung einem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert.

**[0047]** In einer vorteilhaften Realisierung weist die Vorrichtung zur Steuerung der Windenanordnung 1 der Pistenraupe 2 eine weitere Sensorik 13 zur Erfassung einer Drehstellungsänderung des Windenarms 4 in dem Windenbetrieb der Windenanordnung 1 auf. Denn bei einem Seilschlag wird, wie bereits oben beschrieben, der frei drehbare Windenarm 4 in die Richtung zu der Ebene E gedreht, wie in der Fig. 5B ersichtlich ist. Das Datenverarbeitungssystem 11 gibt einen Grenzwert für die Drehstellungsänderung vor, der in einem ihm zugewiesenen Datenspeicher 14 abgelegt ist. Dazu ist das Datenverarbeitungssystem 11 mit der weiteren Sensorik 13 gekoppelt. Das Datenverarbeitungssystem 11 vergleicht die erfasste Drehstellungsänderung des Windenarms 4 mit

dem vorgegebenen Grenzwert. Dieser Vergleich wird zusätzlich zu dem bereits oben genannten Vergleich der erfassten Seilspannungsänderung des Windenseils 3 mit dem vorgegebenen Grenzwert berücksichtigt.

**[0048]** In anderen Worten: Unterschreitet die erfasste Seilspannungsänderung des Windenseils 3 den vorgegebenen Grenzwert und überschreitet die Drehstellungsänderung des Windenarms 4 den vorgegebenen Grenzwert, dann weist das Datenverarbeitungssystem 11 die Steuereinrichtung 9 des Drehantriebs 5 derart an, dass sich durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 die betriebsbedingte Seilspannung einem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert. In dem gezeigten Beispiel hat die betriebsbedingte Seilspannung den vorgegebenen Sollwertbereich erreicht. Das Windenseil 3 befindet sich zwischen dem Windenarm 4 und dem stationären Ankerpunkt A in einem gespannten Zustand, wie in der Fig. 5C ersichtlich ist.

**[0049]** In einer vorteilhaften Ausführung erfolgt wie in dem gezeigten Beispiel die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 zu der Drehstellungsänderung des Windenarms 4 gegensinnig. In der Fig. 5B ist eine passive Drehbewegung des Windenarms 4 in eine Drehrichtung DR dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel entspricht die Drehrichtung DR der passiven Drehbewegung des Windenarms 4 einer Richtung entgegen des Uhrzeigersinns. Die passive Drehbewegung des Windenarms 4 wird durch das Ansteuern bzw. das Aktivieren des Drehantriebs 5 gebremst bzw. gestoppt und anschließend in die dazu gegensinnige Richtung gedreht. Durch die gegensinnige Drehbewegung des Windenarms 4 wird vorzugsweise das Windenseil 3 gespannt. Demnach erfolgt in dem gezeigten Beispiel die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 im Uhrzeigersinn.

**[0050]** In alternativen Ausführungen ist die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 zu der Drehstellungsänderung des Windenarms 4 gleichsinnig.

**[0051]** In vorteilhaften Ausführungsformen wird ein Drehwinkel  $\alpha$  des Windenarms 4 relativ zu einer Fahrzeuglängsachse FL erfasst, wie in der Fig. 3B ersichtlich ist. Der Drehwinkel  $\alpha$  wird bei der Erfassung der Drehstellungsänderung des Windenarms 4 in dem Windenbetrieb der Windenanordnung 1 berücksichtigt. Dazu weist die weitere Sensorik 13 zur Erfassung der Drehstellung des Windenarms 4 einen Drehwinkelsensor 15 auf, der zur Erfassung eines Drehwinkels  $\alpha$  der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 relativ zu einer Fahrzeuglängsachse FL ausgebildet ist.

**[0052]** In einer vorteilhaften Realisierung wird die Zugkraft  $F_z$  an der Windenanordnung 1 zeitabhängig erfasst, die bei der Erfassung der Seilspannungsänderung des Windenseils 3 in dem Windenbetrieb der Windenanordnung 1 berücksichtigt wird. Dazu ist die Sensorik 10 zur Erfassung der Seilspannung des Windenseils 3 im Windenarm 4, insbesondere an einem vorderen Endbereich 16 des Windenarms 4, angeordnet und/oder weist einen

Zugkraftsensor 17 zur Erfassung der Zugkraft  $F_z$  an der Windenanordnung 1 auf. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Zugkraftsensor 17 an dem vorderen Endbereich 16 des Windenarms 4 an einer Umlenkrolle 22 angeordnet, wie in der Fig. 1 ersichtlich ist. Dabei ist der Umlenkrolle 22 eine weitere Umlenkrolle 23 ausgehend von der Windenanordnung 1 in Richtung des vorderen Endbereich 16 nachgelagert, so dass die Erfassung der Zugkraft  $F_z$  an der vom vorderen Endbereich 16 des Windenarms 4 aus gesehenen zweiten Umlenkrolle 22 des Windenarms 4 erfolgt.

**[0053]** In weiter vorteilhaften Ausführungsformen erfolgt die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 relativ zu der von der Fahrzeughochachse FH und dem stationären Ankerpunkt A des Windenseils 3 aufgespannten Ebene E in einem Winkelbetragsbereich  $\beta$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ . Das heißt, die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 erfolgt relativ zu der aufgespannten Ebene E in einem Winkelbereich von  $-90^\circ$  bis  $+90^\circ$ , wie in der Fig. 5A ersichtlich ist.

**[0054]** In einer vorteilhaften Realisierung wird nach der aktiven Kompensationsdrehbewegung des Windenarms 4 der Drehantrieb 5 der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 derart angesteuert, dass sich der Windenarm 4 durch eine aktive Rückbewegung, unter Berücksichtigung des Sollwertbereichs für die betriebsbedingte Seilspannung, zu der Ebene E hin ausrichtet, wie in der Fig. 5D ersichtlich ist. Durch eine Anpassung bzw. eine Reduzierung einer Fahrgeschwindigkeit der Pistenraupe 2 und/oder durch eine Anpassung bzw. eine Erhöhung einer Aufwickelgeschwindigkeit bzw. einer Drehgeschwindigkeit der Aufwickelvorrichtung 6 des Windenseils 3 kann die Seilspannung im Sollwertbereich für die betriebsbedingte Seilspannung des Windenseils 3 gehalten werden. Nach der aktiven Rückbewegung des Windenarms 4 liegt sowohl das gespannte Windenseil 3 als auch der Windenarm 4 selbst in der Ebene E und damit in einer direkten Ausrichtung zum stationären Ankerpunkt A. Da der stationäre Ankerpunkt A nicht in einer Flucht mit der Fahrzeuglängsachse FL der Pistenraupe 2 liegt, ist der Windenarm 4 relativ zu der Fahrzeuglängsachse FL leicht verdreht.

**[0055]** In vorteilhaften Ausführungsformen wird nach der aktiven Rückbewegung des Windenarms 4 der Drehantrieb 5 der Windenanordnung 1 bzw. des Windenarms 4 derart angesteuert, dass dieser die Drehbarkeit des Windenarms 4 freigibt. Die Windenanordnung 1 bzw. der Windenarms 4 ist dann wieder frei drehbar.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Windenanordnung (1) einer Pistenraupe (2), wobei die Windenanordnung (1) ein Windenseil (3) sowie einen das Windenseil (3) führenden Windenarm (4) aufweist, der um eine Fahrzeughochachse (FH) drehbar gelagert ist, mit folgenden Schritten:

- Erfassen einer Änderung einer Seilspannung des Windenseils (3) in einem Windenbetrieb der Windenanordnung (1),
- Vorgeben eines Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung,
- Vorgeben eines Grenzwertes für die Seilspannungsänderung,
- Vergleich der erfassten Seilspannungsänderung des Windenseils (3) mit dem vorgegebenen Grenzwert und
- Ansteuern eines dem Windenarm (4) zugeordneten Drehantriebs (5) unter Berücksichtigung des Vergleichs derart, dass bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren folgende weitere Schritte aufweist:

- Erfassen einer Änderung einer Drehstellung des Windenarms (4) in dem Windenbetrieb der Windenanordnung (1),
- Vorgeben eines Grenzwertes für die Drehstellungsänderung,
- Vergleich der erfassten Drehstellungsänderung des Windenarms (4) mit dem vorgegebenen Grenzwert und
- Ansteuern des dem Windenarm (4) zugeordneten Drehantriebs (5) unter zusätzlicher Berücksichtigung dieses Vergleichs derart, dass bei einer Überschreitung des Grenzwertes für die Drehstellungsänderung durch die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend angenähert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) zu der Drehstellungsänderung des Windenarms (4) gleichsinnig oder gegensinnig erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Drehwinkel ( $\alpha$ ) des Windenarms (4) relativ zu einer Fahrzeuglängsachse (FL) erfasst wird, der bei der Erfassung der Drehstellungsänderung des Windenarms (4) in dem Windenbetrieb der Windenanordnung (1) berücksichtigt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erfas-

sung der Seilspannungsänderung des Windenseils (3) in dem Windenbetrieb der Windenanordnung (1) eine Zugkraft (Fz) an der Windenanordnung (1) zeitabhängig erfasst wird.

- 5
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) relativ zu einer von der Fahrzeughochachse (FH) und einem stationären Ankerpunkt (A) des Windenseils (3) aufgespannten Ebene (E) in einem Winkelbereich ( $\beta$ ) zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  erfolgt.
- 10
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren nach der aktiven Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) folgenden weiteren Schritt aufweist:
- 15
- Ansteuern des Drehantriebs (5) derart, dass sich der Windenarm (4) durch eine aktive Rückbewegung unter Berücksichtigung des Sollwertbereichs für die betriebsbedingte Seilspannung zu einer von der Fahrzeughochachse (FH) und einem stationären Ankerpunkt (A) des Windenseils (3) aufgespannten Ebene (E) hin ausrichtet.
- 20
- 25
8. Verfahren nach Anspruch 7, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren nach der aktiven Rückbewegung des Windenarms folgenden weiteren Schritt aufweist:
- 30
- Ansteuern des Drehantriebs (5) derart, dass dieser die Drehbarkeit des Windenarms (4) freigibt.
- 35
9. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 8 aufweisend:
- 40
- eine Windenanordnung (1) mit
    - einer Aufwickelvorrichtung (6) zur Speicherung und Aufwicklung des Windenseils (3), das an einem freien, der Aufwickelvorrichtung (6) abgewandten Endbereich (7) mit einem stationären Ankerpunkt (A) verankerbar ist,
    - einer der Aufwickelvorrichtung (6) zugeordneten Antriebseinrichtung (8) zur Einleitung von Zugkräften (Fz) auf das Windenseil (3),
    - einem Windenarm (4) zur Zuführung des Windenseils (2) zur Aufwickelvorrichtung (6), wobei der Windenarm (4) um eine Fahrzeughochachse (FH) drehbar gelagert ist und
- 45
- 50
- 55

- einem dem Windenarm (4) zugeordneten Drehantrieb (5) zur Erzeugung von aktiven Drehbewegungen des Windenarms (4) um die Fahrzeughochachse (FH), und
- eine Steuereinrichtung (9) zur Steuerung des Drehantriebs (5) des Windenarms (4), **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - eine Sensorik (10) zur Erfassung einer Seilspannungsänderung des Windenseils (3) in dem Windenbetrieb der Windenanordnung (1) vorgesehen ist und
  - ein elektronisches Datenverarbeitungssystem (11) vorgesehen ist, das einen Datenspeicher (12) aufweist, in dem die Daten des Sollwertbereichs für eine betriebsbedingte Seilspannung und der Grenzwert für die Seilspannungsänderung abgelegt sind, und das mit der Sensorik (10) gekoppelt ist, um bei einer Unterschreitung des Grenzwertes für die Seilspannungsänderung die Steuereinrichtung (9) des Drehantriebs (5) derart anzusteuern, dass sich durch eine aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass**

- eine weitere Sensorik (13) zur Erfassung einer Drehstellungsänderung des Windenarms (4) in dem Windenbetrieb der Windenanordnung (1) vorgesehen ist und
- das Datenverarbeitungssystem (11) einen Datenspeicher (14) aufweist, in dem der Grenzwert für die Drehstellungsänderung abgelegt ist, und mit der weiteren Sensorik (13) gekoppelt ist, um bei einer Überschreitung des Grenzwertes für die Drehstellungsänderung die Steuereinrichtung (9) des Drehantriebs (5) derart anzusteuern, dass sich durch die aktive Kompensationsdrehbewegung des Windenarms (4) die betriebsbedingte Seilspannung dem vorgegebenen Sollwertbereich zumindest weitestgehend annähert.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Sensorik (13) zur Erfassung der Drehstellung des Windenarms (4) einen Drehwinkelsensor (15) aufweist, der zur Erfassung eines Drehwinkels ( $\alpha$ ) des Windenarms (4) relativ zu einer Fahrzeuglängsachse (FL) ausgebildet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, weiter **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorik (10) zur Erfassung der Seilspannung des Win-

denseils (3) im Windenarm (4), insbesondere an einem vorderen Endbereich (16) des Windenarms (4), angeordnet ist und/oder einen Zugkraftsensor (17) zur Erfassung einer Zugkraft (Fz) an der Windenanordnung (1) aufweist.

5

13. Pistenraupe mit einer Vorrichtung nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche 9 bis 12.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

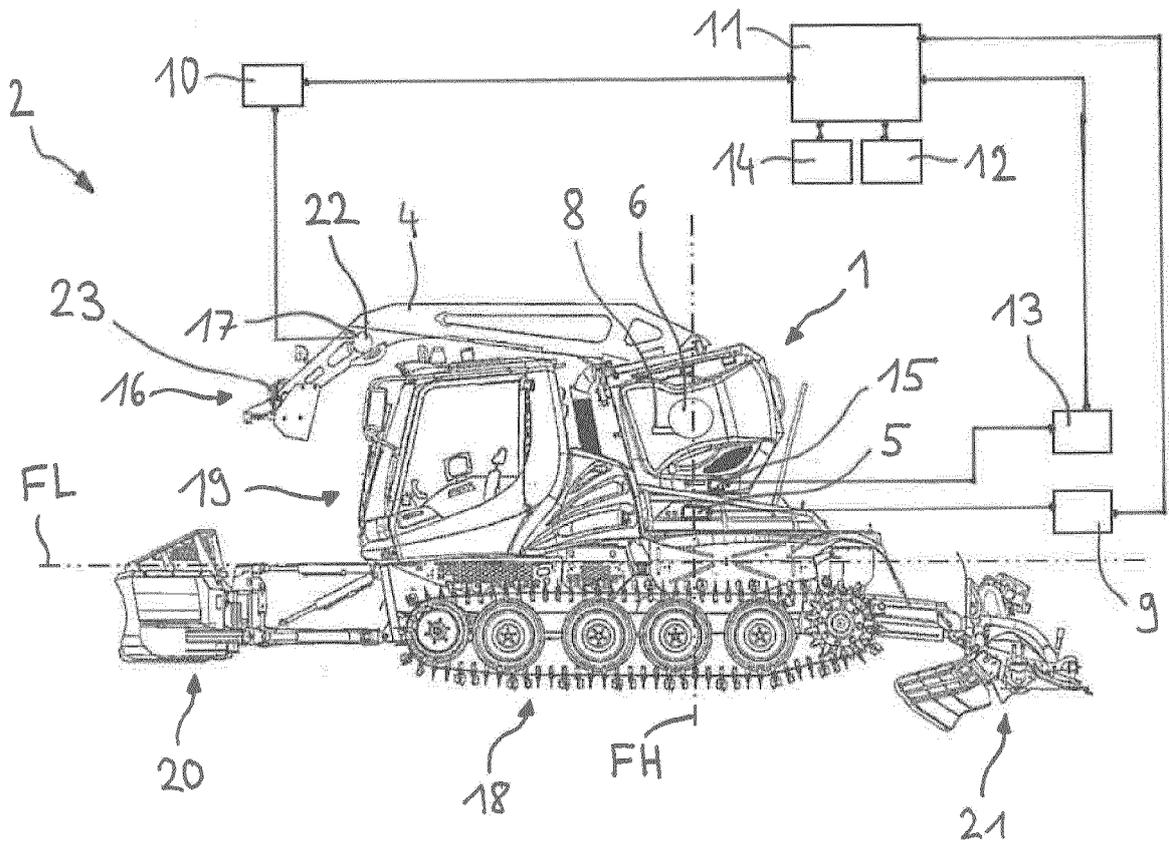


FIG. 1

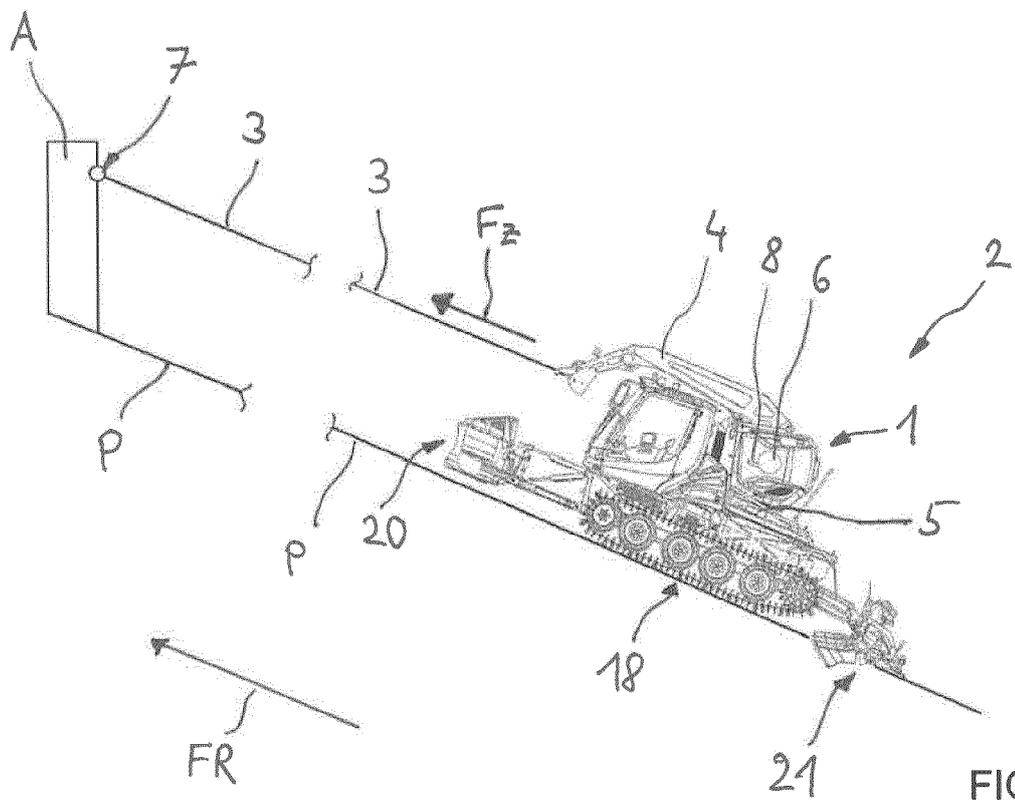


FIG. 2

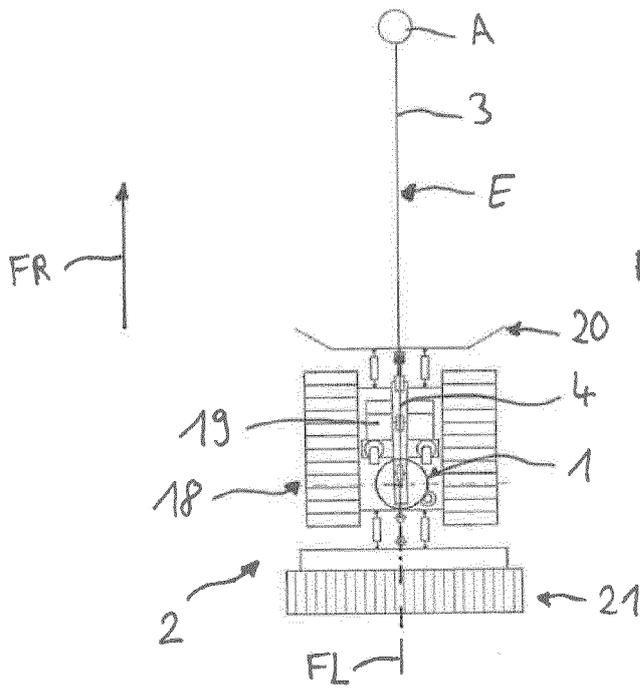


FIG. 3A

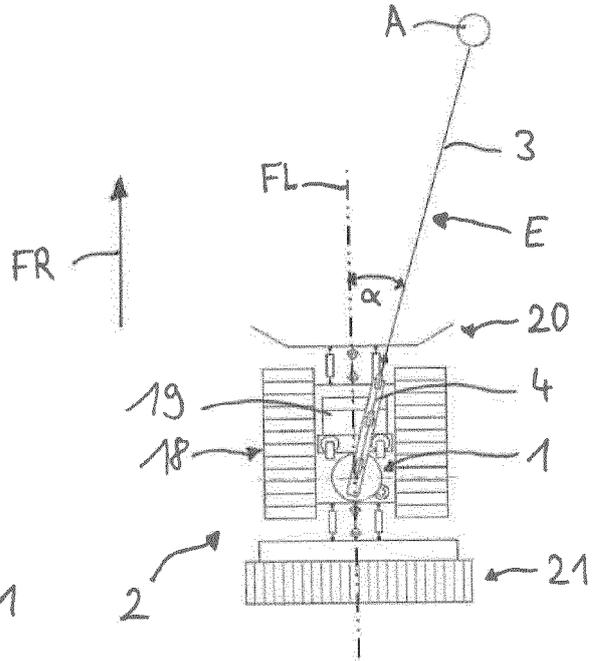


FIG. 3B

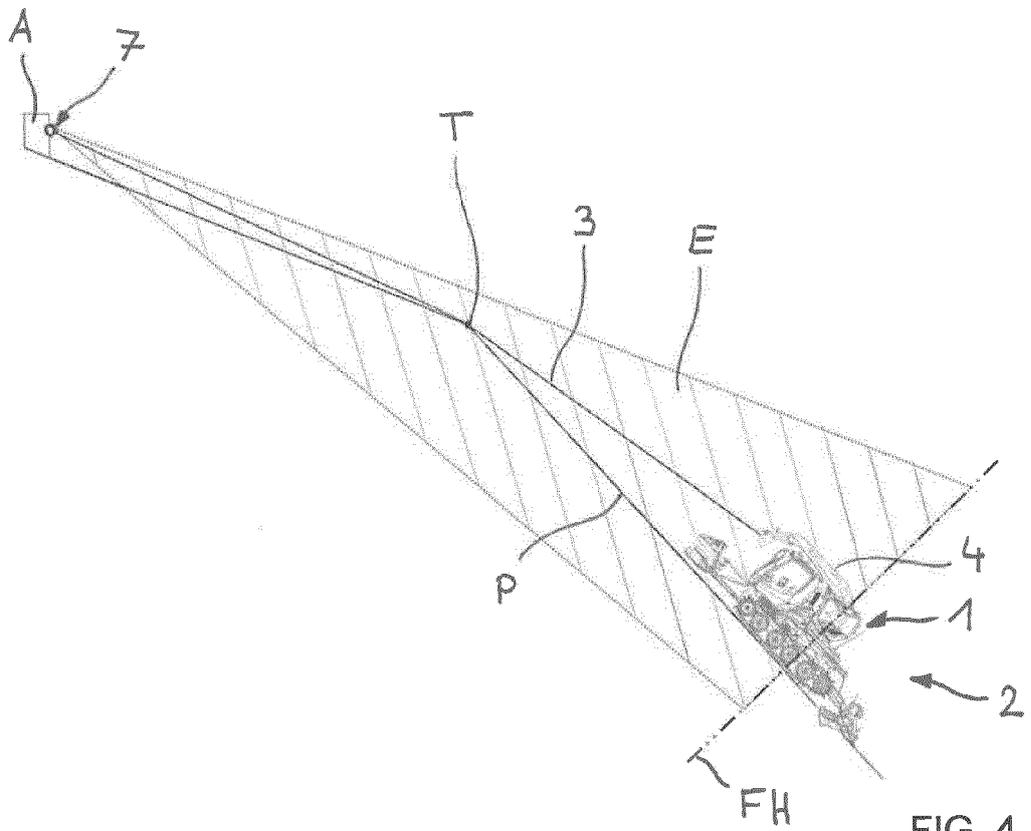


FIG. 4

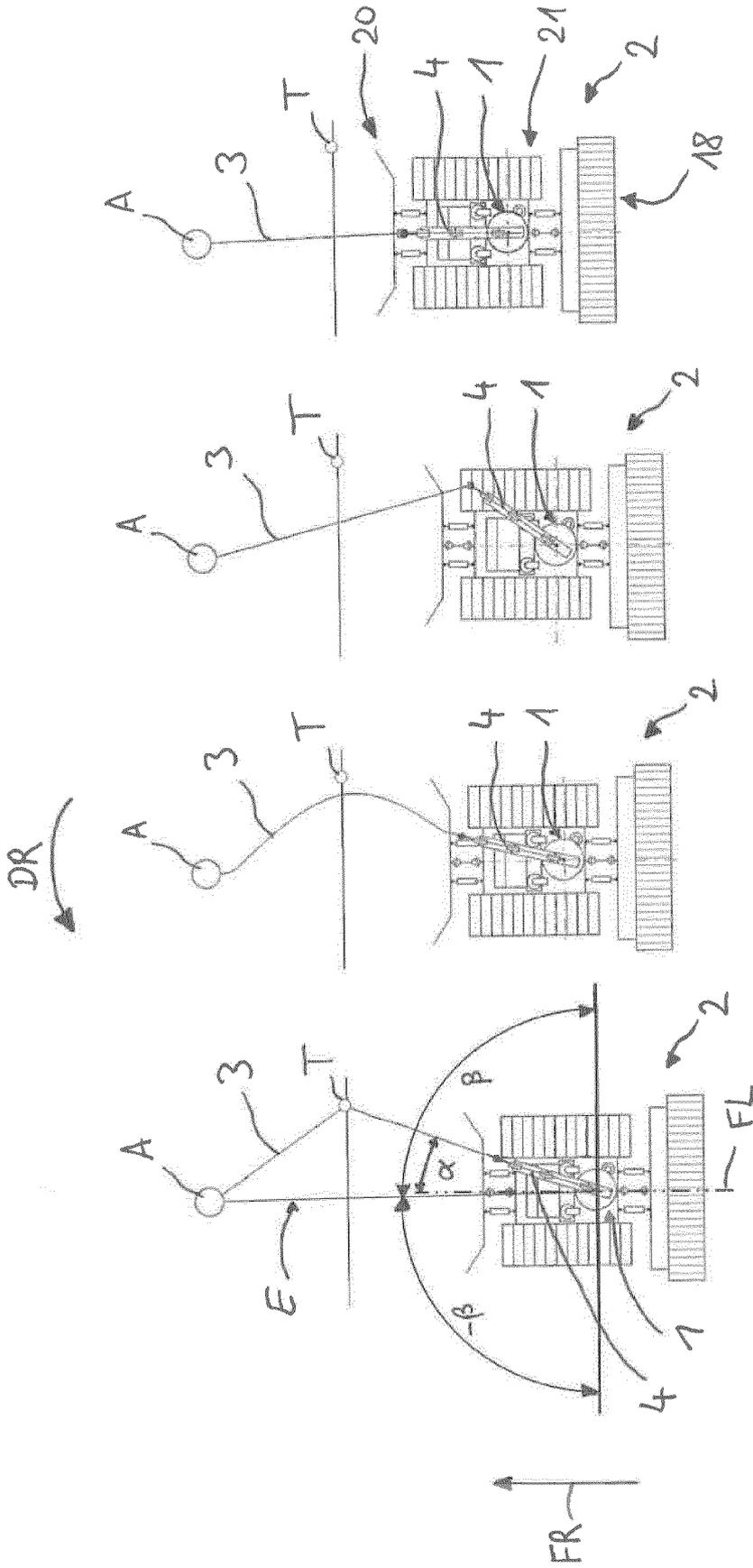


FIG. 5D

FIG. 5C

FIG. 5B

FIG. 5A



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 8114

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 554 750 A2 (KAESSBOHRER GELAENDEFAHRZEUG [DE]) 6. Februar 2013 (2013-02-06) * Zusammenfassung * * Absatz [0028] - Absatz [0033] * * Abbildungen *	1-13	INV. B66D1/50 E01H4/02 B66D1/36
A	WO 2007/000216 A1 (KAESSBOHRER GELAENDEFAHRZEUG [DE]; KANZLER HELMUT [DE] ET AL.) 4. Januar 2007 (2007-01-04) * Zusammenfassung * * Seite 19, Zeile 24 - Seite 21, Zeile 13 * * Abbildungen *	1-13	
A,D	EP 1 118 580 A1 (LEITNER SPA [IT]) 25. Juli 2001 (2001-07-25) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1-13	
A	WO 2018/225031 A1 (PRINOTH SPA [IT]) 13. Dezember 2018 (2018-12-13) * Zusammenfassung * * Seite 15, Zeile 8 - Seite 20, Zeile 4 * * Abbildungen *	1-13	RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC) B66D E01H
A	DE 10 2010 049984 A1 (KAESSBOHRER GELAENDEFAHRZEUG [DE]) 19. April 2012 (2012-04-19) * Zusammenfassung * * Absatz [0019] - Absatz [0030] * * Abbildungen *	1,9,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>7. Juli 2023</b>	Prüfer <b>Sheppard, Bruce</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 15 8114

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>EP 2554750 A2</b>	<b>06-02-2013</b>	<b>DE 102011080466 A1</b> <b>EP 2554750 A2</b>	<b>07-02-2013</b> <b>06-02-2013</b>
<b>WO 2007000216 A1</b>	<b>04-01-2007</b>	<b>AT 496175 T</b> <b>CA 2612954 A1</b> <b>DE 102005031076 A1</b> <b>EP 1896661 A1</b> <b>US 2010236107 A1</b> <b>WO 2007000216 A1</b>	<b>15-02-2011</b> <b>04-01-2007</b> <b>25-01-2007</b> <b>12-03-2008</b> <b>23-09-2010</b> <b>04-01-2007</b>
<b>EP 1118580 A1</b>	<b>25-07-2001</b>	<b>AT 276966 T</b> <b>EP 1118580 A1</b> <b>IT BZ20000005 A1</b> <b>JP 4780837 B2</b> <b>JP 2001248125 A</b> <b>US 2001017366 A1</b>	<b>15-10-2004</b> <b>25-07-2001</b> <b>21-07-2001</b> <b>28-09-2011</b> <b>14-09-2001</b> <b>30-08-2001</b>
<b>WO 2018225031 A1</b>	<b>13-12-2018</b>	<b>CA 3065740 A1</b> <b>CN 109019379 A</b> <b>EP 3634902 A1</b> <b>RU 2019140858 A</b> <b>US 2020115202 A1</b> <b>WO 2018225031 A1</b>	<b>13-12-2018</b> <b>18-12-2018</b> <b>15-04-2020</b> <b>13-07-2021</b> <b>16-04-2020</b> <b>13-12-2018</b>
<b>DE 102010049984 A1</b>	<b>19-04-2012</b>	<b>DE 102010049984 A1</b> <b>EP 2444355 A1</b> <b>EP 2444356 A1</b>	<b>19-04-2012</b> <b>25-04-2012</b> <b>25-04-2012</b>

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102007061110 A1 **[0005]**
- EP 2398966 B1 **[0006]**
- EP 1118580 A1 **[0007]**