

(19)



(11)

**EP 4 144 919 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.08.2024 Patentblatt 2024/32**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E02D 3/02** <sup>(2006.01)</sup> **B66D 1/36** <sup>(2006.01)</sup>  
**E02D 3/046** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **22204100.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B66C 13/46; B66D 1/485; B66D 1/505; E02D 3/02; E02D 3/046**

(22) Anmeldetag: **11.11.2020**

(54) **VERFAHREN UND BAUMASCHINE ZUR BODENVERDICHTUNG**

METHOD AND CONSTRUCTION MACHINE FOR SOIL COMPACTION

PROCÉDÉ ET ENGIN DE CONSTRUCTION POUR LE COMPACTAGE DU SOL

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder:  
• **HUGL, Andreas**  
**86666 Burgheim (DE)**  
• **PFEIFFER, David**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**  
• **SCHUELL, Andreas**  
**85302 Gerolsbach (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.03.2023 Patentblatt 2023/10**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**20206938.1 / 4 001 509**

(74) Vertreter: **Wunderlich & Heim Patentanwälte**  
**PartG mbB**  
**Irmgardstraße 3**  
**81479 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **BAUER Maschinen GmbH**  
**86529 Schrobenhausen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 144 260** **EP-A1- 3 708 528**  
**DE-A1- 102016 008 819** **DE-B- 1 040 215**

**EP 4 144 919 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bodenverdichtung mit einer Baumaschine, wobei ein Tragseil entlang eines Mastes geführt wird, das Tragseil mittels einer drehbar gelagerten Windentrommel einer Seilwinde auf- und abgewickelt wird, die Windentrommel mittels eines Windenantriebes drehend angetrieben wird und an dem Tragseil ein Verdichtungselement angeordnet wird, welches durch das Tragseil vertikal bewegt wird, wobei das Tragseil von der Windentrommel der Seilwinde abgewickelt wird und das Verdichtungselement von einer Position oberhalb einer Bodenfläche an dem Tragseil bis zu der Bodenfläche abgesenkt wird, wobei das Verdichtungselement auf die Bodenfläche aufschlägt und dabei den Boden verdichtet, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Baumaschine zur Bodenverdichtung mit einem Mast, einem Tragseil, welches entlang des Mastes geführt ist, einer Seilwinde mit einer drehbar gelagerten Windentrommel, an welcher das Tragseil zum Aufwickeln und Abwickeln angebracht ist, einem Windenantrieb zum drehenden Anreiben der Windentrommel, einem Verdichtungselement, welches zum vertikalen Bewegen an dem Tragseil angebracht ist, und einer Steuereinheit, durch welche die Seilwinde zum Abwickeln des Tragseiles von der Windentrommel betreibbar ist, wobei das Verdichtungselement an dem Tragseil bis zu einer Bodenfläche abgesenkt wird und das Verdichtungselement zum Verdichten des Bodens auf die Bodenfläche aufschlägt, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

**[0003]** Eine gattungsgemäße Baumaschine geht beispielsweise aus der EP 3 708 528 A1 hervor.

**[0004]** Bei einem Absenken eines Verdichtungselementes mittels einer solchen Baumaschine ist es üblicherweise vorgesehen, dass nach dem Auftreffen des Verdichtungselementes auf den Boden die Windentrommel mittels einer entsprechenden Bremseinrichtung abgebremst wird. Da das Verdichtungselement mit einer relativ schnellen Absenkgeschwindigkeit auf eine Bodenfläche auftrifft, kann sich an dem Tragseil sogenanntes Schlappseil und eine unerwünschte Seilschwingung ausbilden, die sich über den Mastkopf bis zu einer Windentrommel fortsetzt. Diese Seilschwingung kann dazu führen, dass Seilwicklungen an der Windentrommel aus ihrer vorgesehenen Position springen. Bei einem weiteren Betrieb der Windentrommel kann dies zu einem inkorrekten Aufwickeln des Tragseiles auf der Windentrommel führen, wobei das Seil die Rillung auf der Trommel kreuzt.

**[0005]** Eine derartige ungeordnete Seilwicklung an der Windentrommel kann zu Beschädigungen an der Windentrommel und insbesondere zu einem erhöhten Verschleiß des Tragseiles führen. Hierdurch kann sich nicht nur die Lebensdauer des Tragseiles erheblich verkürzen, sondern es kann insgesamt auch die maximale Traglast des Tragseiles beeinträchtigt werden.

**[0006]** Zur Sicherstellung einer korrekten Aufwicklung lehrt die EP 3 708 528 A1 im Bereich der Windentrommel eine Seilandruckeinrichtung mit mindestens einem Andruckelement vorzusehen. Hierdurch kann ein Ausbreiten der Seilschwingung des Tragseiles auf den auf der Windentrommel aufgewickelten Seilbereich zuverlässig vermieden werden. Die Seilandruckeinrichtung bedeutet einen zusätzlichen konstruktiven Aufwand und ist mit einem entsprechenden Platzbedarf an der Baumaschine verbunden. Weiterhin benötigt die Seilandruckeinrichtung auch eine Wartung in gewissen Zeitabständen.

**[0007]** Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren und eine Baumaschine zur Bodenverdichtung anzugeben, mit welchen den negativen Auswirkungen einer Seilschwingung des Tragseiles auf die Seilwicklung an der Windentrommel besonders effizient entgegengewirkt wird.

**[0008]** Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch eine Baumaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0009]** Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist zur Lösung der Aufgabe vorgesehen, dass nach dem Aufschlagen des Verdichtungselementes auf den Boden das Tragseil im Bereich der Winde zunächst kurz gespannt und anschließend vor einem erneuten Anheben des Verdichtungselementes vom Boden das Tragseil automatisch durch die Steuereinheit von der Windentrommel um einen gewissen Betrag abgewickelt wird. Vorzugsweise wird das Tragseil im direkten Anschluss wieder aufgewickelt.

**[0010]** Gemäß diesem Verfahren nach der Erfindung ist vorgesehen, einem inkorrekten Aufwickeln des Tragseiles auf der Windentrommel dadurch entgegenzuwirken, indem das Tragseil zuerst im Bereich der Winde ohne Anheben des Verdichtungselementes vom Boden kurz gespannt wird. Im Anschluss, vor einem Anheben des Verdichtungselementes vom Boden wird das so gespannte Tragseil automatisch durch die Steuereinheit um einen gewissen Betrag abgewickelt und entspannt, wobei ein möglicherweise aufgetretener Versatz der Wicklung auf der Windentrommel durch Abwickeln wieder entfernt wird.

**[0011]** Anschließend kann das Tragseil wieder automatisch durch die Steuereinheit aufgewickelt und das Verdichtungselement vom Boden abgehoben werden, bis das Verdichtungselement wieder die gewünschte Ausgangsposition oberhalb des Bodens für einen erneuten Verdichtungs Vorgang erreicht.

**[0012]** Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren ist sichergestellt, dass selbst bei einem aufgetretenen Versatz an der Seilwicklung dieser automatisch durch die Steuereinheit wieder zuverlässig beseitigt wird und sich so keine bleibende inkorrekte Wicklung des Tragseiles an der Windentrommel ausbilden kann. Hierdurch wird ebenfalls einem Seilverschleiß zuverlässig entgegenge-

wirkt.

**[0013]** Der Betrag oder das Maß des Abwickelns des Tragseiles vor einem erneuten Anheben des Verdichtungselementes durch Aufwickeln des Tragseiles kann in jeder geeigneten Weise eingestellt werden. Besonders vorteilhaft ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass ein Abwickeln des Tragseiles soweit erfolgt, bis eine korrekte Wicklung des Tragseiles auf der Windentrommel gegeben ist. Hierdurch wird auch langfristig eine saubere Wicklung und damit ein geringer Verschleiß des Tragseiles sichergestellt.

**[0014]** Die Wicklung kann dabei bei entsprechender Anordnung der Windentrommel an einer Baumaschine unmittelbar durch einen Maschinenbediener aus einer Bedienkabine beobachtet werden. Eine saubere Seilwicklung kann auch bei einer beliebigen Anordnung der Windentrommel nach einer Weiterentwicklung der Erfindung dadurch sichergestellt werden, dass mittels einer Sensoreinheit, insbesondere einer Kameraeinheit oder einer Radareinheit oder einem anderen geeigneten Sensor, eine Wicklung des Tragseiles auf der Windentrommel erfasst wird. Das Bild der Kameraeinheit etwa kann dabei einem Maschinenbediener in der Maschinenkabine angezeigt werden. Eine Erfassung kann optisch, berührungslos über Energiewellen, taktil, elektronisch, magnetisch, durch Reed-Kontakt oder in einer sonstigen geeigneten Weise erfolgen.

**[0015]** Alternativ oder ergänzend kann die Sensoreinheit mit der Steuereinheit in Verbindung stehen, welche anhand von durch die Sensoreinheit erfassten Signalen oder Daten ermittelt, ob eine korrekte Wicklung auf der Windentrommel gegeben ist. Das Signal oder die Daten können insbesondere ein Bild sein. Das erfasste Sensorsignal zur Seilwicklung wird elektronisch, etwa mit einer Bildverarbeitungssoftware, ausgewertet. Abhängig von einem eventuell festgestellten Versatz einer Seilwicklung auf der Windentrommel kann durch den Maschinenbediener oder die Steuereinheit ein Betrag oder ein Maß der Abwicklung des Tragseiles individuell eingestellt werden, bis eine korrekte Seilwicklung an der Windentrommel gegeben ist. Der Betrag der Abwicklung kann als ein Drehwinkelmaß für die Windentrommel oder ein Längenmaß für das Tragseil oder eine Zeitspanne für die Ansteuerung des Windenantriebs (mit definierter Geschwindigkeit) vorgegeben sein.

**[0016]** Nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass der Betrag der Abwicklung des Tragseiles vor einem erneuten Hubvorgang des Verdichtungselementes automatisch durch die Steuereinheit oder durch einen Maschinenbediener eingestellt wird. Der Betrag kann gleichbleibend oder veränderlich sein.

**[0017]** Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bodenverdichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Windentrommel beim Abwickeln des Tragseiles über eine Kupplungseinrichtung von dem Windenantrieb entkoppelt wird, dass noch vor einem Aufschlagen des Verdichtungselementes auf die Bodenflä-

che der Windenantrieb in einer Drehrichtung zum Aufwickeln des Tragseiles angetrieben wird und dass nach dem Aufschlagen des Verdichtungselementes auf die Bodenfläche die Kupplungseinrichtung die Windentrommel mit dem bereits drehend angetriebenen Windenantrieb kuppelt.

**[0018]** Das Verfahren beruht dabei auf der Erkenntnis, dass eine unzureichende Spannung des Tragseiles im Bereich der Winde verursacht durch eine Seilwicklung dazu führen kann, dass Seilwicklungen an der Windentrommel aus ihrer vorgesehenen Position springen. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Windenantrieb über eine Kupplungseinrichtung beim Abwickeln des Tragseiles in einer Zeitspanne vor dem Aufschlagen des Verdichtungselementes auf die Bodenfläche von der Windentrommel entkoppelt. Die Bewegung der Windentrommel ist somit unabhängig von der Bewegung des Windenantriebes. Diese Unabhängigkeit kann dazu genutzt werden, den Windenantrieb frühzeitig in einer Drehrichtung zu betreiben, welche zum Aufwickeln des Tragseiles benötigt wird. Durch die Kupplungseinrichtung kann insbesondere unmittelbar nach dem Aufschlagen des Verdichtungselementes auf die Bodenfläche die Windentrommel wieder mit dem Windenantrieb verbunden oder gekuppelt werden, wobei sich das an der Antriebswelle anliegende Drehmoment des Windenantriebes unmittelbar auf die Windentrommel auswirken kann und eine daraus resultierende abrupt startende Drehbewegung der Windentrommel Richtung Aufwickeln des Tragseils zu einer sehr schnellen Seilspannung im Bereich der Winde führt.

**[0019]** Die sonst übliche Anlaufphase eines Windenantriebes wird dabei vermieden. Nach der Erfindung kann so unmittelbar nach oder beim Auftreffen des Verdichtungselementes auf die Bodenfläche über die Windentrommel eine Aufwickelkraft auf das Tragseil aufgebracht werden, so dass dieses im Bereich der Winde wieder unmittelbar gespannt wird. Aufgrund dieser sich unmittelbar einstellenden Seilspannung wird einer Bildung von Schlappseil im Bereich der Winde und einem damit verbundenen Springen von Seilwicklungen an der Windentrommel aus ihrer vorgesehenen Position in erheblichem Maße entgegengewirkt. Hierdurch reduziert sich die Gefahr eines unerwünschten Versatzes von Seilwicklungen auf der Windentrommel.

**[0020]** Das Tragseil kann grundsätzlich direkt mit dem Verdichtungselement verbunden sein. Bevorzugt ist eine Kette und/oder ein Stahlseilgehänge als ein Puffer zwischen dem Tragseil und dem Verdichtungselement angeordnet. Hierdurch kann beim Abbremsen eine Stauchung des Tragseiles durch Aufstehen auf dem Verdichtungselement vermieden werden. Bei einem Stahlseilgehänge kann optional zwischen Tragseil und dem Stahlseilgehänge mindestens ein zusätzliches Gewicht, etwa in Form einer Stahltraverse, angeordnet sein.

**[0021]** Grundsätzlich kann das Verfahren zur Bodenverdichtung von Hand durch einen Maschinenbediener durchgeführt werden. Besonders vorteilhaft ist es nach

einer Weiterbildung der Erfindung, dass das Verfahren automatisch mittels einer Steuereinheit durchgeführt wird. Die Steuereinheit kann dabei insbesondere mit dem Windenantrieb und der Kupplungseinrichtung in Verbindung stehen und diese entsprechend betätigen. Die Steuereinheit kann auch mit einem oder mehreren Sensoren in Verbindung stehen, durch welche eine Position des Verdichtungselementes und/oder die Seilspannung erfasst wird. Die Kupplungseinrichtung kann als eine sperrbare Freilaufkupplung ausgebildet sein, wobei ein Sperren oder Entsperrn von der Steuereinheit bewirkt werden kann.

**[0022]** Die Kupplungseinrichtung kann grundsätzlich in jeder geeigneten Weise ausgebildet sein. Besonders zweckmäßig ist es nach einer Weiterentwicklung der Erfindung, dass die Kupplungseinrichtung eine Freifallbremse umfasst, wobei ein Abwickeln des Trageiles in einem Freifall des Verdichtungselementes erfolgt. Durch eine Freifallbremse kann nach Öffnung der Bremse die Windentrommel reibungsarm allein durch das Gewicht des am Trageil angehängten Verdichtungselementes angetrieben werden, wobei das Verdichtungselement sozusagen im freien Fall auf die Bodenfläche aufschlagen kann. Bei diesem freien Fall ist eine gewisse Mindestzugspannung an dem Trageil gegeben. Durch die Freifallbremse kann auf elektronischem Weg oder durch entsprechende mechanische Komponenten bei einem Auftreffen auf die Bodenfläche und einer dabei auftretenden Reduzierung der Seilspannung ein Freifall- oder Freilaufmodus beendet werden, wobei unmittelbar ein Kuppeln, also die Herstellung einer drehmomentübertragenden Verbindung, zwischen dem Windenantrieb und der Windentrommel hergestellt werden. Die Freifallbremse, die ein Teil der Kupplungseinrichtung sein kann oder diese insgesamt bildet, kann in Verbindung mit der Steuereinheit stehen, welche grundsätzlich eine elektronische Rechneinheit umfassen kann.

**[0023]** Grundsätzlich kann die Kupplungseinrichtung zu jedem beliebigen Zeitpunkt betätigt werden. Eine bevorzugte Verfahrensvariante der Erfindung besteht darin, dass die Kupplungseinrichtung bei Erreichen der Bodenfläche durch das Verdichtungselement ein Kuppeln durchführt. Damit ist sichergestellt, dass zum einen eine möglichst freie Fallbewegung des Verdichtungselementes erreicht wird und zum anderen unmittelbar nach Auftreffen auf dem Boden eine Drehmomentübertragung von dem Windenantrieb auf die Windentrommel zur Erzeugung einer gewünschten Seilspannung des Trageiles im Bereich der Winde gegeben ist.

**[0024]** Grundsätzlich kann ein beliebiges Drehmoment für eine beliebige Zeitspanne an dem Windenantrieb eingestellt werden. Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorteilhaft, dass durch den Windenantrieb beim Kuppeln ein Anzugsdrehmoment erzeugt wird, durch welches das Trageil im Bereich der Winde gespannt wird. Das Anzugsdrehmoment kann vorzugsweise so ausgebildet sein, dass dieses zu einer gewünschten Seilspannung führt, jedoch das Ver-

dichtungselement nicht vom Boden angehoben wird. Zum Anheben kann dann ein zweites, höheres Drehmoment eingestellt werden. Es ist jedoch auch die Einstellung eines Anzugsdrehmoments möglich, bei dem unmittelbar ein Anheben des Verdichtungselementes erfolgt, so dass dieses zu einer Ausgangsposition oberhalb der Bodenfläche zurückbewegt werden kann, um einen weiteren Verdichtungs Vorgang durchzuführen.

**[0025]** Hinsichtlich der Baumaschine ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, welche zum Durchführen eines der zuvor beschriebenen Verfahren zur Bodenverdichtung ausgebildet ist. Die Steuereinheit kann dabei insbesondere eine elektronische Steuereinheit sein und insbesondere in eine bestehende Steuereinheit einer Baumaschine integriert werden.

**[0026]** Grundsätzlich kann die Windentrommel auch unmittelbar am Mast und insbesondere in einem oberen Bereich des Mastes angeordnet sein. Besonders zweckmäßig ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass das Trageil über einen Mastkopf am oberen Ende des Mastes geführt ist. Die Windentrommel und der Windenantrieb können so insbesondere unmittelbar oder nahe an einem Trägergerät vorgesehen sein, so dass die Baumaschine insgesamt einen möglichst tief liegenden Gesamtschwerpunkt aufweist.

**[0027]** Das Trägergerät kann insbesondere einen Unterwagen mit einem darauf drehbar gelagerten Oberwagen aufweisen. Der Unterwagen kann insbesondere ein Fahrwerk, insbesondere ein Raupenfahrwerk, umfassen.

**[0028]** Zur Sicherstellung einer korrekten Wicklung auf der Windentrommel ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung zweckmäßig, dass im Bereich der Windentrommel mindestens eine Sensoreinheit, insbesondere eine Kameraeinheit, eine Radareinheit oder ein Ultraschall- bzw. ein weiterer geeigneter Sensor, zum Erfassen einer Wicklung des Trageiles auf der Windentrommel angeordnet ist.

**[0029]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels weiter erläutert, welches schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt ist. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Baumaschine, und

Fig. 2 eine perspektivische Detailansicht einer Windentrommel.

**[0030]** Eine als Raupenkrane ausgebildete erfindungsgemäße Baumaschine 10 von Fig. 1 weist ein mobiles Trägergerät 12 auf. Das Trägergerät 12 umfasst ein Raupenfahrwerk 14, auf welchem ein Oberwagen 15 drehbar gelagert ist. An dem Oberwagen 15 ist schwenkbar um eine horizontale Schwenkachse ein Mast 16 gelagert, welcher auch als Auslegerarm bezeichnet wird. Zum Verschwenken des Mastes 16 sind am Oberwagen 15

in grundsätzlich bekannter Weise ein Halteträger 26, ein Stützträger 28 und ein Stellseilmechanismus 27 vorgesehen.

**[0031]** Über einen Mastkopf 18 des Mastes 16 ist vom Oberwagen 15 mindestens ein Tragseil 20 geführt, an welchem ein Verdichtungselement 30 aufgehängt ist, welches in dem dargestellten Ausführungsbeispiel als ein Aufschlaggewicht 32 für eine Bodenverdichtung ausgebildet ist. In dem Ausführungsbeispiel ist das Tragseil 20 über eine doppelte Windenanordnung in dem Oberwagen 15 verstellbar angetrieben, wie dies grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Zur Vermeidung einer Seilschwingung können an den insgesamt zwei Abschnitten des Tragseiles 20 jeweils eine Seilandruckeinrichtung 40 angeordnet sein, von denen eine an dem Halteträger 26, auch A-Bock genannt, und die andere an dem Mast 16 angebracht ist. Die Enden des Tragseils 20 sind jeweils an einer Seilwinde im Oberwagen 15 angebracht, so dass eine Doppelseilwindenanordnung für schnelle Hubvorgänge gegeben ist. Am Oberwagen 15 kann insbesondere in einer Kabine eine Steuereinheit vorgesehen sein.

**[0032]** Gemäß Fig. 2 ist eine mögliche Anordnung einer Seilwinde 22 für die erfindungsgemäße Baumaschine 10 dargestellt. Die Seilwinde 22 weist eine Windentrommel 24 zum Auf- und Abwickeln des Tragseiles 20 auf. Die Windentrommel 24 kann über einen nur teilweise dargestellten Windenantrieb 23 über eine zwischengeschaltete Kupplungseinrichtung 25 drehend in grundsätzlich beide Drehrichtungen angetrieben werden.

**[0033]** Die Kupplungseinrichtung 25 kann als eine sperrbare Freilaufkupplung oder eine sogenannte Freifallbremse ausgebildet sein, wobei das Tragseil 20 allein über das Gewicht des Verdichtungselementes 30 sozusagen im freien Fall abgewickelt wird. Beim Aufschlagen des Verdichtungselementes 30 auf eine Bodenfläche zur Bodenverdichtung kann die Kupplungseinrichtung 25 unmittelbar wieder eine drehfeste Verbindung zwischen dem Windenantrieb 23 und der Windentrommel 24 herstellen.

**[0034]** Es ist dabei vorgesehen, dass bereits vor einem erneuten Verbinden durch die Kupplungseinrichtung 25 der Windenantrieb 23 vorzugsweise über die Steuereinheit in eine Aufwickelrichtung, im dargestellten Ausführungsbeispiel im Uhrzeigersinn, angetrieben wird. Somit liegt unmittelbar beim Kuppeln durch die Kupplungseinrichtung 25 ein Anzugsdrehmoment des Windenantriebes 23 an der Windentrommel 24 an. So kann eine gewünschte Spannung des Tragseiles 20 im Bereich der Seilwinde 22 bewirkt werden. Hierdurch wird der Ausbildung von Schlappseil und insbesondere der Übertragung einer Seilschwingung des Tragseiles 20 auf die Wicklung des Tragseiles 20 auf der Windentrommel 24 effektiv entgegengewirkt. Eine saubere Wicklung des Tragseiles 20 auf der Windentrommel 24 kann von einer Kameraeinheit 50 als Sensoreinheit überwacht werden. Anstelle der Kameraeinheit 50 kann auch eine Radareinheit, Ultraschall- oder ein anderer geeigneter Sensor

wie z. B. ein optischer Sensor, ein Magnetsensor oder ein Reed-Kontakt verwendet werden.

**[0035]** Abhängig von dem erfassten Bild bzw. Sensorsignal durch die Kameraeinheit 50 bzw. dem angezeigten Sensorsignal kann über einen Maschinenbediener oder vorzugsweise automatisch über die Steuereinheit beim Auftreten eines unerwünschten Versatzes des Tragseiles 20 an der Windentrommel 24 eine Abwicklung des Tragseiles 20 erfolgen, bevor das Verdichtungselement 30 wieder vom Boden angehoben wird.

**[0036]** Insbesondere nach Beruhigung einer Seilschwingung kann über die Windentrommel 24 ein sauberes Aufwickeln mit einem anschließenden Abheben des Verdichtungselementes 30 vom Boden erfolgen. So kann sich eine saubere Wicklung des Tragseiles 20 auf der Windentrommel 24 einstellen.

**[0037]** Ergänzend kann an der Windentrommel 24 eine grundsätzlich bekannte weitere Seilandruckeinrichtung 40 mit einem plattenförmigen Andruckelement 42 vorgesehen sein. Das Andruckelement 42 ist bewegbar mittels eines Grundträgers 46 gelagert und kann mittels eines Andruckzylinders 48 zur zusätzlichen Vermeidung eines Seilversatzes an die Seilwicklung auf der Windentrommel 24 angedrückt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bodenverdichtung mit einer Baumaschine (10), wobei

- ein Tragseil (20) entlang eines Mastes (16) geführt wird,

- das Tragseil (20) mittels einer drehbar gelagerten Windentrommel (24) einer Seilwinde (22) auf- und abgewickelt wird,

- die Windentrommel (24) mittels eines Windenantriebes (23) drehend angetrieben wird und

- an dem Tragseil (20) ein Verdichtungselement (30) angeordnet wird, welches durch das Trag-

seil (20) vertikal bewegt wird, wobei das Tragseil (20) von der Windentrommel (24) der Seilwinde (22) abgewickelt wird und das Verdichtungselement (30) von einer Position oberhalb einer Boden-

fläche an dem Tragseil (20) bis zu der Bodenfläche abgesenkt wird, wobei das Verdich-

tungselement (30) auf die Bodenfläche aufschlägt und dabei der Boden verdichtet wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** das Tragseil (20) nach dem Aufschlagen des Verdichtungselementes (30) auf den Boden

zunächst im Bereich der Seilwinde (22) gespannt und anschließend vor einem erneuten

Anheben des Verdichtungselementes (30) vom Boden das Tragseil (20) automatisch von der

Steuereinheit von der Windentrommel (24) um einen gewissen, vorzugsweise vom Maschinen-

föhrer einstellbaren, Betrag abgewickelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein Abwickeln des Tragseiles (20) soweit erfolgt, bis eine korrekte Wicklung des Tragseiles (20) auf der Windentrommel (24) gegeben ist. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der Betrag der Abwicklung des Tragseiles (20) vor einem erneuten Hubvorgang des Verdichtungselementes (30) durch einen Maschinenbediener oder automatisch durch eine Steuereinheit eingestellt wird. 10
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** mittels einer Sensoreinheit, insbesondere einer Kameraeinheit (50) oder einer Radareinheit, eine Wicklung des Tragseiles (20) auf der Windentrommel (24) erfasst wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Sensoreinheit mit einer Steuereinheit in Verbindung steht, welche anhand eines von der Sensoreinheit erfassten Signals ermittelt, ob eine korrekte Wicklung auf der Windentrommel (24) gegeben ist. 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Verfahren automatisch mittels einer Steuereinheit durchgeführt wird. 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Windentrommel (24) beim Abwickeln des Tragseiles (20) über eine Kupplungseinrichtung (25) von dem Windenantrieb (23) entkoppelt wird, 40
  - **dass** noch vor einem Aufschlagen des Verdichtungselementes (30) auf die Bodenfläche der Windenantrieb (23) in einer Drehrichtung zum Aufwickeln des Tragseiles (20) angetrieben wird und 45
  - **dass** nach dem Aufschlagen des Verdichtungselementes (30) auf die Bodenfläche die Kupplungseinrichtung (25) die Windentrommel (24) mit dem bereits drehend angetriebenen Windenantrieb (23) kuppelt. 50
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kupplungseinrichtung (25) eine Freifallbremse umfasst, wobei ein Abwickeln des Tragseiles (20) in einem Freifall des Verdichtungselementes (30) erfolgt. 55
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kupplungseinrichtung (25) bei Erreichen der Bodenfläche durch das Verdichtungselement (30) ein Kuppeln durchführt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** durch den Windenantrieb (23) beim Kuppeln ein Anzugsdrehmoment erzeugt wird, durch welches das Tragseil (20) im Bereich der Seilwinde (22) gespannt wird.
11. Baumaschine zur Bodenverdichtung, mit
- einem Mast (16),
  - einem Tragseil (20), welches entlang des Mastes (16) geführt ist,
  - einer Seilwinde (22) mit einer drehbar gelagerten Windentrommel (24), an welcher das Tragseil (20) zum Aufwickeln und Abwickeln angebracht ist,
  - einem Windenantrieb (23) zum drehenden Antreiben der Windentrommel (24),
  - einem Verdichtungselement (30), welches zum vertikalen Bewegen an dem Tragseil (20) angeordnet ist, und
  - einer Steuereinheit, durch welche die Seilwinde zum Abwickeln des Tragseiles (20) von der Windentrommel betreibbar ist, wobei das Verdichtungselement (30) an dem Tragseil (20) bis zu einer Bodenfläche abgesenkt wird und das Verdichtungselement (30) zum Verdichten des Bodens auf die Bodenfläche aufschlägt,
- dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Steuereinheit vorgesehen ist, welche zum Durchführen des Verfahrens zur Bodenverdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgebildet ist.
12. Baumaschine nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Tragseil (20) über einen Mastkopf (18) am oberen Ende des Mastes (16) geführt ist.
13. Baumaschine nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** im Bereich der Windentrommel (24) mindestens eine Sensoreinheit, insbesondere eine Kameraeinheit (50) oder eine Radareinheit, zum Erfassen einer inkorrekten Wicklung des Tragseiles (20) auf der Windentrommel (24) angeordnet ist.
- Claims**
1. Method for soil compaction with a construction machine (10), wherein

- a support cable (20) is guided along a mast (16),  
 - the support cable (20) is wound and unwound by means of a rotatably mounted winch drum (24) of a cable winch (22),  
 - the winch drum (24) is rotatably driven by means of a winch drive (23), and  
 - a compacting element (30) is arranged on the support cable (20) and is moved vertically by the support cable (20), wherein the support cable (20) is unwound from the winch drum (24) of the cable winch (22) and the compacting element (30) is lowered on the support cable (20) from a position above a ground surface up to the ground surface, wherein the compacting element (30) strikes the ground surface and compacting the soil in this process,  
**characterised in that**  
 - after the compacting element (30) strikes the ground, the support cable (20) is first tensioned in the region of the cable winch (22) and then, before the compacting element (30) is lifted up from the ground again, the support cable (20) is automatically unwound by the control unit from the winch drum (24) by a certain amount, which can preferably be set by the machine driver.
2. The method according to claim 1,  
**characterised in that**  
 the support cable (20) is unwound until the support cable (20) is correctly wound on the winch drum (24).
3. The method according to one of claims 1 or 2,  
**characterised in that**  
 the amount by which the support cable (20) is unwound before a new lifting operation of the compacting element (30) is set by a machine operator or automatically by a control unit.
4. The method according to one of claims 1 to 3,  
**characterised in that**  
 a winding of the support cable (20) on the winch drum (24) is detected by means of a sensor unit, in particular a camera unit (50) or a radar unit.
5. The method according to claim 4,  
**characterised in that**  
 the sensor unit is connected to a control unit which, by means of a signal detected by the sensor unit, determines whether the winding on the winch drum (24) is correct.
6. The method according to one of claims 1 to 5,  
**characterised in that**  
 the method is carried out automatically by means of a control unit.
7. The method according to one of claims 1 to 6,  
**characterised in that**  
 - the winch drum (24) is uncoupled from the winch drive (23) via a coupling device (25) while the support cable (20) is unwound,  
 - **in that** still before the compacting element (30) strikes the ground surface, the winch drive (23) is driven in a rotation direction to wind the support cable (20), and  
 - **in that** after the compacting element (30) strikes the ground surface, the coupling device (25) couples the winch drum (24) to the already rotatably driven winch drive (23).
8. The method according to claim 7,  
**characterised in that**  
 the coupling device (25) comprises a free-fall brake, wherein the support cable (20) is unwound in a free fall of the compacting element (30).
9. The method according to claim 7 or 8,  
**characterised in that**  
 the coupling device (25) performs a coupling operation when the compacting element (30) reaches the ground surface.
10. The method according to one of claims 1 to 9,  
**characterised in that**  
 a tightening torque is generated by the winch drive (23) on coupling, causing the support cable (20) to be tensioned in the region of the cable winch (22).
11. A construction machine for soil compaction, comprising  
 - a mast (16),  
 - a support cable (20), which is guided along the mast (16),  
 - a cable winch (22) with a rotatably mounted winch drum (24) to which the support cable (20) is attached for winding and unwinding,  
 - a winch drive (23) for rotatably driving the winch drum (24),  
 - a compacting element (30), which is arranged on the support cable (20) for vertical movement, and  
 - a control unit, by which the cable winch can be operated for unwinding the support cable (20) from the winch drum, wherein the compacting element (30) is lowered on the support cable (20) up to a ground surface and the compacting element (30) strikes the ground surface to compact the soil,  
**characterised in that**  
 a control unit is provided, which is configured to carry out the method for soil compaction according to one of claims 1 to 10.

12. The construction machine according to claim 11, **characterised in that** the support cable (20) is guided via a mast head (18) at the upper end of the mast (16).

13. The construction machine according to claim 11 or 12, **characterised in that** at least one sensor unit, in particular a camera unit (50) or a radar unit, is arranged in the region of the winch drum (24) to detect an incorrect winding of the support cable (20) on the winch drum (24).

## Revendications

1. Procédé de compactage de sol avec un engin de construction (10), dans lequel

- un câble de support (20) est guidé le long d'un mât (16),
- le câble de support (20) est enroulé et déroulé au moyen d'un tambour de treuil (24) monté tournant qui fait partie d'un treuil (22),
- le tambour de treuil (24) est entraîné en rotation au moyen d'un entraînement de treuil (23), et
- un élément de compactage (30) est disposé sur le câble de support (20), lequel est déplacé verticalement par le câble de support (20), le câble de support (20) étant déroulé du tambour de treuil (24) du treuil (22) et l'élément de compactage (30) étant abaissé, sur le câble de support (20), depuis une position au-dessus d'une surface au sol jusqu'à la surface au sol avec une percussion de l'élément de compactage (30) contre la surface au sol, le sol étant ainsi compacté,

### caractérisé

- **en ce que** le câble de support (20) est tendu d'abord au niveau de la zone du treuil (22) après que l'élément de compactage (30) a percuté le sol puis le câble de support (20) est déroulé automatiquement par l'unité de commande du tambour de treuil (24) d'une certaine longueur pouvant être réglée de préférence par le conducteur d'engin avant que l'élément de compactage (30) ne soit à nouveau soulevé du sol.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un déroulement du câble de support (20) est effectué jusqu'à ce qu'un enroulement correct du câble de support (20) sur le tambour de treuil (24) soit réalisé.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la longueur de déroulement du câble de support (20) est réglée par un opérateur

d'engin ou automatiquement par une unité de commande avant une nouvelle opération de levage de l'élément de compactage (30).

5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**un enroulement du câble de support (20) sur le tambour de treuil (24) est détecté au moyen d'une unité de capteur, en particulier d'une unité de caméra (50) ou d'une unité radar.

10 5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'unité de capteur est reliée à une unité de commande qui détermine, à l'aide d'un signal détecté par l'unité de capteur, si un enroulement correct est réalisé sur le tambour de treuil (24).

15 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le procédé est automatiquement mis en oeuvre au moyen d'une unité de commande.

20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait :**

- **que** le tambour de treuil (24) est découplé de l'entraînement de treuil (23) lors du déroulement du câble de support (20) par l'intermédiaire d'un dispositif de couplage (25),

- **que**, avant encore que l'élément de compactage (30) ne percute la surface au sol, l'entraînement de treuil (23) est entraîné dans une direction de rotation pour enrouler le câble de support (20), et

- **que**, après la percussion contre le sol de l'élément de compactage (30), le dispositif de couplage (25), couple le tambour de treuil (24) à l'entraînement de treuil (23) déjà entraîné en rotation.

30 8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de couplage (25) comprend un frein de chute libre, dans lequel un déroulement du câble de support (20) est effectué lors d'une chute libre de l'élément de compactage (30).

35 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de couplage (25) met en oeuvre un couplage lorsque l'élément de compactage (30) a atteint la surface au sol.

40 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**un couple de serrage est généré par l'entraînement de treuil (23) lors du coupla-

ge, par lequel le câble de support (20) est tendu dans la zone du treuil (22).

11. Engin de construction de compactage du sol, avec

5

- un mât (16),  
- un câble de support (20), lequel est guidé le long du mât (16),

- un treuil (22) avec un tambour de treuil (24) monté de manière à pouvoir tourner, sur lequel le câble de support (20) est installé pour l'enroulement et le déroulement,

10

- un entraînement de treuil (23) pour entraîner en rotation le tambour de treuil (24),

- un élément de compactage (30) qui est disposé sur le câble de support (20) pour le déplacement vertical, et

15

- une unité de commande par laquelle le treuil peut fonctionner pour dérouler le câble de support (20) du tambour de treuil, ce grâce à quoi l'élément de compactage (30) sur le câble de support (20) est abaissé jusqu'à une surface au sol et l'élément de compactage (30) percute la surface au sol pour le compactage du sol,

20

25

**caractérisé en ce qu'**une unité de commande est prévue, laquelle est réalisée pour mettre en oeuvre le procédé de compactage du sol selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

30

12. Engin de construction selon la revendication 11,

**caractérisé en ce que** le câble de support (20) est guidé par l'intermédiaire d'une tête de mât (18) au niveau de l'extrémité supérieure du mât (16).

35

13. Engin de construction selon la revendication 11 ou 12,

**caractérisée en ce qu'**au moins une unité de capteur, en particulier une unité de caméra (50) ou une unité radar, destinée à détecter un enroulement incorrect du câble de support (20) sur le tambour de treuil (24) est disposée sur le tambour de treuil (24).

40

45

50

55

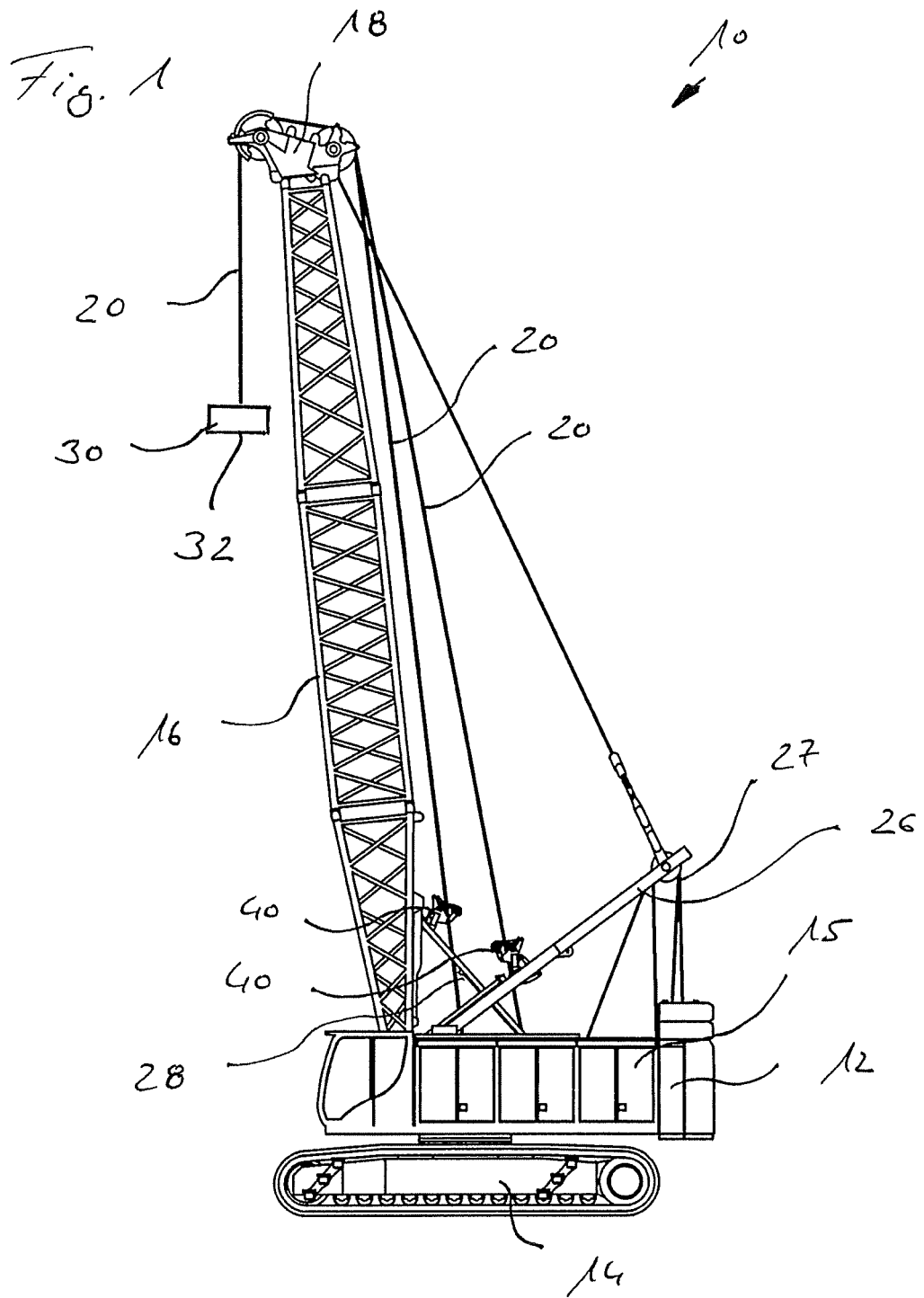
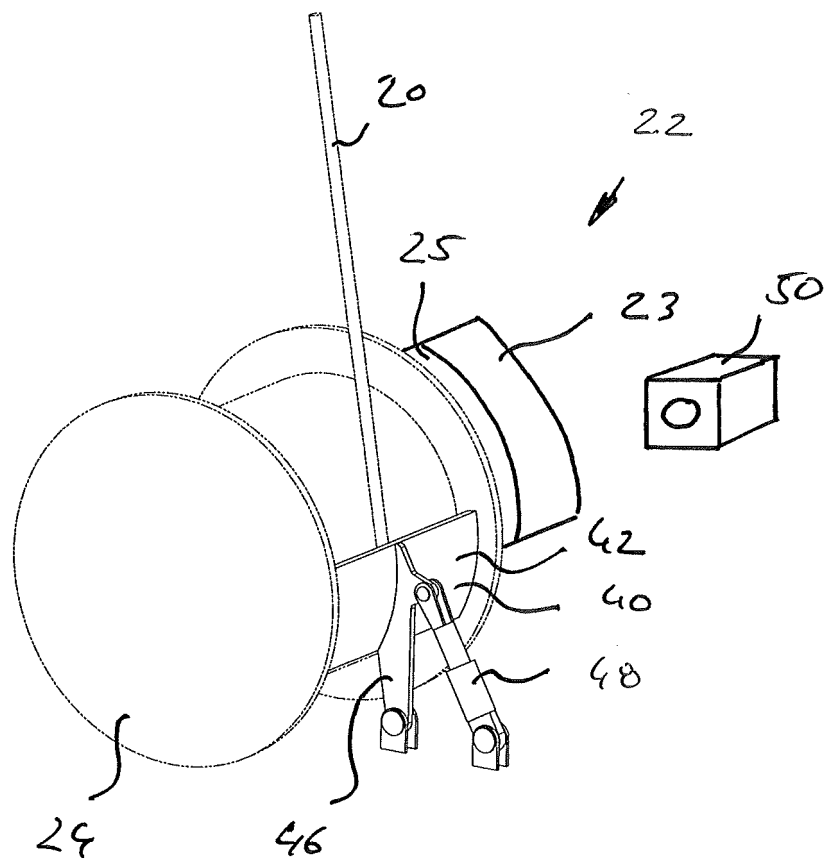


Fig. 2



**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**

- EP 3708528 A1 [0003] [0006]