



(11)

EP 2 862 979 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.03.2016 Patentblatt 2016/13

(51) Int Cl.:
E02D 3/039^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14185929.8**

(22) Anmeldetag: **23.09.2014**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand einer Verdichterwalze mit zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße**

Method and device for determining a dimension representing a contact state of a compressor roller with a base to be compacted

Dispositif et procédé de détermination d'un état de contact d'un rouleau de compactage, l'étendue de contact représentant le sol à compacter

(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

- **Völkel, Werner**
92660 Neustadt (DE)
- **Kopf, Fritz**
1140 Wien (AT)

(30) Priorität: **16.10.2013 DE 102013220962**

(74) Vertreter: **RLTG**
Ruttensperger Lachnit Trossin Gomoll
Patent- und Rechtsanwälte
Postfach 20 16 55
80016 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.04.2015 Patentblatt 2015/17

(73) Patentinhaber: **Hamm AG**
95643 Tirschenreuth (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/087783

(72) Erfinder:

- **Villwock, Sebastian**
95701 Pechbrunn (DE)

EP 2 862 979 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand einer Verdichterwalze mit zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße.

[0002] Zur Verdichtung von Untergrund, beispielsweise Erdreich, unterschiedliche Gesteinsarten oder auch Asphalt im Straßenbau, werden im Allgemeinen, so wie in der WO 2013/087783 A1 gezeigt, selbstfahrende Bodenverdichter eingesetzt, die mit einer oder ggf. mehreren Verdichterwalzen den zu verdichtenden Untergrund überfahren und durch Druckbelastung, ggf. in Verbindung mit Oszillations- oder Vibrationsbewegungen zu einer Kompaktierung des Aufbaumaterials des zu verdichtenden Untergrunds führen. Aufgrund der auf den Untergrund ausgeübten Druckbelastung wird eine im Vergleich zu dem zu verdichtenden Untergrund im Allgemeinen wesentlich steifere Verdichterwalze in dem zu verdichtenden Untergrund eine Setzungsmulde erzeugen. Je steifer bzw. bereits mehr kompaktiert derartige Untergrund ist, desto weniger tief wird die Verdichterwalze sich in das Aufbaumaterial des Untergrunds einsetzen, was zur Folge hat, dass mit zunehmender Steifigkeit bzw. zunehmendem Ausmaß der Kompaktierung eine Aufstandsweite der Verdichterwalze auf dem zu verdichtenden Untergrund abnimmt.

[0003] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand einer Verdichterwalze mit zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße vorzusehen, welche in einfacher und zuverlässiger Art und Weise einen Rückschluss auf den Verdichtungszustand des Aufbaumaterials des zu verdichtenden Untergrunds zulassen.

[0004] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand zwischen einer Verdichterwalze und zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße, umfassend an wenigstens einem Erfassungsumfangsbereich einer um eine Verdichterwalzendrehachse drehbaren Verdichterwalze wenigstens einen ein Kontaktsignal generierenden Kontaktsensor, wobei das Kontaktsignal einen Kontaktbeginn und ein Kontaktende eines Erfassungsumfangsbereichs mit dem zu verdichtenden Untergrund indiziert.

[0005] Durch die erfindungsgemäß aufgebaute Vorrichtung wird Information bereitgestellt, welche, beispielsweise bezogen auf eine ganze Umdrehung der Verdichterwalze, in Zuordnung zu einem Erfassungsumfangsbereich denjenigen Anteil repräsentiert, in welchem ein Erfassungsumfangsbereich in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund steht. Je größer dieser Anteil, also je größer der Abstand zwischen Kontaktbeginn und Kontaktende, desto größer ist das Ausmaß des Kontakts zwischen der Verdichterwalze und dem zu verdichtenden Untergrund, was darauf hindeutet, dass die Verdich-

terwalze vergleichsweise tief in das Material des zu verdichtenden Untergrunds eindringt und dieses daher vergleichsweise wenig verdichtet ist. Mit zunehmendem Verdichtungsgrad dringt die Verdichterwalze weniger tief in das Aufbaumaterial des zu verdichtenden Untergrunds ein, was bedeutet, dass, wieder bezogen auf eine gesamte Umdrehung oder den gesamten Umfang der Verdichterwalze, derjenige Anteil, in welchem Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund besteht, abnimmt. Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu ermittelnde Aufstandsgröße lässt also einen Rückschluss auf den Kompaktierungsgrad des zu verdichtenden Untergrunds zu und kann somit dazu genutzt werden, weitergehende Verdichtungs- bzw. Bearbeitungsmaßnahmen an dem zu verdichtenden Untergrund festzulegen.

[0006] Um mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Aufstandsgröße genauer bzw. öfter im Verlaufe der Verdichterwalzenbewegung ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass eine Mehrzahl von Erfassungsumfangsbereichen mit jeweils wenigstens einem Kontaktsensor um die Verdichterwalzendrehachse verteilt vorzugsweise im gleichen Axialbereich der Verdichterwalze vorgesehen ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Erfassungsumfangsbereiche mit im Wesentlichen gleichem Umfangsabstand, vorzugsweise etwa 90°, zueinander angeordnet sind. Durch eine gleichmäßige Beabstandung der Erfassungsumfangsbereiche kann ein periodisches Erfassungsmuster der verschiedenen Erfassungsumfangsbereiche mit definiertem zeitlichem Versatz bereitgestellt und zur Auswertung herangezogen werden.

[0007] Eine Beeinträchtigung von Kontaktsensoren während des Verdichtungsbetriebs kann dadurch vermieden werden, dass in wenigstens einem, vorzugsweise jedem Erfassungsumfangsbereich wenigstens ein Kontaktsensor an einer Innenseite eines Walzenmantels der Verdichterwalze vorgesehen ist. Beispielsweise kann ein derartiger Kontaktsensor ausgebildet sein als:

- akustischer Sensor, vorzugsweise Ultraschallsensor oder Pfeifensensor, oder
- Tastsensor, oder
- Drucksensor.

[0008] Dies sind Sensoren, die bei vergleichsweise einfachem Aufbau in zuverlässiger Art und Weise einen Rückschluss darauf zulassen, ob derjenige Bereich, in welchem ein jeweiliger Kontaktsensor positioniert ist, also ein jeweiliger Erfassungsumfangsbereich, in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund ist, oder nicht.

[0009] Um eine detailliertere Auswertung eines von einem Kontaktsensor gelieferten Signals bereitstellen zu können, wird ferner vorgeschlagen, dass eine Drehpositionierungserfassungsanordnung zur Erfassung einer Drehpositionierung der Verdichterwalze vorgesehen ist. Die Bereitstellung von Information über die Drehpositionierung der Verdichterwalze im Verhältnis zu dem von einem jeweiliger Kontaktsensor ausgegebenen Kontakt-

signal kann in besonders vorteilhafter Weise dazu genutzt werden, Information über ein unsymmetrisches Kontaktverhalten der Verdichterwalze mit dem zu verdichtenden Untergrund, insbesondere das Entstehen einer durch die Voranbewegung der Verdichterwalze im Allgemeinen generierten Bugwelle in dem zu verdichtenden Untergrund zu erhalten.

[0010] Hierzu kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Drehpositionierungserfassungsanordnung wenigstens einen Kontaktsensor und wenigstens einen in Erfassungswechselwirkung mit dem wenigstens einen Kontaktsensor tretenden, nicht mit der Verdichterwalze um die Verdichterwalzendrehachse drehbaren Drehpositionierungsreferenzbereich umfasst.

[0011] Da die vorliegende Erfindung die Rotation der Verdichterwalze um ihre Verdichterwalzendrehachse ausnutzt, um im Verlaufe einer derartigen Rotationsbewegung Information über das Inkontakttreten bzw. das Beenden des Kontakts eines jeweiligen Erfassungsbereichs zu ermitteln, kann gemäß einer besonders vorteilhaften Variante die Aufstandsgröße einen mit dem zu verdichtenden Untergrund in Kontakt stehenden Umfangsbereich der Verdichterwalze repräsentieren. Dieser Umfangsbereich kann durch ein Längenmaß, also beispielsweise Umfangslängenbereich, oder ein Winkelsegment repräsentiert sein.

[0012] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die voranstehende Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand einer Verdichterwalze mit zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße, vorzugsweise mittels einer erfindungsgemäß aufgebauten Vorrichtung, umfassend das Erfassen eines Kontakts zwischen wenigstens einem Erfassungsbereich der Verdichterwalze und zu verdichtendem Untergrund während der Rotation der Verdichterwalze um eine Verdichterwalzendrehachse.

[0013] Auch bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird vorteilhafterweise der Kontakt zwischen einer Verdichterwalze und dem zu verdichtenden Untergrund bzw. die diesen Kontakt repräsentierende Aufstandsgröße beruhend auf dem im Verlauf der Rotation der Verdichterwalze auftretenden Kontaktbeginn zwischen wenigstens einem Erfassungsbereich und dem zu verdichtenden Untergrund und dem Kontaktende ermittelt. In der Zeitdauer zwischen dem Kontaktbeginn und dem Kontaktende ist ein jeweiliger Erfassungsbereich in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund, während nach dem Kontaktende bis zum nächstfolgenden Kontaktbeginn der Erfassungsbereich nicht in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund ist.

[0014] Um in einfacher Art und Weise beruhend auf dem Kontaktbeginn und dem Kontaktende bzw. der Zeitdauer dazwischen eine den Kontaktzustand repräsentierende geometrische Größe ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass die Aufstandsgröße ferner beruhend auf einer Bewegungsgeschwindigkeit der Verdichterwalze oder/und eines Radius der Verdichterwalze ermittelt

wird.

[0015] Bei einer insbesondere auch mit nur einem einzigen Kontaktsensor funktionsfähigen Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Aufstandsgröße beruhend auf einem Verhältnis zwischen einer einen Kontakt wenigstens eines Erfassungsbereichs mit dem zu verdichtenden Untergrund indizierenden ersten Bewegungsdauer und einer keinen Kontakt indizierenden zweiten Bewegungsdauer im Verlaufe einer Umdrehung der Verdichterwalze um die Verdichterwalzendrehachse oder/und einer Umdrehung der Verdichterwalze indizierenden zweiten Bewegungsdauer ermittelt wird. Bei dieser Vorgehensweise wird also diejenige Dauer, während welcher ein jeweiliger Erfassungsbereich sich in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund bewegt, ins Verhältnis gesetzt zu derjenigen Zeitdauer, in welcher ein derartiger Kontakt nicht besteht oder zu der Zeitdauer einer gesamten Umdrehung der Verdichterwalze. Beide Möglichkeiten führen in einfacher Art und Weise zur Information, welcher Winkelanteil der Verdichterwalze tatsächlich in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund steht, was, wie bereits ausgeführt, einen Rückschluss darauf zulässt, wie tief die Verdichterwalze in das Material des zu verdichtenden Untergrunds eindringt.

[0016] Auch die im Verlaufe der Voranbewegung eines Bodenverdichters bzw. einer Verdichterwalze eines Bodenverdichters entstehende Bugwelle, also die in der Bewegungsrichtung eines Bodenverdichters vor einer jeweiligen Verdichterwalze entstehende Anhäufung von zu verdichtendem Material, lässt einen Rückschluss auf den Zustand des zu verdichtenden Untergrunds zu. Das Entstehen einer derartigen Bugwelle führt grundsätzlich dazu, dass der Kontakt einer Verdichterwalze mit dem zu verdichtenden Untergrund unsymmetrisch ist, da in dem in der Bewegungsrichtung der Verdichterwalze hinter derselben liegenden Bereich eine derartige Bugwelle bzw. Anhäufung von Material des zu verdichtenden Untergrunds in diesem Ausmaß nicht entsteht. Diesen Aspekt nutzt die vorliegende Erfindung dadurch aus, dass die Aufstandsgröße sich zusammensetzt aus einem ersten Aufstandsgrößenteil zwischen dem Kontaktbeginn wenigstens eines Erfassungsbereichs mit dem zu verdichtenden Untergrund und einer Kontaktreferenzposition und einem zweiten Aufstandsgrößenteil zwischen der Kontaktreferenzposition und dem Kontaktende.

[0017] Diese Kontaktreferenzposition kann beispielsweise eine im Verlaufe der Umfangsbewegung eines Erfassungsbereichs bezüglich einer zu dem zu verdichtenden Untergrund im Wesentlichen orthogonal stehenden Senkrechten tiefste Positionierung des Erfassungsbereichs repräsentieren, wobei der erste Aufstandsgrößenteil ein bugseitiger Teil der Aufstandsgröße und der zweite Aufstandsgrößenteil ein heckseitiger Teil der Aufstandsgröße ist. Bei im Wesentlichen horizontal orientiertem zu verdichtendem Untergrund und entsprechend horizontal sich bewegender Verdichter-

walze kann also eine derartige Kontaktreferenzposition einen in Vertikalrichtung im Wesentlichen direkt unter der Drehachse der Verdichterwalze liegenden Kontaktbereich umfassen. Der in der Bewegungsrichtung vorangehende Teil wird als bugseitig betrachtet und wird im Allgemeinen aufgrund des Vorhandenseins der vorangehend angesprochenen Bugwelle eine größere Ausdehnung aufweisen, als der nachlaufende, heckseitige Teil.

[0018] Um bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Information darüber zu erlangen, in welcher Drehpositionierung die Verdichterwalze bzw. ein jeweiliger Erfassungsumfangsbereich ist, wird vorgeschlagen, dass die Kontaktreferenzposition beruhend auf wenigstens einer Drehpositionierungsreferenz ermittelt wird. Eine derartige Drehpositionierungsreferenz kann beispielsweise durch Wechselwirkung wenigstens eines Erfassungsumfangsbereichs mit einem Drehpositionierungsreferenzbereich generiert werden.

[0019] Bei Einsatz mehrerer Erfassungsumfangsbereiche kann vorteilhafterweise so vorgegangen werden, dass ein erster Erfassungsumfangsbereich im Wesentlichen dann durch Wechselwirkung mit einem Drehpositionierungsreferenzbereich eine Drehpositionierungsreferenz generiert, wenn ein zweiter Erfassungsumfangsbereich in der Kontaktreferenzposition ist.

[0020] Die Aufstandsgröße, welche mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelt werden kann, kann einen mit dem zu verdichtenden Untergrund in Kontakt stehenden Umfangsbereich der Verdichterwalze repräsentieren. Aus diesem Umfangsbereich kann dann beispielsweise durch orthogonale Projektion auf eine durch den zu verdichtenden Untergrund aufgespannte Ebene eine Aufstandsweite der Verdichterwalze auf dem zu verdichtenden Untergrund ermittelt werden, welche wiederum dazu genutzt werden kann, durch mathematische Operationen Information über verschiedene physikalische Größen, wie z. B. den Elastizitätsmodul oder die Querdehnzahl des zu verdichtenden Untergrunds, zu ermitteln.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 in prinzipieller Darstellung eine Verdichterwalze auf zu verdichtendem Untergrund während der Bewegung der Verdichterwalze auf dem Untergrund;

Fig. 2 ein Zeitdiagramm, welches von vier bei der Verdichterwalze der Fig. 1 vorgesehenen Kontaktsensoren gelieferte Kontaktsignale darstellt;

Fig. 3 in vereinfachter Art und Weise die Ermittlung einer Aufstandsweite einer Verdichterwalze auf dem zu verdichtenden Untergrund;

Fig. 4 die Hertzsche Formel, welche den Zusammen-

hang zwischen einer Aufstandsweite und der Materialsteifigkeit von zu verdichtendem Material wiedergibt;

5 Fig. 5 in prinzipartiger Darstellung einen an der Innenseite eines Walzenmantels einer Verdichterwalze vorgesehenen und in Form eines Pfeifensensors aufgebauten Kontaktsensors;

10 Fig. 6 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung eines als Ultraschallsensor aufgebauten Kontaktsensors;

Fig. 7 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung eines als Tastsensor aufgebauten Kontaktsensors;

Fig. 8 eine der Fig. 5 entsprechende Darstellung eines als Drucksensor aufgebauten Kontaktsensors.

[0022] Die Fig. 1 zeigt in prinzipieller Seiten- bzw. Querschnittsansicht bezüglich einer Verdichterwalzendrehachse D eine allgemein mit 10 bezeichnete Vorrichtung, mit welcher eine im dargestellten Beispiel im Winkelmaß wiedergegebene Aufstandsgröße α einer Verdichterwalze 12 auf zu verdichtendem Untergrund 14 ermittelt werden kann. Die Vorrichtung 10 umfasst in dem von einem Walzenmantel 13 der Verdichterwalze 12 umschlossenen Innenraum 16 vier Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4. Der Kontaktsensor 1 ist dabei in einem Erfassungsumfangsbereich 18 der Verdichterwalze 12 angeordnet. Der Kontaktsensor 2 ist in einem Erfassungsumfangsbereich 20 angeordnet. Der Kontaktsensor 3 ist in einem Erfassungsumfangsbereich 22 angeordnet, während der Kontaktsensor 4 in einem Erfassungsumfangsbereich 24 angeordnet ist. Jeder dieser Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 liefert ein Kontaktsignal S1, S2, S3, S4, welches in Abhängigkeit davon variiert, ob ein jeweiliger Erfassungsumfangsbereich 18, 20, 22, 24 in Kontakt mit dem Aufbaumaterial des zu verdichtenden Untergrunds 14 ist, was im dargestellten Beispiel nur für den Erfassungsumfangsbereich 22 bzw. den Kontaktsensor 3 der Fall ist, oder nicht in Kontakt ist mit dem Aufbaumaterial des zu verdichtenden Untergrunds 14, was im dargestellten Beispiel für die Erfassungsumfangsbereiche 18, 20 und 24 bzw. die darin vorgesehenen Kontaktsensoren 1, 2, 4 der Fall ist.

[0023] In dem in Fig. 1 dargestellten Ausgestaltungsbeispiel sind die vier Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 zueinander in gleichem Winkelabstand von 90° angeordnet. Dies bedeutet, dass der Kontaktsensor 1 bezüglich der Verdichterwalzendrehachse D dem Kontaktsensor 3 diametral gegenüberliegt, während der Kontaktsensor 2 bezüglich der Verdichterwalzendrehachse D dem Kontaktsensor 4 diametral gegenüberliegt.

[0024] Bei der Bewegung eines eine derartige Verdichterwalze 12 aufweisenden Bodenverdichters in der Be-

wegungsrichtung V und der damit einhergehenden Rotation der Verdichterwalze 12 um die Verdichterwalzendrehachse D in der Richtung R entsteht in Bewegungsrichtung V vor der Verdichterwalze 12 eine allgemein als Bugwelle 26 bezeichnete Anhäufung von Material. Im Bereich dieser Bugwelle 26 beginnt der Kontakt des Walzenmantels 13 mit dem Aufbaumaterial des zu verdichtenden Untergrunds 14. Dieser Bereich ist in Fig. 1 repräsentiert durch eine Strichlinie A. In einem durch eine Strichlinie E angedeuteten Bereich endet der Kontakt des Walzenmantels 13 mit dem zu verdichtenden Untergrund 14. Nur in dem zwischen den Linien A und E liegenden Bereich, hier definiert durch den Winkel α , besteht Kontakt zwischen der Verdichterwalze 12 und dem zu verdichtenden Untergrund 14.

[0025] Ein beispielsweise als am Außenumfang des Walzenmantels 13 anliegendes Referenzrad 28 ausgebildeter Drehpositionierungsreferenzbereich 30 kann in nachfolgend beschriebener Art und Weise genutzt werden, um in Zusammenwirkung mit den Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 eine Drehpositionierungsreferenz für die Verdichterwalze 12 zu generieren. Immer dann, wenn einer dieser Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 sich an dem Drehpositionierungsreferenzbereich 30 vorbei bewegt, wird eine diese Vorbeibewegung indizierende Veränderung im Kontaktsignal S1, S2, S3, S4 des jeweiligen Kontaktsensors 1, 2, 3, 4 auftreten, was indiziert, dass zu diesem Zeitpunkt dieser ein jeweiliges Kontaktsignal generierende Kontaktsensor sich am Drehpositionierungsreferenzbereich 30 vorbei bewegt hat. Es ist darauf hinzuweisen, dass dieser Drehpositionierungsreferenzbereich 30 nicht notwendigerweise als Referenzrad ausgebildet sein muss. Auch an einem Näherungsschalter sich vorbei bewegende Vorsprünge an der Verdichterwalze 12 können zur Ermittlung einer jeweiligen Drehpositionierung der Verdichterwalze 12 herangezogen werden. Die in Fig. 1 dargestellte Variante, bei welcher die Drehpositionierungsreferenz auch unter Miteinbeziehung der Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 erzeugt werden kann, ist aufgrund der baulich einfachen Ausgestaltung, welche keine zusätzlichen Sensoren erfordert, besonders vorteilhaft.

[0026] Man erkennt in Fig. 1 weiter, dass im dargestellten Beispiel der Drehpositionierungsreferenzbereich 30 in einer Höhenrichtung direkt über der Drehachse D der Verdichterwalze 12 positioniert ist. Dies bedeutet, dass eine auf der durch den zu verdichtenden Untergrund 14 aufgespannten Ebene, z. B. einer horizontalen Ebene, orthogonal stehende Senkrechte S einerseits den Drehpositionierungsreferenzbereich 30 und andererseits die Verdichterwalzendrehachse D schneidet. Diese Senkrechte S definiert in dem zwischen den Linien A und E liegenden Umfangsbereich, also demjenigen Umfangsbereich, in welchem die Verdichterwalze 12 in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 ist, eine Kontaktreferenzposition K. Diese Kontaktreferenzposition K teilt den zwischen den beiden Linien A und E aufgespannten Winkel α auf in einen Winkel α_{Bug} , welcher sich

zwischen der Linie A, also dem Kontaktbeginn, und der Kontaktreferenzposition K erstreckt, und einen Winkel α_{Heck} , welcher sich zwischen der Kontaktreferenzposition K und der Linie E, also dem Kontaktende, erstreckt. Aufgrund des Umstandes, dass bei der Voranbewegung der Verdichterwalze 12 in der Richtung V die Bugwelle 26 entsteht, wird im Allgemeinen der Teil α_{Bug} des Winkels α größer sein, als der nachlaufende Teil α_{Heck} . Nur in einem Zustand, in welchem eine derartige Bugwelle nicht vorhanden wäre, würden diese beiden Teile α_{Bug} und α_{Heck} zueinander im Wesentlichen gleich sein, also der Kontakt der Verdichterwalze 12 mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 bezüglich der Kontaktreferenzposition K symmetrisch sein. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass selbstverständlich die Verdichterwalze 12 in einer zur Zeichenebene der Fig. 1 orthogonalen Längsrichtung eine Längserstreckung l aufweisen wird, und insofern die Kontaktreferenzposition K ebenso wie die durch die Strichlinien A und E definierten Positionen als jeweilige Linien zu betrachten sind, welche sich im Wesentlichen parallel zur Verdichterwalzendrehachse D entlang der Verdichterwalze 12 erstrecken.

[0027] Die Fig. 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der durch die Kontaktsensoren 1, 2, 3, 4 generierten Kontaktsignale S1, S2, S3, S4. Diese Kontaktsignale S1, S2, S3, S4 stehen nur beispielhaft für verschiedenste Signalverläufe, welche jeweils indizieren, ob einer der in Frage stehenden Erfassungsumfangsbereiche 18, 20, 22, 24 in Kontakt mit zu verdichtendem Untergrund 14 ist oder sich beispielsweise an dem Drehpositionierungsreferenzbereich 30 vorbei bewegt oder nicht. Im dargestellten Beispiel sinkt immer dann, wenn einem jeweiligen Erfassungsumfangsbereich Material gegenüberliegt, der Signalpegel ab, während dann, wenn einem jeweiligen Erfassungsumfangsbereich kein Material gegenüberliegt, der Signalpegel auf hohem Niveau ist.

[0028] Im Folgenden sei anhand der durch die beiden Kontaktsensoren 1 und 3 in den Erfassungsumfangsbereichen 18 und 22 generierten Kontaktsignale S1 und S3 die Funktionsweise der Vorrichtung 10 bzw. die Vorgehensweise zur Ermittlung einer den Kontakt zwischen der Verdichterwalze 12 und dem zu verdichtenden Untergrund 14 repräsentierenden Aufstandsgröße, beispielsweise repräsentiert durch den Winkel α , erläutert.

[0029] Im Verlaufe einer durch den Pfeil U repräsentierten vollständigen Umdrehung der Verdichterwalze 12 um ihre Verdichterwalzendrehachse D bewegt sich der Erfassungsumfangsbereich 22 mit seinem Kontaktsensor 3 im Bereich der Linie A, also zu einem Zeitpunkt t_A in Fig. 2, in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14. Zu diesem Zeitpunkt fällt der Signalpegel des Kontaktsignals S3 deutlich ab. Als Zeitpunkt für das Inkakttreten kann beispielsweise derjenige Zeitpunkt gewählt werden, zu welchem das Kontaktsignal S3 seinen Minimalwert annimmt. Im Verlaufe der weitergehenden Bewegung gelangt der Erfassungsumfangsbereich 22 zum Bereich bzw. zur Linie E, so dass zum Zeitpunkt t_E

der Erfassungsumfangsbereich 22 außer Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 tritt und infolgedessen der Signalpegel wieder ansteigt. Hier kann beispielsweise der Zeitpunkt des Wiederanstiegs des Signalpegels als Zeitpunkt des Beendens des Kontakts zwischen dem Erfassungsumfangsbereich 22 und dem zu verdichtenden Untergrund 14 herangezogen werden. Dies bedeutet, dass zwischen den beiden Zeitpunkten t_A und t_E der Erfassungsumfangsbereich 22 in Kontakt mit dem zu verdichtenden Material war. Der Zeitpunkt t_1 gibt den Zustand der Fig. 1 wieder.

[0030] Die Umfangslänge bzw. der Winkelbereich α , in welchem die Verdichterwalze 12 in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 ist, kann also in einfacher Art und Weise durch das Verhältnis der Länge des Intervalls t_0 zwischen den Zeitpunkten t_E und t_A zur Länge der gesamten Umdrehung U ermittelt werden. Durch dieses Verhältnis kann in einfacher Art und Weise ohne weitere mathematische Operationen der Winkel α , welcher letztendlich einen Bruchteil bzw. ein Winkelsegment des Gesamtwinkels von 360° repräsentiert, ermittelt werden. Unter Mitberücksichtigung eines Radius r der Verdichterwalze 12 und des so berechenbaren Gesamtumfangs derselben kann die Umfangslänge ermittelt werden, in welcher die Verdichterwalze 12 in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 steht. Um Variationen in der Bewegungsgeschwindigkeit in Richtung V und daraus auch resultierende Variationen in der Rotationsgeschwindigkeit in der Drehrichtung R kompensieren zu können, kann des Weiteren auch noch die Bewegungsgeschwindigkeit bzw. die Winkelgeschwindigkeit in der Bewegung der Verdichterwalze 12 berücksichtigt werden. Unter der vereinfachten Annahme, dass während einer Umdrehung U der Verdichterwalze 12 diese sich mit im Wesentlichen konstanter Geschwindigkeit bewegt, ist eine derartige Geschwindigkeitskompensation grundsätzlich jedoch nicht erforderlich.

[0031] In der vorangehend beschriebenen Art und Weise kann die Ausdehnung des Kontaktbereichs zwischen der Verdichterwalze 12 und dem zu verdichtenden Untergrund ermittelt werden. Unter weitergehender Berücksichtigung der bereits angesprochenen Kontaktreferenzposition K kann des Weiteren eine präzisierende Aufteilung des Winkels α , also des gesamten in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 stehenden Umfangsbereichs der Verdichterwalze 12, in die beiden Teile α_{Bug} und α_{Heck} erfolgen. Die Fig. 2 zeigt, dass zwischen den Zeitpunkten t_E und t_A exakt dann, wenn der Erfassungsumfangsbereich 22 sich über die Kontaktreferenzposition K hinweg bewegt, der Erfassungsumfangsbereich 18 mit seinem Kontaktsensor 1 sich am Drehpositionierungsreferenzbereich 30 vorbei bewegt. Dies bedeutet, dass dann, wenn der Erfassungsumfangsbereich 22 sich an der Kontaktreferenzposition K vorbei bewegt, das Kontaktsignal $S1$ des Kontaktsensors 1 spontan variieren wird, also beispielsweise auf einen niederen Pegel abfallen wird. Der Zeitpunkt, zu welchem dieser Abfall des Kontaktsignals $S1$ auftritt bzw. dieses beispielsweise

auf minimalem Niveau ist, kann als Drehpositionierungsfrequenz dazu genutzt werden, um in Zuordnung zum Kontaktsignal $S3$ des Kontaktsensors 3 eine Aufteilung des Intervalls t_0 in die beiden in Fig. 1 in die beiden auch indizierten Anteile, nämlich den bugseitigen, voranlaufenden bzw. in zeitlicher Hinsicht zuerst auftretenden Teil α_{Bug} und den nachlaufenden Teil α_{Heck} , vorzunehmen.

[0032] Unter Einsatz der vorangehend beschriebenen Vorrichtung ist es also nicht nur möglich, die Umfangslänge bzw. das Winkelsegment zu ermitteln, in welchem die Verdichterwalze 12 mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 in Kontakt steht, sondern es kann auch eine Asymmetrie des Kontakts bezogen auf die Kontaktreferenzposition K ermittelt werden, welche wiederum einen Rückschluss auf die vor der Verdichterwalze 12 sich ausbildende Bugwelle 26 zulässt.

[0033] Man erkennt in Fig. 2, dass in entsprechender Art und Weise auch dann, wenn der Erfassungsumfangsbereich 18 in Kontakt mit dem zu verdichtenden Untergrund 14 ist, die Vorbeibewegung des Kontaktsensors 3 am Drehpositionierungsreferenzbereich 30 das Erreichen der Kontaktreferenzposition K indiziert. Entsprechendes tritt im Verhältnis der beiden Kontaktsensoren 2 und 4 bzw. der dadurch generierten Kontaktsignale $S2$ und $S4$ auf. Dies bedeutet, dass im Verlaufe einer einzigen Umdrehung U der Verdichterwalze 12 um ihre Verdichterwalzendrehachse D vier Erfassungen des Winkels α bzw. der Anteile α_{Bug} und α_{Heck} entstehen, was die Erfassung dieser Größen mit hoher Präzision bzw. hoher Wiederholungsrate und dementsprechend auch eine entsprechend häufige Berücksichtigung dieser Größen bei durchzuführenden Verdichtungsvorgängen ermöglicht.

[0034] Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass selbstverständlich das vorangehend mit Bezug auf die Fig. 1 und 2 dargestellte Arbeitsprinzip auch dann zum Einsatz gelangen kann, wenn eine andere Anzahl an Erfassungsumfangsbereichen und auch eine andere Relativpositionierung derselben gewählt ist. Beispielsweise könnten drei Erfassungsumfangsbereiche mit einem Winkelabstand von 120° vorgesehen sein. Auch könnte mit beispielsweise nur zwei Erfassungsumfangsbereichen gearbeitet werden, die einen beliebigen Umfangsabstand zueinander aufweisen. Zu berücksichtigen ist jeweils, dass vorteilhafterweise dann, wenn einer der Erfassungsumfangsbereiche sich in der Kontaktreferenzposition K befindet, ein anderer Erfassungsumfangsbereich mit dem Drehpositionierungsreferenzbereich 30 zur Erzeugung der Drehpositionierungsreferenz zusammenwirkt. Auch ein einziger Erfassungsumfangsbereich könnte durch Zusammenwirkung mit einem Drehpositionierungsreferenzbereich zu dem gewünschten Ergebnis führen. In diesem Falle müsste jedoch zusätzlich noch die Bewegungsgeschwindigkeit bzw. Winkelgeschwindigkeit der Verdichterwalze 12 berücksichtigt werden, um zu ermitteln, wann ein an dem Drehpositionierungsreferenzbereich sich vorbei bewegender Erfassungsumfangsbereich in der Kontaktreferenzposi-

tion ist. Unabhängig davon, wie viele Erfassungsumfangsbereiche bzw. Kontaktsensoren eingesetzt werden, besteht grundsätzlich die Möglichkeit, den Drehpositionierungsreferenzbereich an beliebiger Stelle in einem Bodenverdichter dort zu positionieren, wo dies aus baulichen Gründen möglich oder vorteilhaft ist. So könnte beispielsweise in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel der Drehpositionierungsreferenzbereich 30 um die Verdichterwalzendrehachse D um 90° nach vorne oder nach hinten verschoben werden, so dass in Zuordnung zum Erfassungsumfangsbereich 22 bzw. zum Kontaktsensor 3 dann beispielsweise das Kontaktsignal S4 oder S2 des Kontaktsensors 4 oder des Kontaktsensors 2 genutzt werden könnte.

[0035] Die Fig. 3 veranschaulicht an einem vereinfachten Beispiel, dass bzw. wie im Falle einer durch den Winkel α repräsentierten Aufstandsgröße eine Aufstandsweite b ermittelt werden kann. In dem in Fig. 3 dargestellten Fall ist keine Bugwelle 26 vorhanden, so dass die beiden in Fig. 1 angesprochenen Anteile α_{Bug} und α_{Heck} grundsätzlich gleich wären. Der durch den Winkel α repräsentierte Umfangslängenbereich kann durch orthogonale Projektion auf eine durch den zu verdichtenden Untergrund 14 aufgespannte Ebene in die Aufstandsweite b umgerechnet werden. Bei dem in Fig. 3 dargestellten idealisierten, symmetrischen Fall ohne Bugwelle sind die Anteile α_{Bug} und α_{Heck} gleich groß und der gesamte Winkel α entspricht der doppelten Aufstandsweite $2b$. Die Aufstandsweite b wiederum kann in der in Fig. 4 dargestellten Hertzschen Formel dazu genutzt werden, unter Mitberücksichtigung der an sich bekannten Größen r , also Radius der Verdichterwalze 12, l , also Länge der Verdichterwalze 12 in Richtung der Verdichterwalzendrehachse D, sowie F , also der durch die Verdichterwalze 12 ausgeübten Gewichtskraft, einen Rückschluss auf Materialeigenschaften, wie den Elastizitätsmodul E bzw. die Querdehnzahl ν zu erhalten. Es sei darauf hingewiesen, dass insbesondere im Falle des Auftretens einer Bugwelle und einer bezüglich der Kontaktreferenzposition K unsymmetrischen Kontaktierung des zu verdichtenden Untergrunds 14 für die beiden Teile α_{Bug} und α_{Heck} beispielsweise unter Verwendung einer Vektorzerlegung jeweils separate Berechnungen der Aufstandsweiten vorzunehmen sind. Grundsätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, durch Versuche einen Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften von zu verdichtendem Material und den dabei einstellenden Kontaktverhältnissen, diese repräsentiert durch die vorangehend beschriebenen Aufstandsgrößen, zu ermitteln und diesen Zusammenhang beispielsweise tabellarisch oder in einer Datenbank abzulegen, so dass im Verlaufe eines Verdichtungsvorgangs durch Vergleich der unter Ausnutzung der Kontaktsignale ermittelbaren Aufstandsgröße mit entsprechenden im Versuch ermittelten Werten auf den Verdichtungszustand des Untergrunds 14 geschlossen werden kann.

[0036] Die Fig. 5 bis 8 zeigen verschiedene Beispiele

von Kontaktsensoren, die bei der in Fig. 1 allgemein dargestellten Vorrichtung 10 eingesetzt werden können. So zeigt die Fig. 5 einen auch als Pfeifensensor bekannten akustischen Kontaktsensor 1. Dieser wird über eine Luftleitung 30 mit Luft L gespeist, die in dem Kontaktsensor 1 einen Pfeifton erzeugt. Dieser wiederum kann durch ein Mikrofon 32 aufgenommen werden. Der Kontaktsensor 1 ist über eine Öffnung 34 im Walzenmantel 14 zur Umgebung hin offen, so dass je nachdem, ob die Öffnung 34 überdeckt ist oder nicht, sich unterschiedliche Frequenzen des im Kontaktsensor 1 entstehenden Tons einstellen werden, wodurch ein Vorbeibewegen des Erfassungsumfangsbereichs 18 beispielsweise am Drehpositionierungsreferenzbereich 30 oder an dem zu verdichtenden Untergrund 14 erkannt werden kann.

[0037] Die Fig. 6 zeigt die Ausgestaltung des Kontaktsensors 1 als Ultraschallsensor. Dieser generiert ein Ultraschallsignal, das, je nachdem, ob der Erfassungsumfangsbereich 18 mit Material überdeckt ist oder nicht, unterschiedlich reflektiert wird und in einem entsprechenden Empfänger, beispielsweise auch bereitgestellt im Kontaktsensor 1, mit unterschiedlichem Pegel empfangen wird.

[0038] Die Fig. 7 zeigt einen als mechanischen Taster aufgebauten Kontaktsensor 1. Dieser weist einen Öffnung 34 im Walzenmantel 14 durchsetzenden Taster 36 auf, welcher dann, wenn der Erfassungsumfangsbereich 18 von Material überdeckt ist, nach innen verschoben ist. Der Taster 36 kann beispielsweise als Tauchanker ausgebildet sein, so dass dessen Verschiebung im Kontaktsensor 1 zur Erzeugung eines entsprechenden Signals führt.

[0039] Die Fig. 8 zeigt einen als Drucksensor ausgebildeten Kontaktsensor 1. Über eine Druckluftleitung 38 wird Druckluft L zugeführt. Diese Druckluft L kann über eine beispielsweise auch eine Drosselfunktion entfaltende Öffnung 34 im Walzenmantel 14 entweichen, so lange die Öffnung 34 nicht überdeckt ist. Liegt dem Erfassungsumfangsbereich 18 Material gegenüber, welches das Abströmen der Druckluft L über die Öffnung 34 verhindert oder erschwert, wird dies von einem im Kontaktsensor 1 vorgesehenen Drucksensor erfasst.

[0040] Es sei darauf hingewiesen, dass selbstverständlich auch die in Fig. 1 dargestellten Kontaktsensoren 2 bis 4 entsprechend aufgebaut sein können. Auch ist darauf hinzuweisen, dass in der Vorrichtung 10 auch Kontaktsensoren verschiedener Bauart kombiniert werden können.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand zwischen einer Verdichterwalze und zu verdichtendem Untergrund repräsentierenden Aufstandsgröße (α), umfassend wenigstens einen ein Kontaktsignal (S1, S2, S3, S4) generierenden Kontaktsensor (1, 2, 3, 4), welcher an wenigstens einem

- Erfassungsumfangsbereich (18, 20, 22, 24) einer um eine Verdichterwalzendrehachse (D) drehbaren Verdichterwalze (12) angeordnet ist und wobei das Kontaktsignal (S1, S2, S3, S4) einen Kontaktbeginn (A) und ein Kontaktende (E) eines Erfassungsumfangsbereichs (18, 20, 22, 24) mit dem zu verdichtenden Untergrund (14) indiziert.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Erfassungsumfangsbereichen (18, 20, 22, 24) mit jeweils wenigstens einem Kontaktsensor (1, 2, 3, 4) um die Verdichterwalzendrehachse (D) verteilt vorzugsweise im gleichen Axialbereich der Verdichterwalze (12) vorgesehen ist.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungsumfangsbereiche (18, 20, 21, 22) mit im Wesentlichen gleichem Umfangsabstand, vorzugsweise etwa 90°, zueinander angeordnet sind.
 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in wenigstens einem, vorzugsweise jedem Erfassungsumfangsbereich (18, 20, 22, 24) wenigstens ein Kontaktsensor (1, 2, 3, 4) an einer Innenseite eines Walzenmantels (13) der Verdichterwalze (12) vorgesehen ist.
 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Kontaktsensor (1, 2, 3, 4) ausgebildet ist als:
 - akustischer Sensor, vorzugsweise Ultraschallsensor oder Pfeifensensor, oder
 - Tastsensor, oder
 - Drucksensor.
 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Drehpositionierungserfassungsanordnung (1, 2, 3, 4, 30) zur Erfassung einer Drehpositionierung der Verdichterwalze (12) vorgesehen ist.
 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpositionierungserfassungsanordnung (1, 2, 3, 4, 30) wenigstens einen Kontaktsensor (1, 2, 3, 4) und wenigstens einen in Erfassungswechselwirkung mit dem wenigstens einen Kontaktsensor (1, 2, 3, 4) tretenden, nicht mit der Verdichterwalze (12) um die Verdichterwalzendrehachse (D) drehbaren Drehpositionierungsreferenzbereich (30) umfasst.
 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) einen mit dem zu verdichtenden Untergrund (14) in Kontakt stehenden Umfangsbereich, vorzugsweise Umfangslängenbereich oder Winkelsegment, der Verdichterwalze (12) repräsentiert.
 9. Verfahren zur Ermittlung einer einen Kontaktzustand einer Verdichterwalze (12) mit zu verdichtendem Untergrund (14) repräsentierenden Aufstandsgröße (α), vorzugsweise mittels einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend das Erfassen eines Kontakts zwischen wenigstens einem Erfassungsumfangsbereich (18, 20, 22, 24) der Verdichterwalze (12) und zu verdichtendem Untergrund (14) während der Rotation der Verdichterwalze (12) um eine Verdichterwalzendrehachse (D).
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) beruhend auf dem im Verlauf der Rotation der Verdichterwalze (12) auftretenden Kontaktbeginn (A) zwischen wenigstens einem Erfassungsumfangsbereich (18, 20, 22, 24) und dem zu verdichtenden Untergrund (14) und dem Kontaktende (E) ermittelt wird.
 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) ferner beruhend auf einer Bewegungsgeschwindigkeit der Verdichterwalze (12) oder/und eines Radius (r) der Verdichterwalze (12) ermittelt wird.
 12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) beruhend auf einem Verhältnis zwischen einer einen Kontakt wenigstens eines Erfassungsumfangsbereichs (18, 20, 22, 24) mit dem zu verdichtenden Untergrund (12) indizierenden ersten Bewegungsdauer (t_0) und einer keinen Kontakt indizierenden zweiten Bewegungsdauer im Verlaufe einer Umdrehung der Verdichterwalze (12) um die Verdichterwalzendrehachse (D) oder/und einer eine Umdrehung (U) der Verdichterwalze (12) indizierenden zweiten Bewegungsdauer ermittelt wird.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) sich zusammensetzt aus einem ersten Aufstandsgrößenteil (α_{Bug}) zwischen dem Kontaktbeginn (A) wenigstens eines Erfassungsumfangsbereichs (18, 20, 22, 24) mit dem zu verdichtenden Untergrund (14) und einer Kontaktreferenzposition (K) und einem zweiten Aufstandsgrößenteil (α_{Heck}) zwischen der Kontaktreferenzposition (K) und dem Kontaktende (E).
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktreferenzposition (K) eine im Verlaufe der Umfangsbewegung eines Erfassungsumfangsbereichs (18, 20,

22, 24) bezüglich einer zu dem zu verdichtenden Untergrund (14) im Wesentlichen orthogonal stehenden Senkrechten (S) tiefste Positionierung des Erfassungsumfangsbereichs (18, 20, 22, 24) repräsentiert, wobei der erste Aufstandsgrößenteil (α_{Bug}) ein bugseitiger Teil der Aufstandsgröße (α) und der zweite Aufstandsgrößenteil (α_{Heck}) ein heckseitiger Teil der Aufstandsgröße (α) ist.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kontaktreferenzposition (K) beruhend auf wenigstens einer Drehpositionierungsreferenz ermittelt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehpositionierungsreferenz durch Wechselwirkung wenigstens eines Erfassungsumfangsbereichs (18, 20, 22, 24) mit einem Drehpositionierungsreferenzbereich (30) generiert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Erfassungsumfangsbereich (18, 20, 22, 24) im Wesentlichen dann durch Wechselwirkung mit einem Drehpositionierungsreferenzbereich (30) eine Drehpositionierungsreferenz generiert, wenn ein zweiter Erfassungsumfangsbereich (22, 24, 18, 20) in der Kontaktreferenzposition (K) ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufstandsgröße (α) einen mit dem zu verdichtenden Untergrund in Kontakt stehenden Umfangsbereich, vorzugsweise Umfangslängenbereich oder Winkelsegment, der Verdichterwalze (12) repräsentiert.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** beruhend auf der Aufstandsgröße (α) eine Aufstandsweite (b) der Verdichterwalze (12) auf dem zu verdichtenden Untergrund (14) ermittelt wird.

Claims

1. Device for determining a contact area dimension (α) representing a contact state of a compactor roller and ground to be compacted, comprising at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) generating a contact signal (S1, S2, S3, S4) arranged on at least one detection circumferential area (18, 20, 22, 24) of a compactor roller (12) which can be rotated about a compactor roller rotation axis (D), and wherein the contact signal (S1, S2, S3, S4) indicates a beginning of contact (A) and an end of contact (E) of a detection circumferential area (18, 20, 22, 24) with the ground to be compacted (14).

2. Device according to claim 1, **characterized by** a plurality of detection circumferential areas (18, 20, 22, 24) being provided with at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) each, distributed around said compactor roller rotation axis (D), preferably in the same axial area of the compactor roller (12).

3. Device according to claim 2, **characterized by** the detection circumferential areas (18, 20, 22, 24) being arranged substantially with the same circumferential spacing from each other, preferably about 90°.

4. Device according to one of claims 1 to 3, **characterized by** at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) being provided in at least one, preferably each detection circumferential area (18, 20, 22, 24) at an inner side of the roller shell (13) of the compactor roller (12).

5. Device according to one of claims 1 to 4, **characterized by** at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) being adapted as:

- an acoustic sensor, preferably an ultrasonic sensor or a pipe sensor, or
- a tactile sensor, or
- a pressure sensor.

6. Device according to one of claims 1 to 5, **characterized by** a rotation positioning detection arrangement (1, 2, 3, 4, 30) being provided for detecting a rotation positioning of the compactor roller (12).

7. Device according to claim 6, **characterized by** said rotation positioning detection arrangement (1, 2, 3, 4, 30) comprising at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) and at least one rotation positioning reference area (30) in detection interaction with the at least one contact sensor (1, 2, 3, 4) which cannot be rotated about said compactor roller rotation axis (D) with the compactor roller (12).

8. Device according to one of claims 1 to 7, **characterized by** the contact area dimension (α) representing a circumferential area in contact with the ground to be compacted (14), preferably a circumferential longitudinal area or an angle segment of the compactor roller (12).

9. Method for determining a contact area dimension (α) representing a contact state of a compactor roller (12) and ground to be compacted (14), preferably by means of a device according to one of the preceding claims, comprising the detection of a contact between at least one detection circumference area (18, 20, 22, 24) of the compactor roller (12) and ground

to be compacted (14) during rotation of the compactor roller (12) about a compactor roller rotation axis (D).

10. Method according to claim 9, **characterized by** the contact area dimension (α) being determined on the basis of the beginning of contact (A) in the course of the rotation of said compactor roller (12) between at least one detection circumference region (18, 20, 22, 24) and the ground to be compacted (14) and the end of contact (E).
11. Method according to claim 10, **characterized by** said contact area dimension (α) being furthermore determined on the basis of a speed of movement of said compactor roller (12) or/and a radius (r) of said compactor roller (12).
12. Method according to claim 10 or 11, **characterized by** said contact area dimension (α) being determined on the basis of a ratio between a first duration of movement (t_0) indicating a contact of at least one detection circumference region (18, 20, 22, 24) with the ground to be compacted (12) and a second time of movement in the course of a revolution of the compactor roller (12) about said compactor roller rotation axis (D) not indicating any contact or/and a second duration of movement indicating a revolution (U) of the compactor roller (12).
13. Method according to one of claims 9 to 12, **characterized by** said contact area dimension (α) consisting of a first contact area dimension part (α_{Bug}) between the beginning of contact (A) of at least one detection circumference region (18, 20, 22, 24) with the ground to be compacted (14) and a contact reference position (K), and a second contact area dimension part (α_{Heck}) between the reference position (K) and the end of contact (E).
14. Method according to claim 13, **characterized by** said contact reference position (K) representing the deepest positioning of said detection circumference regions (18, 20, 22, 24) during the circumferential movement of a detection circumference region (18, 20, 22, 24) in relation to a vertical line (S) which is substantially orthogonal to the ground to be compacted (14), said first contact area dimension part (α_{burg}) being a bow-sided part of said contact area dimension (α) and the second contact area dimension part (α_{Heck}) being a stern-sided part of said contact area dimension (α).
15. Method according to one of claims 13 or 14, **characterized by** said contact reference position (K) being determined on the basis of at least one rotation positioning reference.

16. Method according to claim 15, **characterized by** said rotation positioning reference being generated by an interaction of at least one detection circumference region (18, 20, 22, 24) with a rotation positioning reference region (30).
17. Method according to claim 16, **characterized by** a first detection circumference region (18, 20, 22, 24) generating a rotation positioning reference substantially by an interaction with a rotation positioning reference region (30) when a second detection circumference region (22, 24, 18, 20) is in the contact reference position (K).
18. Method according to one of claims 9 to 17, **characterized by** said contact area dimension (α) representing a circumferential region in contact with the ground to be compacted, preferably a circumferential longitudinal direction or an angle segment, of the compactor roller (12).
19. Method according to one of claims 9 to 18, **characterized by** a contact area width (b) of said compactor roller (12) on the ground to be compacted (14) being determined on the basis of said contact area dimension (α).

Revendications

1. Dispositif pour déterminer une dimension de zone de contact (α) représentant un état de contact entre un rouleau de compacteur et un sol à compacter, comprenant au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4) générant un signal de contact (S1, S2, S3, S4), arrangé à au moins une zone de détection circonferentielle (18, 20, 22, 24) d'un rouleau de compacteur (12) qui peut tourner autour d'un axe de rotation de rouleau de compacteur (D), et où le signal de contact (S1, S2, S3, S4) indique un début de contact (A) et un fin de contact (E) d'une zone de détection circonferentielle (18, 20, 22, 24) avec le sol à compacter (14).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par** une pluralité de zones de détection circonferentielles (18, 20, 22, 24) étant chacune prévues avec au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4), distribuées autour de l'axe de rotation de rouleau de compacteur (D), de préférence dans la même zone axiale du rouleau de compacteur (12).
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé par** les zones de détection circonferentielles (18, 20, 22, 24) étant arrangées l'une par rapport à l'autre avec essentiellement la même distance circonferentielle, de préférence 90°.

4. Dispositif selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé par** au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4) étant prévu dans au moins une et de préférence dans chaque zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) à une face intérieure d'une enveloppe du rouleau (13) du rouleau de compacteur (12).
5. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé par** au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4) étant adapté comme :
- capteur acoustique, de préférence capteur à ultrasons ou capteur de pipe, ou
 - capteur sensoriel, ou
 - capteur de pression.
6. Dispositif selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé par** un arrangement de détection du positionnement de rotation (1, 2, 3, 4, 30) pour détecter une positionnement de rotation du rouleau de compacteur (12).
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé par** l'arrangement de détection du positionnement de rotation (1, 2, 3, 4, 30) comprenant au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4) et au moins une zone de référence du positionnement de rotation (30) en interaction de détection avec ledit au moins un capteur de contact (1, 2, 3, 4) qui ne peut pas tourner autour de l'axe de rotation de rouleau de compacteur (D) avec le rouleau de compacteur (12).
8. Dispositif selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé par** la dimension de zone de contact (α) représentant une zone circonférentielle du rouleau de compacteur (12), de préférence une zone circonférentielle longitudinale ou un segment d'angle, qui est en contact avec le sol à compacter (14).
9. Méthode pour déterminer une dimension de zone de contact (α) représentant un état de contact d'un rouleau de compacteur (12) avec le sol à compacter (14), de préférence au moyen d'un dispositif selon une des revendications précédentes, comprenant la détection d'un contact entre au moins une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) du rouleau de compacteur (12) et du sol à compacter (14) pendant la rotation du rouleau de compacteur (12) autour d'un axe de rotation de rouleau de compacteur (D).
10. Méthode selon la revendication 9, **caractérisée par** la dimension de zone de contact (α) étant déterminée sur la base du début de contact (A) au cours de la rotation du rouleau de compacteur (12) entre au moins une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) et le sol à compacter (14) et la fin de contact (E).
11. Méthode selon la revendication 10, **caractérisée par** la dimension de zone de contact (α) étant en outre déterminée sur la base d'une vitesse de mouvement du rouleau de compacteur (12) ou/et un rayon (r) du rouleau de compacteur (12).
12. Méthode selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée par** la dimension de zone de contact (α) étant déterminée sur la base d'un rapport entre une première durée de mouvement (t_0) indiquant un contact d'au moins une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) avec le sol à compacter (12) et une deuxième durée de mouvement n'indiquant pas de contact au cours d'une révolution du rouleau de compacteur (12) autour de l'axe de rotation de rouleau de compacteur (D) ou/et une deuxième durée de mouvement indiquant une révolution (U) du rouleau de compacteur (12).
13. Méthode selon la revendication 9 à 12, **caractérisée par** la dimension de zone de contact (α) étant constituée par une première partie de dimension de zone de contact (α_{Bug}) entre le début de contact (A) d'au moins une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) avec le sol à compacter (14) et une position de contact de référence (K) et une deuxième partie de dimension de zone de contact (α_{Heck}) entre la position de contact de référence (K) et la fin de contact (E).
14. Méthode selon la revendication 13, **caractérisée par** la position de contact de référence (K) représentant le positionnement le plus bas de la zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) par rapport à une ligne verticale (S) qui est substantiellement orthogonale au sol à compacter (14) au cours du mouvement circonférentiel d'une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24), la première partie de dimension de zone de contact (α_{Bug}) étant une partie en avant de la dimension de zone de contact (α) et la deuxième partie de dimension de zone de contact (α_{Heck}) étant une partie en arrière de la dimension de zone de contact (α).
15. Méthode selon la revendication 13 ou 14, **caractérisée par** la position de contact de référence (K) étant déterminée sur la base d'au moins une référence de positionnement rotatif.
16. Méthode selon la revendication 15, **caractérisée par** la référence de positionnement rotatif étant générée par l'interaction d'au moins une zone de détection circonférentielle (18, 20, 22, 24) avec une zone de référence de positionnement rotatif (30).

17. Méthode selon la revendication 16,
caractérisée par une première zone de détection
circonférentielle (18, 20, 22, 24) générant une réfé-
rence de positionnement rotatif par interaction avec
une zone de référence de positionnement rotatif (30) 5
essentiellement lorsque une deuxième zone de dé-
tection circonférentielle (22, 24, 18, 20) est dans la
position de contact de référence (K).
18. Méthode selon une des revendications 9 à 17, 10
caractérisée par la dimension de zone de contact
(α) représentant une zone circonférentielle en con-
tact avec le sol à compacter, de préférence une zone
circonférentielle longitudinale ou un segment d'an-
gle du rouleau de compacteur (12). 15
19. Méthode selon une des revendications 9 à 18,
caractérisée par une largeur de zone de contact (b)
du rouleau de compacteur (12) sur le sol à compacter
(14) étant déterminée sur la base de la dimension 20
de zone de contact (α).

25

30

35

40

45

50

55

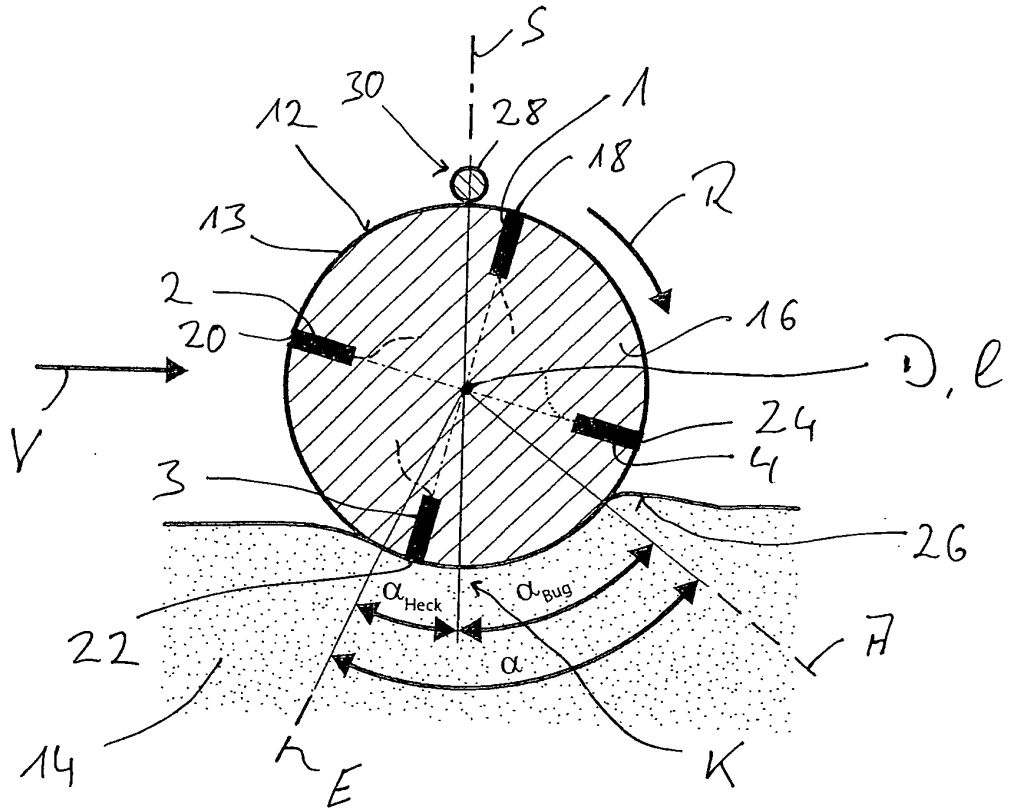


Fig. 1

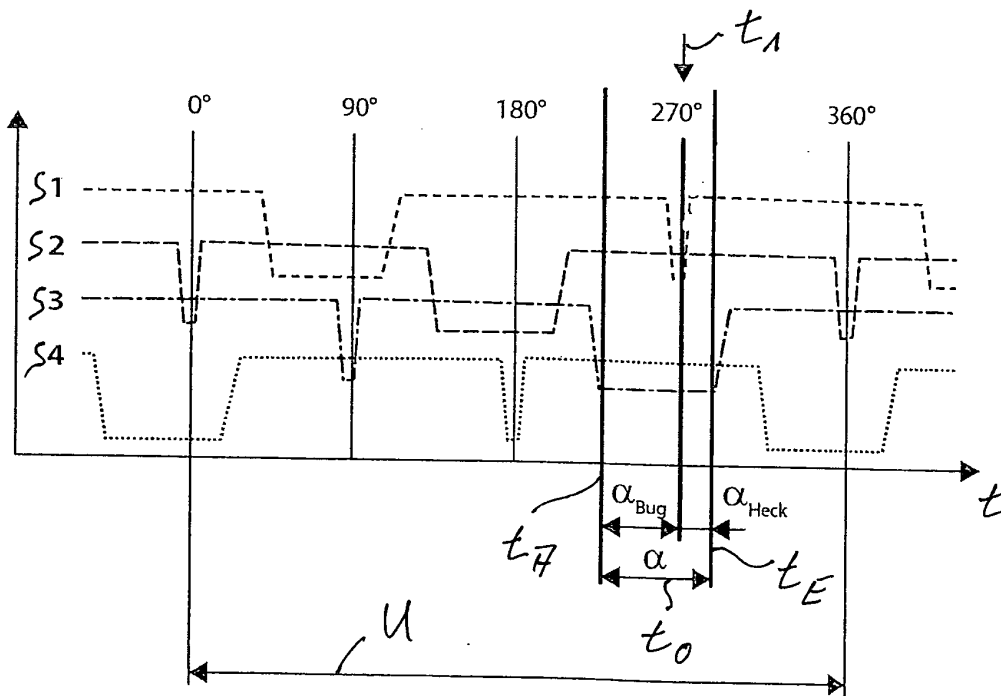


Fig. 2

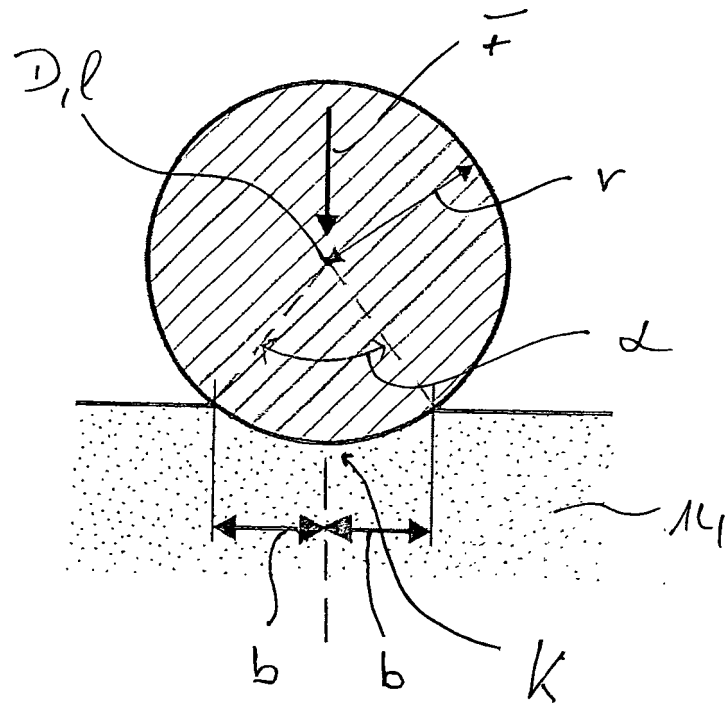


Fig. 3

$$b = \sqrt{\frac{8 \cdot (1 - \nu^2) \cdot F \cdot r}{\pi \cdot E \cdot l}}$$

Fig. 4

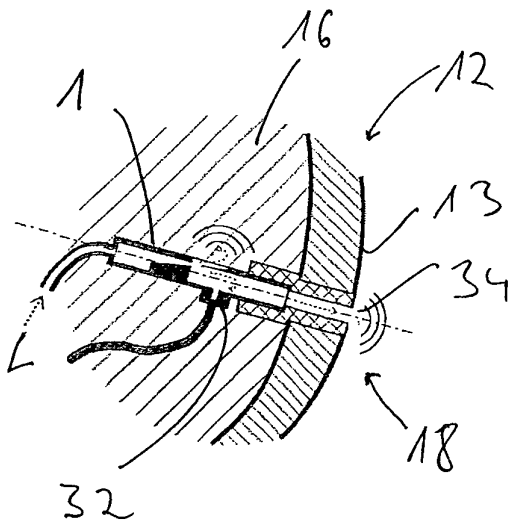


Fig. 5

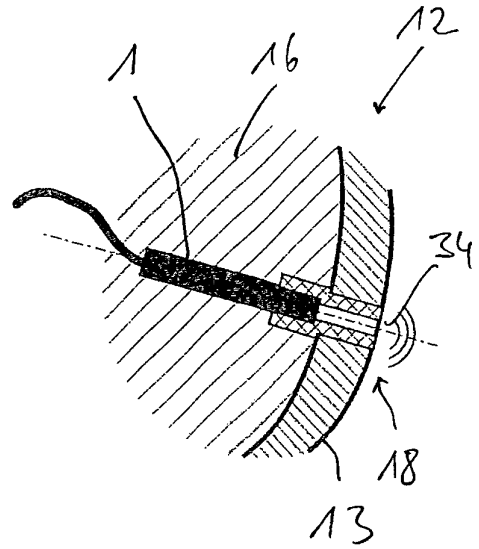


Fig. 6

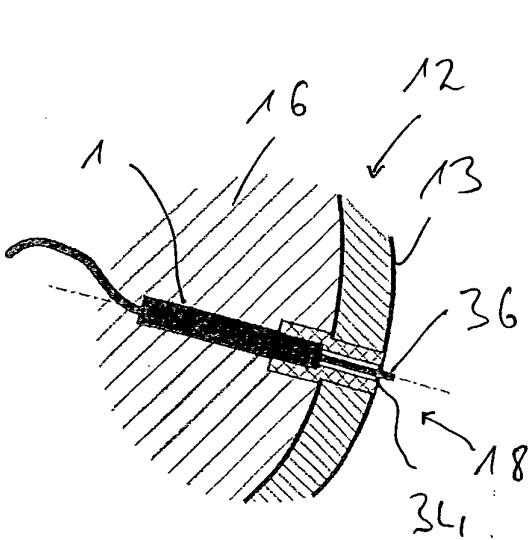


Fig. 7

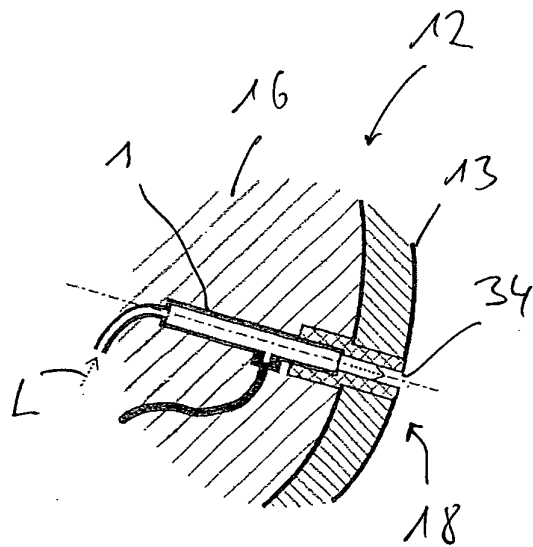


Fig. 8

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

- WO 2013087783 A1 [0002]