



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 103 658 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **E01C 19/28**

(21) Anmeldenummer: **00120515.2**

(22) Anmeldetag: **20.09.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Mötz, Karl Hermann, Ing. grad.,
56283 Nörtershausen (DE)**
• **Blancke, Uwe, Ing. grad.,
56070 Koblenz (DE)**

(30) Priorität: **26.11.1999 DE 19956943**

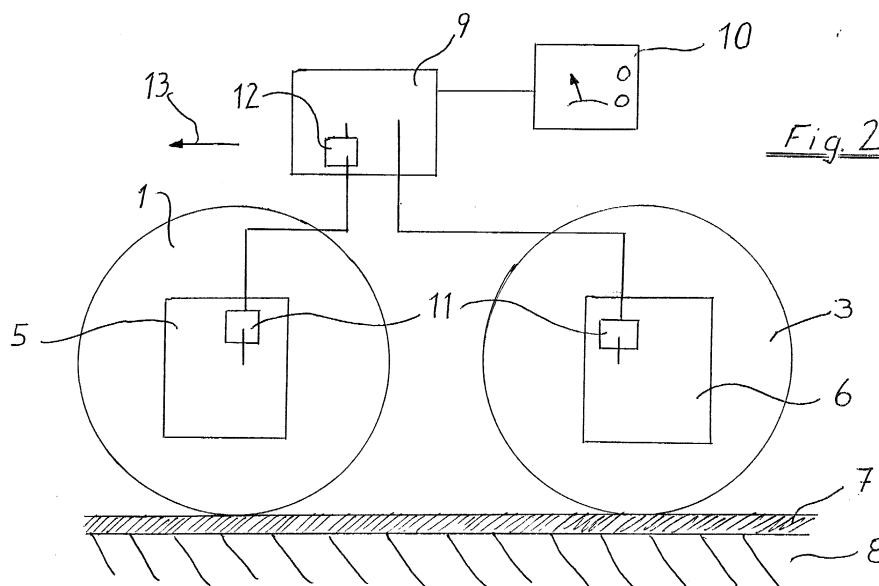
(74) Vertreter: **Petersen, Frank, Dipl.-Ing. et al
Lemcke, Brommer & Partner
Patentanwälte
Bismarckstrasse 16
76133 Karlsruhe (DE)**

(71) Anmelder: **BOMAG GmbH & Co. OHG
56154 Boppard (DE)**

(54) **Vorrichtung zur Kontrolle der Verdichtung bei Vibrationsverdichtungsgeräten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle, insbesondere von Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau, mit einer Vibrationswalze, die mit einer Verdichtungskontrollvorrichtung versehen ist. Bei der Verdichtung von Schwarzdecken können die aus der Erdverdichtung bekannten Meßmethoden der dynamischen Bodensteifigkeit zur Ermittlung des erreichten Verdichtungszustandes nicht eingesetzt werden, da sich die Asphaltsteifigkeit zwischen zwei Messungen mit der Temperatur ändert und außerdem die Untergrundsteifigkeit jeweils anteilig mitgemessen wird.

Um diese Probleme zu lösen wird eine zweite Vibrationswalze vorgesehen, die mit einer zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung versehen ist, wobei die zweite Vibrationswalze mit der ersten Vibrationswalze diese im wesentlichen spurgetreu verfolgend gekoppelt ist. Hierdurch wird für die Gegenüberstellung der ermittelten Meßwerte die Temperaturabhängigkeit der ermittelten Meßwerte eliminiert. Des weiteren ist eine Auswerteeinheit vorhanden, die die Meßergebnisse der beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen gegenüberstellt. Hierdurch wird die Untergrundsteifigkeit in den Meßwerten eliminiert.



EP 1 103 658 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle insbesondere von Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau mit einer Vibrationswalze, die mit einer Verdichtungskontrollvorrichtung versehen ist.

[0002] Es ist altbekannt, daß bei der Bearbeitung von Boden mit Verdichtungsgeräten durch die Anwendung von ständigen Verdichtungskontrollen eine wirtschaftlichere Bauausführung möglich ist. Üblicherweise basieren solche Verdichtungskontrollvorrichtungen darauf, daß während der Vibrationsverdichtung des Bodens die Reflektion der Schwingungen gemessen werden, die vom Verdichtungsgerät übertragen werden: Von einem sehr lockeren Material wird kaum Vibrationsenergie zurückreflektiert, bereits stark verdichteter Boden oder im Extremfall eine massive Betonplatte, gibt dagegen praktisch die volle Schwingungsenergie an eine Vibrationswalze zurück.

[0003] Derartige Verdichtungskontrollvorrichtungen können beispielsweise am Walzenrahmen befestigte Impuls-Wandler sein, die zusammen mit einem Beschleunigungs-Meßverfahren mit statistischer Ausführung fungieren.

[0004] Es können von einem derartigen Beschleunigungsgeber am Walzenrahmen aber auch die Schlagkräfte registriert werden, die auftreten, wenn die vibrierende Bandage einer Vibrationswalze die zu verdichtende Oberfläche bearbeitet.

[0005] Wenn sich bei derartigen Verdichtungskontrollvorrichtungen trotz zunehmender Anzahl von Verdichtungsübergängen die Verdichtung nicht mehr ändert, ist die mit diesem bestimmten Verdichtungsgerät erzielbare höchste Dichte erreicht. Diese Dichte ist bereits überschritten, wenn der ermittelte Wert wieder absinkt, da eine Auflockerung eintritt.

[0006] Derartige Verdichtungskontrollvorrichtungen stoßen aber an ihre Grenzen, wenn es um die Verdichtung von Schwarzdecken geht:

[0007] Bei der Ermittlung der dynamischen Bodensteifigkeit mit den oben beschriebenen bekannten Methoden auf Asphaltschichten kann die Steifigkeit und damit die Dichtigkeit der Asphaltschicht nicht genau ermittelt werden, da die Steifigkeit der Asphaltschicht in hohem Maße temperaturabhängig ist. Eine genaue Temperaturmessung der Asphaltschicht ist nicht möglich. Insbesondere kann die leicht zu ermittelnde Oberflächentemperatur der Asphaltschicht nicht als Maß genommen werden für die Temperatur der gesamten Schicht, unter anderem auch, da die Temperatur der Oberflächenschicht zu stark von Umgebungseinflüssen wie herrschendem Wind oder Regen abhängig ist, die aber keinen Einfluß auf die Temperatur im Inneren der Asphaltschicht haben.

[0008] Letztlich sind somit die bei Überfahrt mit bekannten Verdichtungskontrollvorrichtungen ermittelten Werte im Schwarzdeckenbau für die Feststellung der

Verdichtung der Asphaltschicht nicht aussagekräftig genug im Hinblick auf die Abhängigkeit der dynamischen Steifigkeit der Asphaltschicht von der in ihr herrschenden Temperatur.

5 **[0009]** Damit ist insbesondere der bisher bei der Bodenverdichtung beschrittene Weg versperrt, die bei einer ersten Überfahrt mit einer eine Verdichtungskontrollvorrichtung aufweisenden Vibrationswalze ermittelten Werte abzuspeichern und mit den bei einer zweiten 10 Überfahrt ermittelten Werten zu vergleichen, um von den Unterschieden auf die Verdichtung zu schließen. Die zwischen zwei Übergängen mit einer Maschine auftretenden Temperaturveränderungen in der Asphaltschicht haben einen nicht kompensierbaren Einfluß.

15 **[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle dahingehend weiterzubilden, daß sie auch bei Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau Meßdaten und Ergebnisse liefert, die die obengenannten Nachteile nicht aufweisen.

20 **[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle eine zweite Vibrationswalze aufweist, die mit einer zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung versehen ist und die mit der ersten Vibrationswalze diese im wesentlichen spurgetreu verfolgend gekoppelt ist, wobei eine 25 Auswerteeinheit vorhanden ist, die die Meßergebnisse der beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen gegenüberstellt.

30 **[0012]** Die Erfindung hat den Vorteil, daß durch die mit der ersten Vibrationswalze gekoppelte zweite Vibrationswalze der zweite Übergang zeitlich so unmittelbar folgend zu erreichen ist, daß der zwischen den beiden 35 Übergängen liegende Zeitraum im Hinblick auf eine Temperaturänderung in der Asphaltschicht vernachlässigt werden kann. Desweiteren können durch die vorhandene Auswerteeinheit, die die Meßergebnisse der beiden in der ersten bzw. der zweiten Vibrationswalze zugeordneten Verdichtungskontrollvorrichtungen gegenüberstellt, auch Einflüsse kompensiert werden, wenn aufgrund der vorhandenen Meßtiefe die Steifigkeit des unter den Asphaltschichten liegenden Untergrundes anteilig mitgemessen wird. Dieser Einfluß der 40 Untergrundsteifigkeit kann durch Differenzbildung bei den Meßergebnissen bei der Gegenüberstellung eliminiert werden.

[0013] Der Erfindung liegt dabei auch die Erkenntnis zugrunde, daß die Änderung der Asphaltsteifigkeit ein recht guter Referenzwert für die Zunahme des Verdichtungsfortschrittes des Asphaltes ist.

50 **[0014]** Durch die erfindungsgemäße Kopplung der beiden Vibrationswalzen, durch die eine im wesentlichen spurgetreue Verfolgung der ersten durch die zweite Vibrationswalze ermöglicht wird, wird noch eine Besonderheit im Schwarzdeckenbau berücksichtigt, die einen erheblichen Unterschied zur üblichen Bodenverdichtung mit Vibrationswalzen darstellt: Während bei den üblichen Verdichtungsvorgängen die einzelnen

Verdichtungsbahnen Spur an Spur parallel nebeneinander liegen, wird im Schwarzdeckenbau zur Verhinderung von Rillenbildungen ein schleifen- und meanderförmiger Fahrweg gewählt, der bei einem separaten zweiten Übergang normalerweise nicht reproduzierbar ist.

[0015] Durch die spurgetreue Koppelung der beiden Vibrationswalzen ist diese Problematik überwunden.

[0016] Am vorteilhaftesten läßt sich diese spurgetreue Kopplung in einer Tandemwalze erreichen. Es liegt aber auch im Rahmen der Erfindung, die Vibrationswalzen in zwei separaten Walzenzügen vorzusehen, die dann insbesondere über ein rechnergestütztes Nachführverfahren miteinander gekoppelt sind. Bei diesem rechnergestützten Nachführverfahren kann beispielsweise auf satellitengestützte Global-Positioning-Systeme (GPS) zurückgegriffen werden. Die beiden einander nachgeführten Walzenzüge können aber auch über Radar, Ultraschall, Infrarot etc. miteinander gekoppelt sein. Selbstverständlich ist auch eine starre Kopplung über eine Stange möglich.

[0017] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, daß die zwei vorgesehenen Verdichtungskontrollvorrichtungen kalibrierbar sind, um so Unterschiede in der Meßwertaufnahme ausgleichen zu können. Insbesondere wird für die Kalibrierung vorgeschlagen, die zwei Vibrationswalzen auf Elemente mit bekannten und/oder gleichen dynamischen Steifigkeiten aufzusetzen, beispielsweise Blöcke aus elastischem Material, und dann die sich ergebenden Meßwerte abzugleichen.

[0018] Für die während des Verdichtungsprozesses ermittelten Werte sollte die Auswerteeinheit vorteilhafterweise noch ein Verzögerungselement enthalten, mit dem die Meßergebnisse der ersten Verdichtungskontrollvorrichtung zwischenspeichern sind zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Meßergebnissen der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung.

[0019] Es ist einleuchtend, daß die Haltezeit des Verzögerungselementes abhängig ist von der Fahrgeschwindigkeit und dem Abstand der beiden miteinander gekoppelten Vibrationswalzen.

[0020] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt

Figur 1 eine Seitenansicht eines Verdichtungsgerätes, bei dem eine erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen ist;

Figur 2 eine schematische Skizze, an der die Verdichtungskontrollvorrichtungen im Zusammenhang mit der Auswerteeinheit dargestellt sind.

[0021] In Figur 1 erkennt man ein Verdichtungsgerät in Form einer bekannten Tandemwalze mit zwei Vibrationswalzen, das äußerlich den herkömmlichen Aufbau aufweist. Das Verdichtungsgerät hat eine vordere Walze 1, die am vorderen Aufbau 2a befestigt ist, an dem

sich auch der Führerstand der Tandemwalze befindet, und eine hintere Walze 3, die Bestandteil des hinteren Aufbaues 2b ist, das auch den Antriebsmotor des Verdichtungsgerätes enthält. Zur Lenkbarkeit dieser Tandemwalze sind die beiden Aufbauten 2a und 2b über ein Pendelknickgelenk 4 miteinander verbunden.

[0022] In der Figur 2 ist eine Skizze dargestellt, in der man erkennt, daß die vordere Walze 1 mit einer ersten Verdichtungskontrollvorrichtung 5 versehen ist, wie auch die zweite Vibrationswalze 3 mit einer zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung 6 versehen ist. Diese Verdichtungskontrollvorrichtungen 5 und 6 arbeiten in der aus der Erdverdichtung bekannten Weise, indem sie die dynamische Bodensteifigkeit ermitteln. Sie ermitteln dabei im hier dargestellten Beispiel die dynamische Gesamtsteifigkeit sowohl der von ihnen verdichteten Asphalt-schicht 7, als auch anteilig die Steifigkeiten des darunter befindlichen, bereits verdichteten Untergrundes 8.

[0023] Die von den beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen 5 und 6 ermittelten dynamischen Gesamtsteifigkeiten werden als Meßergebnisse an eine Auswerteeinheit 9 weitergeleitet, die die von der vorderen bzw. der hinteren Verdichtungskontrollvorrichtung erhaltenen Meßergebnisse gegenüberstellt. Dabei wird durch Vergleich der gemessenen Steifigkeit an der vorderen bzw. hinteren Walze die Zunahme der Steifigkeit resultierend aus den Überfahrten der Walzen ermittelt. Wird die Zunahme gering, kann die Verdichtung der Asphalt-schicht 7 als abgeschlossen angenommen werden.

[0024] Da die vordere Walze 1 und die hintere Walze 3 über den Aufbau 2 mit einem relativ kurzen Abstand zwischeneinander gekoppelt sind, vergeht zwischen den Überfahrten der vorderen Walze 1 und der hinteren Walze 2 an der gleichen Stelle nur eine sehr geringe Zeitdauer, so daß sich die Temperatur des Asphaltes, von der die Steifigkeit der Asphalt-schicht neben der Verdichtung noch abhängt, nicht ändert. Die mit der ersten und der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung ermittelten Werte sind somit, da sie bei quasi gleicher Temperatur ermittelt wurden, von dieser unabhängig.

[0025] Durch eine Differenzbildung in der Auswerteeinheit 9 wird auch der Einfluß der Untergrundsteifigkeit eliminiert. Das von der Auswerteeinheit 9 an eine Anzeigevorrichtung 10 übermittelte Ergebnis ist somit ein direktes Maß für die erreichte Verdichtung der Asphalt-schicht 7.

[0026] Bei dieser Anzeigevorrichtung 10 kann es sich beispielsweise um ein den Verdichtungsunterschied anzeigendes Zeigerinstrument handeln aber auch eine Leuchtdiodenanzeige, die ampelartig eine ausreichende oder noch nicht ausreichende Verdichtung signalisiert.

[0027] Um die von den Verdichtungskontrollvorrichtungen 5 und 6 gelieferten Meßwerte direkt miteinander vergleichen zu können, sind im hier dargestellten Beispiel zum Ausgleich von walzenspezifischen Unter-

schieden in den Kontrollvorrichtungen noch Kalibrier-
elemente 11 vorgesehen, mit denen beispielsweise un-
terschiedliche Walzengewichte ausgleichbar sind. Um
im übrigen mit der Anzeigeeinheit 10 den mit den Wal-
zen 1 oder 3 ermittelten Meßwert für die gleiche Boden-
stelle zu vergleichen, ist in der Auswerteeinheit 9 noch
ein Verzögerungselement 12 integriert. Dessen Halte-
dauer zur verzögerten Weitergabe von der vorderen
Walze 1 ermittelten Meßwertes ist abhängig von dem
Abstand zwischen der vorderen Walze 1 und der hinteren
Walze 3 sowie von der Geschwindigkeit entspre-
chend dem Pfeil 13 in den Figuren 1 und 2.

[0028] Es sei noch erwähnt, daß die Walze 3 im hier
dargestellten Beispiel der Walze 1 aufgrund der mecha-
nischen Kopplung im Aufbau 2 und dem Pendelknick-
gelenk 4 im wesentlichen spurgetreu folgt, so daß es
sich bei dem mit den beiden Walzen 1 und 3 ermittelten
Werten um Meßwerte jeweils identischer Stellen han-
delt.

schenzuspeichern sind, zum ermittlungsortidenti-
schen Gegenüberstellen mit den Meßergebnissen
der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung (6).

- 5 6. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Auswerteeinheit (9) eine optische Anzeige-
einheit (10) zugeordnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle, insbesonde-
re von Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau, 25
mit einer Vibrationswalze (1), die mit einer Verdich-
tungskontrollvorrichtung (5) versehen ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß sie eine zweite Vibrationswalze (3) aufweist,
die mit einer zweiten Verdichtungskontrollvorrich- 30
tung (6) versehen ist und die mit der ersten Vibrati-
onswalze (1) diese im wesentlichen spurgetreu ver-
folgend gekoppelt ist, wobei eine Auswerteeinheit
(9) vorhanden ist, die die Meßergebnisse der bei-
den Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) ge- 35
genüberstellt.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vibrationswalzen (1, 3) in einer Tandemwal- 40
ze gekoppelt sind.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vibrationswalzen in zwei separaten Wal- 45
zenzügen sind, die über ein rechnergestütztes
Nachführverfahren miteinander gekoppelt sind.
4. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 50
daß die zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen (5,
6) kalibrierbar (11) sind.
5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 55
daß die Auswerteeinheit (9) ein Verzögerungsele-
ment (12) enthält, mit dem die Meßergebnisse der
ersten Verdichtungskontrollvorrichtung (5) zwi-

