



(11) **EP 1 103 658 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.04.2010 Patentblatt 2010/16**

(51) Int Cl.:  
**E01C 19/28<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **00120515.2**

(22) Anmeldetag: **20.09.2000**

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

Device and method for controlling the compaction effect of vibrating devices

Dispositif et méthode pour contrôler l'effet de compactage par des dispositifs vibrants

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**30.05.2001 Patentblatt 2001/22**

(73) Patentinhaber: **BOMAG GmbH  
56154 Boppard (DE)**

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

• **Blancke, Uwe, Ing. grad.,  
56070 Koblenz (DE)**

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al  
Lang & Tomerius  
Patentanwälte  
Landsberger Strasse 300  
80687 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-95/28524 DE-A- 2 942 334  
US-A- 4 658 639 US-A- 4 870 601  
US-A- 5 952 561**

**EP 1 103 658 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 eine Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle insbesondere von Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau mit zwei Vibrationswalzen, zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen und einer Auswerteeinheit, die die Messergebnisse der zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen gegenüberstellt, wobei die zwei Vibrationswalzen miteinander im wesentlichen Spurgetreu verfolgend gekoppelt sind.

**[0002]** Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Verdichtungskontrolle gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 7.

**[0003]** 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.

**[0004]** Derartige Verdichtungskontrollvorrichtungen können beispielsweise am Walzenrahmen befestigte Impuls-Wandler sein, die zusammen mit einem Beschleunigungs-Meßverfahren mit statistischer Ausführung funktionieren.

**[0005]** 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.

**[0006]** 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.

**[0007]** Die US 4870601 offenbart beispielsweise ein Walzengerät mit einer über ein Gelenk an eine Antriebs-einheit verbundenen Vibrationswalze mit zwei am Lagergehäuse der Walze angeordneten Verdichtungskontrollvorrichtungen. Die Auswertung der mit den zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen ermittelten Werte für die Walzenbeschleunigung und die Walzengeschwindigkeit erfolgt mittels einer Auswerteeinheit, die die Messergebnisse der beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen zu einem Wert verarbeitet, welcher zur späteren Mittelwertberechnung gespeichert wird.

**[0008]** Derartige Verdichtungskontrollvorrichtungen stoßen aber an ihre Grenzen, wenn es um die Verdichtung von Schwarzdecken geht:

**[0009]** Bei der Ermittlung der dynamischen Bodenstei-

figkeit mit den oben beschriebenen bekannten Methoden auf Asphaltsschichten kann die Steifigkeit und damit die Dichtigkeit der Asphaltsschicht nicht genau ermittelt werden, da die Steifigkeit der Asphaltsschicht in hohem Maße temperaturabhängig ist. Eine genaue Temperaturmessung der Asphaltsschicht ist nicht möglich. Insbesondere kann die leicht zu ermittelnde Oberflächentemperatur der Asphaltsschicht 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 Asphaltsschicht haben.

**[0010]** Letztlich sind somit die bei Überfahrt mit bekannten Verdichtungskontrollvorrichtungen ermittelten Werte im Schwarzdeckenbau für die Feststellung der Verdichtung der Asphaltsschicht nicht aussagekräftig genug im Hinblick auf die Abhängigkeit der dynamischen Steifigkeit der Asphaltsschicht von der in ihr herrschenden Temperatur.

**[0011]** Damit ist insbesondere der bisher bei der Bodenverdichtung beschrittene Weg versperrt, die bei einer ersten Überfahrt mit einer Verdichtungskontrollvorrichtung aufweisenden Vibrationswalze ermittelten Werte abzuspeichern und mit den bei einer zweiten 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 Asphaltsschicht haben einen nicht kompensierbaren Einfluß.

**[0012]** Diese Nachteile werden bei der US 5 952 561 durch eine Tandemwalze, bei welcher jeweils eine Verdichtungskontrollvorrichtung vor und hinter den Vibrationswalzen angeordnet ist gelöst. Es kann aber auch eine der beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen zwischen den beiden Vibrationswalzen angebracht sein. Eine Auswerteeinheit stellt die Messergebnisse der zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen gegenüber, wobei die Temperaturänderung in der Asphaltsschicht vernachlässigt werden kann.

**[0013]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verdichtungskontrolle zu schaffen, welche/s die oben genannten Nachteile nicht aufweist und ein ermittlungsortidentisches Gegenüberstellen der Messergebnisse ermöglicht.

**[0014]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle dadurch gelöst, dass die Vibrationswalzen jeweils mit einer der Verdichtungskontrollvorrichtungen versehen sind, und dass die Auswerteeinheit ein Verzögerungselement enthält, mit dem die Messergebnisse der ersten Verdichtungskontrollvorrichtung Zwischenzuspeichern sind, zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Messergebnissen der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung.

**[0015]** Bezüglich des Verfahrens zur Verdichtungskontrolle wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Vibrationswalzen jeweils mit einer der Verdichtungskon-

trollvorrichtungen versehen sind, wobei ein Verzögerungselement die Messergebnisse der einen Verdichtungskontrollvorrichtung in Abhängigkeit einer von der Fahrgeschwindigkeit und dem Abstand der beiden miteinander gekoppelten Vibrationswalzen bestimmten Haltezeit zwischenspeichert und zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Messergebnissen der anderen Verdichtungskontrollvorrichtung verzögert weitergibt.

**[0016]** Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0017]** 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 Übergängen liegende Zeitraum im Hinblick auf eine Temperaturänderung in der Asphaltsschicht 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 Meßtiefen die Steifigkeit des unter den Asphaltsschichten liegenden Untergrundes anteilig mitgemessen wird. Dieser Einfluß der Untergrundsteifigkeit kann durch Differenzbildung bei den Meßergebnissen bei der Gegenüberstellung eliminiert werden.

**[0018]** Der Erfindung liegt dabei auch die Erkenntnis zugrunde, daß die Änderung der Asphaltsteifigkeit ein recht guter Referenzwert für die Zunahme des Verdichtungsfortschrittes des Asphaltss ist.

**[0019]** 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 Verdichtungsverfahren die einzelnen Verdichtungsbahnen Spur an Spur parallel nebeneinanderliegen, wird im Schwarzdeckenbau zur Verhinderung von Rillenbildungen ein schleifen- und meanderförmiger Fahrweg gewählt, der bei einem separaten zweiten Übergang normalerweise nicht reproduzierbar ist.

**[0020]** Durch die spurgetreue Koppelung der beiden Vibrationswalzen ist diese Problematik überwunden.

**[0021]** Für die während des Verdichtungsprozesses ermittelten Werte enthält die Auswerteeinheit noch ein Verzögerungselement, mit dem die Meßergebnisse der ersten Verdichtungskontrollvorrichtung zwischenspeichern sind zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Meßergebnissen der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung.

**[0022]** Es ist einleuchtend, daß die Haltezeit des Verzögerungselementes abhängig ist von der Fahrgeschwindigkeit und dem Abstand der beiden miteinander gekoppelten Vibrationswalzen.

**[0023]** Am vorteilhaftesten läßt sich die spurgetreue

Kopplung der Vibrationswalzen 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 Koppelung über eine Stange möglich.

**[0024]** 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.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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.

**[0027]** 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 Asphaltsschicht 7, als auch anteilig die Steifigkeiten des darunter befindlichen, bereits verdichteten Untergrundes 8.

**[0028]** Die von den beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen 5 und 6 ermittelten dynamischen Gesamtsteifigkeiten werden als Meßergebnisse an eine Auswerteeinheit

einheit 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 Asphaltsschicht 7 als abgeschlossen angenommen werden.

**[0029]** 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 Asphaltss, von der die Steifigkeit der Asphaltsschicht 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.

**[0030]** 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 Asphaltsschicht 7.

**[0031]** 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.

**[0032]** Um die von den Verdichtungskontrollvorrichtungen 5 und 6 gelieferten Meßwerte direkt miteinander vergleichen zu können, sind im hier dargestellten Beispiel zum Ausgleich von walzenspezifischen Unterschieden in den Kontrollvorrichtungen noch Kalibrierelemente 11 vorgesehen, mit denen beispielsweise unterschiedliche Walzengewichte ausgleichbar sind. Um im übrigen mit der Anzeigeeinheit 10 den mit den Walzen 1 oder 3 ermittelten Meßwert für die gleiche Bodenstelle zu vergleichen, ist in der Auswerteeinheit 9 noch ein Verzögerungselement 12 integriert. Dessen Haltedauer 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 entsprechend dem Pfeil 13 in den Figuren 1 und 2.

**[0033]** Es sei noch erwähnt, daß die Walze 3 im hier dargestellten Beispiel der Walze 1 aufgrund der mechanischen Kopplung im Aufbau 2 und dem Pendelknickgelenk 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 handelt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verdichtungskontrolle, insbesondere von Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau,

mit zwei Vibrationswalzen (1, 3), mit zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) und mit einer Auswerteeinheit (9), die die Messergebnisse der zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) gegenüberstellt, wobei die zwei Vibrationswalzen (1, 3) miteinander im wesentlichen spurgetreu verfolgend gekoppelt sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Vibrationswalzen (1, 3) jeweils mit einer der Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) versehen sind, und dass die Auswerteeinheit (9) ein Verzögerungselement (12) enthält, mit dem die Messergebnisse der ersten Verdichtungskontrollvorrichtung (5) zwischenzuspeichern sind, zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Messergebnissen der zweiten Verdichtungskontrollvorrichtung (6).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Vibrationswalzen (1, 3) in einer Tandemwalze gekoppelt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Vibrationswalzen (1, 3) in zwei separaten Walzenzügen sind, die über ein rechnergestütztes Nachführverfahren miteinander gekoppelt sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) kalibrierbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Auswerteeinheit (9) eine optische Anzeigeeinheit (10) zugeordnet ist.

6. Verfahren zur Verdichtungskontrolle, insbesondere für Schwarzdecken im Straßen- und Wegebau, wobei der Untergrund mit einer zwei Vibrationswalzen (1, 3) und zwei Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) umfassenden Verdichtungs- vorrichtung verdichtet wird, wobei die zwei Vibrationswalzen (1, 3) miteinander im wesentlichen spurgetreu verfolgend gekoppelt sind, wobei Messergebnisse des zu verdichtenden Untergrundes von den beiden Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) ermittelt werden, und wobei die Messergebnisse in einer Auswerteeinheit (9) zur Ermittlung des Verdichtungsgrades gegenübergestellt werden,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Vibrationswalzen (1, 3) jeweils mit einer der Verdichtungskontrollvorrichtungen (5, 6) versehen sind, und dass ein Verzögerungselement (12) die Messergebnisse der einen Verdichtungskontrollvorrichtung (5) in Abhängigkeit einer von der Fahr-

geschwindigkeit und dem Abstand der beiden miteinander gekoppelten Vibrationswalzen (1,3) bestimmten Haltezeit zwischen speichert und zum ermittlungsortidentischen Gegenüberstellen mit den Messergebnissen der anderen Verdichtungskontrollvorrichtung (6) verzögert weitergibt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messergebnisse an einer die Vibrationswalzen (1, 3) koppelnden Tandemwalze ermittelt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messergebnisse an in zwei separaten Walzenzügen gekoppelten Vibrationswalzen (1, 3) ermittelt werden, wobei diese über ein rechnergestütztes Nachführverfahren miteinander gekoppelt sind.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** walzenspezifische Unterschiede mittels eines Kalibrierelementes (11) ausgeglichen werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Vergleich der gemessenen Steifigkeiten an den Vibrationswalzen (1, 3) resultierend aus den Überfahrten die Zunahme der Steifigkeit als Maß für den Verdichtungsgrad ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Messergebnisse die dynamische Gesamtsteifigkeit sowohl von der zu verdichtenden Asphaltsschicht als auch anteilig der Steifigkeiten des darunter befindlichen, bereits verdichtenden Untergrundes ermittelt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einfluss der Steifigkeit des unter der zu verdichtenden Asphaltsschicht befindlichen, bereits verdichtenden Untergrundes durch eine Differenzbildung der Messergebnisse bei der Gegenüberstellung in der Auswerteeinheit (9) eliminiert wird.

#### Claims

1. Device for compaction control, in particular of black top pavement in street and road construction, having two vibratory rollers (1, 3), two compaction control devices (5, 6) and an evaluation unit (9) which compares the measurement results of the two compaction control devices (5, 6), wherein the two vibratory rollers (1, 3) are coupled with one other so as to

follow essentially the same track, **characterized in that** the vibratory rollers (1, 3) are each provided with one of the compaction control devices (5, 6) and that the evaluation unit (9) contains a time-delay element (12) with which the measurement results of the first compaction control device (5) are to be stored for a comparison with the measurement results of the second compaction control device (6) based on identical points of determination.

2. Device according to claim 1, **characterized in that** the vibratory rollers (1, 3) are coupled in a tandem roller.
3. Device according to claim 1, **characterized in that** the vibratory rollers (1, 3) are in two separate rolling mill drives, which are coupled with one another via a computer-assisted guidance system.
4. Device according to claim 1, **characterized in that** the two compaction control devices (5, 6) can be calibrated.
5. Device according to claim 1, **characterized in that** an optical display unit (10) is allocated to the evaluation unit (9).
6. Method for compaction control, in particular of black top pavement in street and road construction, wherein the ground is compacted with a compaction device comprising two vibratory rollers (1, 3) and two compaction control devices (5, 6), wherein the two vibratory rollers (1, 3) are coupled with one other so as to follow essentially the same track, wherein measurement results of the ground to be compacted are determined by both compaction control devices (5, 6) and wherein the measurement results are compared in an evaluation unit (9) for the determination of the degree of compaction, **characterized in that** the vibratory rollers (1, 3) are each provided with one of the compaction control devices (5, 6) and that a time-delay element (12) stores the measurement results of the compaction control device (5) in dependence on a holding time determined by the speed of travel and the distance between the two vibratory rollers (1,3) coupled with one another and relays these results after a time delay for a comparison with the measurement results of the other compaction control device (6) based on identical points of determination.
7. Method according to claim 6, **characterized in that** the measurement results are determined at a tandem roller coupling the vibratory rollers (1,3).
8. Method according to claim 6, **characterized in that** the measurement results are determined at vibratory rollers (1, 3) coupled in two separate rolling mill

drives, wherein these are coupled with one another via a computer-assisted guidance system.

9. Method according to claims 6 to 8, **characterized in that** roller-specific differences are compensated by means of a calibration element (11).
10. Method according to one of claims 6 to 9, **characterized in that**, by means of a comparison of the stiffnesses measured at and as a result of the crossings of the vibratory rollers (1, 3), the increase in stiffness is determined as a measure of the degree of compaction.
11. Method according to one of claims 6 to 10, **characterized in that** the dynamic overall stiffness of the asphalt layer to be compacted as well as the proportional stiffnesses of the already compacted ground underneath are determined as measurement results.
12. Method according to claim 11, **characterized in that** the influence of the stiffness of the already compacted ground beneath the asphalt layer to be compacted is eliminated by a differential calculation of the measurement results in the evaluation unit (9) during the comparison.

## Revendications

1. Dispositif pour le contrôle du compactage, en particulier de revêtements bitumeux dans la construction de routes et de chaussées, avec deux rouleaux vibrants (1, 3), avec deux dispositifs de contrôle du compactage (5, 6) et avec une unité d'analyse (9) qui compare les résultats de mesure des deux dispositifs de contrôle du compactage (5, 6), dans lequel les deux rouleaux vibrants (1, 3) sont couplés entre eux de façon à se suivre sensiblement à la trace, **caractérisé en ce que** les rouleaux vibrants (1, 3) sont munis chacun de l'un des dispositifs de contrôle du compactage (5, 6) et **en ce que** l'unité d'analyse (9) contient un élément temporisateur (12) qui permet d'enregistrer les résultats de mesure du premier dispositif de contrôle du compactage (5) en vue d'une comparaison au même point de mesure avec les résultats de mesure du deuxième dispositif de contrôle du compactage (6).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les rouleaux vibrants (1, 3) sont couplés pour former un rouleau tandem.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les rouleaux vibrants (1, 3) se trouvent dans deux trains de rouleaux séparés qui sont couplés

entre eux par un procédé de poursuite assisté par ordinateur.

4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les deux dispositifs de contrôle du compactage (5, 6) peuvent être étalonnés.
5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (9) est associée à une unité d'affichage optique (10).
6. Procédé pour le contrôle du compactage, en particulier de revêtements bitumeux dans la construction de routes et de chaussées, dans lequel le substrat est compacté avec un dispositif de compactage comprenant deux rouleaux vibrants (1, 3) et deux dispositifs de contrôle du compactage (5, 6), dans lequel les deux rouleaux vibrants (1, 3) sont couplés entre eux de façon à se suivre sensiblement à la trace, dans lequel des résultats de mesure du substrat à compacter sont déterminés par les deux dispositifs de contrôle du compactage (5, 6) et dans lequel les résultats de mesure sont comparés dans une unité d'analyse (9) pour déterminer le degré de compactage, **caractérisé en ce que** les rouleaux vibrants (1, 3) sont munis chacun de l'un des dispositifs de contrôle du compactage (5, 6) et **en ce que** un élément temporisateur (12) enregistre les résultats de mesure d'un dispositif de contrôle du compactage (5) en fonction d'un temps d'arrêt déterminé par la vitesse de marche et la distance entre les deux rouleaux vibrants (1, 3) couplés entre eux et les transmet avec un temps de retard pour une comparaison au même point de mesure avec le résultat de mesure de l'autre dispositif de contrôle du compactage (6).
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les résultats de mesure sont déterminés sur un rouleau tandem couplant les rouleaux vibrants (1, 3).
8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les résultats de mesure sont déterminés sur deux rouleaux vibrants (1, 3) couplés dans deux trains de rouleaux séparés, lesquels sont couplés entre eux par un procédé de poursuite assisté par ordinateur.
9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** les différences spécifiques des rouleaux sont compensées au moyen d'un élément d'étalonnage (11).
10. Procédé selon l'une des revendications 6 à 9, **caractérisé en ce que** la comparaison des rigidités mesurées au niveau des rouleaux vibrants (1, 3) qui résultent des passages permet de déterminer l'aug-

mentation de la rigidité qui indique le degré de compactage.

11. Procédé selon l'une des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** les résultats de mesure déterminés comprennent la rigidité dynamique d'ensemble d'une couche d'asphalte à compacter ainsi qu'une part de la rigidité du substrat déjà compacté qui se trouve en dessous. 5 10
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'influence de la rigidité du substrat déjà compacté se trouvant sous la couche d'asphalte à compacter est éliminée par le calcul d'une différence des résultats de mesure lors de la comparaison dans l'unité d'analyse (9). 15

20

25

30

35

40

45

50

55

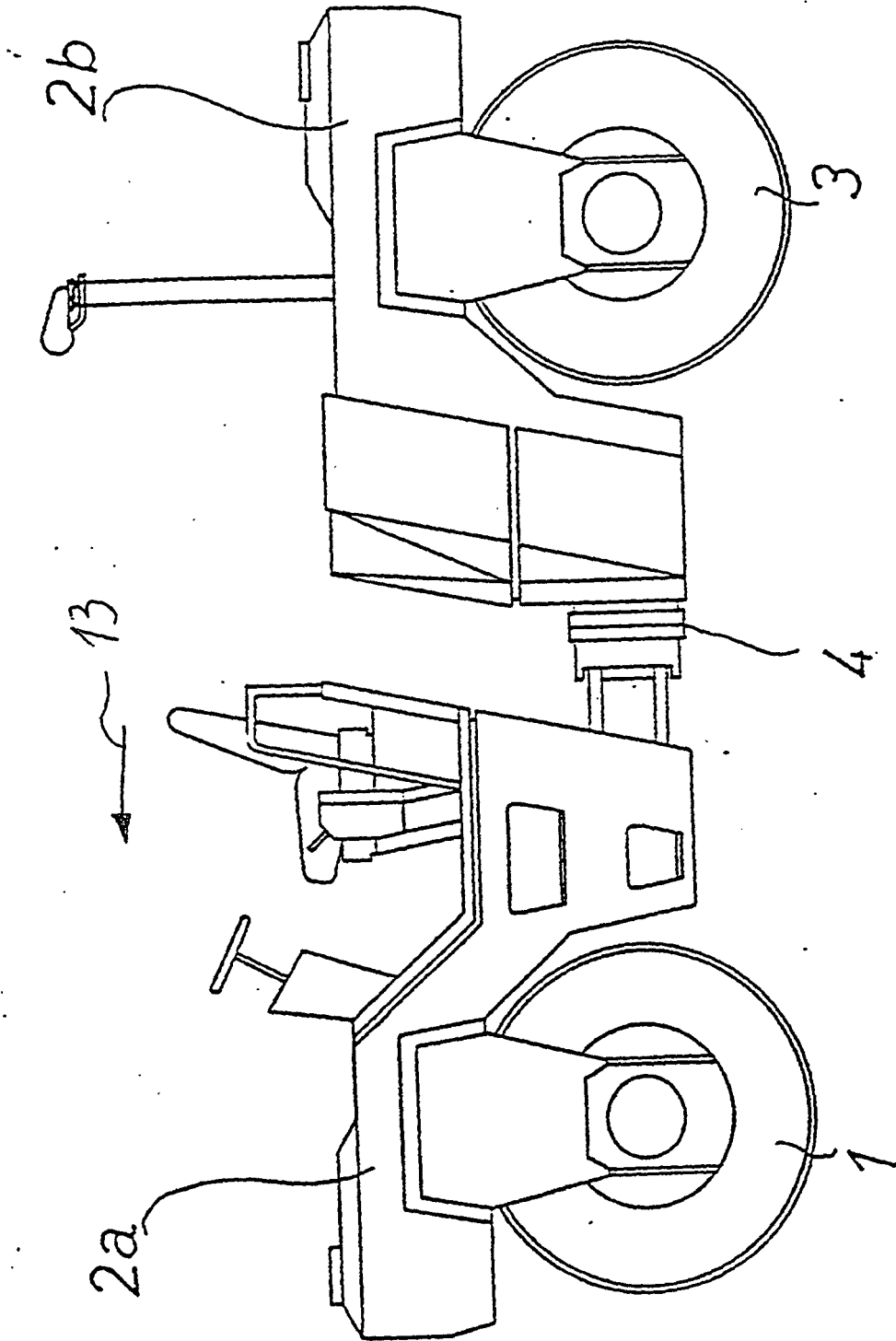
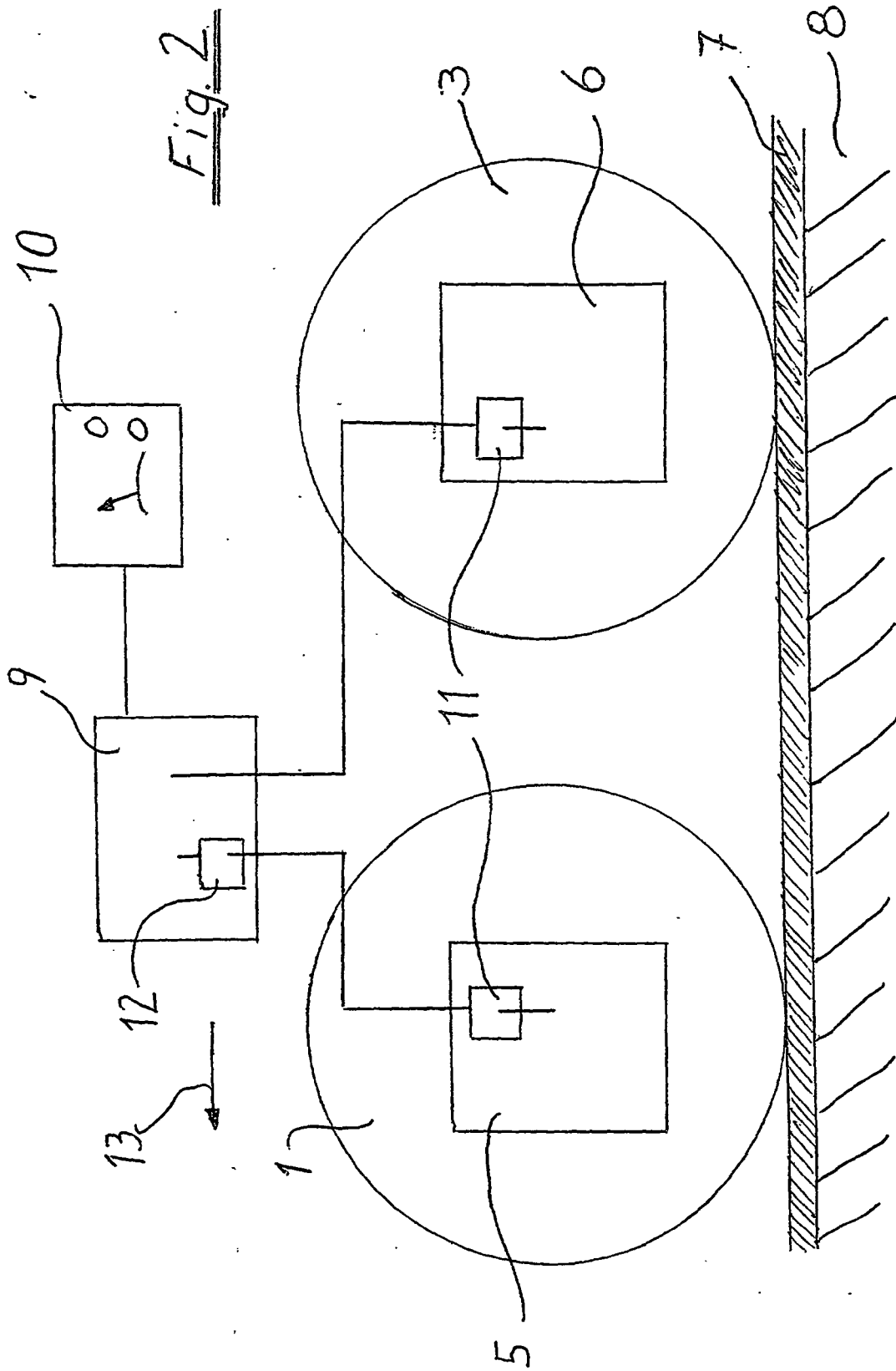


Fig. 1





**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**

- US 4870601 A [0007]
- US 5952561 A [0012]