



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 060 654.5**

(22) Anmeldetag: **18.11.2010**

(43) Offenlegungstag: **24.05.2012**

(51) Int Cl.: **G01C 5/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Status Pro Maschinenmesstechnik GmbH, 44866,
Bochum, DE**

(74) Vertreter:

**RIEDER & PARTNER Patentanwälte -
Rechtsanwalt, 42329, Wuppertal, DE**

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

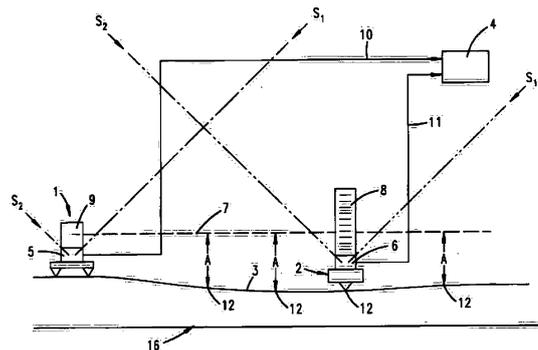
DE	199 40 404	C2
DE	11 2005 001 760	T5
DE	11 2007 002 393	T5
DE	11 2008 000 791	T5
US	6 286 607	B1
US	6 433 866	B1
US	6 839 133	B2
US	7 221 314	B2
US	7 477 184	B2
US	2003 / 0 137 658	A1
US	5 612 864	A
US	5 600 436	A
EP	1 607 717	A2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche eines Bauteiles oder Bauwerkes**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche (3) eines Bauteiles oder Bauwerkes (16) unter Verwendung einer insbesondere von einem rotierenden oder aufgefächerten Lichtstrahl erzeugten Referenzebene (7) und eines Abstandsmessgerätes (2), mit dem an voneinander verschiedenen Messorten (12) auf der Oberfläche (3) der Abstand (A) der Referenzebene (7) zur Oberfläche (3) ermittelbar ist, und einer Recheneinrichtung (4) mit der aus den vom Abstandsmessgerät (2) gemessenen Abstandswerten und aus den zugehörigen, bezogen auf das Bauteil oder Bauwerk (16) lokalen Ortskoordinaten (X, Y) der Messorte (12) ein Messprotokoll erstellt wird. Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens. Um bei einem Verfahren bzw. bei einer Vorrichtung die Messprotokolle manipulationssicherer zu machen, wird vorgeschlagen, dass zur Bestimmung der lokalen Ortskoordinaten (X, Y) von einem satellitengestützten Positioniersystem ausgesandte Signaturdaten im Wesentlichen zeitgleich von mindestens einem dem Bauteil oder Bauwerk (16) ortsfest zugeordneten Empfänger (5) und einem dem beweglichen Abstandsmessgerät (2) zugeordneten Empfänger (6) empfangen werden und von der Recheneinrichtung (4) in Beziehung gesetzt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche eines Bauteiles oder Bauwerkes unter Verwendung einer insbesondere von einem rotierenden oder aufgefächerten Lichtstrahl erzeugten Referenzebene und eines Abstandsmessgerätes, mit dem an voneinander verschiedenen Messorten auf der Oberfläche der Abstand der Referenzebene zur Oberfläche ermittelbar ist, und einer Recheneinrichtung mit der aus den vom Abstandsmessgerät gemessenen Abstandswerten und aus den zugehörigen, bezogen auf das Bauteil oder Bauwerk lokalen Ortskoordinaten der Messorte ein Messprotokoll erstellt wird.

[0002] Die Erfindung betrifft darüber hinaus eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Referenzebenenenerzeuger zum Erzeugen einer insbesondere optischen Referenzebene, einem Abstandsmessgerät zum Messen eines Abstandes einer Oberfläche eines Bauteiles oder Bauwerkes zur Referenzebene an einer Vielzahl von Orten auf der Oberfläche und einer Recheneinrichtung, um aus den vom Abstandsmessgerät gemessenen Abstandswerten und aus den zugehörigen, bezogen auf das Bauteil oder Bauwerk lokalen Ortskoordinaten der Messorte ein Messprotokoll zu erstellen.

[0003] Die DE 10 2009 003 504 beschreibt ein Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche und eine zugehörige Vorrichtung. Die Vorrichtung besteht aus einem Referenzebenenenerzeuger, der einen in einer Ebene aufgefächerten Laserstrahl oder einen rotierenden Laserstrahl erzeugt. Die Ebene, in der der Laserstrahl rotiert bzw. in der der Laserstrahl aufgefächert ist, bildet eine Referenzebene, die durch eine geeignete Positionierung und Orientierung des Referenzebenenenerzeugers ausgerichtet ist. Die Referenzebene kann in einer Horizontal- oder Vertikalebene liegen. Zu der Vorrichtung gehört ferner ein Abstandsmessgerät. Das Abstandsmessgerät besitzt ein Sensorfeld, welches bei der Benutzung des Abstandsmessgerätes auf die Quelle des Laserstrahls gerichtet ist. Mit dem Fuß des Abstandsmessgerätes wird eine zu vermessende Oberfläche Messort für Messort abgetastet. Die an den voneinander verschiedenen Messorten mit Hilfe des Sensorfeldes gemessenen Abstände der Oberfläche zur Referenzebene werden in einem Messprotokoll abgespeichert. Hierzu werden nicht nur die Abstandsmesswerte, sondern auch die lokalen Ortskoordinaten der Messorte ermittelt, also bspw. die Abstände der einzelnen Messorte in den beiden senkrecht zueinander stehenden Koordinaten der Ebene, deren Nullpunkt im Wesentlichen frei wählbar ist und durch die Lage des Referenzebenenenerzeugers festgelegt sein kann. Das Messprotokoll enthält dann für jeden Messort dessen lokale Koordinaten bezogen auf das Bauteil

bzw. Bauwerk, dessen Oberfläche vermessen wird, und den Abstand jedes Messortes zur Referenzebene bzw. einer daraus errechneten Bezugsebene. Mit diesem Messprotokoll lässt sich nicht nur eine Aussage über die Ebenheit der Ebene gewinnen. Da die Lage der Referenzebene bezogen auf eine Referenzachse des Bauwerks, bspw. die Höhenachse eines Turmes, bekannt ist, lässt sich aus den Messwerten auch ein Winkelversatz der Ebene zu einer Referenzachse ermitteln.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, beim gattungsgemäßen Verfahren bzw. bei der gattungsgemäßen Vorrichtung die Messprotokolle manipulationssicherer zu machen.

[0005] Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zur Bestimmung der lokalen Ortskoordinaten von einem satellitengestützten Positioniersystem ausgesandte Positionierdaten genutzt werden. Bei einem satellitengestützten Positioniersystem, bspw. Galileo oder GPS, werden von einer Vielzahl von Satelliten hochpräzise Signaturdaten gesendet. Diese Signaturdaten enthalten zum einen Positionsdaten, bspw. die globalen Positionen der Satelliten bezogen auf das Referenzsystem Erde, und Zeitdaten, bspw. in Form einer synchronisierten präzisen Zeitangabe. Die Signaturdaten werden als Signaturdatenpakete von einer Antenne des Satelliten gesendet. Aus von mehreren Satelliten empfangenen Daten kann die Laufzeit jedes Signaturdatenpaketes vom Satelliten zum Empfänger gemessen werden. Aus den in der Signatur enthaltenen globalen Positionsangaben der Satelliten kann eine Recheneinheit die globale Position des Empfängers hinsichtlich des Bezugssystems Erde ermitteln. Der hierzu verwendete C/A-Code wird von den Satelliten etwa jede Millisekunde abgesendet. Mit den zivil nutzbaren Daten können Empfängerpositionen auf wenige Meter genau bestimmt werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein ortsfester Empfänger und ein beweglicher Empfänger im Wesentlichen zeitgleich ein und dasselbe Positionierdatenpaket empfangen und zusammen mit dem Empfangszeitpunkt abspeichern. Über eine Datenübertragungsstrecke können diese Daten entweder unmittelbar oder zu einem späteren Zeitpunkt an die Recheneinrichtung übertragen werden. Diese ist in der Lage, die Laufzeit des Signaturdatenpaketes vom Satelliten zu den beiden Empfängern zu ermitteln. Die Laufzeitdifferenz ist ebenso wie die globale Position der Satelliten fehlerbehaftet. Der Fehler in der ermittelten Laufzeit resultiert im Wesentlichen aus ungenügend präzisen Positionsdaten der Satelliten aber auch aus einer ungenügend präzisen Synchronisation der Uhren in den Satelliten untereinander und somit mit der Uhr im Empfänger. Durch eine Differenzbildung können diese Ungenauigkeiten aber eliminiert werden, wenn zur Signallaufzeitdifferenzermittlung die Signallaufzeiten ein und

desselben Signaturdatenpaketes verwendet werden. Die Ungenauigkeiten der lokalen Ortskoordinaten liegen dann nur noch im Millimeterbereich. Das erfindungsgemäße Verfahren wird bevorzugt beim Bau von Kränen, Türmen, aber auch zum Vermessen von Bahnschienen, bspw. bei Krananlagen, angewendet. Es ist insbesondere von Vorteil, wenn zwei ortsfeste Empfänger verwendet werden, wobei die beiden ortsfesten Empfänger an voneinander entfernten Stellen des Bauwerks positioniert werden. Bei einer Schiene können die beiden ortsfesten Empfänger bspw. an den Enden einer Schiene positioniert werden. Sie definieren dann eine Gerade in einem globalen bzw. lokalen Ortskoordinatensystem. Soll der Baufortschritt eines Kranes oder eines Turmes protokolliert werden, so wird ein erster ortsfester Empfänger im Bereich der Turmkrone oder an einem oberen zu vermessenden Anschlussflansch für ein weiteres Turmelement positioniert. Ein zweiter ortsfester Empfänger ist am Fuße des Turmes positioniert. Über eine Laufzeitdifferenzbestimmung eines von einem Satelliten ausgesandten Signaturdatenpaketes kann die Höhe des Bauwerks ermittelt werden. Die zur Laufzeitdifferenzbildung erforderliche Synchronisierung der lokalen Uhren innerhalb der Empfänger erfolgt über die Auswertung von anderen Satelliten empfangenen Signaturdatenpaketen. Das Vermessen der Oberfläche der Turmkrone bzw. eines oberen Anschlussflansches erfolgt mit einem beweglichen Empfänger, der ortsfest dem Abstandsmessgerät zugeordnet ist. Die vom Abstandsmessgerät gemessenen Abstände werden zusammen mit den Signaturdaten abgespeichert. Durch Inbeziehungsetzen aller Signaturdaten durch die Recheneinrichtung können die lokalen Ortskoordinaten der Messorte bestimmt werden. Gleichzeitig werden in der Protokolldatei auch die globalen Ortskoordinaten der Messung abgespeichert, so dass sich zu einem späteren Zeitpunkt ermitteln lässt, wo auf der Erde die Messung stattgefunden hat. Die von den ortsfesten Empfängern bzw. vom beweglichen Empfänger empfangenen Signaturen können jeweils im Empfänger zwischengespeichert werden. Es sind Datenübertragungsmittel vorgesehen, um die von den Satelliten empfangenen Signaturdaten an die Recheneinrichtung zu übermitteln. Dies erfolgt vorzugsweise drahtlos, bspw. über eine Bluetooth-Verbindung bzw. ein W-Lan-Protokoll. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Vorrichtung können auch Bauteile, bspw. vorgefertigte rohrförmige Turmelemente vermessen werden. Insbesondere können mit dem Verfahren die Oberflächen der Anschlussflansche der Turmteile vermessen werden, die bei der Errichtung des Turmes aneinander stoßen. Dies kann im aufrechten Zustand der Turmteile aber auch im liegenden Zustand der Turmteile erfolgen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden zu jedem Messort dessen lokale Ortskoordinaten in Bezug auf einen Referenzpunkt, bspw. die Lage des ortsfesten Empfängers abgespeichert. Zusätzlich oder alterna-

tiv dazu werden die Signaturen der Satelliten abgespeichert, die bei der Ermittlung der lokalen Ortskoordinaten verwendet wurden. Es werden somit die vom Satelliten abgesandten Rohdaten abgespeichert. Ergänzend oder alternativ dazu können aber auch die aus den Signaturdaten berechneten globalen Positionsdaten der Satelliten abgespeichert werden. Es ist ferner von Vorteil, wenn ergänzend dazu oder alternativ die globalen Ortskoordinaten der Empfänger abgespeichert werden. Hierdurch ergibt sich aus dem Messprotokoll ein stimmiger Datensatz, aus dem sofort ersichtlich ist, an welchem Ort der Erde die Messung, also insbesondere die Messung an einem beweglichen Bauteil, stattgefunden hat.

[0006] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand beigefügter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) schematisch einen Ausschnitt aus einer horizontalen Oberfläche **3** eines Bauwerkes **16**, die vermessen wird,

[0008] [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf die Oberfläche **3**,

[0009] [Fig. 3](#) schematisch die Anwendung des Verfahrens zum Vermessen eines Anschlussflansches **3** eines Turmes **16** und

[0010] [Fig. 4](#) schematisch die Vermessung einer Schiene **18**.

[0011] Ein Bauwerk **16**, wie es in der [Fig. 1](#) dargestellt ist, besitzt eine Oberfläche **3**, bei der es sich im Ausführungsbeispiel um eine Horizontalfläche handelt. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung soll ein Messprotokoll erstellt werden, welches den Verlauf der Oberfläche **3** wiedergibt. Hierzu werden, wie es in der [Fig. 2](#) schematisch dargestellt ist, an einer Vielzahl vorbestimmter oder aber auch wahlloser Messorte **12** gemessene Abstände A und Ortskoordinaten X, Y abgespeichert.

[0012] Die Messung erfolgt mit Hilfe einer Referenzebene **7**, die von einem Referenzebenenenerzeuger **1** erzeugt wird. Beispielsweise kann die Position des Referenzebenenenerzeugers **1** und die Lage der Referenzebene **7** ein lokales Ortskoordinatensystem X, Y definieren, zu welchem der Verlauf der Oberfläche **3** protokolliert wird. Die [Fig. 2](#) zeigt beispielhaft ein lokales Koordinatensystem X, Y , dessen Nullpunkt durch den Standort des Referenzebenenenerzeugers **1** gelegt ist. Die Messung als solche kann an einem x-beliebigen Ort auf der Erde durchgeführt werden, der durch die geografische Länge λ und durch die geografische Breite β definierte globale Ortskoordinaten besitzt.

[0013] Im Ausführungsbeispiel entspricht die Referenzebene **7** der Umlaufebene eines rotierenden Laserstrahls **9**. Dieser wird vom Referenzebenenenerzeuger **1** erzeugt, der ortsfest an dem Bauteil **16** befestigt ist, dessen Oberfläche **3** ausgemessen werden soll. Der Referenzebenenenerzeuger **1** kann auf einem Abschnitt der Oberfläche **3** aufgesetzt werden. Der Referenzebenenenerzeuger **1** erzeugt eine im Wesentlichen parallel zur vermessenden Oberfläche **3** sich erstreckende Referenzebene **7**.

[0014] Mit einem Abstandsmessgerät **2** werden die Abstände A an den einzelnen Messorten **12** bestimmt. Hierzu wird das Abstandsmessgerät **2** mit seinem Messfuß an den Messort **12** gebracht. Das Abstandsmessgerät **2** besitzt ein Sensorfeld **8**, welches in den die optische Referenzebene **7** definierten Laserstrahl **9** gebracht wird. Mit Hilfe des Messfeldes **8** bestimmt das Abstandsmessgerät **2** den Vertikalabstand der Oberfläche **3** am Messort **12** zur Referenzebene **7**.

[0015] Der Referenzebenenenerzeuger **1** besitzt einen ortsfesten Empfänger **5**, mit dem er die Signaturdaten empfangen kann, die von den Satelliten eines satellitengestützten Positioniersystems, bspw. GPS oder Galileo, empfangen werden können. Der ortsfeste Empfänger **5** muss aber nicht dem Referenzebenenenerzeuger **1** zugeordnet sein. Er kann aber auch als separates Bauteil ausgebildet sein. Er ist dann an einem anderen Ort am Bauwerk **16** befestigt. Ein zu diesem ortsfesten Empfänger **5** baugleicher Empfänger **6** befindet sich im Abstandsmessgerät **2**.

[0016] Mit dem ortsfesten Empfänger **5** und dem beweglichen Empfänger **6** werden die Signaturdaten aller empfangenen Satelliten S_1 , S_2 empfangen und abgespeichert. In der [Fig. 1](#) sind der Übersicht halber nur die Richtungen angedeutet, aus denen von einem Satelliten S_1 und einem Satelliten S_2 Signaturdatenpakete empfangen werden. Über den Empfang einer Vielzahl von Satelliten abgesandten Signaturdatenpaketen können sich in den Empfängern **5**, **6** angeordnete Uhren synchronisieren. Hierdurch ist es möglich, jedes von einem Satelliten S_1 oder von einem Satelliten S_2 empfangenen Signaturdatenpaketes eine Empfangszeit zuzuordnen. Die Signaturdaten und die Empfangsdaten werden über drahtlose Datenübertragungsstrecken **10**, **11** einer Recheneinrichtung **4** übermittelt. Diese Recheneinrichtung **4** berechnet aus den Empfangszeiten Laufzeitdifferenzen und daraus den Abstand der beiden Empfänger **5**, **6**.

[0017] Da die Vorrichtung mit mehr als zwei, bspw. vier, fünf oder mehr Satelliten gleichzeitig zusammenwirkt, die unterschiedliche globale Positionen besitzen und deren globale Position über die Signaturen an die Recheneinheit **4** übertragen werden, können aus den ermittelten Laufzeitdifferenzen lokale Orts-

koordinaten der Messorte **12** bezogen auf den ortsfesten Empfänger **5** berechnen.

[0018] Die Berechnung findet in der Recheneinrichtung **4** statt. Dort werden die von den Empfängern **5**, **6** an die Recheneinrichtung **4** übermittelten Signaturdatenpakete hinsichtlich Gleichheit untersucht. Zu jedem der von den Empfängern **5**, **6** empfangenen Signaturdatenpakete wird eine lokale Empfangszeit im jeweiligen Empfänger **5**, **6** abgespeichert. Diese Empfangszeiten werden bei der Datenübertragung ebenfalls an die Recheneinrichtung **4** übermittelt. Es ist aber auch möglich, dass die Recheneinheit **4** anhand der Vielzahl von mehreren Satelliten empfangenen Signaturdatenpaketen, durch Inbeziehungsetzen dieser Daten die Empfangszeiten der Signaturdatenpakete in den jeweiligen Empfängern **5**, **6** berechnet. Aus den Differenzen der Empfangszeiten und den berechenbaren Raumwinkeln der Satelliten untereinander können die lokalen Ortskoordinaten berechnet werden.

[0019] In dem Messprotokoll werden nicht nur die Originaldaten der von den Empfängern **5**, **6** empfangenen Signaturen abgespeichert, sondern auch die daraus ermittelten lokalen X , Y und globalen λ , β Ortskoordinaten der Messorte **12** und der Zeitpunkt der Messung.

[0020] Bei dem in der [Fig. 3](#) dargestellten Verwendungsbeispiel ist ein zweiter ortsfester Empfänger **14** vorgesehen, der im Wesentlichen baugleich ist mit den Empfängern **5**, **6**. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der unmittelbar mit dem Abstandsmessgerät **2** zusammenwirkende ortsfeste Empfänger **5** nicht dem Referenzebenenenerzeuger **1** zugeordnet, sondern an einer separaten Stelle ortsfest am Bauwerk **16** befestigt. Bei dem Bauwerk **16** handelt es sich um einen Turm, bspw. einer Windkraftanlage. Derartige Türme bestehen aus einer Vielzahl aufeinander aufgesetzter Turmabschnitte. Jeder Turmabschnitt besitzt einen oberen Anschlussflansch, auf dem ein unterer Anschlussflansch eines weiteren Bauteils aufgesetzt wird. Der Verlauf der Flanschebene **3** wird bei dem in der [Fig. 3](#) dargestellten Anwendungsbeispiel vermessen. Gleichzeitig wird die aktuelle Bauhöhe des Bauwerks **16** protokolliert. Hierzu ist der ortsfeste Empfänger **14** ebenfalls mit einer drahtlosen Datenübertragungsstrecke **15** mit der Recheneinrichtung **4** verbunden. Die Recheneinrichtung **4** ist in der Lage, nach dem oben skizzierten Verfahren aus Laufzeitdifferenzen die Höhe des Bauwerks **16**, also den Abstand des an der jeweiligen Turmkrone **3** angeordneten ortsfesten Empfängers **5** zu dem am Turmfuß angeordneten ortsfesten Empfänger **14** zu ermitteln. Die vom ortsfesten Empfänger **14** empfangenen Signaturen werden zusammen mit der lokalen Empfangszeit mit protokolliert.

[0021] Die Messung erfolgt auch hier wieder über eine von einem Referenzebenenenerzeuger **1** optisch erzeugte Referenzebene **7** und mit einem Abstandsmessgerät **2**, welches optisch den Abstand eines Messortes **12** zur optischen Referenzebene **7** misst und dieses Abstandsmaß zusammen mit zum Zeitpunkt der Messung empfangenen Signaturdaten sowie der lokalen Empfangszeit an die Recheneinrichtung **4** übermittelt. Die an der Turmkrone zu berechnende Oberfläche ist die eines zylinderförmigen Flansches. Der Flansch umgibt die Höhlung des Turmes ringartig.

[0022] Bei dem in der [Fig. 4](#) dargestellten Verwendungsbeispiel wird der Verlauf einer Schiene **18** vermessen. An einem ersten Ende der Schiene **18** befindet sich ein Referenzebenenenerzeuger **1**, der einen ersten ortsfesten Empfänger **5** besitzt und der eine optische Referenzebene **7** erzeugt, die sich im Wesentlichen parallel zur Erstreckungsrichtung der Schiene **18** erstreckt. Am anderen Ende der Schiene **18** ist ein zweiter ortsfester Empfänger **14** befestigt, der ein Sensorfeld **17** aufweisen kann, so dass der Abstand des Schienenendes von der optischen Referenzebene **7** ermittelbar ist.

[0023] Mit einem Abstandsmessgerät **2**, welches ebenfalls ein Messfeld **8** besitzt, um den Abstand zur optischen Referenzebene **7** zu bestimmen, wird der Verlauf der Schiene **18** Messort für Messort abgetastet. Auch hier besitzt das Abstandsmessgerät **2** einen beweglichen Empfänger **6**. Mit dieser Anordnung kann nicht nur die Geradlinigkeit des Verlaufs der Schiene bezogen auf die Horizontale vermessen werden. Es ist auch möglich, einen seitlichen Versatz über die ausgewerteten Signaturdatenpakete zu ermitteln. Hierzu werden die von den Empfängern **5**, **6** und **14** empfangenen, gleichzeitig von einem Satelliten **S1**, **S2** abgesandten Signaturdatenpakete und insbesondere deren Empfangszeiten in Beziehung gesetzt, um aus den Laufzeitdifferenzen Abstandsmaße zu gewinnen.

[0024] Kommt es auf den geradlinigen Verlauf in der Horizontalebene nicht an, so wirken die beiden ortsfesten Empfänger **5**, **14** förderlich, um die lokale Ortskoordinate des beweglichen Empfängers **6** bei der Messung zu berechnen, da es sich dann nur um ein eindimensionales Problem handelt. Der Ort des beweglichen Empfängers **6** liegt auf einer Geraden zwischen den beiden ortsfesten Empfängern **5**, **14**.

[0025] Die Empfänger **6**, **5**, **14** empfangen vorzugsweise von jedem Satelliten **S1**, **S2** dieselben Rohdaten. Wegen der in der Regel unterschiedlichen Abstände der Empfänger **6**, **5**, **14** zum Satelliten **S1**, **S2** besteht zwischen den empfangenen Daten eine laufzeitbedingte Phasenverschiebung. Die Recheneinrichtung **4** ist in der Lage, diese Phasenverschie-

bung auszuwerten, um die lokalen Ortskoordinaten **X**, **Y** zu bestimmen.

[0026] Alle offenbarten Merkmale sind (für sich) erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen. Die Unteransprüche charakterisieren in ihrer fakultativ nebengeordneten Fassung eigenständige erfinderische Weiterbildung des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.

Bezugszeichenliste

1	Referenzebenenenerzeuger
2	Abstandsmessgerät
3	Oberfläche
4	Recheneinrichtung
5	ortsfester Empfänger
6	beweglicher Empfänger
7	optische Referenzebene
8	Messfeld
9	Laser
10	drahtlose Übertragungsstrecke
11	drahtlose Übertragungsstrecke
12	Messort
13	Erdoberfläche
14	ortsfester Empfänger
15	drahtlose Übertragungsstrecke
16	Bauteil/Bauwerk
17	Sensorfeld
18	Schiene
S1	Satellit
S2	Satellit

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102009003504 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen einer Oberfläche (3) eines Bauteiles oder Bauwerkes (16) unter Verwendung einer insbesondere von einem rotierenden oder aufgefächerten Lichtstrahl erzeugten Referenzebene (7) und eines Abstandsmessgerätes (2), mit dem an voneinander verschiedenen Messorten (12) auf der Oberfläche (3) der Abstand (A) der Referenzebene (7) zur Oberfläche (3) ermittelbar ist, und einer Recheneinrichtung (4) mit der aus den vom Abstandsmessgerät (2) gemessenen Abstandswerten und aus den zugehörigen, bezogen auf das Bauteil oder Bauwerk (16) lokalen Ortskoordinaten (X, Y) der Messorte (12) ein Messprotokoll erstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der lokalen Ortskoordinaten (X, Y) von einem satellitengestützten Positioniersystem ausgesandte Signaturdaten im Wesentlichen zeitgleich von mindestens einem dem Bauteil oder Bauwerk (16) ortsfest zugeordneten Empfänger (5) und einem dem beweglichen Abstandsmessgerät (2) zugeordneten Empfänger (6) empfangen werden und von der Recheneinrichtung (4) in Beziehung gesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (4) aus den Signaturdaten eines bestimmten von einem Satelliten (S1, S2) abgesandten Signaturdatenpaketes, welches von beiden Empfängern (5, 6) empfangen wird, eine Signal-Laufzeit-Differenz berechnet, und aus den Signallaufzeitdifferenzen von verschiedenen Satelliten (S1, S2) empfangenen Positionierdatenpaketen sowie aus in den Positionierdaten enthaltenen globalen Ortskoordinaten (λ , β) der Satelliten die lokalen Ortskoordinaten (X, Y) des beweglichen Empfängers (6) zum Zeitpunkt der Messung ermittelt.

3. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass zu jedem Abstandswert auch die von den Satelliten (S1, S2) bei der Bestimmung der lokalen Ortskoordinaten (X, Y) verwendeten Signaturdaten, und/oder die daraus errechneten lokalen Ortskoordinaten (X, Y) und/oder die daraus errechneten globalen Ortskoordinaten (λ , β) der Messorte (12) im Messprotokoll abgespeichert werden.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass zwei ortsfeste Empfänger (5, 14) verwendet werden, die an zwei voneinander entfernten Stellen, insbesondere an zwei voneinander entfernten Enden des Bauteils oder Bauwerkes (16) ortsfest zum Bauteil oder Bauwerk (16) angeordnet sind, wobei die vom zweiten ortsfesten Empfänger (14) empfangenen, bei der Bestimmung

der lokalen Ortskoordinaten verwendeten Signaturdaten im Protokoll abgespeichert werden.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass zum Protokollieren des Baufortschritts eines Bauwerkes (16), bspw. eines Kranes oder Turmes, mittels des Referenzebenenerzeugers (1) und des Abstandsmessgerätes (2) die Oberfläche (3) einer Turmkrone oder eines oberen Anschlussflansches eines Turmelementes ausgemessen wird und im Wesentlichen zeitgleich zu den vom beweglichen und ortsfesten Empfänger (5, 6) empfangenen Signaturen von einem am Fuß des Bauwerkes (16) angeordneten weiteren ortsfesten Empfänger (14) die Signaturen empfangen werden und an die Recheneinrichtung (4) übertragen werden, die durch Inbeziehungsetzen dieser Signaturen aus einer Signal-Laufzeit-Differenz den vertikalen Abstand der beiden ortsfesten Empfänger (5, 14) ermittelt.

6. Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens gemäß einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Referenzebenenerzeuger (1) zum Erzeugen einer insbesondere optischen Referenzebene (7), einem Abstandsmessgerät (2) zum Messen eines Abstandes einer Oberfläche (3) eines Bauteiles oder Bauwerkes (16) zur Referenzebene an einer Vielzahl von Orten (12) auf der Oberfläche (3) und einer Recheneinrichtung (4), um aus den vom Abstandsmessgerät (2) gemessenen Abstandswerten und aus den zugehörigen, bezogen auf das Bauteil oder Bauwerk (16) lokalen Ortskoordinaten der Messorte (12) ein Messprotokoll zu erstellen, gekennzeichnet durch einen ortsfest am Bauteil oder Bauwerk (16) befestigbaren Empfänger (5) und einen dem Abstandsmessgerät (2) fest zugeordneten Empfänger (6), mit denen von einem satellitengestützten Positioniersystem ausgestrahlte Positionierdaten im Wesentlichen zeitgleich empfangbar sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch Datenübertragungsmittel (10, 11), um einerseits die von den Empfängern (5, 6) empfangenen Signaturdaten und andererseits die insbesondere von einem dem beweglichen Empfänger (6) zugeordneten Messfeld (8) gemessenen Abstandswerte an die Recheneinrichtung (4) zu übermitteln.

8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch einen dritten ortsfesten Empfänger (14) zum Empfang von einem satellitengestützten Positioniersystem ausgestrahlten Positionierdaten und ihm zugeordnete Datenübertragungsmittel (15), um die empfangenen Signaturen an die Recheneinrichtung (4) zu übermitteln.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenübertragungsmittel (**10**, **11**, **15**) von einer drahtlosen Datenübertragungsstrecke ausgebildet sind.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinrichtung (**4**) in der Lage ist, die in den Signaturen enthaltenen Positionierdaten und Zeitdaten auszulesen und Laufzeitdifferenzen aus den Laufzeiten eines Signaturdatenpaketes zu den Empfängern (**5**, **6**, **14**) zu ermitteln.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der ortsfeste Empfänger (**5**) Bestandteil des Referenzebenenenerzeugers (**1**) ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

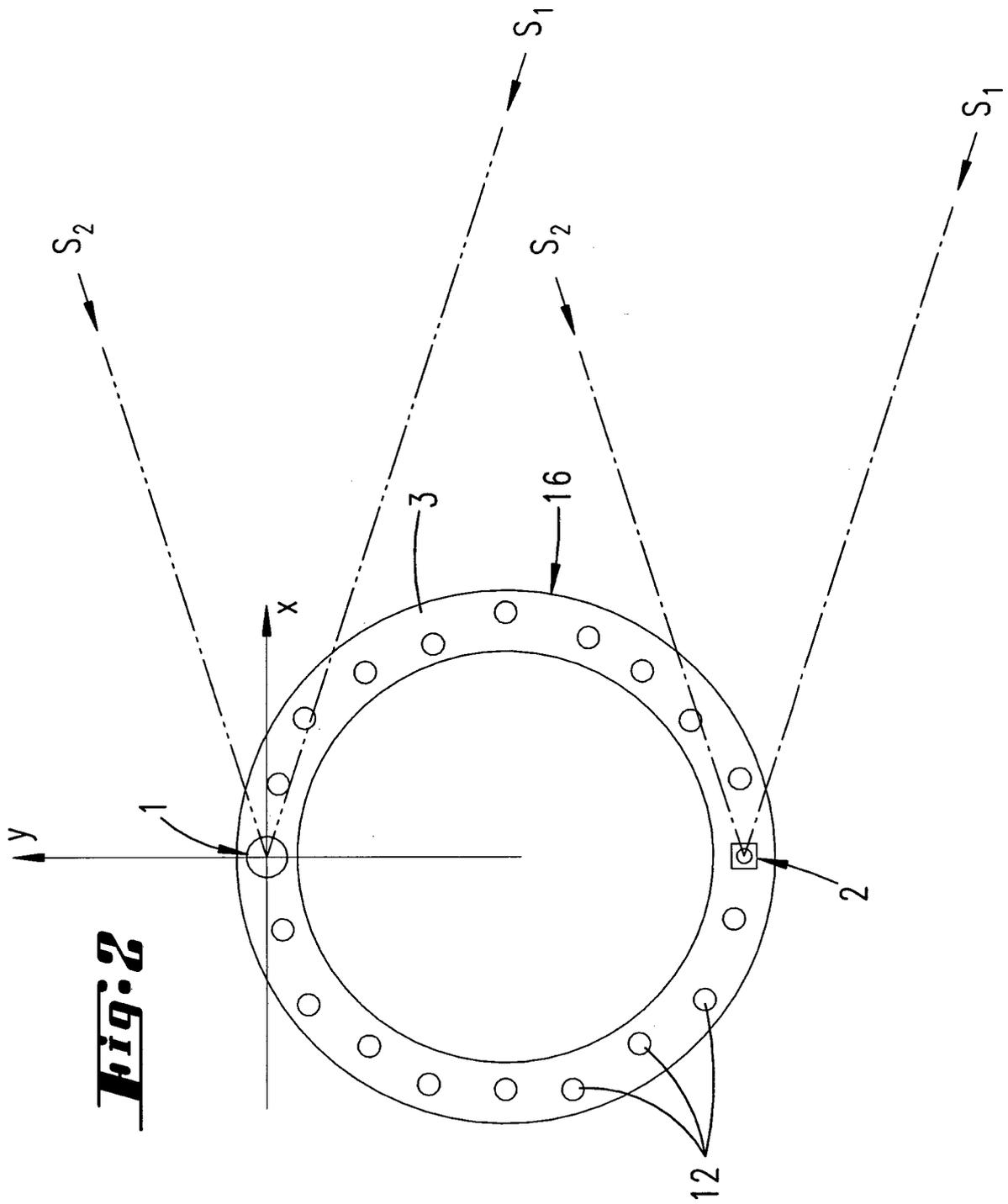
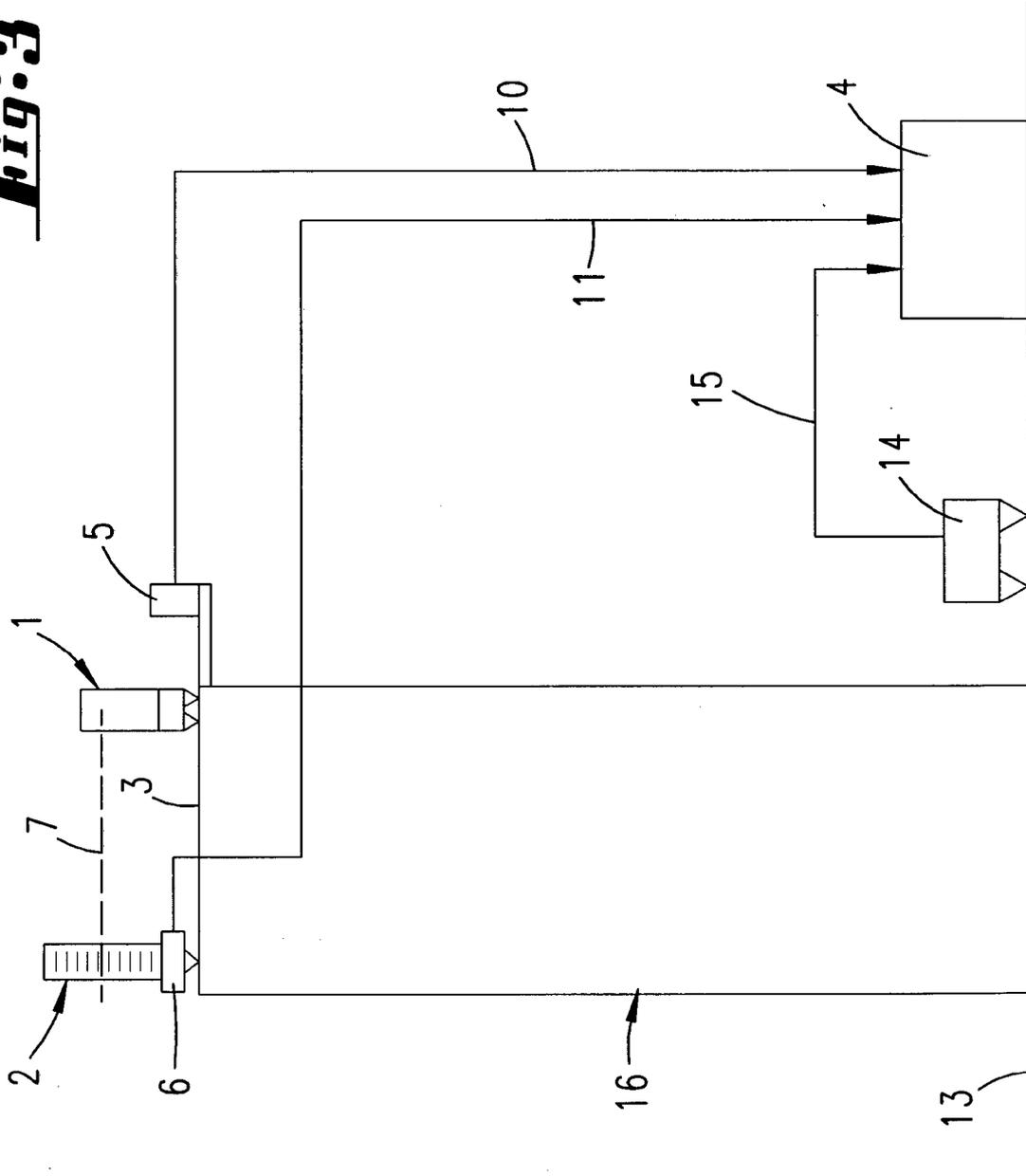


Fig. 3



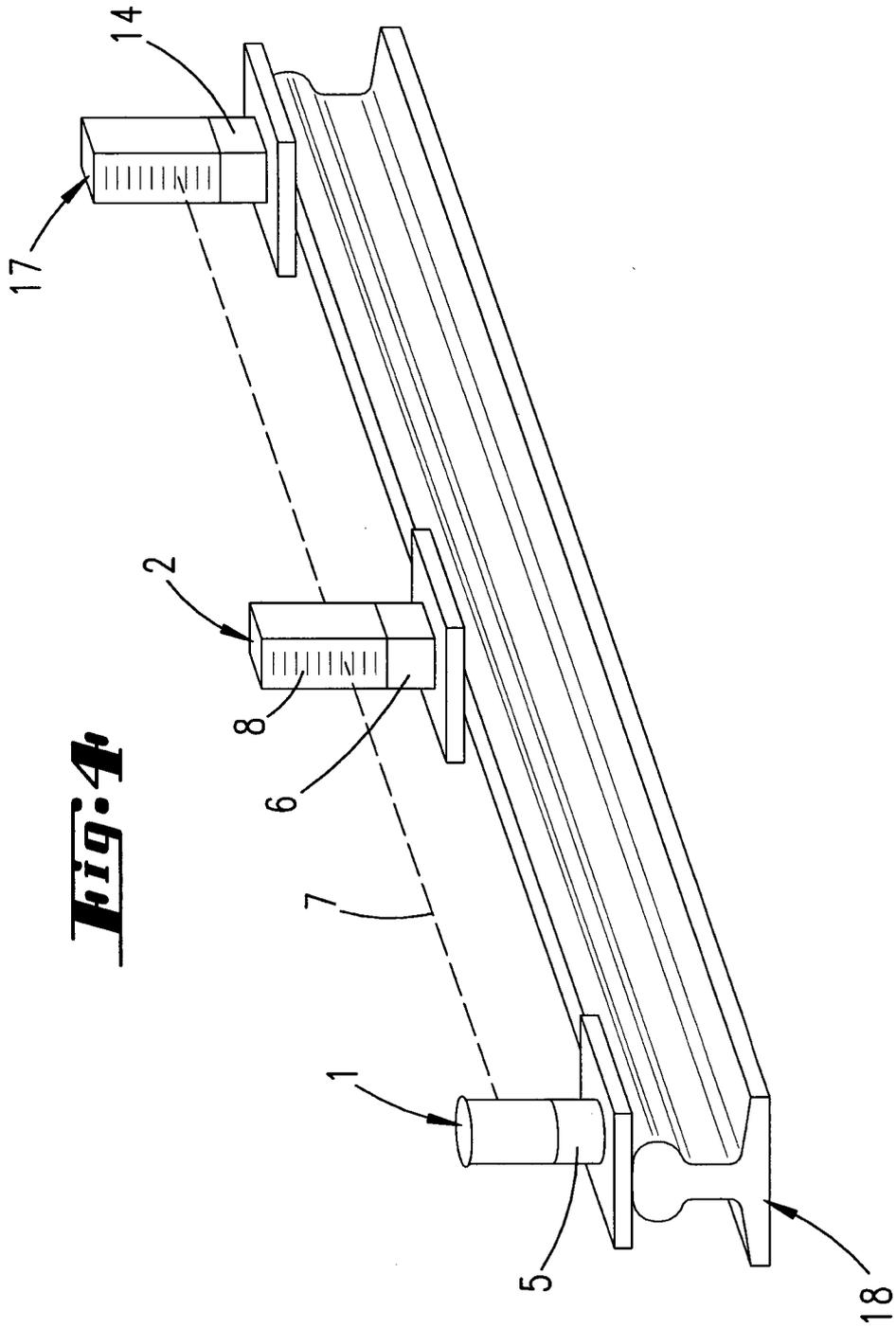


Fig. 4