



(10) **DE 10 2014 013 724 A1** 2016.03.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 013 724.4**

(22) Anmeldetag: **22.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.03.2016**

(51) Int Cl.: **G05D 3/00 (2006.01)**

G01B 11/14 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

G01C 15/02 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Enders, Andreas, 13437 Berlin, DE

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(74) Vertreter:

**Lendvai, Tomás, Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 47809
Krefeld, DE**

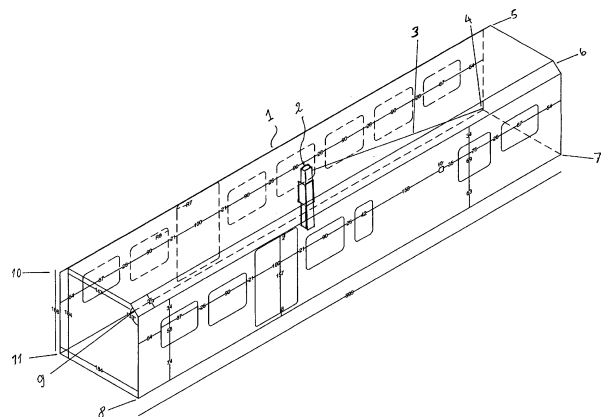
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern eines Fahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern eines Fahrzeugs (1), wobei

- Konstruktionsdaten des Fahrzeugs (1) gespeichert und Messpunkte und Bohrlöcher aus den Konstruktionsdaten extrahiert werden,
- Messpunkte des Fahrzeugs (1) auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden gemessen werden,
- die Messpunkte aus den Konstruktionsdaten mit den gemessenen Messpunkten abgeglichen werden,
- Bohrlöchern aus den Konstruktionsdaten gemessene 3D-Koordinaten (x, y, z) zugewiesen werden und
- die Markierung der Bohrlöcher über einen Taster erfolgt, wobei der Taster an eine nach Konstruktionsdaten angezeigte 3D-Koordinate herangeführt wird und die 3D-Koordinaten in derselben Farbe angezeigt werden, wenn sich der Taster innerhalb vorgegebener Toleranzen befindet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern eines Fahrzeugs mit hoher Genauigkeit.

[0002] Aus DE 4216606 A1 ist ein Verfahren zur Fertigung und zum Ausbau von Schienenfahrzeugwagenkästen mit hoher Maßgenauigkeit bekannt, bei dem die einzelnen Bauteile gefügt und mit- oder untereinander fest oder lösbar arretiert werden. Bei dem Verfahren werden bereits während der Fertigung der einzelnen Baugruppen, wie Untergestell, Dach, Seiten- und Stirnwände, diese mit anzuordnenden Bezugspunkten versehen. Die Bezugspunkte werden während der Fertigung oder dem Ausbau des Wagenkastens zum Anlegen von Schablonen als Bezugspunkte innerhalb einer Baugruppe zu anderen Baugruppen oder zu äußeren Vorrichtungen bei der Montage der Baugruppen zum maßgenauen Fixieren genutzt, um die Bezugspunkte gegebenenfalls abschließend mit dem Fortschreiten und Beenden des Innenausbaus zu verkleiden.

[0003] Aus DE 10 2010 000 777 A1 ist ein Verfahren zur Montage eines Karosseriebauteils an eine Rohkarosserie eines Fahrzeugs mit Seitenwänden mit folgenden Verfahrensschritten bekannt. Die tatsächliche Lage eines Teilbereiches einer der Seitenwände in der Rohkarosserie bezüglich einer ersten Koordinate des Fahrzeugs wird vermessen. Mindestens ein Referenzpunkt bezüglich der ersten Koordinate des Fahrzeugs für das zu montierende Karosseriebauteil auf der Grundlage der Vermessung wird erstellt. Das zu montierende Karosseriebauteil wird relativ zu diesem zumindest einem Referenzpunkt angebracht.

[0004] Aus DE 00 0019 927 005 C1 ist ein Verfahren zum Positionieren und Nivellieren von Auflagern für den Fußbodenaufbau und für sonstige Einbauteile auf dem Unterboden in Fahrzeugen bekannt. Dabei werden die Auflagern für den Fußbodenaufbau in zueinander fluchtenden Reihen auf der von Längsträgern gestützten Bodenprofilplatte in Längs- und Querrichtung befestigt. Bei dem Verfahren wird von einer Bezugsfläche eine virtuelle Bezugsebene in Form eines Messrahmens sektionsweise über die Breite des Fahrzeuges aufgespannt mit dem die Auflagern in ihrer Lage exakt positioniert werden. Das Höhenniveau eines jeden positionierten Auflagers wird in Bezug zur Bezugsebene festgestellt und dessen Abweichung von der Bezugsebene wird durch Ausgleichselemente ausgeglichen. Anschließend wird der Messrahmen in die nächste Sektion zum Nivellieren der Auflagern eingesetzt.

[0005] Beim herkömmlichen Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern im Fahrzeugbau wird mit Schablonen gearbeitet. Im Innenraum beispielsweise eines Waggons werden dazu etwa 1500 Befestigungs-

punkte angebracht. Bohrlöcher werden im Wageninneren angebracht damit im Innenraum Einrichtungen aufgehängt werden können. Das ergibt sich aus der Konstruktionszeichnung. Dafür müssen passende Schablonen gefertigt werden. Die Positionierung der Schablonen wird ermittelt. Der Abstand zum Rand, daher zu der oberen und unteren Kante im Fensterabschnitt wird gemessen. Dann wird die Schablone angesetzt. Die Schablonen müssen gefertigt und verwaltet werden. Bei geänderten Wagen müssen die Schablonen neu hergestellt werden.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein schnelles, kostengünstiges, zuverlässiges und umweltfreundliches Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit bereitzustellen.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern eines Fahrzeugs nach Patentanspruch 1 gelöst.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren eines Fahrzeugs enthält die folgenden Verfahrensschritte.

- Konstruktionsdaten des Fahrzeugs werden gespeichert und Messpunkte und Bohrlöcher werden aus den Konstruktionsdaten extrahiert.
- Messpunkte des Fahrzeugs werden auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden gemessen.
- Die Messpunkte werden aus den Konstruktionsdaten mit den gemessenen Messpunkten abgeglichen.
- Bohrlöchern werden aus den Konstruktionsdaten gemessene 3D-Koordinaten (x, y, z) zugewiesen.
- Die Markierung der Bohrlöcher erfolgt über einen Taster. Dazu wird der Taster an eine nach Konstruktionsdaten angezeigte 3D-Koordinate herangeführt und die 3D-Koordinaten werden in derselben Farbe angezeigt, wenn sich der Taster innerhalb vorgegebener Toleranzen befindet.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern ist gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Die Konstruktionsdaten werden gesammelt und dokumentiert.
- Die Konstruktionsdaten werden aufbereitet. Dabei werden die Konstruktionsdaten bereinigt. Das heißt die Messpunkte, Bohrlöcher oder weitere, den Anforderungen entsprechende Informationen werden aus den Konstruktionsdaten extrahiert.
- Die Vermessung erfolgt vor Ort. Flexible Messgeräte werden positioniert, Flächen und Referenzpunkte werden gescannt. Der Mess- oder Scannvorgang beginnt. Der Abgleich von virtuellem und realem Raum erfolgt durch den Orientierungsprozess mittels Reflektorkugeln im Wagenkasten.

– Die sich anschließende Qualitätssicherung wird dokumentiert. Flexible Positionierungen der Messgeräte erlauben das Scannen von Flächen und Referenzpunkten fast überall, wie bei Gebäuden, Brücken, Maschinen und in Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen.

[0010] Für Planungsvorhaben oder zur Erfassung des Ist-Zustandes für Dokumentationszwecke sind oft die Geometrie eines Objektes oder lediglich Ausschnitte davon zu erfassen. Dabei handelt es sich um Einzelpunkte, Linien, Flächen oder Volumen. Ein Beispiel hierfür könnte eine Produktionshalle sein, die durch neue Maschinen oder eine andere Anordnung ergänzt oder optimiert werden soll. Um solche Rationalisierungsprozesse effektiv durchzuführen, müssen exakte Daten über die Position der Objekte im Raum gewonnen werden.

[0011] Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden Schablonen eingespart und die Nachteile, die sich aus der Verwendung von Schablonen ergeben aufgehoben. Die gesamte Bohrschablonen-Logistik entfällt, das heißt die Herstellung der Schablonen, Aufbewahrung und Archivierung und der Transport von Schablonen an den Ort der Vermessung. Das alles entfällt bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Zeitersparnis und die Kostenersparnis sind bemerkenswert. Personal kann aufgrund des Wegfalls von Schablonen eingespart werden. Besonders wichtig ist die stark erhöhte Präzision des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Löcher werden zueinander richtig gesetzt. Durch die gleichzeitige automatische Protokollierung werden die Messergebnisse für eine Person leicht nachvollziehbar. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht einen sauberen Produktionsprozess. Durch die hohe Maßhaltigkeit entfällt die Nacharbeit und das bedeutet hohe Produktqualität.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere dazu, Bohrlöcher in Fahrzeugen abzustechen und diese so auf die weitere Fertigung vorzubereiten. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das herkömmliche Verfahren der Bohrschablonnennutzung abgelöst und der Fertigungsprozess gestrafft und optimiert. Dabei hat sich gezeigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren über eine dauerhafte Verfügbarkeit der Dienstleistung auch an mehreren Einsatzorten sowie eine hohe zeitliche Flexibilität verfügt, um Leistungsspitzen jederzeit vermessungstechnisch begleiten zu können.

[0013] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden Konstruktionsdaten eines Fahrzeugs als CAD-Daten unter Nutzung insbesondere von CATIA aufbereitet. In einem ersten Schritt werden CAD-Daten unter Nutzung von CATIA aufbereitet und Punktdateien mit den dreidimensionalen Koordinaten der Bohrpunkte exportiert. CATIA

(Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) ist ein CAD-Programm. Der Konstruktionsprozess umfasst in CATIA die Erstellung dreidimensionaler Modelle sowie die Ableitung dazugehöriger zweidimensionaler Zeichnungen. Ebenso werden im weiteren Projektverlauf vorgenommene Änderungen am Konstruktionsmodell in das Datenmodell eingepflegt und für die weiteren Prozessschritte aufbereitet.

[0014] Für die eigentliche Absteckung der Bohrlöcher ist zuerst eine Orientierung des Messsystems im Rohbauwagenkasten erforderlich. Anschließend werden beispielsweise die für den Innenausbau relevanten Bohrlöcher mit der gewünschten Punktgenauigkeit von mindestens 0,5 mm unter Berücksichtigung voneinander abhängiger Baugruppenelemente angerissen. Abschließend erfolgt die Kontrolle aller abgesteckten Punkte. Die dreidimensionalen Koordinaten aller angerissenen Punkte werden in Sicherungsdateien protokolliert und archiviert. Das Messverfahren verkürzt die Absteckung von Bohrpunkten. Im Rohbau werden aus dem CAD-Modell die Positionen übertragen und es kann zeitgleich gekörnt werden.

[0015] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden am Fahrzeug jeweils 6 bis 12, bevorzugt 8 bis 10 Messpunkte auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden mit einem mobilen Lasertracker gemessen werden. Mit dieser Zahl der Messpunkte wird ein gutes Ergebnis erzielt.

[0016] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erfolgt der Abgleich von virtuellem und realem Raum durch den Abgleich von Orientierungsprozess mittels Reflektorkugeln im Wagenkasten.

[0017] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung besteht die Referenzbasis aus mindestens drei Reflektorkugeln. Sie wird fest an einem Fixpunkt montiert und bildet den Ursprung des aufgespannten Koordinatensystems. Der Referenzarm ist hier der Laserstrahl. Über die Variation der Länge des Referenzarms, daher Laufzeiten der Funksignale der Laserstrahlen werden mittels einer präzisen Linearachse an jeder Raumposition die drei Abstände des Messpunktes zu den drei Reflektorkugeln ermittelt.

[0018] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden anzubringenden Bohrlöchern aus den Konstruktionsdaten gemessene 3D-Koordinaten (x, y, z) zugewiesen, indem an jeder Raumposition die drei Abstände des Messpunktes zu den drei Reflektorkugeln ermittelt werden und die Position des Bohrloches daraus mittels einer Trilateration bestimmt wird. Trilateration ist ein Messver-

fahren zur Positionsbestimmung eines Punktes. Trilateration bedeutet, dass erst die Kenntnis der Entfernung zu drei bekannten Punkten eine eindeutige Bestimmung der Position im Raum ermöglicht. Zwar haben drei Kugelschalen zwei zueinander symmetrische Schnittpunkte, doch einer davon lässt sich meist durch Plausibilitätsüberlegungen ausschließen.

[0019] Der Vorteil dieses Messverfahrens liegt in der freien Positionierbarkeit des Messvolumens. Des Weiteren stören kurze Strahlunterbrechungen eine Messung oder Messreihe nicht, da die eigentliche Messung der Reflexionssignale im Millisekundenbereich und jede Positionsbestimmung unabhängig und absolut erfolgt. Wenn für die Messungen herkömmliche Messnormale verwendet werden, kann die Einrichtung oder Neuausrichtung von Maschinen mehrere Tage dauern. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur exakten und automatisierbaren Bestimmung von Raumkoordinaten, von Abständen und Winkeln wird diese Messzeit auf einige Stunden verkürzt.

[0020] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erfolgt die Markierung der anzubringenden Bohrlöcher über eine kabellose T-Probe. Nach einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden die 3D-Koordinaten farblich rot angezeigt und wenn die kabellose T-Probe innerhalb vorgegebener Toleranzen einer 3D-Koordinate geführt wird, dann wird die 3D-Koordinate grün angezeigt und wenn die T-Probe so geführt wird, dass alle drei 3D-Koordinaten grün angezeigt werden, dann ist die T-Probe innerhalb der vorgegebenen Toleranzen. Dann kann die Markierung des anzubringenden Bohrlochs vorgenommen werden.

[0021] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erfolgt gleichzeitig mit der Markierung des anzubringenden Bohrlochs die Körnung des Bohrlochs. Die direkte Kopplung von Messprozess und Körnung ist schnell und präzise.

[0022] Die vorliegende Erfindung wird weiter gelöst durch die Verwendung eines Lasertrackers für das erfindungsgemäße Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern. Der Lasertracker enthält einen Absolutdistanzmesser (ADM), einen Interferometer (IFM), eine positionsempfindliche Diode (PSD), einen Winkelencoder und einen Reflektor in Verbindung mit einer kabellosen T-Probe zum Abstecken von anzubringenden Befestigungspunkten bei Gebäuden, Brücken, Maschinen und in Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen.

[0023] Mit einem Lasertracker wird ein Ziel automatisch erfasst, sobald es im Sichtfeld des Sensors liegt. Der Lasertracker verfügt über sechs Freiheitsgraden. Bei dem Lasertracker, zum Beispiel Leica AT901-MR handelt es sich um ein mobiles Messsystem, welches

vorzugsweise in der Präzisionsindustrie zum Einsatz kommt. Innerhalb des typischen Messvolumens von bis zu 18 m können mithilfe eines Laserstrahls präzise Messungen vorgenommen werden.

[0024] Das Interferometer (IFM) ist in der Lage, die absolute Distanz zu einem Reflektor zu messen. Das Gerät kann demnach einen unterbrochenen Laserstrahl gleich wiederherstellen und sofort das bewegliche Ziel messen. Mehrere eingebaute Redundanzsysteme sollen für zuverlässige Messdaten sorgen. Das neue IFM misst absolute Distanzen zu einem Ziel.

[0025] Das leichte Design und die kompakten Abmessungen des Lasertrackers ermöglichen den Transport und Aufbau des Messgeräts durch nur eine Person, sodass der Lasertracker ortsungebunden und flexibel einsetzbar ist. Zusätzlich sorgt eine kurze Initialisierungsphase dafür, dass der Lasertracker schnelle Einsatzbereitschaft.

[0026] xxxIn Verbindung mit einem kabellosen Taster (T-Probe) bietet der Laser Scanner ein entsprechendes Arbeitsvolumen. Mithilfe von PowerLock und dem Interferometer (IFM) kann der Lasertracker absolute Distanzen zu einem Ziel mit einem Höchstmaß an Genauigkeit messen, sodass präzise Ergebnisse garantiert werden können. Die T-Probe dient zur Abtastung und Überprüfung verborgener Punkte ohne Einschränkung durch mechanische Arme und Kabel. Dank erhöhter Präzision wird eine zehnfach verbesserte Punktmessrate erreicht. Die kabellose T-Probe dient der tastenden Messung im statischen und dynamischen Messmodus. Erfassen von Punkten im Bereich von Hinterschneidungen und Messen verdeckter Punkte ist damit ebenso möglich wie das Erfassen von Kanten und geometrischen Elementen. Zur Vereinfachung der Handhabung verfügt die T-Probe über zwei im rechten Winkel zueinander angeordnete mechanische Interfaces, die der Aufnahme der variabel zu gestaltenden Tastspitzen dienen und über Statusanzeigen in Form von farbigen LED verfügen. Der Wechsel der einmal kalibrierten Tastspitzen wird automatisch erkannt und dem System direkt mitgeteilt. Die T-Probe verfügt über 6 Freiheitsgrade. Die T-Probe verfügt auch über längere Styli und eine Messweite von bis zu 30 m. Die T-Probe hat einen Nickwinkel: $\pm 45^\circ$, Gierwinkel: $\pm 45^\circ$, Rollwinkel: $\pm 360^\circ$, eine Punktausgaberate bis zu 1.000 Hz und eine Trackinggeschwindigkeit > 1 m/s.

[0027] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es wird gezeigt in:

[0028] Fig. 1 eine sphärische Darstellung eines Eisenbahnwagens mit einem Lasertracker im Innenraum des Eisenbahnwagens.

[0029] In Fig. 1 ist eine sphärische Darstellung eines Eisenbahnwagens (1) mit einem Lasertracker (2) im Innenraum des Eisenbahnwagens (1) bei der Vermessung des Innenraumes gezeigt. Der Lasertracker (2) sendet einen Laserstrahl (3) in Richtung der Stirnseite S1 aus. Die Vermessung beginnt in der unteren linken Ecke (4). Der Laserstrahl (3) fährt dann nach oben in die obere linke Ecke (5). Der Laserstrahl (3) fährt dann horizontal von links in die obere rechte Ecke (6) und schließlich nach unten in die untere rechte Ecke (7). Danach sendet der Lasertracker (2) den Laserstrahl (3) in Richtung der zweiten Stirnseite S2 beginnend mit der rechten unteren Ecke (8) über die rechte obere Ecke (9), die obere linke Ecke (10) bis zur unteren linken Ecke (11) ebenso wie bei S1 ab.

Beispiel

[0030] Der Messvorgang wird nach einem Beispiel in den folgenden Schritten vorgenommen.

1. Festlegung des Ist-Koordinatenursprungs.

[0031] Daraus ergibt sich ein Koordinatensystem mit den folgenden 3D Koordinaten (x: Längsrichtung, daher in Fahrtrichtung, y: Querrichtung, daher quer zur Fahrtrichtung und z: oben oder unten).

[0032] Die Rohkarossen werden fertig lackiert angeliefert. Nach Überprüfung der Karosserie werden die Bohrlöcher abgesteckt. Anschließend werden die Bohrlöcher gebohrt. Mit Hilfe der T-Probe des Lasertrackers von Leica AT 901 MR werden jeweils ca. 8–10 Messpunkte auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden der Rohkarosse gemessen. Aus den Messpunkten werden in CAD (Polyworks) im Best-Fit-Verfahren neue Flächen für die Seiten- und Stirnwände sowie für den Boden erarbeitet. Parallel zu den so ermittelten neuen Seitenflächen wird eine Mittelebene in CAD ermittelt, die zu den beiden anderen Flächen den gleichen Abstand hat. Daher die Mittelebene ist überall gekennzeichnet durch $y = 0$. Mit Hilfe der T-Probe werden Messpunkte für die seitliche Begrenzung der sich gegenüberliegenden Türausschnitte (in x-Richtung und z-Richtung) gemessen und in CAD übertragen. Aus den Messpunkten werden in CAD im Best-Fit-Verfahren Flächen erzeugt, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie die beiden Türausschnitte wie mit einem Tunnel verbinden. Abschließend wird eine Mittelebene erzeugt, die äquidistant zu den beiden „seitlichen Tunnelflächen“ liegt. Die zuvor erzeugte neue Fläche für den Boden wird nun in z-Richtung bis zur Türoberkante verschoben. Der Ist-Koordinatenursprung liegt im Schnittpunkt der 3 Flächen: nach oben transferierte Bodenfläche, generisch erzeugte Mittelebene zwischen den Seitenwänden und generisch erzeugte Mittelebene zwischen den „Tunnelflächen“ der Türöffnungen.

[0033] Mit Hilfe von 5-Diodenpaaren auf jeder T-Probe kann das System erkennen mit welchem Winkel die T-Probe auf die Fläche aufgesetzt wird und welche Raum-Koordinate die Messspitze hat. Je nach Fläche kommt entweder eine gerade bzw. eine um 90° abgewinkelte Spitze auf der T-Probe zum Einsatz. Aktuell wird jede T-Probe alle 4 Wochen kalibriert. Der Zeitaufwand beträgt etwa 30 Minuten je T-Probe.

2. Aufkleben von 7 Nestern

[0034] Dies erlaubt den Lasertracker jederzeit abzubauen und wieder neu in der Rohkarosse aufzubauen ohne lange Einmessarbeiten.

3. Markieren der Mittelachsen

[0035] Die Schnittlinie der theoretisch ermittelten Mittelebene zwischen den Seitenwänden wird mit Hilfe der T-Probe und des daran befestigten Körners (punch tool) auf dem Boden markiert. Die Schnittlinie der theoretisch ermittelten Mittelebene in den Türausschnitten wird mit Hilfe der T-Probe und des daran befestigten Körners auf dem Boden und dem oberen Türausschnitt markiert. Man könnte jetzt theoretisch mit Hilfe einer Schnur die Mittelachsen durch das Verbinden der gegenüberliegenden gekörnten Punkte sichtbar machen. Dies ist für nachfolgende Arbeiten mit einfachen Hilfsmitteln sinnvoll.

4. Abstecken von Bohrpunkten

[0036] Anhand der Zeichnungen wissen die Anwender an welchen Stellen Bohrpunkte angezeichnet werden müssen. Wenn man mit der T-Probe in die Nähe einer Bohrung kommt, erkennt das System automatisch, um welche Bohrung es sich handelt. Es zeigt dem Anwender auf dem Bildschirm farblich (grün oder rot) an, ob er sich mit seinem Körner innerhalb der vorgegebenen Toleranz befindet. Zusätzlich wird der numerische Wert in mm angegeben, um den der Körner bewegt werden muss.

[0037] Die zurzeit voreingestellte Toleranz beträgt jeweils $\pm 0,25$ mm in x- und z-Richtung im Falle der Seitenwände in y- und z-Richtung im Falle der Stirnwände und in x- und y-Richtung im Falle des Bodens und der Decke. Der Anwender, der die T-Probe mit Körner bedient, markiert die Körnung zusätzlich mit einem Eddingmarker. Handschriftlich vermerkt er den Lochdurchmesser des von der nachfolgenden Bohrtuppe zu bohrenden Lochdurchmessers. Ein weiterer Anwender macht den Körnerpunkt mit Hilfe eines Akkubohrers und 2 mm Spiralbohrer besser sichtbar. Bohrtiefe beträgt etwa 1 mm gerade soviel, dass man die Körnung besser ertasten kann. Normale Wagons haben in der Regel etwa 1.500 Bohrpunkte, für die 2 Personen etwa 1 Schicht benötigen.

[0038] Doppelstockwagen können ca. 4000 Bohrlöcher haben, die noch nicht im Rohbau vorgebohrt wurden. In der Regel haben die Bohrlöcher einen Durchmesser von 5 mm bis 6,5 mm für Niete. Die Durchmesser variieren von 4,5 mm bis 13,5 mm. Oft werden auch Gewindemuttern eingepresst.

[0039] Durch das erfindungsgemäße Verfahren konnten die geforderten Toleranzen von 0,5 mm deutlich unterschritten werden. Die Bearbeitung ist durch eine Person möglich. Das erfindungsgemäße Verfahren wird mittels eines transportablen Messsystems vor Ort durchgeführt.

Bezugszeichenliste

- 1** Fahrzeug, Waggon, Wagenkasten
- 2** Lasertracker
- 3** Laserstrahl
- 4** Die untere linke Ecke von S1
- 5** Die obere linke Ecke von S1
- 6** Die obere rechte Ecke von S1
- 7** Die untere rechte Ecke von S1
- 8** Die rechten unteren Ecke von S2
- 9** Die rechte obere Ecke von S2
- 10** Die obere linke Ecke von S2
- 11** unteren linken Ecke von S2
- S1** Stirnseite des Waggons (1)
- S2** Stirnseite des Waggons (1)

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 4216606 A1 [0002]
- DE 102010000777 A1 [0003]
- DE 000019927005 C1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abstecken von Bohrlöchern eines Fahrzeugs (1), wobei

- Konstruktionsdaten des Fahrzeugs (1) gespeichert und Messpunkte und Bohrlöcher aus den Konstruktionsdaten extrahiert werden,
- Messpunkte des Fahrzeugs (1) auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden gemessen werden,
- die Messpunkte aus den Konstruktionsdaten mit den gemessenen Messpunkten abgeglichen werden,
- Bohrlöchern aus den Konstruktionsdaten gemessene 3D-Koordinaten (x, y, z) zugewiesen werden und
- die Markierung der Bohrlöcher über einen Taster erfolgt, wobei der Taster an eine nach Konstruktionsdaten angezeigte 3D-Koordinate herangeführt wird und die 3D-Koordinaten in derselben Farbe angezeigt werden, wenn sich der Taster innerhalb vorgegebener Toleranzen befindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Konstruktionsdaten eines Fahrzeugs (1) als CAD-Daten unter Nutzung insbesondere von CATIA aufbereitet und Punktdaten mit den dreidimensionalen Koordinaten der Bohrpunkte exportiert werden und insbesondere in CATIA ein dreidimensionales Modell erstellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei am Fahrzeug (1) jeweils 6 bis 12, bevorzugt 8 bis 10 Messpunkte auf den Seitenwänden, den Stirnwänden und dem Boden mit einem mobilen Lasertracker (2) gemessen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Abgleich von virtuellem und realem Raum durch den Orientierungsprozess mittels Reflektorkugeln am Fahrzeug (1) erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Referenzbasis aus mindestens drei Reflektorkugeln besteht und fest an einem Fixpunkt montiert wird und den Ursprung des aufgespannten Koordinatensystems bildet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei anzubringenden Bohrlöchern aus den Konstruktionsdaten gemessene 3D-Koordinaten (x, y, z) zugewiesen werden, indem an jeder Raumposition die drei Abstände des Messpunktes zu den drei Reflektorkugeln ermittelt werden und die Position des Bohrloches daraus mittels einer Trilateration bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Markierung der anzubringenden Bohrlöcher über eine kabellose T-Probe erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die 3D-Koordinaten farblich rot angezeigt wer-

den und wenn die kabellose T-Probe innerhalb vorgegebener Toleranzen einer 3D-Koordinate geführt wird, dann wird die 3D-Koordinate grün angezeigt und wenn die T-Probe so geführt wird, dass alle drei 3D-Koordinaten grün angezeigt werden, dann erfolgt die Markierung des anzubringenden Bohrlochs.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei gleichzeitig mit der Markierung des anzubringenden Bohrlochs die Körnung des Bohrlochs erfolgt.

10. Verwendung eines mobilen Lasertrackers (2) mit Absolutdistanzmesser (ADM), Interferometer (IFM), positionsempfindliche Diode (PSD), Winkelen-coder und Reflektor in Verbindung mit einer kabellosen T-Probe zum Abstecken von anzubringenden Befestigungspunkten Gebäuden, Brücken, Maschinen und in Fahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

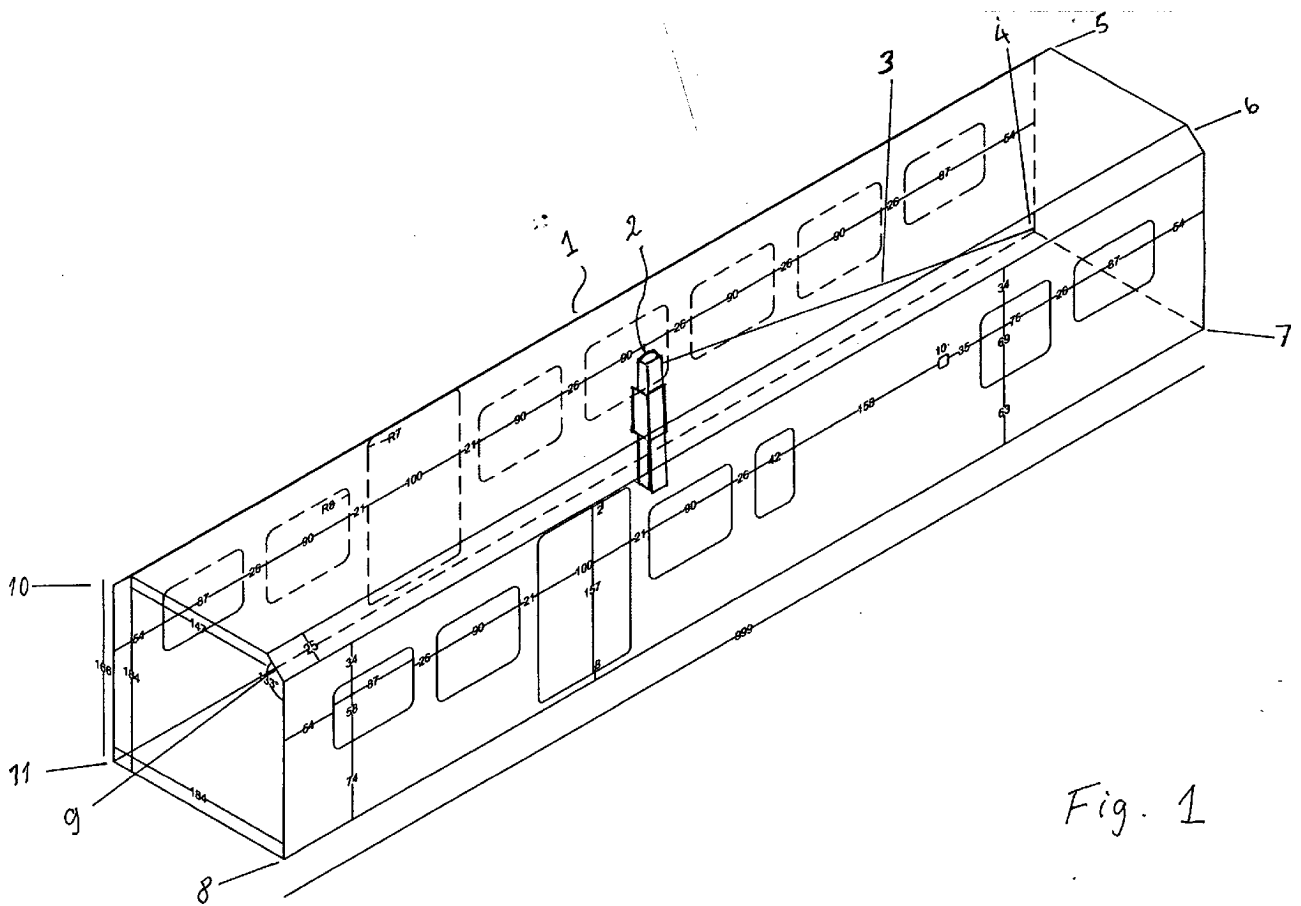


Fig. 1