

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 798 190 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.1997 Patentblatt 1997/40

(51) Int. Cl.⁶: B61D 17/04

(21) Anmeldenummer: 97103688.4

(22) Anmeldetag: 06.03.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: 29.03.1996 DE 19612580

(71) Anmelder: Deutsche Waggonbau AG
12526 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• Jäke, Rainer
06122 Halle (DE)

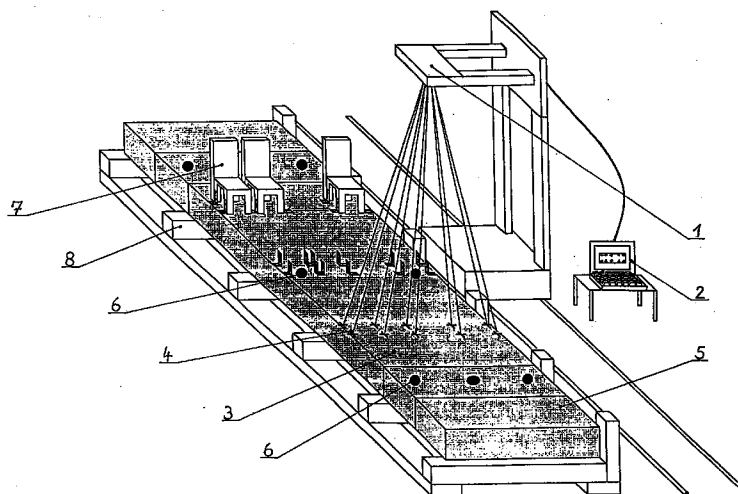
- Hahn, Udo
06116 Halle (DE)
- Albrecht, Uwe
06118 Halle (DE)
- Steindorf, Wolfgang
01069 Dresden (DE)
- Schenk, Steffen
01474 Weissig (DE)
- Lauck, Lothar, Dr.
01309 Dresden (DE)

(54) Verfahren zur Positionierung von An- und Ausbauteilen an den Grosssektionen eines in Modulbauweise hergestellten Schienenfahrzeuges

(57) Der Ausbau der Großsektionen (5) von Schienenfahrzeugen zu Modulen erfordert eine Vielzahl einzubringender Bohrungen zur Befestigung der Ausrüstungsteile. Sowohl das manuelle Anreißen dieser Bohrungen als auch die Verwendung von Schablonen, die an antastbare Maß Bezugspunkte (6) an der Großsektion (5) angelegt werden, haben sich in der Praxis als zu aufwendig erwiesen.

Erfindungsgemäß werden die Maß Bezugspunkte (6) auf der Großsektion (5) zunächst mit passiven Reflektoren ausgerüstet und anschließend ein Laserprojektor (1) nach den Maß Bezugspunkten (6) vorpositioniert, welcher danach durch Ansteuerung der Reflektoren auf

den Maß Bezugspunkten (6) exakt zur Projektionsfläche (3) ausgerichtet wird. Daran anschließend wird eine erste Abbildung (4) aus dem Speicher eines Steuerrechners (2) aufgerufen, auf den Laserprojektor (1) übertragen und von diesem auf die Großsektion (5) projiziert. Abschließend wird die projizierte Abbildung (4) auf der Großsektion (5) gekennzeichnet sowie die nächste Abbildung (4) aus dem Steuerrechner (2) aufgerufen. Nach der Fertigstellung der Großsektion (5) erfolgt dann die Projektion und Kennzeichnung der Positionen der Anschlußmodule mit nachfolgender Anordnung und Verbindung der Module untereinander.



EP 0 798 190 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionierung von An- und Ausbauteilen an den Großsektionen eines in Modulbauweise hergestellten Schienenfahrzeuges, wobei die Großsektionen nach einem Maßbezugssystem mit antastbaren Maßbezugspunkten aus Einzelteilen zusammengefügt und anschließend zumindest an einer Seite mit weiteren Ausrüstungsteilen ausgebaut werden, und sie ist insbesondere vorteilhaft beim Ausbau des Untergestellmoduls eines Nahverkehrs-Schienenfahrzeuges anwendbar.

Dem Fachmann im Schienenfahrzeugbau ist allgemein bekannt, daß die Modulbauweise von Schienenfahrzeugen zumeist durch die gesonderte Vorfertigung des Untergestells, der Seitenwände, des Dachs und der Stirnwände als Großsektionen gekennzeichnet ist, welche nach weitestgehendem Ausbau mit den notwendigen Ausrüstungsteilen zum Wagenkasten des Schienenfahrzeuges zusammengefügt werden.

Der Ausbau dieser Großsektionen zu Modulen erfordert dabei eine Vielzahl einzubringender Bohrungen, zu positionierender Nutensteine oder zu verklebender Futterelemente zur Befestigung der Ausrüstungsteile, welche zumindest im Fall des Untergestellmoduls sowohl von deren Oberseite als auch von dessen Unterseite her einzuarbeiten beziehungsweise zu befestigen sind. Es ist deshalb bekannt, die Großsektionen in Vorrichtungen herzustellen, welche durch gute Begehrbarkeit und großzügige Raumfreiheit sowohl zur Montage als auch zum Einbringen der Bohrungen in üblicher Weise durch Anreißen, Ankörnen und/oder Bohren sowie zur Durchführung der übrigen Ausbauvorbereitungen geeignet ausgebildet sind.

In der Praxis hat es sich jedoch gezeigt, daß das manuelle Anreißen der Vielzahl von notwendigen Bohrungen und zu kennzeichnenden Positionen einen enormen Zeitaufwand erfordert, der sich äußerst negativ auf die Arbeitsproduktivität und die Kosten für das Schienenfahrzeug auswirkt. Darüber hinaus ist das herkömmliche Anreißen selbst bei gewissenhafter Tätigkeit immer mit relativ großen Maßabweichungen oder -toleranzen verbunden, da die möglichen Maßbezüge an den Großsektionen, wie beispielsweise die Kopfstückkante oder die Längsträgerkante am Untergestell, ebenfalls bereits mit Ungenauigkeiten behaftet sein können. Unter weiterer Berücksichtigung des mit dem Anreißen zumeist verbundenen hohen Aufwandes zur Maßberechnung ist es somit nicht ausgeschlossen, daß, speziell bei einer großen Anzahl von Bohrungen, einige Bohrungen insbesondere dann falsch gesetzt werden, wenn diese in verdeckte oder bereits überbaute Bauteile der Großsektion einzubringen sind.

Um dieses sogenannte Weiterreichen von Maßabweichungen oder -toleranzen während der Fertigung und/oder dem Ausbau der Großsektionen entscheidend zu mindern, wurde durch die DE-OS 42 16 606 ein Verfahren vorgeschlagen, nach dem die Großsektionen bereits während der Fertigung mit mehreren antastba-

ren und mit hoher Genauigkeit anzuordnenden Maßbezugspunkten versehen werden. Diese Maßbezugspunkte werden dann während der Fertigung und/oder dem Ausbau der Großsektion sowohl zum maßgenauen Fügen und/oder Fixieren der einzelnen Bauteile der Großsektion als auch zum An- oder Auflegen von Schablonen oder Lehren genutzt, mit denen ein lagegenaues Anbringen von Teilen, Flächen- und/oder Raumsektionen ermöglicht und unter anderem auch das Einbringen der Bohrungen für die Ausbauteile der Großsektion wesentlich erleichtert wird.

Die Anwendung dieses an sich sehr vorteilhaften Verfahrens erfordert jedoch insbesondere bei der Modulbauweise von Schienenfahrzeugen eine derart große Anzahl von Lehren oder Schablonen, daß dessen Effektivität durch die hohen Herstellungskosten der Lehren oder Schablonen wiederum stark gemindert wird. Dieser Nachteil wird noch deutlicher, wenn an einem Standort mehrere unterschiedliche Typen von Schienenfahrzeugen hergestellt werden, da für jeden Fahrzeugtyp ein gesonderter Satz Lehren oder Schablonen notwendig ist. Darüber hinaus sind diese Lehren oder Schablonen nicht nur zwei-, sondern auch dreidimensional ausgebildet, so daß mitunter auch deren Lagerung in der Nähe des Ausbaustandes der Großsektion aus Platzgründen problematisch werden kann.

Die Erfindung verfolgt somit das Ziel, die Positionierung von An- und Ausbauteilen an den Großsektionen eines in Modulbauweise hergestellten Schienenfahrzeuges derart zu gestalten, daß die genannten Mängel des Standes der Technik beseitigt werden.

Als Aufgabe liegt der Erfindung die Konzipierung eines Verfahrens zur Positionierung von An- und Ausbauteilen an den Großsektionen eines in Modulbauweise hergestellten Schienenfahrzeuges zugrunde, mit welchem, aufbauend auf vorhandenen Maßbezugspunkten, ein zeitaufwendiges und ungenaues Vermessen und Anreißen per Hand vermieden und die Aufwendungen für spezielle Lehren oder Schablonen auf ein Minimum reduziert werden.

Die Aufgabe wird mit einem gattungsgemäßen Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 erfindungsgemäß derart gelöst, daß die Maßbezugspunkte zunächst mit passiven Reflektoren oder aktiven Sensoren ausgerüstet werden, anschließend ein Laserprojektor nach den Maßbezugspunkten auf der Großsektion vorpositioniert wird und danach durch Ansteuerung der Reflektoren oder Sensoren auf den Maßbezugspunkten die exakte Positionsbestimmung des Laserprojektors bezüglich der Projektionsfläche erfolgt. Daran anschließend wird eine erste, in einem CAD-System erstellte Abbildung aus dem Speicher eines Steuerrechners aufgerufen, auf den Laserprojektor übertragen und von diesem im Maßstab 1:1 auf die Großsektion projiziert.

Abschließend wird die projizierte Abbildung auf der Großsektion gekennzeichnet und/oder in diese eingearbeitet sowie die nächste Abbildung aus dem Speicher des Steuerrechners mittels Fernbedienung aufgerufen. Nach der Fertigstellung der Großsektion erfolgt dann

gegebenenfalls noch die Projizierung und Kennzeichnung der Positionen der Anschlußmodule mit nachfolgender Anordnung und Verbindung der Module untereinander.

Zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 6 angegeben.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber dem Stand der Technik ist, daß unmittelbar ausgehend von einer CAD-Montagezeichnung ohne aufwendiges Vermessen und ohne spezielle Lehren oder Schablonen eine sofortige Anzeige der Positionen der Ausbauteile im Montageprozeß der Großsektionen vor Ort möglich ist. Durch den Wegfall jeglicher Meßvorgänge kann somit eine enorme Zeitersparnis erreicht werden, und falsch gesetzte Bohrungen oder Positionen aufgrund von Fehlern bei der Maßberechnung sind mit dem erfindungsgemäßen Verfahren gänzlich ausgeschlossen.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß alle projizierten Bohrungen und Positionen einen einheitlichen neutralen Maßbezug besitzen und stark toleranzbehaftete Körperkanten, wie die Kopfstück- oder Längsträgerkante des Untergestells, durch zwischen den Maßbezugspunkten gezogene Bezugsachsen ersetzt werden. Dadurch kann die Genauigkeit der Bohrungen oder Positionen, vor allem untereinander, erheblich verbessert und der Ausbau der Großsektionen zu Modulen beschleunigt werden.

Darüber hinaus bietet das erfindungsgemäße Verfahren die Möglichkeit, nicht nur Bohrungen, Durchbrüche und Positionen lagegenau anzuzeigen, sondern auch die Lage von Bauteilen, Sitzbänken, Trennwänden, Rohrschellen, Nutensteinen u. dgl. oder auch den Verlauf von Kabelsträngen und/oder von Pneumatik-/Hydraulikleitungen auf die einzelnen Großsektionen zu projizieren. Infolge der Einsparung an Betriebsmitteln, einer hohen Flexibilität und der unmittelbaren Kopplung an die in CAD-Systemen erstellten Konstruktionsunterlagen ist somit eine deutliche Erhöhung der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Gewährleistung einer sehr guten Qualität möglich.

Einzelheiten der Erfindung werden anschließend anhand der zugehörigen Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt dabei die schematische Darstellung eines in eine Vorrichtung eingelegten Untergestellmoduls eines Nahverkehrs-Schienenfahrzeuges, auf dem die Ausbauteile nach dem erfindungsgemäßen Verfahren positioniert werden.

Das Zusammenfügen des eine Großsektion 5 bildenden Untergestells aus Einzelteilen erfolgt in bekannter Weise in einer Vorrichtung 8, wobei bevorzugt auf den Hauptquerträgern und den seitlichen Längsträgern des Untergestells eine Reihe in der Zeichnung nur ange deuteter neutraler Maßbezugspunkte 6 in Form von antastbaren Bolzen mit hoher Genauigkeit nach einem Maßbezugsystem angeordnet werden.

Zum Ausbau des Untergestells mit weiteren Ausrüstungsteilen 7 zu einem Modul verbleibt das Unterge-

stell im dargestellten Beispiel in der Vorrichtung 8, und die Maßbezugspunkte 6 werden erfindungsgemäß zunächst mit passiven Reflektoren oder aktiven Sensoren ausgerüstet. Danach erfolgt die Vorpositionierung eines oder mehrerer Laserprojektoren 1 nach den Maßbezugspunkten 6 auf der Großsektion 5 und die exakte Positionsbestimmung des Laserprojektors 1 bezüglich der Projektionsfläche 3 durch Ansteuerung der Reflektoren oder Sensoren auf den Maßbezugspunkten 6. Die Vorpositionierung erfolgt dabei bevorzugt durch manuelles oder mechanisches Annähern der auf Gleitschienen oder Portalen angeordneten Laserprojektoren 1 an die vorgesehenen Maßbezugspunkte 6, und die exakte Positionsbestimmung wird bevorzugt durch eine im Laserprojektor 1 integrierte Kalibriereinheit automatisch realisiert, indem mit einem Laserstrahl nach innerhalb der Projektionsfläche 3 angeordneten Maßbezugspunkten 6 gesucht wird, an denen der Laserprojektor 1 sich orientieren kann. Um dabei die Genauigkeit der Positionierung des Laserprojektors 1 zu erhöhen, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, möglichst weit auseinanderliegende sowie im Randbereich der Projektion angeordnete Maßbezugspunkte 6 zur Positionierung des Laserprojektors 1 auszuwählen. Die Verwendung von Reflektoren oder Sensoren auf den Maßbezugspunkten 6 richtet sich zudem danach, ob die Kalibriereinheit des Laserprojektors 1 dazu in der Lage ist, den von den Reflektoren zurückgestrahlten Laserstrahl als Positioniersignal zu erkennen oder ob das Positioniersignal von aktiven Sensoren, die vom Laserstrahl getroffen werden und mit dem Laserprojektor verkabelt sind, gemeldet wird.

Bei Laserprojektoren ohne Selbstkalibrierung muß dagegen die exakte Positionierung durch entsprechende Hilfsmittel, beispielsweise durch Anschläge auf den Portalen oder Gleitschienen, auf denen die Laserprojektoren angeordnet sind, realisiert werden. Darüber hinaus ist es bei solchen Laserprojektoren von Vorteil, die Möglichkeit vorzusehen, die Projektion manuell über die Lasersteuerung drehen und verschieben zu können, damit eine eventuell unrichtige Lage des Laserprojektors im Rahmen der Beobachtungsfähigkeiten des Anwenders kompensiert werden kann.

Bei der Vorpositionierung des Laserprojektors 1 ist es natürlich auch möglich, einen fest installierten Laserprojektor 1 zu verwenden und diesen durch Verschieben der Vorrichtung 8 nach den Maßbezugspunkten 6 auf der Großsektion 5 grob auszurichten.

Aufgrund des begrenzten Abstrahlwinkels eines Laserprojektors 1 und der zunehmenden Ungenauigkeit bei großen Projektionswinkeln ist es jedoch nicht möglich, das gesamte Untergestell mit nur einem Laserprojektor 1 abzudecken. Um eine Großsektion 5 wie das Untergestell mit einer üblichen Länge von ca. 24 m zu bestrahlen haben sich demzufolge mehrere Laserprojektoren 1 als vorteilhaft erwiesen, welche nebeneinander angeordnet werden und zur Erhöhung der Projektionsgenauigkeit mit größeren Überdeckungsgraden arbeiten. Je nach Notwendigkeit ist es natürlich

auch möglich nur einige Laserprojektoren 1 jeweils an den Schwerpunktbereichen einer Großsektion 5, wie beispielsweise den Vorbauten am Untergestell, einzusetzen oder statt mehrere Laserprojektoren 1 nur einen Laserprojektor 1 zu verwenden und diesen oder die Großsektion 5 mehrere Male umzusetzen.

Nach der exakten Positionsbestimmung des Laserprojektors 1 erfolgt dann das Aufrufen einer ersten, in einem CAD-System erstellten Abbildung 4 aus dem Speicher eines Steuerrechners 2 und die Übertragung dieser Abbildung 4 auf den Laserprojektor 1. Die Daten zur Erzeugung der projizierten Abbildungen 4 können jedoch auch alternativ über den sogenannten Teach-In-Modus erzeugt werden, bei welchem die darzustellende Abbildung 4 einmal punktförmig abgetastet wird und anschließend beliebig oft abgerufen werden kann. Einfacher ist jedoch das Übernehmen von CAB-Daten und Zeichnungen, wobei es in besonders vorteilhafter Weise möglich ist, umfangreiche Zeichnungen aufzusplitten und die jeweiligen Konturen nacheinander anzuzeigen.

Anschließend an die Übertragung erfolgt die Projizierung der Abbildung 4 auf die Großsektion 5 im Maßstab 1:1 mittels des Laserprojektors 1, wobei die genau senkrechte Abstrahlung der Abbildung 4, die Ebenheit der Projektionsfläche 3 sowie die Rauigkeit und/oder die Farbe der Oberfläche entscheidend für eine optimale Qualität der Projektion sind. Ein weiterer Einflußfaktor auf die Qualität der Projektion ist der Abstand des Laserprojektors 1 von der Projektionsfläche 3, dessen Minimum rechnerisch jeweils aus dem maximalen Abstrahlwinkel des Laserprojektors 1 und der Kantenlänge der zu bestrahlenden Fläche ermittelt werden kann.

Des weiteren ist es bei der Projizierung von Vorteil, die zu projizierenden Abbildungen 4 nach funktionellen Zusammenhängen geordnet vom Speicher des Steuerrechners 2 abzurufen, da die zu projizierende Linielänge bei guter Sichtbarkeit zumeist begrenzt ist. Die Selektion und Gruppierung der einzelnen Bohrbilder und Positionen zu verschiedenen Abbildungen 4 kann dabei unter vielfältigen Gesichtspunkten erfolgen, wobei die Möglichkeit, konstruktive Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Bohrbildern und Positionen, beispielsweise alle Bohrungen für die Befestigung eines bestimmten Ausbauteiles 7, oder auch technologische Erfordernisse, beispielsweise zur Vermeidung häufigen Werkzeugwechsels alle Bohrungen eines bestimmten Durchmessers, zu berücksichtigen besonders hervorgehoben werden soll. Selbstverständlich ist dabei zu beachten, daß die zu einer Abbildung 4 zusammengefaßten Bohrungen und Positionen bei einer zweidimensionalen Projektion auf dem gleichen Höhengniveau auf der Großsektion 5 angeordnet sein müssen. Ein Ausbau der Großsektion 5 in verschiedenen Ebenen ist jedoch entweder in einfachster Weise, bei gleicher Stellung des Laserprojektors, durch eine Änderung des projizierten Maßstabes beziehungsweise durch eine dreidimensionale Projektion oder in her-

kömmlicher Weise durch eine entsprechende Höhenverstellung des Laserprojektors 1 und/oder der Vorrichtung 8 möglich.

Nach der Projizierung erfolgt dann die Kennzeichnung und/oder Einarbeitung der projizierten Abbildung 4 auf/in die Großsektion 5, was bevorzugt durch Ankörnen und/oder Bohren eines Lochbildes bzw. einer Position, aber auch, zumindest beim Kennzeichnen, auf vielfältige andere Art und Weise, beispielsweise mit lichtempfindlichen Farbschichten auf der Großsektion 5, realisiert werden kann.

In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat es sich darüber hinaus als sehr hilfreich erwiesen, die Projektion der jeweiligen Abbildung 4 durch eine zeitgleiche Projektion erklärender Schriftzüge zu ergänzen, welche beispielsweise den jeweils einzuarbeitenden Bohrungsdurchmesser oder das zu positionierende Ausbauteil 7 angeben.

Anschließend wird mittels einer Fernbedienung die nächste Abbildung 4 aus dem Speicher des Steuerrechners 2 aufgerufen und in der zuvor beschriebenen Weise durch Projizierung, Kennzeichnung und/oder Einarbeitung an der Großsektion 5 abgearbeitet. Dies wiederholt sich dann so lange, bis die Großsektion 5 mit allen Ausbauteilen 7 ausgerüstet ist, so daß nach deren Fertigstellung die Projizierung und Kennzeichnung der Positionen der Anschlußmodule des Schienenfahrzeuges mit abschließender Anordnung und Verbindung der Module untereinander zum Wagenkasten des Schienenfahrzeuges erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Positionierung von An- und Ausbauteilen an den Großsektionen eines in Modulbauweise hergestellten Schienenfahrzeuges, beispielsweise am Untergestellmodul eines Nahverkehrs-Schienenfahrzeuges, wobei die Großsektionen nach einem Maß Bezugssystem mit an tastbaren Maß Bezugspunkten aus Einzelteilen zusammengefügt und anschließend an mindestens einer Seite mit weiteren Ausrüstungsteilen ausgebaut werden, **gekennzeichnet** durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Ausrüsten der Maß Bezugspunkte (6) mit passiven Reflektoren oder aktiven Sensoren,
- b) Vorpositionierung eines oder mehrerer nebeneinander angeordneter Laserprojektoren (1) nach den Maß Bezugspunkten (6) auf der Großsektion (5),
- c) exakte Positionsbestimmung des Laserprojektors (1) bezüglich der Projektionsfläche (3) durch Ansteuerung der Reflektoren oder Sensoren auf den Maß Bezugspunkten (6),
- d) Aufrufen einer ersten, in einem CAD-System erstellten Abbildung (4) aus dem Speicher eines Steuerrechners (2) und Übertragung auf den Laserprojektor (1),

- e) Projizierung der Abbildung (4) auf die Großsektion (5) im Maßstab 1:1 mittels des Laserprojektors (1),
 - f) Kennzeichnung und/oder Einarbeitung der projizierten Abbildung (4) auf/in die Großsektion (5), 5
 - g) Aufrufen der nächsten Abbildung (4) aus dem Speicher des Steuerrechners (2) mittels Fernbedienung,
 - h) Wiederholung der Verfahrensschritte e) bis g) bis zur Fertigstellung der Großsektion (5), 10
 - i) gegebenenfalls Projizierung und Kennzeichnung der Positionen der Anschlußmodule mit anschließender Anordnung und Verbindung der Module untereinander. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorpositionierung bevorzugt durch manuelles oder mechanisches Annähern der auf Gleitschienen oder Portalen angeordneten Laserprojektoren (1) an die vorgesehenen Maßbezugspunkte (6) erfolgt. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die exakte Positionsbestimmung bevorzugt durch eine im Laserprojektor (1) integrierte Kalibriereinheit erfolgt. 25
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zu projizierenden Abbildungen (4) nach funktionellen Zusammenhängen geordnet, beispielsweise nach dem zur Bearbeitung der Abbildung (4) notwendigen Werkzeug oder nach den zu positionierenden Ausbauteilen (7), vom Speicher des Steuerrechners (2) abgerufen werden. 30 35
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kennzeichnung und/oder Einarbeitung der projizierten Abbildung (4) bevorzugt durch Ankörnen und/oder Bohren eines Lochbildes erfolgt. 40
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Projektion der jeweiligen Abbildung (4) bevorzugt durch eine zeitgleiche Projektion erklärender Schriftzüge, beispielsweise des jeweiligen Bohrungsdurchmessers, ergänzt wird. 45

50

55

