



(11)

**EP 2 194 202 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**02.01.2013 Patentblatt 2013/01**

(51) Int Cl.:  
**E04B 1/348** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09177517.1**

(22) Anmeldetag: **30.11.2009**

---

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Raummoduls**

Method for producing an office module

Procédé de fabrication d'un module spatial

---

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **03.12.2008 DE 102008060148**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.06.2010 Patentblatt 2010/23**

(73) Patentinhaber: **INDUO Gesellschaft zur  
Verwertung von  
Schutzrechten mbH & Co. KG  
41352 Korschenbroich (DE)**

(72) Erfinder: **Reichartz, Paul  
41352 Korschenbroich (DE)**

(74) Vertreter: **Lenzing Gerber Stute  
Partnerschaft von Patentanwälten  
Bahnstraße 9  
40212 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 1 946 889 DE-A1- 10 348 455**

**EP 2 194 202 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

## Ebene.

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Raummoduls eines modularen Raumsystems.

**[0002]** Das Bestreben ist groß, den Vorfertigungsgrad einzelner Baukomponenten für den Bau von Gebäuden immer weiter zu erhöhen. Damit kann zum einen die für die Errichtung eines Gebäudes notwendige Bauzeit deutlich verkürzt werden. Außerdem lassen sich meist die Baukosten durch eine erhöhte Automatisierung der Fertigung der vorzufertigenden Baukomponenten reduzieren.

**[0003]** Einen hohen Vorfertigungsgrad haben modulare Raumsysteme, bei denen ein Gebäude aus mehreren containerartigen Raummodulen zusammengesetzt werden. Es sind die Raummodule bekannt, die in Holzständerbauweise vorgefertigt und vor Ort auf der Baustelle zu einem Gebäude zusammengesetzt werden. Dabei besteht regelmäßig das Problem, dass die einzelnen Raummodule nicht ausreichend maßgenau gefertigt sind, so dass beim Zusammensetzen Maßungenauigkeiten mit großem Aufwand ausgeglichen werden müssen. Das Problem wird umso größer, je mehr Raummodule zusammengesetzt werden, da die Maßungenauigkeit eines Raummoduls die Position eines weiteren, daran angeschlossenen Raummoduls und damit die Position aller weiteren damit verbundenen Raummodule beeinflusst. Unterschiedliche Verfahren zum Herstellen von Raummodulen zeigen DE 10348455 und DE 1946889.

**[0004]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Raummoduls zur Verfügung zu stellen, mit dem ein Gebäude aus vorgefertigten Raummodulen eines modularen Raumsystems problemlos zusammengesetzt werden kann, wobei die Raummodule wiederverwendbar sind und wiederholt auch mit anderen Raummodulen des modularen Raumsystems zusammengesetzt werden können.

**[0005]** Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren zum Herstellen eines ersten Raummoduls eines modularen Raumsystems mit den folgenden Schritten:

- a. Festlegen von Eckpunkten eines ersten Rahmens, indem Knotenelemente mit einer Lehre im Raum fixiert werden;
- b. Einsetzen von Seitenträgern zwischen die Knotenelemente, um den ersten Rahmen zu erzeugen;
- c. Aussteifen des erzeugten Rahmens;
- d. Erzeugen eines zweiten Rahmens mit den Schritten a. bis c.;
- e. Montieren des zweiten Rahmens in einer gegenüber dem ersten Rahmen genau definierten Position, dabei Verbinden der entsprechenden Knotenelemente des ersten und des zweiten Rahmens über Verbindungsträger; und
- f. Aussteifen des mit den Schritten a. bis e. erzeugten ersten Raummoduls in mindestens einer weiteren

**[0006]** Unter einem Raummodul wird hier und im Folgenden ein Modul verstanden, das mit anderen Raummodulen, die auf dem gleichen Modulraumsystem basieren, zu einem Gebäude zusammengesetzt werden kann.

**[0007]** Unter einem Rahmen wird hier und im Folgenden ein mehreckiger, insbesondere viereckiger Rahmen verstanden, wobei sich das erfindungsgemäße Verfahren aber ebenso gut für drei-, fünf- oder vieleckige Rahmen eignet. Der erste und der zweite Rahmen sind an gegenüberliegenden Seiten des Raummoduls angeordnet.

**[0008]** Als Knotenelement wird ein solches verstanden, das geeignet ist, mindestens zwei Träger miteinander zu verbinden. Hierfür kann das Knotenelement beispielsweise als Hohlkörper mit Anlageflächen für Träger ausgebildet sein und insbesondere mehrere Öffnungen zur Aufnahme von Gewindestangen oder Schrauben zur Befestigung eines Trägers am Knotenelement aufweisen. Einige oder alle Öffnungen eines solchen Knotenelements können auch mit einem Gewinde versehen sein. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann das Knotenelement auch mit Beschlägen versehen sein, die mit Beschlägen an den Stirnseiten der zu verbindenden Träger zusammenwirken und eine feste Verbindung zwischen Knotenelement und Träger gewährleisten.

**[0009]** Im Nachfolgenden wird begrifflich nicht zwischen Trägern und Stützen unterschieden, es wird für beides einheitlich der Begriff Träger verwendet, da das nachfolgend beschriebene Herstellungsverfahren grundsätzlich unabhängig davon ist, ob das mit Träger bezeichnete Bauelement in axialer Richtung oder quer dazu Kräfte aufnimmt.

**[0010]** Unter Aussteifen in mindestens einer weiteren Ebene im Sinne des Anspruchs 1 wird hier und im Folgenden das Aussteifen in einer Ebene verstanden, die die Ebenen, in denen der erste und der zweite Rahmen liegen, schneidet. Die mindestens eine weitere Ebene kann insbesondere eine solche sein, in denen zwischen den Rahmen angeordnete Verbindungsträger liegen.

**[0011]** Der Grundgedanke der Erfindung liegt darin, die Knotenelemente einer Ebene eines Raummoduls mit einer Lehre so genau im Raum zueinander anzuordnen, dass sie ebenso zueinander angeordnet sind wie die eines zweiten Raummoduls, dessen Knotenpunkte mit der gleichen Lehre zueinander positioniert worden sind. Damit ist sichergestellt, dass die Knotenpunkte zweier aneinander anliegender Rahmen benachbarter Raummodule genau übereinander bzw. aneinander anliegen, so dass sie einfach und ohne weitere Maßnahmen zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen miteinander verbunden, beispielsweise miteinander verschraubt, werden können.

**[0012]** Bei üblichen vorbekannten Herstellungsverfahren werden die Einzelteile eines Raummoduls, z. B. Flächenelemente oder Stäbe, mit möglichst geringen Fertigungstoleranzen vorgefertigt und nacheinander Stück

für Stück miteinander verbunden, ohne dass die Position der Eckpunkte des Raummoduls im Vorhinein definiert ist. Dabei ist es selbst bei Einhalten der Fertigungstoleranzen für die einzelnen Träger nicht möglich, die Anordnung der Eckpunkte des Raummoduls exakt festzulegen, da die **gemäß der Norm ISO 1803, Teil 3, aus 2008** erlaubten Maßtoleranzen für Bauelemente bei 12 mm und mehr liegen und sich etwaige Maßabweichungen von Bauelement zu Bauelement addieren.

**[0013]** Im Vergleich dazu werden beim erfindungsgemäßen Verfahren die Eckpunkte des Modulraums zumindest ebenenweise bereits im Vorhinein durch eine Lehre festgelegt. Dadurch kommt es auf eine Maßhaltigkeit der vorgefertigten Träger nicht mehr an, da die Träger beim Einpassen zwischen die Knotenelemente so verkürzt oder deren Länge durch die Verwendung von Distanzstücken verlängert werden können, dass ihre Länge genau dem lichten Abstand zwischen zwei zu verbindenden Knotenelementen entspricht. Insofern kommt es insbesondere auch nicht zwingend auf eine Maßhaltigkeit der Außenmaße der Knotenelemente an.

**[0014]** Die Eckpunkte spielen bei der genauen Anordnung der Knotenelemente eine besondere Rolle, da durch deren exakte Anordnung die Längen der Seitenkanten des Rahmens und der Winkel der Seitenkanten zueinander genau definiert sind. Deshalb ist es wichtig, zunächst die Eckpunkte festzulegen, und erst dann die Länge der Seitenträger zwischen den Eckpunkten so anzupassen, dass sie genau zwischen die Knotenelemente eingepasst werden können. Man wird hierzu vorzugsweise zunächst die Eckpunkte auf der Lehre festlegen und erst dann die Seitenträger dazwischen einsetzen. Dies ist aber nicht zwingend notwendig. Wenn ein oder mehrere Seitenträger auf Untermaß zugeschnitten sind, können sie lose mit Knotenelementen verbunden werden und dann zusammen mit den Knotenelementen auf die Lehre aufgesetzt werden, bevor die Länge der Seitenträger an den lichten Abstand zwischen den Knotenpunkten angepasst wird und sie danach fest mit den Knotenelementen verbunden werden.

**[0015]** Nachdem die Seitenträger eines Rahmens an den Knotenelementen befestigt sind, wird der Rahmen ausgesteift, damit er seine Form beibehält. Dies kann beispielsweise über in den Rahmen eingesetzte Streben erfolgen, die beispielsweise zusammen mit Teilen zweier benachbarter, über Eck zusammenstehender Seitenträger ein Dreieck bilden. Ebenso kann der Rahmen über eine einseitige oder eine zweiseitige Beplankung ausgesteift werden. Ein weiteres Beispiel für eine Aussteifung besteht darin, in den Rahmen druckfeste, gedämmte Elemente so einzulegen, dass der lichte Raum zwischen den Trägern vollständig ausgefüllt ist.

**[0016]** Natürlich können zwischen den Knotenelementen an den Eckpunkten auch weitere Knotenelemente vorgesehen und über die gleiche Lehre oder eine damit zusammenwirkende Lehre genau positioniert werden. Auch hier bringt eine exakte Positionierung den Vorteil, dass die Knotenelemente benachbarter Raummodule

genau aufeinander sitzen, wenn die Raummodule aneinander bzw. aufeinander gesetzt werden. In diesem Fall werden die Seitenträger zwischen benachbarte Knotenpunkte eingepasst.

**[0017]** Wie bereits zuvor erwähnt, wird die Länge eines Trägers bei Bedarf an den lichten Abstand zwischen zwei zu verbindenden Knotenelemente angepasst. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass Distanzstücke in eine nach dem Einsetzen des Trägers verbleibende Lücke eingepasst werden, oder durch Abschneiden einer Überlänge. Als Distanzstücke kommen beispielsweise auf Maß geschnittene Holzelemente in Betracht, die insbesondere den gleichen Querschnitt wie der Träger haben. Es können aber ebenso eine oder mehrere Metallscheiben, Kunststoffscheiben oder dergleichen mit entsprechender geeigneter Dicke als Distanzstücke verwendet werden. Das Abschneiden einer Überlänge erfolgt sinnvollerweise an einer mit einem Gewinde versehenen Stirnseite des Trägers, insbesondere nicht an einer mit einer Gewindestange versehenen Stirnseite des Trägers.

**[0018]** Auch wenn bereits dann ein wesentlicher Vorteil bezüglich des Einhaltens von exakten Maßtoleranzen erzielt wird, wenn die Eckpunkte zweier gegenüberliegender Rahmen eines Raummoduls, beispielsweise die Rahmen für den Boden und die Decke des Raummoduls, innerhalb des jeweiligen Rahmens genau definiert sind, ist es von erheblichem zusätzlichem Vorteil, wenn auch die Eckpunkte beider Rahmen genau zueinander positioniert sind.

**[0019]** Eine bevorzugte Verfahrensweise hierfür ist, Verbindungsträger, die die beiden Rahmen miteinander verbinden sollen, an den Knotenelementen des ersten der beiden Rahmen so zu befestigen, auszurichten und anzupassen, dass die freien Endpunkte der Träger in der für den zweiten Rahmen benötigten Position sind. Hierbei kommt es nicht zwingend darauf an, dass bereits alle Verbindungsträger mit dem ersten Rahmen verbunden sind, bevor der zweite Rahmen befestigt wird. Vielmehr reicht es aus, wenn so viele Verbindungsträger befestigt, ausgerichtet und angepasst werden, dass der zweite Rahmen ausreichend fest in seiner Position fixiert ist. Die übrigen Verbindungsträger können dann danach zwischen die miteinander korrelierenden Knotenelemente der beiden Rahmen eingesetzt und mit diesen verbunden werden.

**[0020]** Ein weiteres bevorzugtes Beispiel besteht darin, den zweiten Rahmen mit Hilfe einer Lehre, beispielsweise einem Gerüst mit definierten Auflagerpunkten für den ersten und den zweiten Rahmen, gegenüber dem ersten Rahmen zu positionieren und Verbindungsträger zwischen die einander gegenüber liegenden Knotenelemente des ersten und des zweiten Rahmens einzusetzen und dabei in ihrer Länge genau an den lichten Abstand zwischen den Knotenelementen, insbesondere in der zuvor beschriebenen Art durch Einsetzen von einem oder mehreren Distanzstücken oder durch Abschneiden einer Überlänge, einzupassen.

**[0021]** In der oben beschriebenen Art können einzelne, containerartige Raummodule hergestellt werden, die - wie bereits erwähnt - aufgrund der genauen Positionierung der Eckpunkte ohne wesentlichen Aufwand für Mess- und Ausgleichstechnik zu einem Gebäude zusammengestellt, abgebaut und gegebenenfalls in anderer Zusammenstellung wieder aufgebaut werden können.

**[0022]** Es ist aber auch möglich, ein bestehendes erstes Raummodul um ein zweites Raummodul zu erweitern mit den folgenden Schritten:

- g. Erzeugen eines dritten Rahmens mit den Schritten a. bis c., wobei die Eckpunkte des dritten Rahmens mit Knotenelementen des ersten und/oder zweiten Rahmens korrelieren;
- h. Montieren des dritten Rahmens in einer gegenüber den Knotenelementen des ersten und/oder zweiten Rahmens genau definierten Position, dabei Verbinden der Knotenelemente des ersten und/oder zweiten Rahmens mit den damit korrelierenden Knotenelementen des dritten Rahmens über Verbindungsträger; und
- i. Aussteifen des erzeugten Modulraums in mindestens einer weiteren Ebene.

**[0023]** Bei dieser bevorzugten Verfahrensweise wird kein vollständiges containerartiges Raummodul an ein anderes angesetzt, sondern es wird ein Rahmen des ersten Raummoduls für die Konstruktion des zweiten Raummoduls mit verwendet. Dabei kann das zweite Raummodul nicht nur an den ersten oder zweiten Rahmen des ersten Raummoduls angesetzt werden, sondern ebenso an den Rahmen des ersten Raummoduls, der durch die Eckpunkte auf einer Seite des Raummoduls und die dazwischenliegenden Seitenträger und Verbindungsträger gebildet ist.

**[0024]** Mit dieser Verfahrensweise kann der Materialaufwand gegenüber der zuvor beschriebenen Modulraumbauweise deutlich weiter verringert werden.

**[0025]** Wie in der zuvor beschriebenen Weise kann der dritte Rahmen gegenüber dem Rahmen des ersten Raummoduls genau positioniert und montiert werden, indem

- Verbindungsträger an den Knotenelementen des dritten Rahmens befestigt werden,
- die Verbindungsträger ausgerichtet und angepasst werden, so dass die Endpunkte der Verbindungsträger in der für den Anschluss an das erste Raummodul benötigten Ebene liegen; und
- die Knotenelemente des ersten Raummoduls an den freien Endpunkten der Verbindungsträger befestigt werden.

**[0026]** Diese Lösung bietet den Vorteil, dass das zweite Raummodul so vorgefertigt werden kann, dass das dritte Rahmen, die daran angeschlossenen Verbindungsträger und eine dazwischen gesetzte Beplankung

als auf einer Seite offenes Raummodul vorgefertigt werden kann, das dann als ganzes nur noch an ein bereits bestehendes Raummodul angesetzt und daran befestigt werden muss. Auch hierbei kann aufgrund der Maßhaltigkeit des zweiten Raummoduls auf eine aufwändige Mess- und Ausgleichstechnik verzichtet werden.

**[0027]** Alternativ dazu kann der dritte Rahmen gegenüber dem Rahmen des ersten Raummoduls genau positioniert und montiert werden, indem

- der dritte Rahmen gegenüber dem Rahmen des ersten Raummoduls mit Hilfe einer Lehre ausgerichtet wird; und
- Verbindungsträger zwischen die einander gegenüber liegenden Knotenelemente des ersten und des zweiten Rahmens eingesetzt werden.

**[0028]** Die an den Knotenelementen zu befestigenden Verbindungsträger können Bestandteile von vorgefertigten Raummodulplatten, insbesondere von vorgefertigten Seitenwänden, sein.

**[0029]** Da einzelne Raummodule über die Knotenelemente miteinander verbunden werden, ist es sinnvoll, wenn die Knotenelemente aus einem sehr festen Material, beispielsweise aus einem Metallwerkstoff, insbesondere aus Stahl oder Gusseisen, bestehen.

**[0030]** Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für das Herstellen von Holzrahmen- oder Holzständerkonstruktionen, bei denen die Träger, insbesondere die Seitenträger und die Verbindungsträger, aber auch etwaige Zwischenträger, aus einem Holzwerkstoff, insbesondere aus Holz oder einem Holzverbundmaterial, bestehen. Als besonders bevorzugtes Holzverbundmaterial ist ein Holzbetonverbundmaterial wie beispielsweise ein Verbundmaterial aus Holz und Beton oder aus Holz und Kunstharz- bzw. Polymerbeton, beispielsweise der Marke Compono®, zu nennen, wobei der Beton dann insbesondere auf die obere Seite des Trägers eine Betonschicht aufgebracht ist. Hierdurch wird die Tragfähigkeit des Trägers deutlich erhöht, so dass mit dem Träger längere Spannweiten möglich sind.

**[0031]** Als Elemente zum Verbinden von Trägern, insbesondere von Seiten- oder Verbindungsträgern, mit den Knotenelementen kommen vorzugsweise Gewindebolzen bzw. Schrauben in Betracht, die so dimensioniert sind, dass sie die auf sie an den Knotenelementen wirkenden Lasten sicher aufnehmen können.

**[0032]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist außerdem im Bereich mindestens einer Stirnseite der Träger ein von der Stirnseite aus zugängliches Gewindeelement vorgesehen. Das Gewindeelement kann beispielsweise ein Verbundanker (insbesondere induo®-Verbundanker der Anmelderin) mit einer in Längsrichtung des Ankers verlaufenden Gewindebohrung sein, der in einen den Träger bildenden Holzstab mit Abstand zur Stirnseite des Holzstabs eingelegt ist..

**[0033]** Vorzugsweise wird genau eine Stirnseite der Träger vor dem Einsetzen zwischen die Knotenelemente

mit einem Gewindebolzen versehen. Insbesondere wenn der Träger auf einer Seite mit einem aus der Stirnseite vorstehenden Gewindebolzen und auf seiner anderen Stirnseite mit einem von außen zugänglichen, im Inneren des Trägers liegenden Gewinde für einen Gewindebolzen oder eine Schraube versehen ist, lässt sich der Träger besonders effizient zwischen zwei Knotenpunkten einsetzen und an ihnen befestigen. So kann der Träger mit seinem Gewindebolzen in dem einen ersten Knotenelement abgestützt werden, während auf seiner anderen Seite ein im zweiten Knotenelement gegengelagerter Gewindebolzen in das Gewinde eingeschraubt wird. Abschließend muss dann lediglich der Gewindebolzen des Trägers über eine Mutter im ersten Knotenelement an diesem festgezogen werden.

**[0034]** Da der Boden- und Deckenaufbau meist unabhängig von der Raumaufteilung eines mit einem Modulsystem erstellten Gebäudes ist, ist es sinnvoll, wenn der erste und der zweite Rahmen jeweils Bestandteile einer Boden- oder Deckenplatte oder einer Kombination aus Boden- und Deckenplatte sind.

**[0035]** Gerade bei Boden- oder Deckenplatten, die vertikale Lasten aufnehmen, ist es sinnvoll, den Rahmen durch mindestens einen Zwischenträger, der zwischen zwei sich gegenüber liegenden Seitenträgern angeordnet ist, zu verstärken.

**[0036]** Außerdem ist es von Vorteil, wenn mindestens einer der beiden Rahmen auf mindestens einer Seite, vorzugsweise auf beiden Seiten, mit einer Beplankung versehen ist. Im lichten Bereich zwischen einer beidseitigen Beplankung kann dann Dämmmaterial, insbesondere eine druckfeste Dämmung, vorgesehen sein. Gleiches gilt für die aus Seitenträgern und Verbindungsträgern gebildeten Rahmen, die ebenso ein- oder beidseitig beplankt werden können. Mit einer solchen Konstruktion können sowohl Boden- und Deckenplatten als auch Wandelemente unter Verwendung der Rahmenstruktur in Holzrahmenbauweise ausgeführt werden.

**[0037]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen zumindest zwei gegenüberliegende Seitenträger und/oder Verbindungsträger jeweils einen äußeren Seitenträgerteil mit höherem Querschnitt und einen daran anliegenden inneren Seitenträgerteil mit niedrigerem Querschnitt auf, die aneinander anliegen und so miteinander verbunden sind, dass der innere Seitenträgerteil einseitig oder beidseitig ein gegenüber dem äußeren Seitenträgerteil in der Höhe zurückgesetztes Auflager bzw. Anlagefläche für eine obere und/oder untere bzw. seitliche Beplankung bildet.

**[0038]** Als Beplankung kann insbesondere auch eine Beton- oder Stahlbetonplatte dienen, die vorzugsweise bündig mit dem oberen Rand des äußeren Trägers abschließt. Die Rahmenkonstruktion bildet dann zusammen mit der Beplankung aus Beton bzw. Stahlbeton eine Boden- und/oder Deckenplatte oder eine Wandplatte in Holzbetonverbundbauweise. Mit dieser Art der Massivbauweise erreicht man gegenüber Leichtbauvarianten wie der Holzrahmenbauweise insbesondere in Bezug auf

Schallschutz und Brandschutz Vorteile.

**[0039]** Zur festen Verankerung einer Betonplatte im Rahmen können Verbundschrauben oder dergleichen vorgesehen sein, die in den Seitenträgern und in den gegebenenfalls vorgesehenen Zwischenträgern verankert sind und in den für die Betonplatte vorgesehenen Raum ragen. In diesen Raum wird dann Beton zum Erzeugen der Betonplatte eingegossen. Die hierfür benötigte Verschalung kann beispielsweise durch eine druckfeste Dämmung, gegebenenfalls vorgesehene Zwischenträger und die inneren und äußeren Seitenträgerteile des Rahmens definiert sein. Auf diese Weise lassen sich einfach und effektiv insbesondere Bodenplatten für das Raummodul herstellen.

**[0040]** Auch ist es möglich und nicht minder bevorzugt, an bzw. zwischen den Trägern massive Platten, vorzugsweise bestehend aus Brettsperrholz oder Brettstapelelementen, zu befestigen, um so Boden- und/oder Deckenelemente oder Wandelemente herzustellen.

**[0041]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, in denen beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt sind, näher erläutert.

**[0042]** Es zeigen:

- 25 Fig. 1a bis 1j verschiedene Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Raummoduls;
- Fig. 2a bis 2d verschiedene Ansichten eines für eine Eckposition geeigneten Knotenelements;
- 30 Fig. 3a bis 3f verschiedene Darstellungen in Bezug auf eine andere Alternative des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens;
- 35 Fig. 4 einen Ausschnitt eines Modulraums in geschnittener isometrischer Darstellung mit einem erfindungsgemäßen Bodenaufbau;
- 40 Fig. 5 den in Fig. 4 dargestellten Bodenaufbau im Querschnitt;

**[0043]** In den Figuren 1a bis 1j wird schematisch ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen Aufbau eines Raummoduls gezeigt. Als Lehre zum Ausrichten der für einen Rahmen benötigten Knotenelemente wird ein fahrbarer Stahlrahmen 1 verwendet (s. Figur 1a). Der rechteckige Stahlrahmen 1 weist zwei parallel zu seinen kurzen Seiten verlaufende innere Querträger 2, 3 auf, die das Rechteck des Stahlrahmens 1 im Verhältnis von etwa 2:1:2 teilen. An den Eckpunkten des Rahmens sowie an den Stellen des Rahmens 1, an denen die Querträger 2, 3 auf den Stahlrahmen 1 stoßen, sind (hier nicht dargestellte) vertikale Dornen vorgesehen, auf die Knotenelemente 1 aufgesetzt werden können. Damit ist die Lage der Knotenelemente innerhalb eines Raummoduls und benachbarter Raummodule zueinander räumlich eindeutig festgelegt.

**[0044]** In Figur 1b ist gezeigt, wie die Knotenelemente

4 bis 7 auf den Eckpunkten des Stahlrahmens 1 und auf den Längsseiten des Stahlrahmens zwischen diesen Knotenelementen 4 bis 7 weitere Knotenelemente 8 bis 11 aufgesetzt sind. Danach wird, wie in Fig. 1c gezeigt, eine Beplankung 13 zwischen die Knotenelemente 4 bis 11 eingebracht, die auf den Stirnseiten des Stahlrahmens 1 und den Querträgern 2, 3 aufliegen. Um die Beplankung herum werden dann, wie in Figur 1d zu sehen ist, zwischen die jeweils benachbarten Knotenelemente 4 und 5, 5 und 9, 9 und 10, 10 und 6, 6 und 7, 7 und 11, 11 und 8 sowie 8 und 4 Seitenträger 14 bis 21 eingepasst und mit den Knotenelementen zu einem ersten Rahmen jeweils fest verbunden. Auch werden zwischen die Knotenelemente 8 und 9 sowie 10 und 11 Zwischenträger 23, 24 eingepasst und mit diesen fest verbunden. Die Knotenelemente und die Seitensowie Zwischenträger schließen an ihren Oberseiten bündig aneinander an. Nicht dargestellt, aber leicht vorstellbar ist, dass etwaige Maßabweichungen der Träger beim Einpassen zwischen die Knotenelemente ausgeglichen werden, indem beispielsweise eine Überlänge des Trägers abgeschnitten wird oder bei nicht ausreichender Länge des Trägers Zwischenstücke in die Lücke zwischen einer Stirnseite des Trägers und einem Knotenelement eingesetzt werden.

**[0045]** Danach werden, wie in Figur 1e gezeigt ist, parallel zu den stirnseitigen Seitenträgern 14, 18 und den Zwischenträgern 23, 24 Zwischenbalken 25, 26, 27 in den ersten Rahmen eingesetzt, wobei der Abstand zwischen benachbarten Balken bzw. Balken und Trägern jeweils gleich ist.

**[0046]** Anschließend werden die lichten Bereiche zwischen den Balken 25 bis 27 und den Trägern 14 bis 21, 23, 24 (die Bezugszeichen sind zur vereinfachten Darstellung in den Figuren 1e bis 1j nicht mehr vollständig eingetragen) innerhalb des ersten Rahmens mit Dämmmaterial 28, 29, 30 verfüllt. Dann wird auf den ersten Rahmen, wie in Figur 1g zu sehen ist, eine obere Beplankung 32 zwischen die Seitenträger 14 bis 21 ein- bzw. aufgesetzt, die die Zwischenträger 23, 24 und Zwischenbalken 25, 26, 27 sowie das dazwischen liegende Dämmmaterial 28, 29, 30 vollständig abdeckt.

**[0047]** Nachfolgend werden auf allen Knotenelementen 4 bis 11 vertikale Verbindungsträger 33 bis 40, deren Höhe an die für das Raummodul benötigte Höhe angepasst ist, aufgestellt und ausgerichtet (s. Figur 1h). Zwischen die Verbindungsträger 33 bis 40 werden je nach Bedarf Wandelemente 42 eingesetzt, um das Raummodul räumlich zu unterteilen (s. Figur 1i). Die Wandelemente 42, die mit den Verbindungsträgern 33 bis 40 fest verbunden werden, haben unter anderem die Wirkung, die Verbindungsträger in ihrer Position zu stabilisieren und das Raummodul auszusteifen. Zur Aufnahme der Wandelemente 42 können die Träger (Seitenträger, Zwischenträger, Verbindungsträger) jeweils geschlitzt sein, so dass die Wände lediglich in die Schlitzte eingesteckt werden müssen.

**[0048]** In Figur 1j ist schließlich zu sehen, wie ein zwei-

ter Rahmen 43, der genauso wie der erste Rahmen zusammengesetzt wurde (s. Figuren 1a bis 1g), abschließend auf die Verbindungsträger 33 bis 40 aufgesetzt ist.

**[0049]** In den Figuren 2a bis 2c ist ein für die Eckpunkte des ersten und des zweiten Rahmens geeignetes Knotenelement dargestellt. Es weist einen Körper aus einem Vierkantrohr 51 auf, an dessen Unterseite eine Grundplatte 52 und in dessen oberen Randbereich ein Deckel 53 eingeschweißt sind. Die Grundplatte 52 ist an zwei benachbarten Seiten des Vierkantrohres 51 breiter als der Querschnitt des Vierkantrohres 51 ausgebildet und bildet um 90° zueinander versetzte Auflagerflächen 54, 55 für Träger, die an das Knotenelement angeschlossen werden sollen. Zum Anschluss von Trägern sind jeweils auf der einer Auflagerfläche 54, 55 zugeordneten Seite des Vierkantrohres Durchgangslöcher 56, 57 vorgesehen. Auf den gegenüberliegenden Seiten dieser Durchgangslöcher gibt es Eingriffsöffnungen 58, 59, um mit Werkzeug in das Vierkantrohr eingreifen zu können, um beispielsweise eine Mutter innerhalb des Vierkantrohres auf einen durch ein Durchgangsloch 56, 57 hindurch geführten Gewindebolzen aufschrauben zu können. Im dargestellten Beispiel ist im Deckel 53 ein zentrales Durchgangsloch 59 zum Anschluss eines vertikalen Verbindungsträgers und fluchtend hierzu in der Grundplatte 52 ein weiteres Durchgangsloch 61 vorgesehen. Das dargestellte Knotenelement ist zum Einsatz in den Ecken eines ersten, unteren Rahmens eines Raummoduls gedacht, an dessen Unterseite ein Knotenelement eines weiteren Raummoduls angeschlossen oder auch unmittelbar ein Verbindungsträger eines benachbarten Raummoduls angesetzt werden kann.

**[0050]** Um sicherzustellen, dass die Raummodule in allen drei Dimensionen exakt maßhaltig vorgefertigt werden können, ist es hilfreich, die Lage der Anschlusspunkte in den Knotenelementen für die Eckpunkte genau zu definieren. Dazu werden die Knotenelemente für die Eckpunkte zum Bohren der Durchgangslöcher in eine Lehre eingesetzt, mit der die Positionen der Durchgangslöcher an der im Raummodul außenliegenden Kante des Knotenelements exakt ausgerichtet werden können, wie in Figur 2d exemplarisch dargestellt ist.

**[0051]** Ein Knotenelement, das als Verbindungselement zwischen zwei Seitenträgern und einem Zwischenträger verwendbar ist, unterscheidet sich von dem dargestellten lediglich darin, dass die Grundplatte drei jeweils um 90° zueinander versetzte Auflagerflächen für die anzuschließenden horizontalen Träger aufweist, und im Vierkantrohr dementsprechend drei Durchgangslöcher vorgesehen sind. Bei dieser Ausführung ist lediglich in der Seite des Vierkantrohres, an die kein Träger angeschlossen wird, eine Werkzeugeingriffsöffnung vorgesehen.

**[0052]** Zur Verbindung der Träger mit den Knotenelementen können an der Stirnseite der Träger in deren Längsrichtung verlaufende Gewindestangen eingelassen sein. Die Gewindestangen können beispielsweise in einen in den Träger eingelassenen Verbundanker mit

darin in Längsrichtung verlaufender Gewindebohrung eingeschraubt sein oder auch in den Träger eingeklebt sein. Die Gewindestangen werden dann durch die Durchgangslöcher der Knotenelemente gesteckt und mit in das Knotenelement eingesetzten Muttern befestigt. Alternativ können in die Stirnseiten der Träger auch Gewinde eingelassen sein. Dann erfolgt die Verbindung zwischen Knotenelement und Träger beispielsweise über eine aus dem Inneren des Knotenelements durch ein Durchgangsloch hinausgeführte Schraube, die in das Gewinde des Trägers eingeschraubt wird.

**[0053]** Alternativ hierzu kann gegebenenfalls aber auch ein Knotenelement vorgesehen sein, an das Beschläge angebracht sind, die mit geeigneten Beschlägen auf den Stirnseiten der Träger zusammenwirken. Hierfür kommen beispielsweise Steckverbinder in Betracht, die beispielsweise unter dem Namen Sherpa von der Firma Vinzenz Harrer GmbH, Frohnleiten, Österreich angeboten werden.

**[0054]** In den Figuren 3a bis 3f ist ein alternatives erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren für ein Raummodul dargestellt. In Figur 3a sind die Lehre 101 für die Herstellung einer Bodenplatte bzw. Deckenplatte eines Raummoduls, sowie die Lehren 102, 103 für die Herstellung von längsseitigen Seitenwänden des Raummoduls gezeigt. Die Länge und Breite der jeweiligen rechteckigen Stahlrahmen 106, 107, 108 der Lehren 101, 102, 103 entspricht im Wesentlichen jeweils den entsprechenden Außenmaßen der Seite des Raummoduls (einschließlich Boden und Decke), für die eine Platte auf der Lehre hergestellt werden soll. An den Stahlrahmen 106 - 108 sind insbesondere an den Ecken Möglichkeiten zum Positionieren und Befestigen von Knotenelementen vorgesehen (nicht dargestellt).

**[0055]** In Figur 3a sind die Lehren 101 - 103 mit Eckknoten 111, 112, 113 gezeigt. Die Eckknoten 111 für die Bodenplatte (bzw. Deckenplatte) stehen mit ihrer Grundplatte auf den Ecken des Stahlrahmens 106. Demgegenüber sind die Eckknoten 112, 113 auf den Stahlrahmen 107, 108 für das Herstellen von Wandelementen des Raummoduls liegend angeordnet, wobei die Lage der Eckknoten 112, 113 auf den Stahlrahmen 112, 113 der Lage der Eckknoten der Bodenplatte und der Deckenplatte einer Seite des fertiggestellten Raummoduls zum jeweiligen Wandelement entspricht.

**[0056]** Mit der Lehre 101 können sowohl die Bodenplatte 115 als auch die Deckenplatte 116 eines Raummoduls auf die in Bezug zu Figuren 1a bis 1g beschriebene Weise hergestellt werden.

**[0057]** Die Wandelemente 117, 118 eines Raummoduls werden so hergestellt, dass die Verbindungsträger zwischen die Eckknoten an den Stirnseiten eingepasst und damit fest verschraubt werden, wobei auch hier unter Einpassen das Abschneiden einer Überlänge des Verbindungsträgers und/oder das Verlängern des Verbindungsträgers durch das Ansetzen von Distanzstücken an den Verbindungsträger zu verstehen ist., so dass die Länge des Verbindungsträgers genau dem lichten Ab-

stand zwischen den beiden Eckpunkten entspricht,

**[0058]** Natürlich können die Lehren 102, 103 mit weiteren Knotenelementen bestückt werden, die ebenso wie die Eckknoten liegend angeordnet sind und deren Lage der Lage der Knotenpunkte in einer Deckenplatte und einer Bodenplatte eines fertiggestellten Raummoduls entspricht, an die die herzustellenden Wandelemente angeschlossen werden sollen. In diesem Fall werden dann Zwischenträger zwischen die Knotenelemente eingepasst und mit den Knotenelementen fest verschraubt.

**[0059]** Der Aufbau eines Wandelements 117, 118 kann dann im Prinzip genauso erfolgen, wie es für eine Boden- bzw. Deckenplatte mit Bezug auf die Figuren 1c bis 1g beschrieben ist. Allerdings werden - anstelle der Seitenträger 15, 16, 17, 19, 20, 21 zwischen die Eckpunkte einer Boden- bzw. Deckenplatte 115, 116 - vorzugsweise Randleisten zwischen die Enden der Verbindungsträger und gegebenenfalls der Zwischenträger eingepasst, die den Zwischenraum zwischen den Trägern einrahmen.

**[0060]** Während die fertiggestellten Boden- und Deckenplatten 115, 116 samt ihrer Knotenelemente von der Lehre 101 abgenommen werden, werden die fertigen Wandelemente 117, 118 von den Lehren 102, 103 abgenommen, wobei sie von den Knotenelementen auf der Lehre gelöst werden (s. Figur 3c).

**[0061]** Zum Zusammensetzen eines Raummoduls werden dann die Wandelemente 117, 118 mit den unteren Endpunkten ihrer Verbindungs- und gegebenenfalls Zwischenträger auf die Knotenelemente gegenüberliegender Seiten der Bodenplatte 115 aufgesetzt und mit diesen fest verschraubt (s. Figur 3d). Auf die auf der Bodenplatte aufgestellten Wandelemente wird dann die Deckenplatte montiert, wobei die Knotenelemente der Deckenplatte 116 mit den oberen Endpunkten der Verbindungsträger und gegebenenfalls Zwischenträger verschraubt werden (Figur 3e). Abschließend werden auf die Stirnseiten des Raummoduls nach Bedarf Beplanungen 119 aufgebracht, um das Raummodul zu schließen.

**[0062]** Alternativ zu dem in Bezug auf die Figuren 3a bis 3f beschriebenen Verfahren können anstelle der Wandelemente 117, 118 für die längsseitigen Wände des Raummoduls auch Wandelemente für die stirnseitigen Wände des Raummoduls auf entsprechenden Lehren vorgefertigt werden.

**[0063]** Die Maße der vorgefertigten Wandelemente 117, 118 sowie der Decken- und Bodenplatten 115, 116 sind so genau, dass daraus ein Raummodul genau definierter Größe hergestellt werden kann, dessen durch Knotenelemente gebildete Anschlusspunkte derart genau positioniert sind, dass eine Vielzahl von Raummodulen miteinander zu einem Gebäude verbunden werden können, ohne dass es besonderer Maßnahmen zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen bedarf.

**[0064]** In bevorzugter Ausführung sind mindestens eines der Wandelemente 117, 118 sowie die Bodenplatte 115 und/oder die Deckenplatte 116 durch eine teilweise

oder ganz daran angesetzte Beplankung, alternativ oder in Ergänzung hierzu durch feste Dämmplatten oder andere geeignete Mittel zwischen den Trägern, ausgesteift, so dass das Raummodul in allen Raumdimensionen stabilisiert ist.

**[0065]** In die gemäß den vorbeschriebenen Verfahren gefertigten Wandelemente, Boden- und Deckenplatten können schon bei der Vorfertigung Öffnungen, beispielsweise für Türen, Fenster oder Treppenanschlüsse, eingelassen sein.

**[0066]** In den Figuren 4 und 5 ist ein Ausschnitt eines Modulraums dargestellt, der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden ist. Die hier insbesondere interessierende Bodenplatte 71 weist einen Rahmen mit an seinen Ecken angeordneten Knotenelementen 72 und Seitenträgern 73, 74, 75 auf. Die Seitenträger bestehen jeweils aus einem inneren Seitenträger 73i, 75i und einem äußeren Seitenträger 73a, 75a, die aneinander anliegen, wobei die äußeren Seitenträger 73a, 75a die gleiche Bauhöhe wie die Knotenelemente haben, während die inneren Seitenträger 73i, 75i eine geringere Bauhöhe haben und mit den äußeren Seitenteilen 73a, 75a lediglich bodenseitig fluchten. Im Bereich der Stirnenden sind zwischen die inneren Seitenträger 73i, 75i und die äußeren Seitenträger 73a, 75a Verbundanker 76, 77 eingelassen, die als sogenannte Gewinde- oder Gewindedurchsteckanker auf der Stirnseite der Träger einen Gewindeanschluss zur Verbindung des Trägers mit dem Knotenelement zur Verfügung stellen. Als besonders geeignete Verbundanker kommen sogenannte induo®- Verbundanker der induo Systemholztechnik GmbH & Co. KG in Betracht.

**[0067]** Bodenseitig ist eine untere Betonplatte 78 durch die inneren Seitenträger 73i, 75i eingegrenzt. Auf der Betonplatte sitzen quer zu den Seitenträgern 73, 75 verlaufende Zwischenbalken 79, 81, deren Oberkanten bündig mit der Oberkante der inneren Seitenträger 73i, 75i abschließen. Zwischen den Zwischenbalken 79, 81 sind druckfeste Dämmplatten 82, 83, 84 eingelassen, deren Oberseite bündig mit den Oberseiten der Zwischenbalken 79, 81 und der inneren Seitenträger 73i, 75i abschließt. In den durch die freien inneren Seitenflächen der äußeren Seitenträger 73a, 75a und die Oberseiten der inneren Seitenträger 73i, 75i, der Zwischenbalken 79, 81 und der Dämmplatten 82, 83, 84 definierten Raum ist ebenso eine Betonplatte 85 eingelassen. Die Betonplatten 78, 85 werden direkt in den Rahmen eingegossen. Die hierfür benötigte Verschalung wird auf der Oberseite durch die freie Innenseite der äußeren Seitenträger 73a, 75a, und die Oberseiten der inneren Seitenträger 73i, 75i, der Zwischenbalken 79, 81 und der Dämmplatten 82, 83, 84 gebildet, die Verschalung für die untere Betonplatte 78 durch die Innenseite der inneren Seitenträger 73i, 75i sowie die Unterseiten der Zwischenbalken 79, 81 und der Dämmplatte 82, 83, 84. In diesem Fall wird der Rahmen zum Vergießen der unteren Betonplatte 78 auf seine Oberseite gedreht. Es ist aber auch möglich, den Boden, auf dem der

Rahmen aufsteht, als Verschalung für das Gießen der unteren Betonplatte 78 zu nutzen.

**[0068]** Wie insbesondere in Figur 5 zu sehen ist, sind oben und unten in die Zwischenbalken 79, 81 Verbundschrauben 86 schräg eingedreht, die in die für die obere und die untere Betonplatten 78, 85 vorgesehenen Räume ragen. Auch sind Schrauben 86 von außen horizontal in die äußeren Seitenträger 73a, 75a so eingeschraubt, dass sie in den für die obere Betonplatte 85 vorgesehenen Raum hinein ragen. An den Schrauben kann eine Bewehrung für den Beton verrödet werden.

**[0069]** Insbesondere durch das Aufliegen der Betonplatte 85 auf den inneren Seitenträgern 73i, 75i, aber auch durch die unmittelbare Verbindung mit den Zwischenbalken und den äußeren Seitenträgern 73a, 75a, werden Lasten von der Betonplatte gleichmäßig über die Fläche verteilt in den Rahmen eingeleitet. Hierdurch kann der Rahmen örtlich größere Lasten aufnehmen oder gegebenenfalls im Vergleich zu Rahmen herkömmlicher Bauweise mit schmaleren Trägern ausgestaltet werden.

**[0070]** Auf eine ähnliche Weise können auch Wandelemente mit einer Betonplatte versehen werden. Sogenannte Holzbetonverbundplatten haben den Vorteil, dass sie die Vorteile einer Massivbauweise hinsichtlich der Schallschutz- und Brandschutzeigenschaften haben. Als Holzverbundbauplatten ausgeführte Wandelemente werden besonders bevorzugt für außenliegende Wandelemente eines mit dem modularen Raumsystem hergestellten Gebäudes verwendet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines ersten Raummoduls eines modularen Raumsystems, **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
  - a. Festlegen von Eckpunkten eines ersten Rahmens (1), indem Knotenelemente (4-7) mit einer Lehre (1) im Raum fixiert werden;
  - b. Einsetzen von Seitenträgern (14-21) zwischen die Knotenelemente (4-11), um den ersten Rahmen zu erzeugen;
  - c. Aussteifen des erzeugten Rahmens;
  - d. Erzeugen eines zweiten Rahmens mit den Schritten a. bis c.;
  - e. Montieren des zweiten Rahmens in einer gegenüber dem ersten Rahmen genau definierten Position, dabei Verbinden der entsprechenden Knotenelemente des ersten und des zweiten Rahmens über Verbindungsträger (33-40); und
  - f. Aussteifen des mit den Schritten a. bis e. erzeugten ersten Raummoduls in mindestens einer weiteren Ebene.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt a. zwischen den Eckpunk-



ten weitere Knotenelemente (8-11) mit einer Lehre fixiert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt b. die Länge der zwischen den Knotenelementen (4-11) einzusetzenden Seitenträger (14-21) genau auf den lichten Abstand zwischen den Knotenelementen angepasst wird, wahlweise durch Einsetzen von Distanzstücken oder durch Abschneiden einer Überlänge.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt e. die folgenden Schritte umfasst:

e11. Befestigen von Verbindungsträgern (33-40) an den Knotenelementen (4-11) des ersten Rahmens, dabei  
e12. Ausrichten und Anpassen der Verbindungsträger (33-40), so dass die Endpunkte der Verbindungsträger (33-40) in der für den zweiten Rahmen benötigten Ebene liegen; und  
e13. Befestigen der Knotenelemente des zweiten Rahmens an den freien Endpunkten der Träger (33-40).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt e. die folgenden Schritte umfasst:

e2i. Ausrichten des zweiten Rahmens gegenüber dem ersten Rahmen mit Hilfe einer Lehre; und  
e22. Einsetzen der Verbindungsträger (33-40) zwischen die einander gegenüber liegenden Knotenelemente des ersten und des zweiten Rahmens.

6. Verfahren nach Anspruch 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** In Schritt e22. die Länge der zwischen den Knotenelementen einzusetzenden Verbindungsträger (33-40) genau auf den lichten Abstand zwischen den Knotenelementen angepasst wird, wahlweise durch Einsetzen von einem oder mehreren Distanzstücken oder durch Abschneiden einer Überlänge.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein zweites Raummodul erzeugt wird mit den folgenden Schritten:

g. Erzeugen eines dritten Rahmens mit den Schritten a.) bis c.), wobei die Eckpunkte des dritten Rahmens mit Knotenelementen des ersten und/oder zweiten eines Rahmens des ersten Raummoduls korrelieren;  
h. Montieren des dritten Rahmens in einer gegenüber den Knotenelementen des ersten und/

oder zweiten Rahmens des ersten Raummoduls genau definierten Position, dabei Verbinden von Knotenelementen des ersten und/oder zweiten Rahmens des ersten Raummoduls mit den damit korrelierenden Knotenelementen des dritten Rahmens über Verbindungsträger; und  
i. Aussteifen des erzeugten zweiten Raummoduls in mindestens einer weiteren Ebene.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt h. die folgenden Schritte umfasst:

h11. Befestigen von Verbindungsträgern an den Knotenelementen des dritten Rahmens, dabei  
h12. Ausrichten und Anpassen der Verbindungsträger, so dass die Endpunkte der Verbindungsträger in der für den Anschluss an das erste Raummodul benötigten Ebene liegen; und  
h13. Befestigen der Knotenelemente des ersten Raummoduls an den freien Endpunkte der Verbindungsträger.

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt h. die folgenden Schritte umfasst:

h21. Ausrichten des dritten Rahmens gegenüber dem Rahmen des ersten Raummoduls mit Hilfe einer Lehre; und  
h22. Einsetzen der Verbindungsträger zwischen die einander gegenüber liegenden Knotenelemente des ersten Raummoduls und des dritten Rahmens.

10. Verfahren nach Anspruch 4 oder einem der darauf rückbezogenen Ansprüche 7 bis 9 oder nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemäß Schritt e11. bzw. h11. an den Knotenelementen zu befestigenden Verbindungsträger (33-40) Bestandteile von vorgefertigten Raummodulplatten, insbesondere von vorgefertigten Seitenwänden, sind.

11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Knotenelemente (4-11) aus einem Metallwerkstoff, insbesondere aus einem Stahl oder Gusseisen, bestehen.

12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Seitenträger (14-21) und/oder mindestens einer der Verbindungsträger (33-40) und/oder mindestens ein Zwischenträger (23, 24), insbesondere alle Seitenträger (14-21) und/oder alle Verbindungsträger (33-40) und/oder alle Zwischenträger (23, 24), aus einem Holzwerkstoff, insbesondere aus Holz oder einem Holzverbundmaterial, bestehen.

13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Seitenträger (14-21) und die Knotenelemente (4-11) über Gewindebolzen bzw. Schrauben miteinander verbunden werden. 5
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich mindestens einer Stirnseite der seitlichen Seitenträger (14-21) und/oder der Verbindungsträger (33-40) ein von der Stirnseite aus zugängliches Gewindeelement vorgesehen ist. 10
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** genau eine Stirnseite der Seitenträger (14-21) und/oder der Verbindungsträger (33-40) vor dem Einsetzen zwischen die Knotenelemente (4-11) mit einem Gewindebolzen versehen ist. 15
16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschneiden einer Überlänge an einer Stirnseite des Trägers erfolgt, in deren Bereich der Träger mit einem Gewinde versehen ist. 20
17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rahmen jeweils Bestandteile einer Bodenplatte (115) und/oder einer Deckenplatte (116) sind. 25
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** in mindestens einem der Rahmen zwischen zwei gegenüber liegenden Seiten mindestens ein Zwischenträger (23, 24) angeordnet wird. 30
19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der beiden Rahmen auf mindestens einer Seite, vorzugsweise auf beiden Seiten, mit einer Beplankung (13, 32) versehen ist. 35
20. Verfahren nach Anspruch 19, **gekennzeichnet durch** Dämmmaterial (28, 29, 30) im lichten Bereich zwischen einer beidseitigen Beplankung (13, 32), insbesondere durch eine druckfeste Dämmung. 40
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest zwei gegenüberliegende Seitenträger mindestens eines der Rahmen jeweils einen äußeren Seitenträgerteil mit höherem Querschnitt und einen daran anliegenden, inneren Seitenträgerteil mit niedrigerem Querschnitt aufweisen, so dass der innere Seitenträgerteil ein Auflager für eine Beplankung des Rahmens bildet. 45
22. Verfahren nach Anspruch 21, **gekennzeichnet durch** eine Betonplatte (85) als obere Beplankung, die vorzugsweise bündig mit dem oberen Rand des äußeren Seitenrähgers abschließt. 50

23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den Seitenträgern und gegebenenfalls vorgesehenen Zwischenträgern (79, 81) Verbundschrauben in den für die Betonplatte (85) vorgesehenen Raum kragen, der durch eine druckfeste Dämmung (82, 83, 84), gegebenenfalls vorgesehene Zwischenträger (79, 81) und die inneren und äußeren Seitenträgerteile (73i, 75i, 73a, 75a) des Rahmens, die eine Verschalung bilden, definiert ist, und dass Beton zum Erzeugen der Betonplatte (85) in die Verschalung eingegossen wird. 55

## Claims

1. A method for manufacturing a first space module for a modular space system, **characterised by** the following steps:
  - a. determining the corner points of a first frame (1), by fixing junction elements (4-7) in space with the aid of a gauge (1);
  - b. inserting lateral supports (14-21) between the junction elements (4-11) in order to create the first frame;
  - c. bracing the created frame;
  - d. creating a second frame using steps a. to c.;
  - e. mounting the second frame in an exactly defined position in relation to the first frame, while connecting the corresponding junction elements of the first and second frames via connecting beams (33-40); and
  - f. bracing the first space module created by steps a. to e. in at least one further plane.
2. The method according to claim 1, **characterised in that** in step a. further junction elements (8-11) are fixed with the aid of a gauge between the corner points.
3. The method according to claim 1 or 2, **characterised in that** in step b. the length of the lateral supports (14-21) to be inserted between the junction elements (4-11) is adapted to exactly match the clearance between the junction elements, optionally by inserting distance pieces or by cutting off a surplus length.
4. The method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** step e. comprises the following steps:
  - e11. attaching connecting beams (33-40) to the junction elements (4-11) of the first frame, while
  - e12. aligning and adapting the connecting beams (33-40) such that the end points of the connecting beams (33-40) lie in the plane required for the second frame; and
  - e13. attaching the junction elements of the sec-

ond frame to the free end points of connecting beams (33-40).

5. The method according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** step e. comprises the following steps:

e21. aligning the second frame relative to the first frame with the aid of a gauge; and  
e22. inserting the connecting beams (33-40) between opposite junction elements of the first and second frames.

6. The method according to claim 5, **characterised in that** in step e22. the length of the connecting beams (33-40) to be inserted between the junction elements is adapted to exactly match the clearance between the junction elements, optionally by inserting one or more distance pieces or by cutting off a surplus length.

7. The method according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** at least one second space module is created using the following steps:

g. creating a third frame using steps a. to c., wherein the corner points of the third frame correlate with junction elements of the first and/or second frames of the first space module;  
h. mounting the third frame in an exactly defined position relative to the junction elements of the first and/or second frames of the first space module, while connecting junction elements of the first and/or second frames of the first space module with the correlating junction elements of the third frame via connecting beams; and  
i. bracing of the created second space module in at least one further plane.

8. The method according to claim 7, **characterised in that** step h. comprises the following steps:

h11. attaching connecting beams to the junction elements of the third frame, while  
h12. aligning and adapting the connecting beams such that the end points of the connecting beams lie in the plane required for connection to the first space module; and  
h13. attaching the junction elements of the first space module to the free end points of the connecting beams.

9. The method according to claim 7, **characterised in that** step h. comprises the following steps:

h21. aligning the third frame relative to the frame of the first space module with the aid of a gauge; and

h22. inserting the connecting beams between opposite junction elements of the first space module and the third frame.

10. The method according to claim 4 or one of claims 7 to 9 dependent thereof or according to claim 8, **characterised in that** the connecting beams (33-40) to be attached to the junction elements according to step e11. or h11. are components of pre-fabricated space module panels, in particular of pre-fabricated sidewalls.

11. The method according to one of the above claims, **characterised in that** the junction elements (4-11) consist of a metallic material, in particular of steel or cast iron.

12. The method according to one of the above claims, **characterised in that** at least one of the lateral supports (14-21) and/or at least one of the connecting beams (33-40) and/or at least one intermediate beam (23, 24), in particular all lateral supports (14-21) and/or all connecting beams (33-40) and/or all intermediate beams (23, 24) consist of a wood-composite material, in particular of wood or a wood-laminated material.

13. The method according to one of the above claims, **characterised in that** the lateral supports (14-21) and the junction elements (4-11) are connected to each other via threaded bolts or screws.

14. The method according to claim 13, **characterised in that** in the area of at least one front of the lateral supports (14-21) and/or of the connecting beams (33-40) a threaded element is provided which is accessible from the front.

15. The method according to claim 13 or 14, **characterised in that** exactly one front of the lateral supports (14-21) and/or of the connecting beams (33-40) is equipped with a threaded bolt prior to being inserted between the junction elements (4-11).

16. The method according to claim 14 or 15, **characterised in that** cutting off of a surplus length is effected at a front of the beam in an area, where the beam is provided with a thread.

17. The method according to one of the above claims, **characterised in that** the frames are components of a floor plate (115) and/or a ceiling plate (116), respectively.

18. The method according to claim 17, **characterised in that** at least one intermediate beam (23, 24) is arranged in at least one of the frames between two opposite sides.

19. The method according to one of the above claims, **characterised in that** at least one of the two frames is provided with a planking (13, 32) on at least one side, preferably on both sides.
20. The method according to claim 19, **characterised by** insulating material (28, 29, 30), in particular pressure-resistant insulating material, in the clearance between a double-sided planking (13, 32).
21. The method according to claim 19 or 20, **characterised in that** at least two opposite lateral supports of at least one of the frames respectively comprise an outer lateral support part of greater cross-section and an adjacent inner lateral support part of lesser cross-section such that the inner lateral support part forms a bearing for a planking of the frame.
22. The method according to claim 21, **characterised by** the upper plank being a concrete plate (85) which preferably extends flush with the upper edge of the outer lateral support.
23. The method according to claim 22, **characterised in that** bonding screws protrude from the connecting beams and the possibly provided intermediate beams (79, 81) into the space provided for the concrete plate (85), which space is defined by the pressure-resistance insulation (82, 83, 84), the intermediate beams (79, 81), if required, and the inner and outer lateral support parts (73i, 75i, 73a, 75a) of the frame which form a lining, and **in that** concrete is poured into the lining for creating the concrete plate (85).

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un premier module d'espace d'un système d'espace modulaire, **caractérisé par** les étapes suivantes :
- a. détermination de points d'angle d'un premier châssis (1), en ce que des éléments nodaux (4-7) sont fixés dans la pièce avec un gabarit (1) ;
  - b. mise en place de supports latéraux (14-21) entre les éléments nodaux (4-11) pour produire le premier châssis ;
  - c. blindage du châssis produit ;
  - d. production d'un deuxième châssis avec les étapes a. à c. ;
  - e. montage du deuxième châssis dans une position définie par rapport au premier châssis, en liant les éléments nodaux correspondants des premier et deuxième châssis par des supports de liaison (33-40) ; et
  - f. blindage du premier module d'espace produit

avec les étapes a. à e. dans au moins un plan supplémentaire.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**à l'étape a., des éléments nodaux supplémentaires (8-11) sont fixés avec un gabarit entre les points d'angle.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**à l'étape b., la longueur des supports latéraux (14-21) à placer entre les éléments nodaux (4-11) est adaptée précisément à l'écartement libre entre les éléments nodaux, soit en plaçant des entretoises soit en coupant une surlongueur.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'étape e. comprend les étapes suivantes :
- e11. fixation de supports de liaison (33-40) sur les éléments nodaux (4-11) du premier châssis, avec
  - e12. alignement et adaptation des supports de liaison (33-40) de façon à ce que les points d'extrémité des supports de liaison (33-40) reposent dans le plan nécessaire au deuxième châssis ; et
  - e13. fixation des éléments nodaux du deuxième châssis sur les points d'extrémité libres des supports (33-40).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'étape e. comprend les étapes suivantes :
- e21. alignement du deuxième châssis par rapport au premier châssis à l'aide d'un gabarit ; et
  - e22. mise en place des supports de liaison (33-40) entre les éléments nodaux se faisant face des premier et deuxième châssis.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**à l'étape e22., la longueur des supports de liaison (33-40) à mettre en place entre les éléments nodaux est adaptée précisément à l'écartement libre entre les éléments nodaux, soit en plaçant une ou plusieurs entretoise(s), soit en coupant une surlongueur.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins un deuxième module d'espace est produit avec les étapes suivantes :
- g. production d'un troisième châssis avec les étapes a. à c., sachant que les points d'angle du troisième châssis sont en corrélation avec des éléments nodaux du premier et/ou deuxième châssis du premier module d'espace ;

- h. montage du troisième châssis dans une position définie précisément par rapport aux éléments nodaux du premier et/ou deuxième châssis du premier module d'espace, avec liaison des éléments nodaux du premier et/ou deuxième châssis du premier module d'espace avec les éléments nodaux en corrélation avec ceux-ci du troisième châssis par des supports de liaison ; et
- i. blindage du deuxième module d'espace produit dans au moins un plan supplémentaire.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'étape h. comprend les étapes suivantes :
- h11. fixation de supports de liaison sur les éléments nodaux du troisième châssis, avec
- h12. alignement et adaptation des supports de liaison de façon à ce que les points d'extrémité des supports de liaison reposent dans le plan nécessaire pour le raccordement au premier module d'espace ; et
- h13. fixation des éléments nodaux du premier module d'espace aux points d'extrémité libres des supports de liaison.
9. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'étape h. comprend les étapes suivantes :
- h21. alignement du troisième châssis par rapport au châssis du premier module d'espace avec un gabarit ;
- et
- h22. mise en place des supports de liaison entre les éléments nodaux se faisant face du premier module d'espace et du troisième châssis.
10. Procédé selon la revendication 4 ou l'une des revendications 7 à 9 dépendantes de cela ou selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les supports de liaison (33-40) à fixer aux éléments nodaux selon les étapes e11. à h11., sont des composantes de plaques de module d'espace préfabriquées, en particulier des parois latérales préfabriquées.
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments nodaux (4-11) sont en métal, en particulier en acier ou en fonte.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des supports latéraux (14-21) et/ou au moins un des supports de liaison (33-40) et/ou au moins un support intermédiaire (23, 24), en particulier tous les supports latéraux (14, 21) et/ou tous les supports de liaison (33-40) et/ou tous les supports intermédiaires (23, 24) sont en matériau de bois, en particulier en bois
- ou en matériau composite de bois.
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les supports latéraux (14, 21) et les éléments nodaux (4-11) sont reliés entre eux via des boulons filetés respectivement des vis.
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**au niveau d'au moins une face avant des supports latéraux (14-21) et/ou des supports de liaison (33-40), un élément de filetage accessible depuis la face avant est prévu.
15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** précisément une face avant des supports latéraux (14-21) et/ou des supports de liaison (33-40) est dotée d'un boulon fileté avant la mise en place entre les éléments nodaux (4-11).
16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** la coupe d'une surlongueur sur une face avant du support s'effectue dans la partie où le support est doté d'un filetage.
17. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les châssis sont respectivement des composantes d'une dalle de sol (115) et/ou d'une dalle de plafond (116).
18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'**au moins un support intermédiaire (23, 24) est disposé dans au moins un des châssis entre deux faces opposées.
19. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un des deux châssis est doté d'un parement de cloison (13, 32) sur au moins une face, de préférence sur les deux faces.
20. Procédé selon la revendication 19, **caractérisé par** du matériau isolant (28, 29, 30) dans l'espace libre entre un parement de cloison bilatéral (13, 32), en particulier une isolation résistant à la pression.
21. Procédé selon la revendication 19 ou 20, **caractérisé en ce qu'**au moins deux supports latéraux opposés d'au moins un des châssis présentent respectivement une pièce porteuse latérale extérieure avec une section transversale plus haute et une pièce porteuse latérale intérieure avec une section transversale plus basse reposant dessus, de façon à ce que la pièce porteuse latérale intérieure forme un support pour un parement de cloison du châssis.
22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé par** une plaque de béton (85) en tant que parement de cloison supérieur, qui se raccorde en affleurant avec

le bord supérieur du support latéral extérieur.

- 23.** Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** des vis composites dépassent des supports latéraux et de supports intermédiaires (79, 81) prévus le cas échéant, dans l'espace prévu pour la plaque de béton (85) qui est défini par une isolation (82, 83, 84) étanche à la pression, des supports intermédiaires (79, 81) prévus le cas échéant et les pièces porteuses latérales intérieure et extérieure (73i, 75i, 73a, 75a) du châssis, qui forment un coffrage, et **en ce que** du béton est coulé dans le coffrage pour produire la plaque de béton (85).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

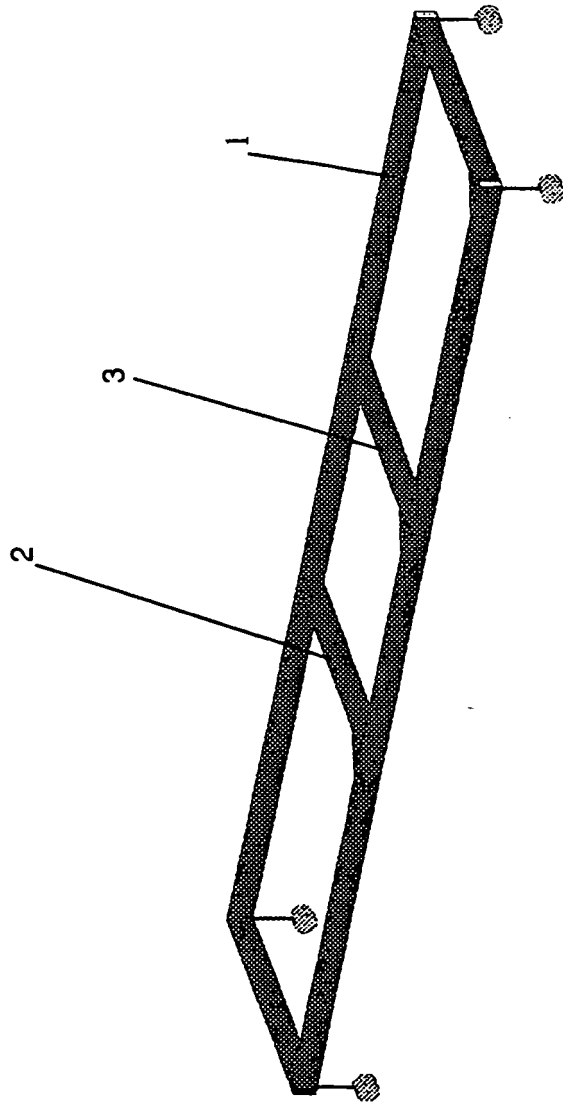


Fig. 1a

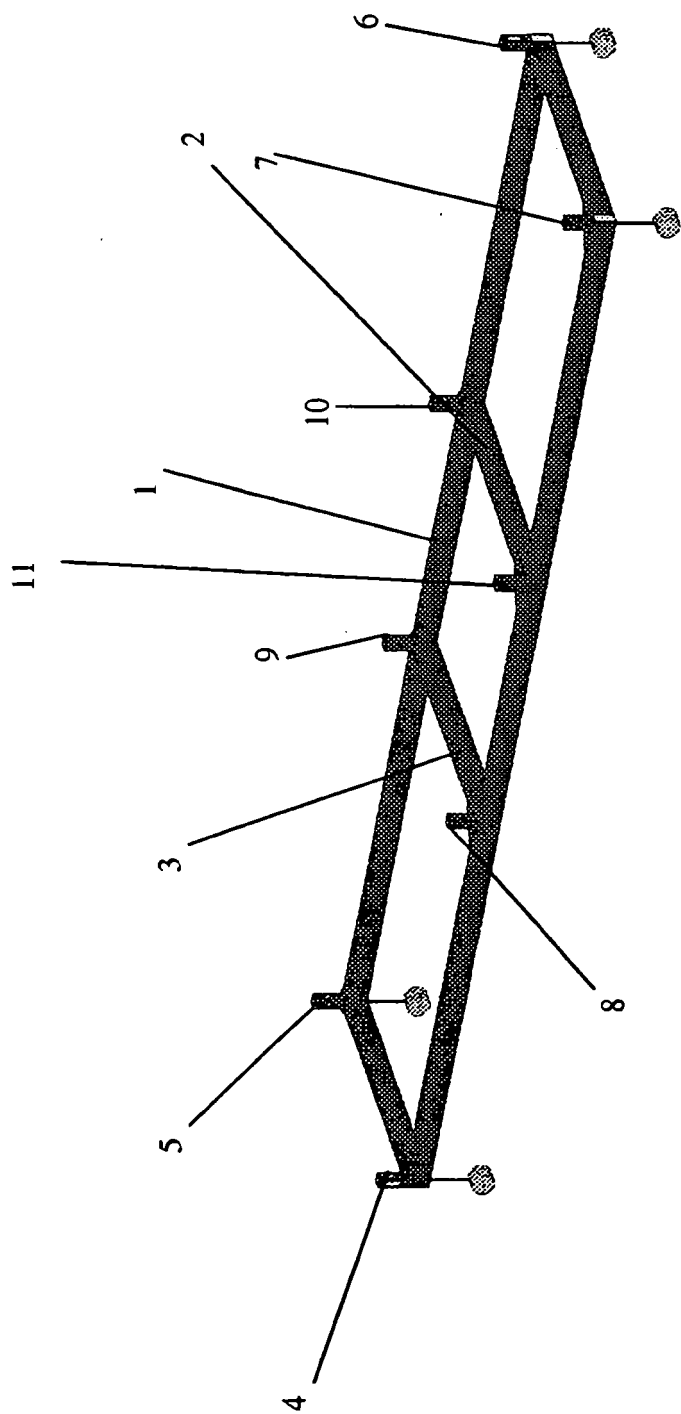


Fig. 1b



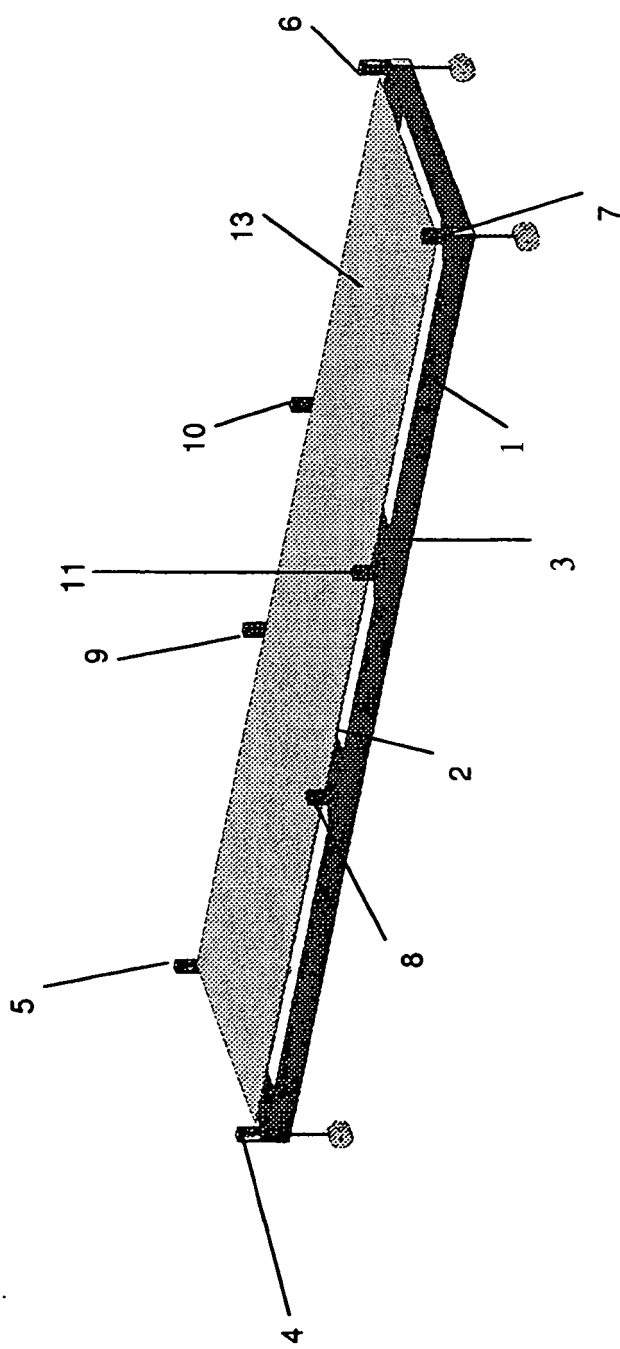


Fig. 1c

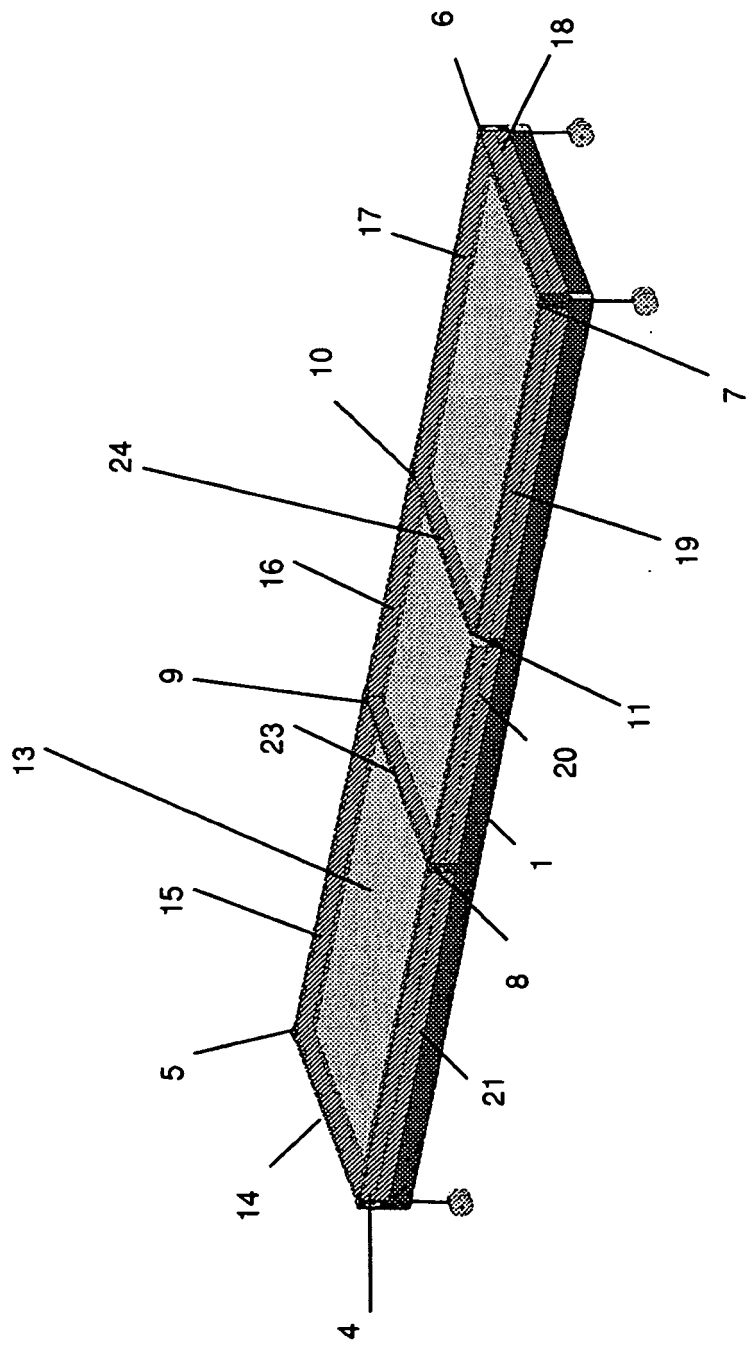


Fig. 1d

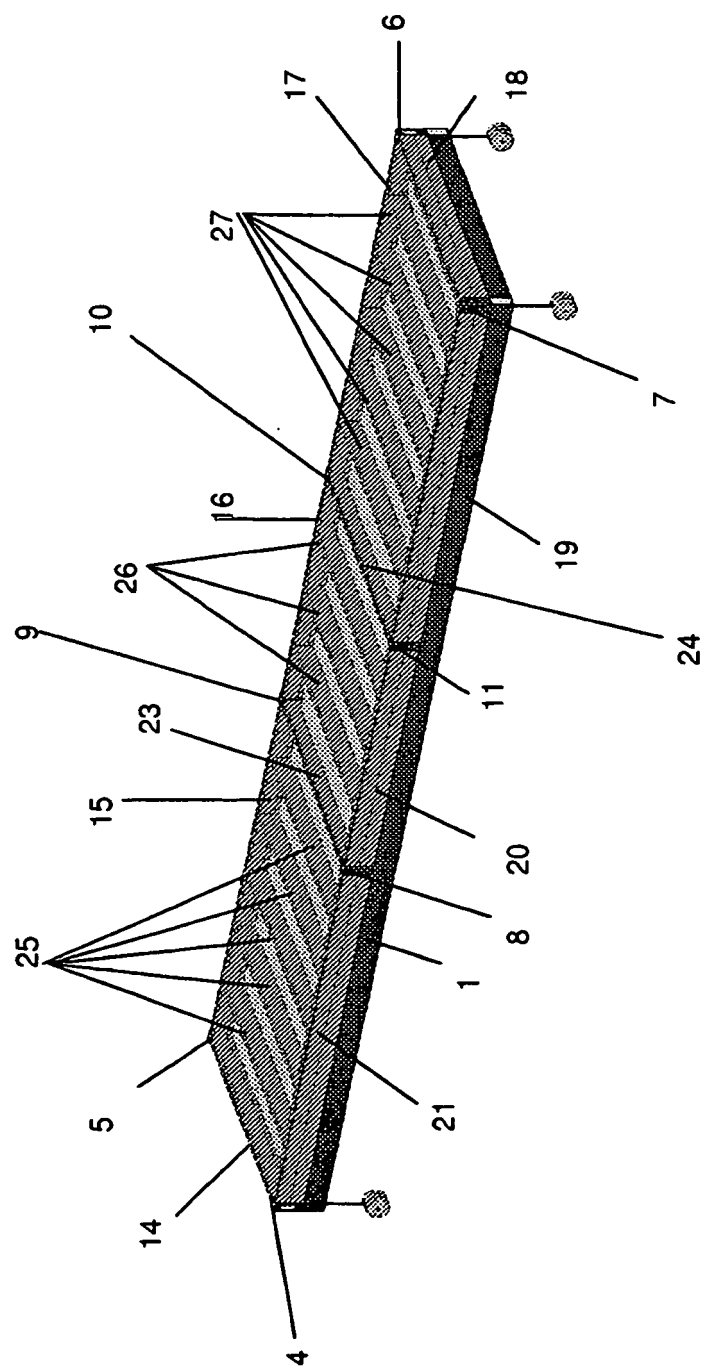


Fig. 1e

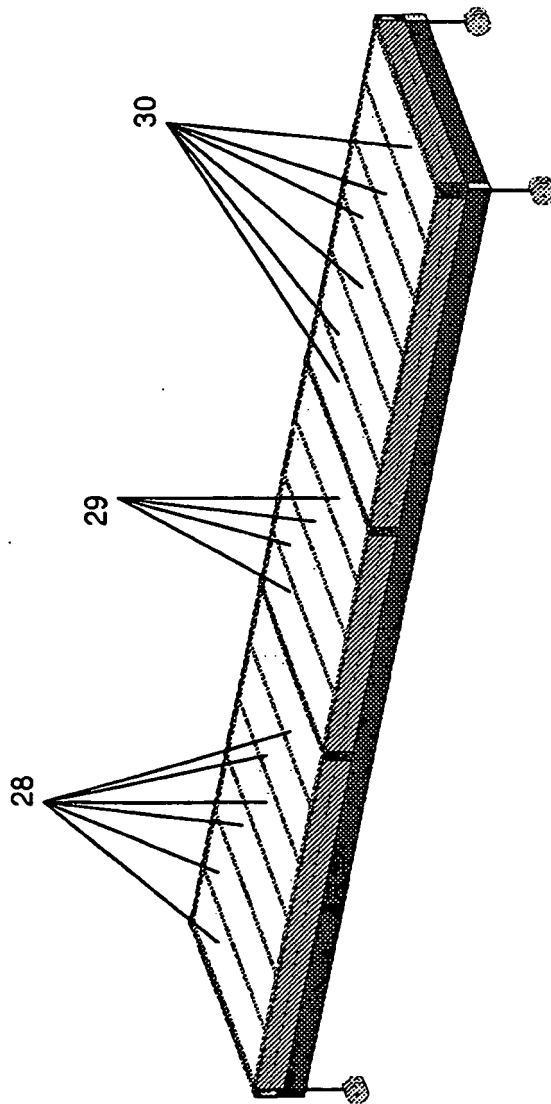


Fig. 1f

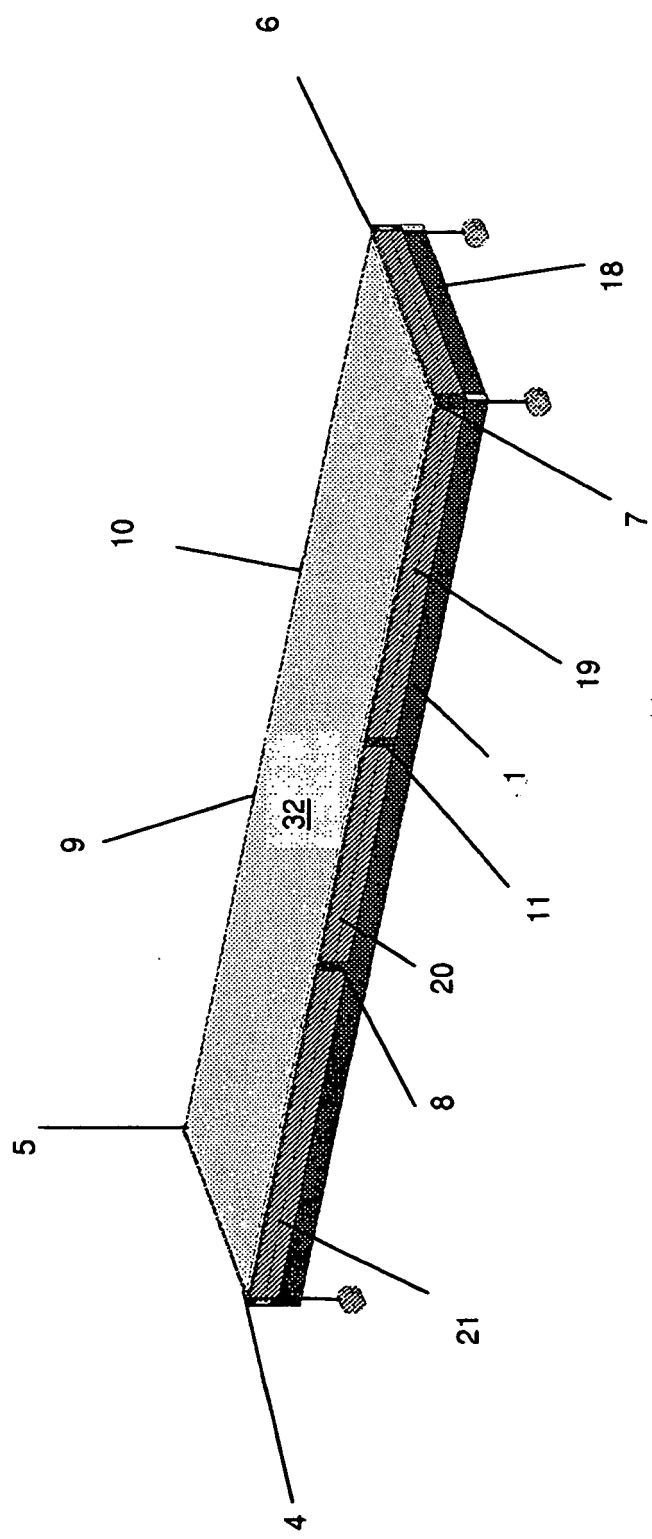


Fig. 1g

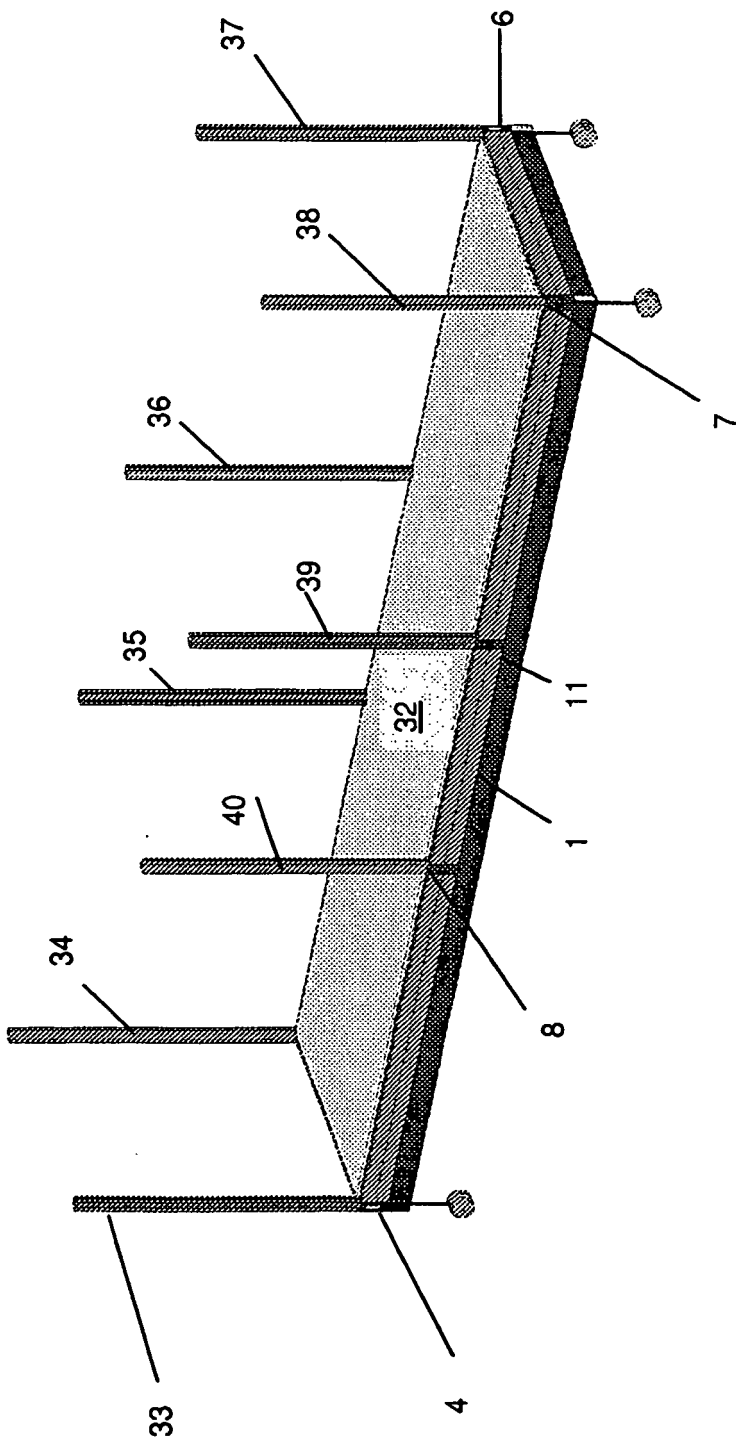


Fig. 1h

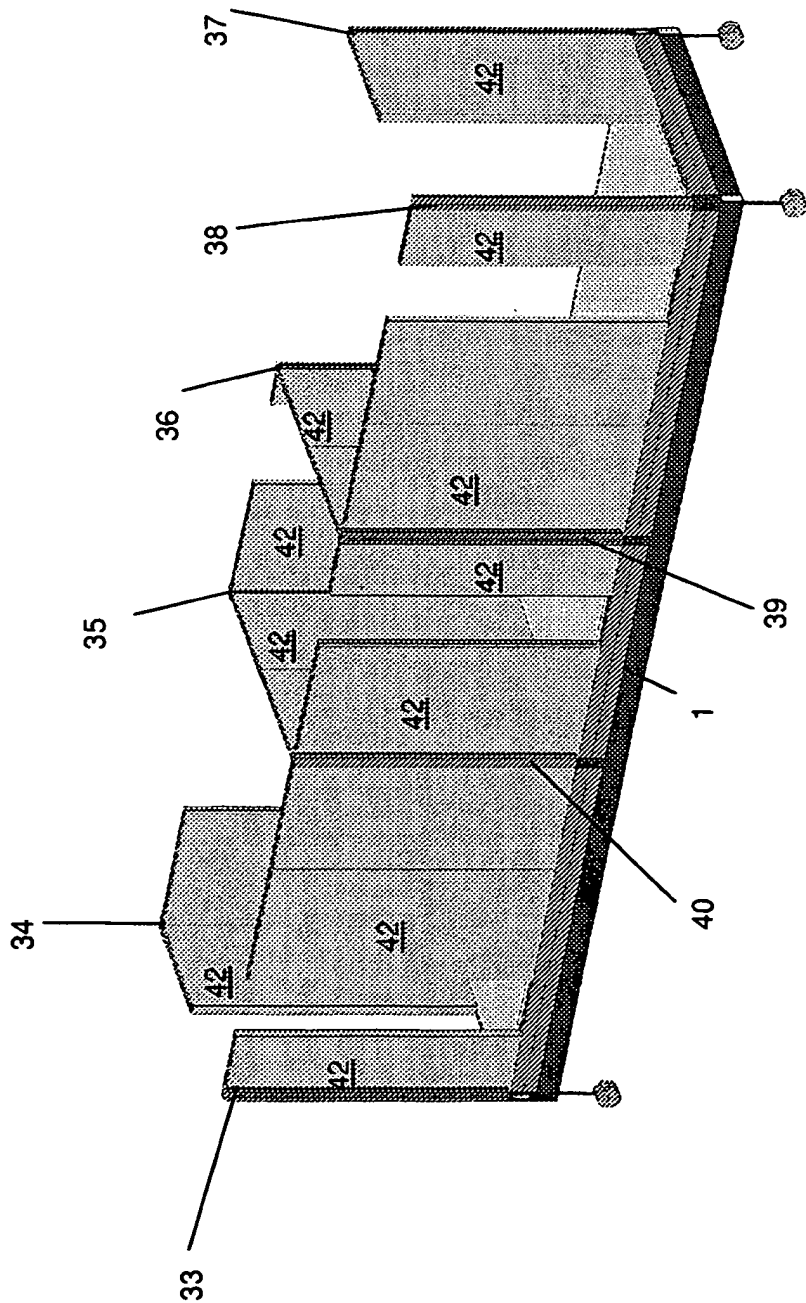


Fig. 1i

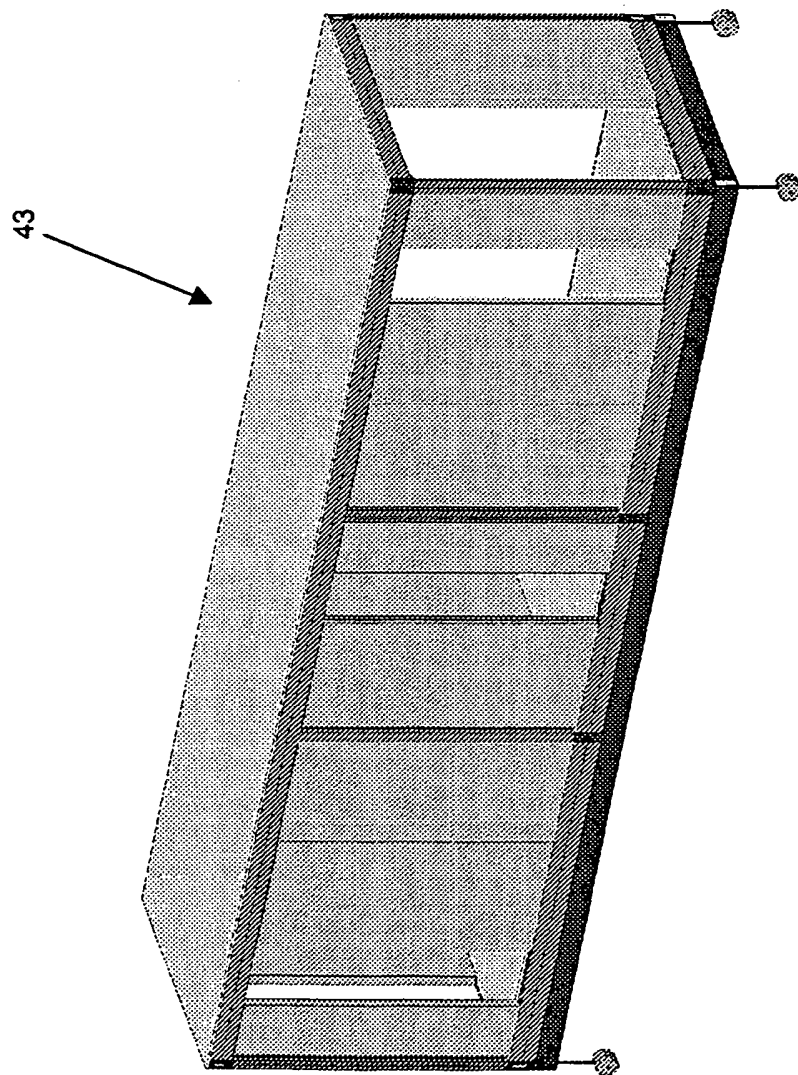


Fig. 1j



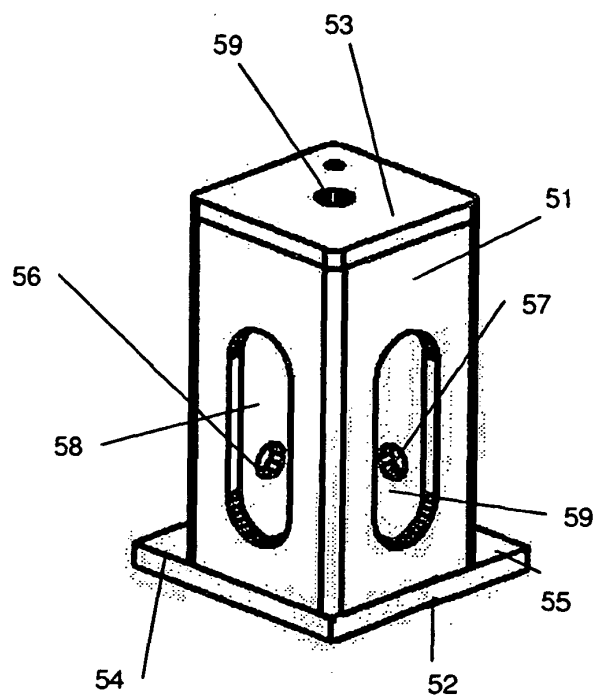


Fig. 2a

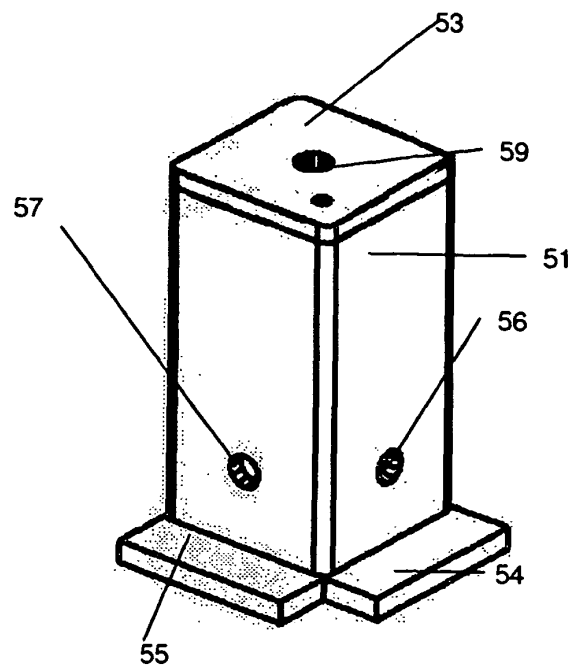


Fig. 2b

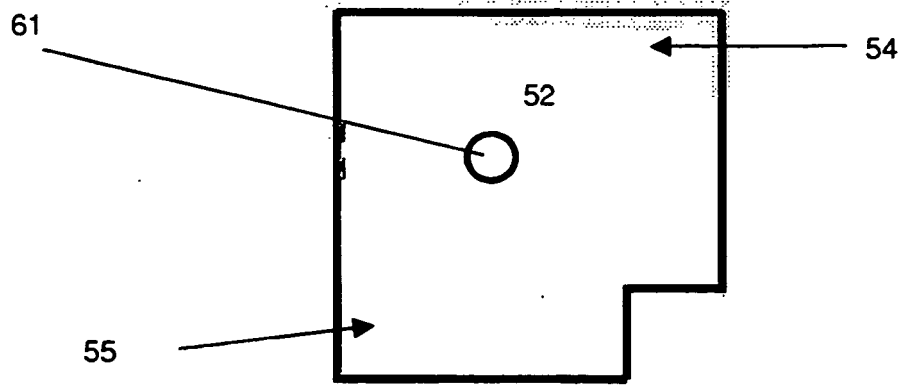


Fig. 2c

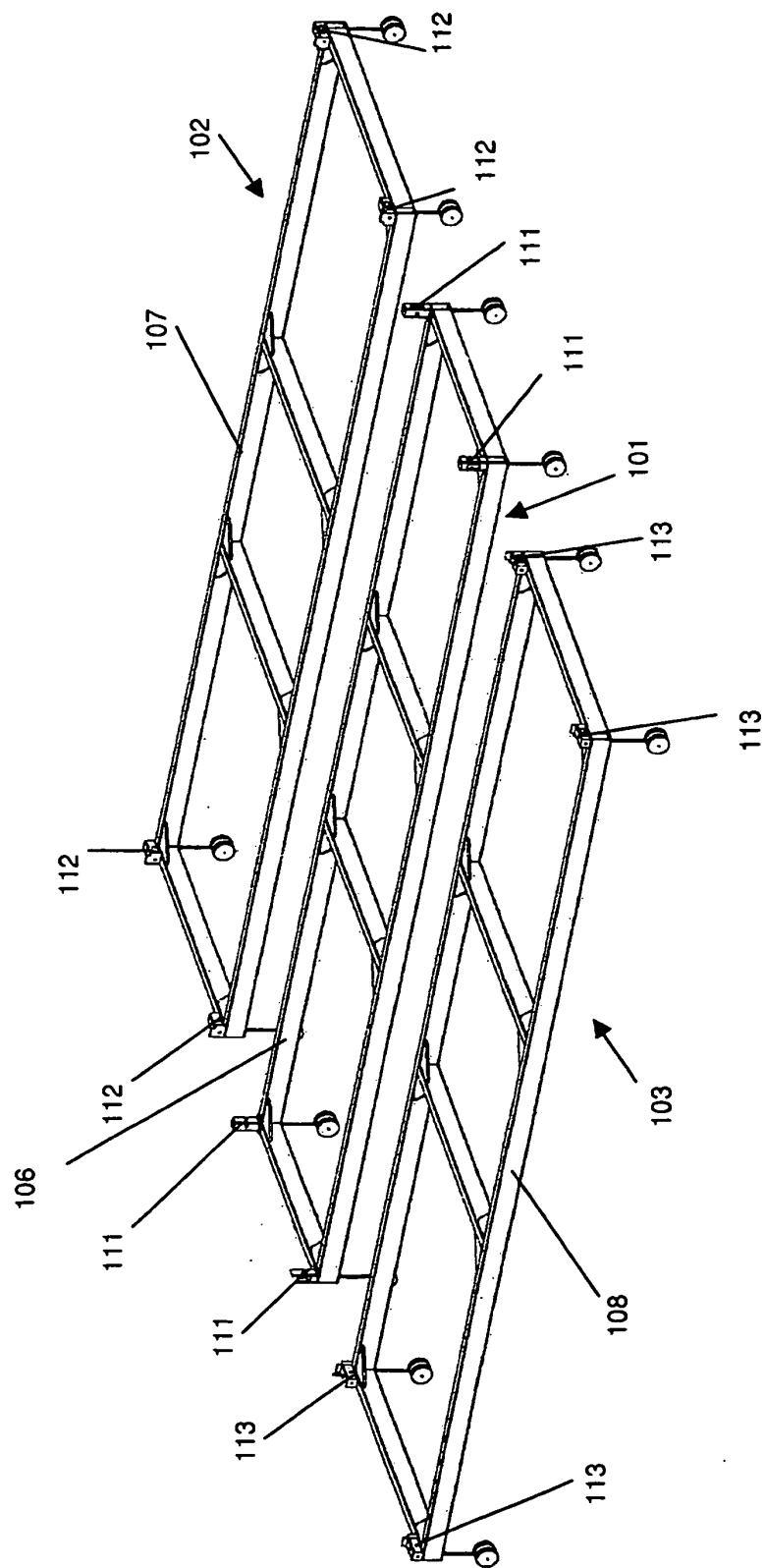


Fig. 3a

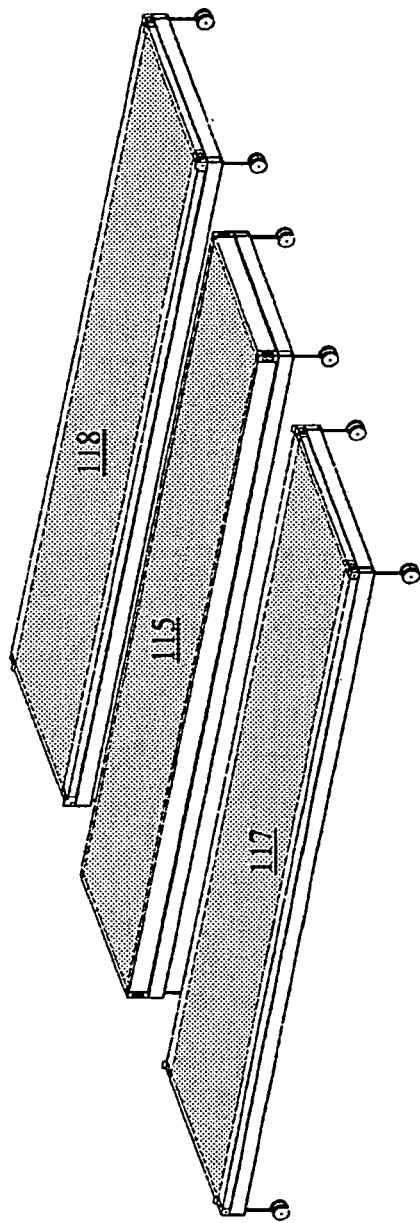


Fig. 3b

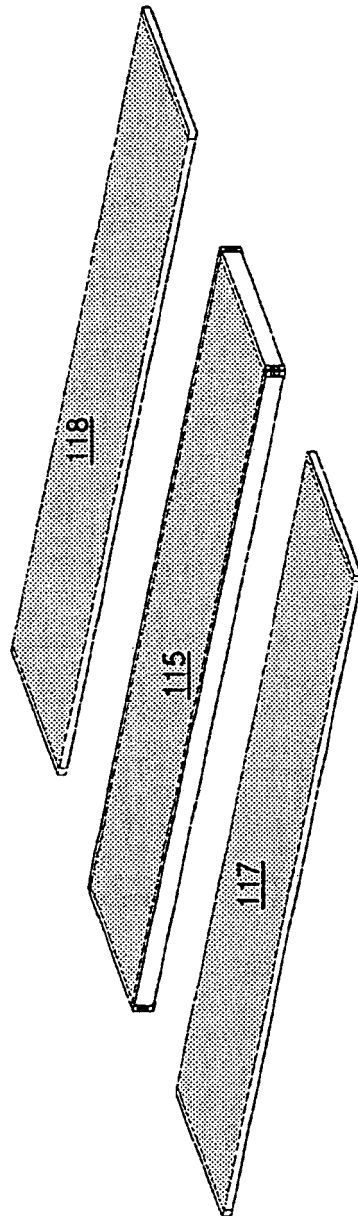


Fig. 3c

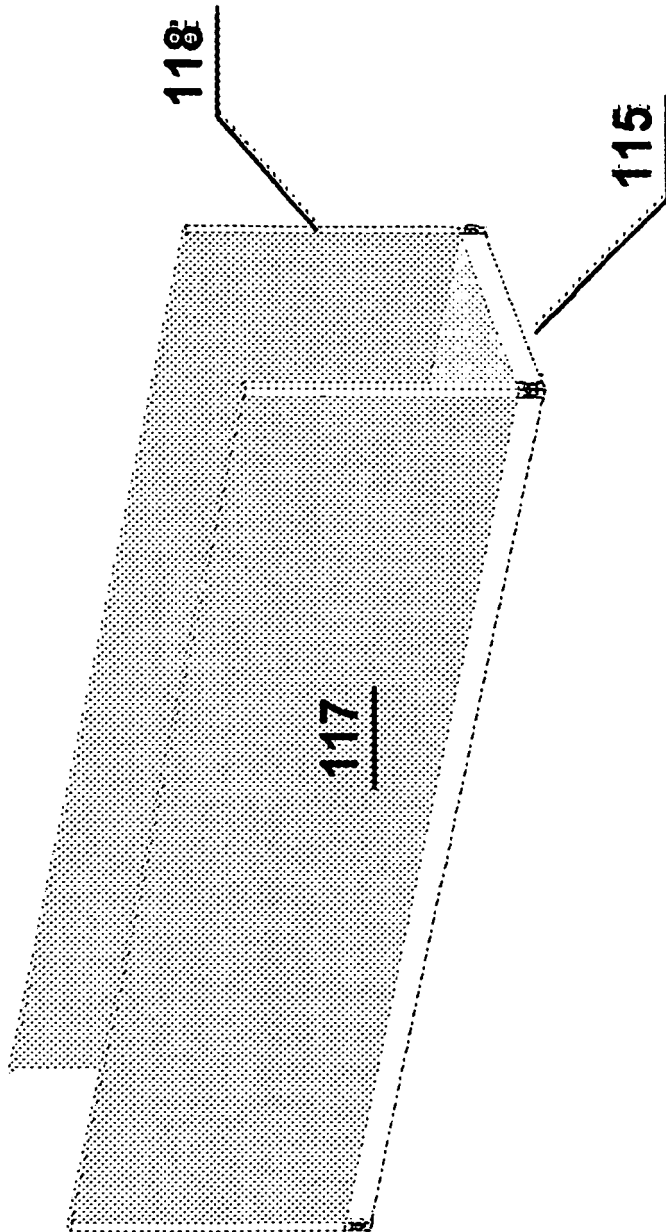
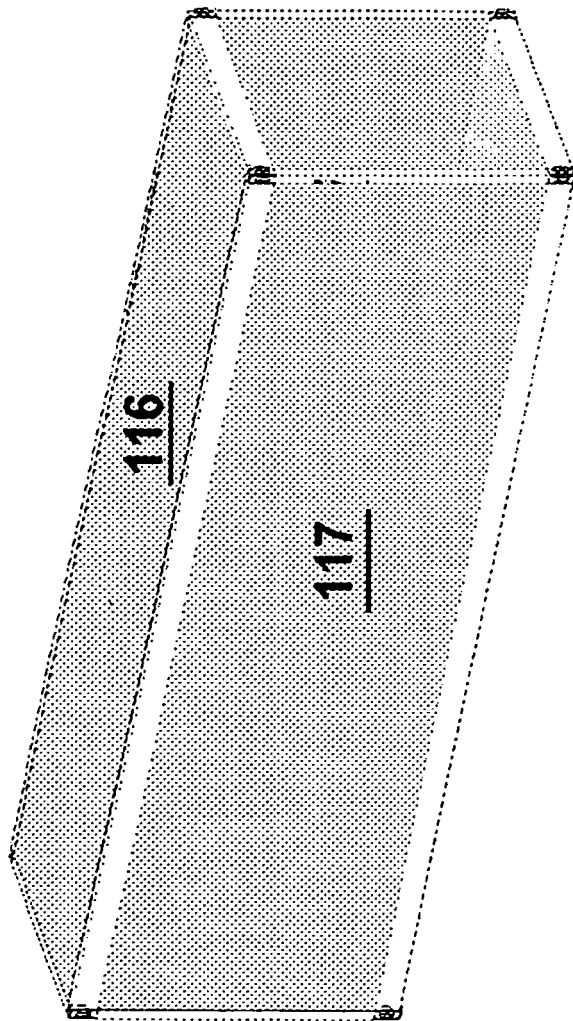
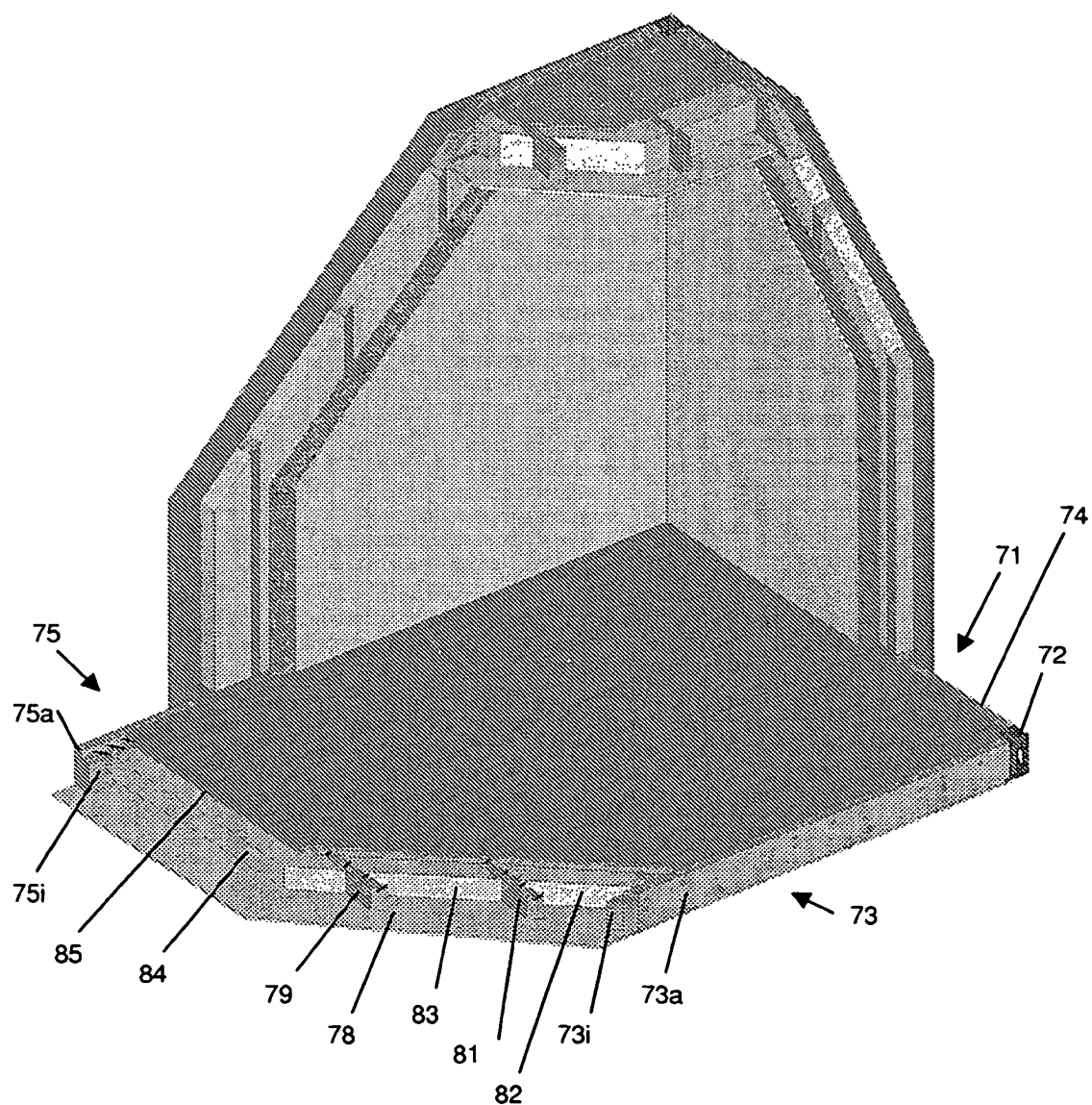


Fig. 3d



**Fig. 3e**



**Fig. 4**



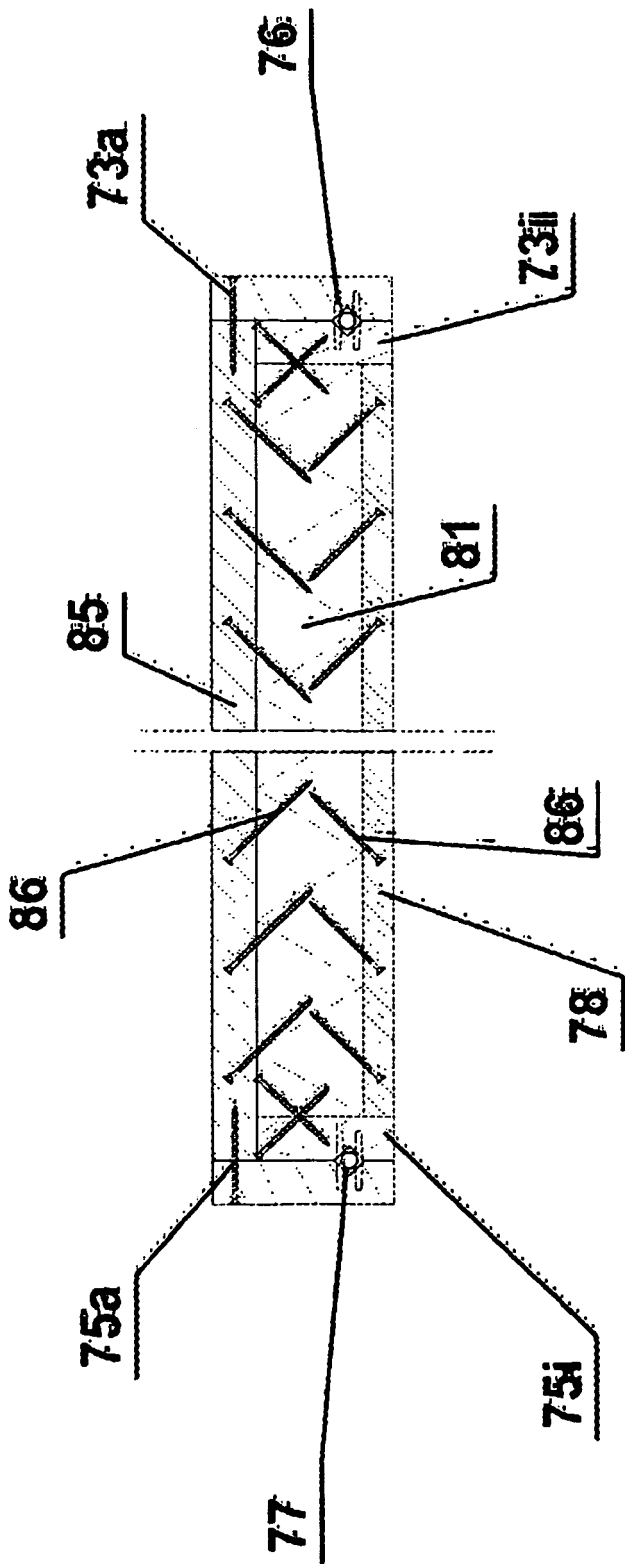


Fig. 5

**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**

- DE 10348455 [0003]
- DE 1946889 [0003]