

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 159 340 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.03.2010 Patentblatt 2010/09

(51) Int Cl.:  
E04C 1/39 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09168788.9

(22) Anmeldetag: 27.08.2009

(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  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL BA RS

(30) Priorität: 27.08.2008 DE 102008039919

(71) Anmelder: Nagl, Udo  
5500 Bischofshofen (DE)

(72) Erfinder: Nagl, Udo  
5500 Bischofshofen (DE)

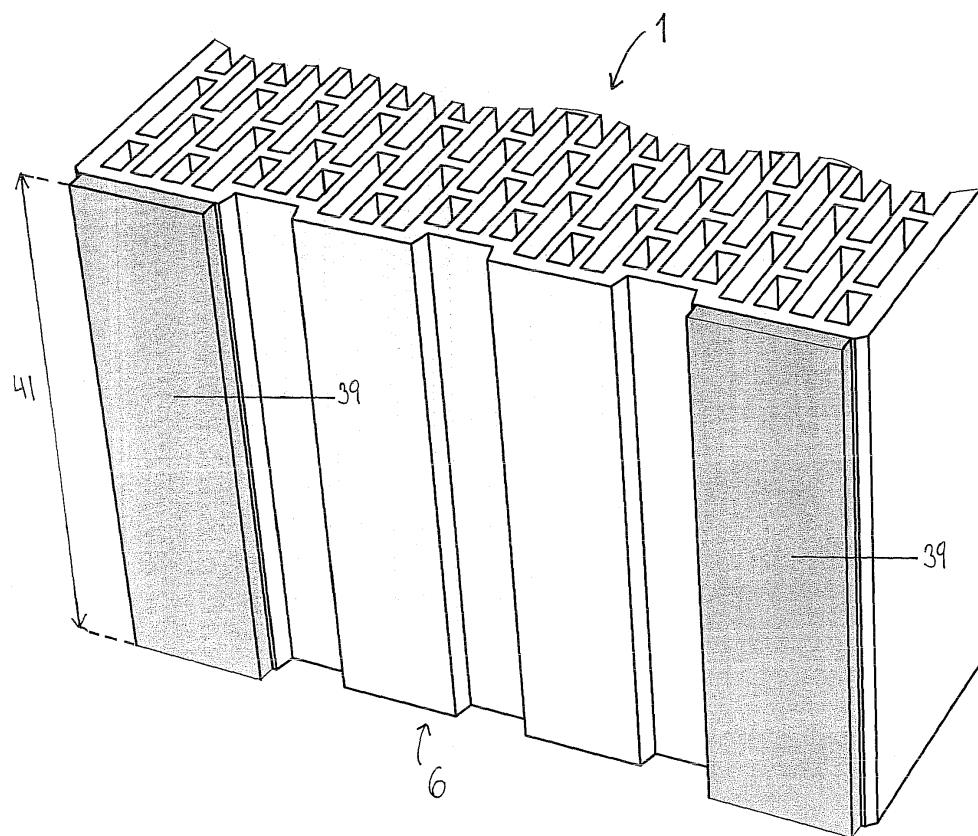
(74) Vertreter: Alber, Norbert  
Hansmann & Vogeser  
Patent- und Rechtsanwälte  
Albert-Roßhaupter-Straße 65  
81369 München (DE)

### (54) Vorgefertigte Ziegeleinheit

(57) Vorgefertigte Ziegeleinheit aus Ziegeln, bestehend aus mindestens zwei oder mehr in wenigstens horizontaler Richtung miteinander verbundenen Einzelzie-

geln (5), wobei die Maßabweichung der Ziegeleinheit wenigstens in der Länge ein vorgegebenes enges Toleranzmaß (30) nicht überschreitet.

Fig 19



## Beschreibung

### I. Anwendungsgebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine vorgefertigte Ziegel-einheit aus Einzel-Ziegeln, insbesondere aus mehreren Ziegelstangen übereinander, sowie ein Herstellverfah-ren hiefür.

### II. Technischer Hintergrund

**[0002]** Ziegelsteine sind ein sehr preisgünstiger Bau-stoff, sie weisen eine Reihe von bauphysikalischen Vor-teilen auf und haben unter den Mauersteinen den größten Marktanteil.

**[0003]** Fertigungsbedingt ist die Größe der Ziegel be-schränkt. Nach wie vor werden auf der Baustelle Ziegel händisch Stein auf Stein gesetzt, wodurch die Errichtung von Ziegelmauerwerk sehr stark handwerklich geprägt und zeit-, arbeitsaufwändig und teuer ist.

**[0004]** Während es in anderen Baubereichen gelun-gen ist, durch den Einsatz von Maschinen, rationellen Fertigungsmethoden usw. der Personalkostenbelastung zum Teil entgegenzuwirken, ist die Errichtung von Mauerwerk weiterhin durch einen geringen Vorfertigungs- und Mechanisierungsgrad sowie lohnkostenintensive Maurerarbeit gekennzeichnet.

**[0005]** Dies liegt teilweise an den fertigungsbedingten, relativ starken Maßabweichungen bei Ziegeln, die einerseits bedingt sind durch den auftretenden Verschleiß des so genannten Mundstückes, also der Kulisse, durch welche der weiche Ton bei der Ziegelformung gepresst wird, um ihm die Hohlkammer-Form zu geben, und zum anderen durch den Verzug beim anschließenden Trocknen bzw. Brennen der Ziegel.

**[0006]** Ziegel weisen fertigungsbedingt Höhenabwei-chungen auf.

**[0007]** Bei herkömmlichen Ziegeln werden die Höhen-maßtoleranzen der Ziegel in dem z.B. rd. 12 mm bzw. 6 mm starken Mörtelbett der horizontalen Lagerfuge auf-gefangen. Das Aufbringen der Mörtelschicht erfordert je-doch einen relativ hohen Arbeitsaufwand, weiters weist der herkömmliche verwendete Mörtel schlechtere Dämmeigenschaften als der Ziegel selbst auf und stellt damit eine Wärmebrücke dar. Andererseits führen ver-mörtelte Lagerfugen, die die oberen und unteren Lager-flächen abdecken und damit die Hohlräume der Ziegel verschließen, zu einer Verbesserung des Schallschutzes und einer Erhöhung der Luftdichtheit.

**[0008]** Bei so genannten Planziegeln dagegen werden die Lagerflächen werksseitig planparallel geschliffen, wodurch eine hohe Maßgenauigkeit hinsichtlich der Hö-he erreicht wird.

**[0009]** Planziegel, die mit Dünnbett-Lagerfugen von 1 - 3 mm vermauert werden können, sind jedoch in der Anschaffung wegen ihres höheren Fertigungsaufwan-des teurer, so dass die Einsparung an Arbeitszeit durch höheren Materialpreis teilweise kompensiert wird.

Bei Errichtung von Mauerwerk hoher Schnittsteinanteil:

**[0010]** Aus Zeit- und Kostengründen wird Ziegelmauerwerk bereits seit längerem fast ausschließlich ohne Stoßfugenvermörtelung ausgeführt. Während in der Ver-gangenheit durch Vergrößerung der vermortelten Stoßfugen bis auf 2 cm ein Längenausgleich erzielt wer-den konnte, wird nunmehr der Längenausgleich weitge-hend durch einen entsprechenden Steinzuschmitt er-reicht.

**[0011]** Ein wesentlicher Kostenfaktor bei der Erstel-lung von Mauerwerk ist die hohe Anzahl von Schneidar-beiten. Auch wenn bei der herkömmlichen Bauweise klei-nere Längendifferenzen durch unterschiedlich breite Stoßfugen ausgeglichen werden können - die aus Grün-den der Wärmeleitung jedoch eigentlich vermieden wer-den sollen - , beträgt der Anteil der Schnittsteine, bedingt etwa durch Mauerdurchbrüche, Abschrägungen, Rundungen, Längentoleranzen der Mauersteine sowie die Anpassung an die Baumaße etwa 15% - 70%. Diese Ar-beiten erfordern nicht nur einen hohen Zeitaufwand, son-dern es kommt auch oft zu Ungenauigkeiten bei der Bau-ausführung, die dazu führen, dass Mauerwerkslücken großflächig mit Mörtel verfüllt werden und damit später Wärmebrücken und einen schlechten Putzgrund bilden.

**[0012]** Um den Aufwand für Schneidarbeiten zu ver-ringen bzw. kostengünstiger durchführen zu können, wurden von der Industrie verschiedene Lösungsansätze entwickelt.

Verwendung von Ziegelsonderformaten:

**[0013]** Verschiedene Hersteller bieten Sonderforma-te, wie etwa Anfangs- bzw. Endziegel, Laibungssteine, Fensteranschlagziegel, Eck- oder Winkelziegel, an. Die-se Spezialformate führen zwar zu einer teilweisen Reduzierung der erforderlichen Schneidarbeiten, nachteilig ist aber neben den höheren Steinkosten, dass mehrere unterschiedliche Steinformate vorrätig gehalten werden müssen, diese Steine oft unterschiedliche bauphysikali-sche Werte gegenüber den Standardformaten aufweisen und teilweise das Zahn bild der Spezialziegel eines Her-stellers nicht mit jenen von Standardziegeln eines ande-ren Herstellers übereinstimmt.

Verschiebeziegel:

**[0014]** Aus der DE 3615247C2 ist ein zweiteiliger Ver-schiebeziegel bekannt, bei dem sich durch Ineinander-schieben der beiden Ziegelbauteile stufenlos Aus-gleichslängen herstellen lassen.

Modul aus 2 Ziegeln:

**[0015]** In der EP 1172190A2 wird ein Verfahren zur Herstellung von Mauerziegeln beschrieben, bei dem Mauerziegel unmittelbar nach dem Brand mindestens an einer Seitenfläche auf ein vorbestimmtes Längen- oder

Höhenmaß geschliffen und jeweils zwei Ziegel mittels eines mineralischen Klebemittels zu einem Mauerziegelmodul mit einer wählbaren Fugenbreite aneinandergefügt werden.

**[0016]** Dass Ziegel aufgrund ihrer Maßtoleranzen unterschiedliche Längen aufweisen, stellt auch bei der Herstellung von vorgefertigten Mauertafeln ein Problem dar.

Längenausgleich in Stoßfuge:

**[0017]** In der DE 19830985A1 wird zum Ausgleich der Längentoleranzen beispielsweise vorgeschlagen, eine Reihe von Mauersteinen auf Stoß zusammen zu schieben, das Ist-Maß der Gruppe zu messen und dann die Steine unter Einhaltung gleicher Abstände auf das Soll-Maß auseinander zu ziehen.

Zuschnitt der Mauerkante:

**[0018]** In der DE 4433156A1 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem Porenbetonsteine knirsch gesetzt werden und auf einer Seite der Mauertafel fluchtend ausgerichtet werden, die andere Seite wird nach Fertigstellung der Mauertafel fluchtend geschnitten.

Trend zu großformatigeren Steinen:

**[0019]** Im Mauerwerksbau ist eine Entwicklung zu immer großformatigeren Steinen bis hin zu großflächigen vorgefertigten Mauertafeln zu beobachten.

Mauertafeln aus dem Vollen schneiden:

**[0020]** In der EP 0945239A2 werden mehrere Mauertafeln in einem Arbeitsgang in Form einer durchlaufenden Mauerwerkswand gefertigt, die nach dem Aushärten in die einzelnen Mauertafeln getrennt wird.

Planelement:

**[0021]** Speziell im Gewerbe- und Industriebau ist die Verwendung großformatiger Planelemente wie etwa aus Kalksandstein oder Porenbeton bereits weit verbreitet. Auch wenn im Gegensatz zu anderen Wandbaustoffen die Größe von Ziegeln fertigungsbedingt beschränkt ist, wurden auch von der Ziegelindustrie in den letzten Jahren größere Steinformate entwickelt (z.B. Wienerberger Planelement T-500), die durch ihre Größe (z.B. Höhe 49,9 cm und Länge von 49,8 cm) einen schnelleren Baufortschritt ermöglichen sollen.

**[0022]** Auf Grund ihrer technischen Werte (hohe Druckfestigkeit, mäßiger Wärmeschutz) werden diese großformatigen Ziegel elemente vorwiegend im Gewerbebau und weniger im Eigenheimbau verwendet.

**[0023]** Bezuglich des Zeitspareffektes bei Verwendung von Großformaten hat sich gezeigt, dass die erhofften Bauzeitreduzierungen bedingt durch arbeitsvorbereitende Maßnahmen und Neben- und Nachbesse-

rungsarbeiten oft nicht oder in geringerem Ausmaß als erwartet eintreten. So ist etwa der Zuschnitt der Planelemente bedingt durch die Größe und das hohe Gewicht dieser Mauersteine zeitaufwändiger.

5

Mauertafel:

**[0024]** Von verschiedenen Herstellern werden z. T. raumhohe und -breite Ziegelfertigbauteile angeboten, die witterungsunabhängig im Werk meist halb- oder vollautomatisch hergestellt werden. Unterschieden wird dabei je nach Fertigungsweise zwischen Verguss-, Verbund- und Mauertafeln.

**[0025]** Während die Größe dieser Ziegelfertigteile auf der Baustelle einen raschen Baufortschritt begünstigt, sind damit einige Nachteile verbunden. Für den Transport sind spezielle Fahrzeuge (Tieflader) erforderlich, durch das sehr hohe Gewicht der Elemente können sie nur mit einem starken Kran (z. B. Mobilkran) versetzt werden. Die Wandtafeln werden meist objektbezogen hergestellt, dadurch ist bis zur Anlieferung auf der Baustelle eine gewisse Vorlaufzeit einzuplanen. Bei der Verbindung der einzelnen Mauertafeln miteinander entsteht eine Stoßfuge, die über mehrere Steinlagen verläuft und für Risse anfällig ist. Nachteilig ist auch, dass Mauertafeln für die Errichtung von stark gegliedertem Mauerwerk nicht oder nur schlecht geeignet sind.

20

Vorkonfektionierte Bausätze:

25

**[0026]** Speziell bei Wandbaustoffen wie Kalksandstein, Porenbeton und Leichtbeton werden von verschiedenen Herstellern vorkonfektionierte Wandbausätze angeboten. Auf Basis der Baustellenmaße werden die Wandbausteine exakt zugeschnitten, die Steine in der richtigen Anzahl und Reihenfolge entsprechend der späteren Verwendung auf der Baustelle palettiert und ausgeliefert. Auf der Baustelle können sie dann mit Hilfe eines Verlegeplans relativ einfach versetzt werden. Mit der Verlagerung von Arbeitsschritten in die Vorfertigung können deutliche Zeit- und Kosteneinsparungen realisiert werden.

30

Hohe Maßabweichungen bei Ziegeln:

35

**[0027]** Ziegel, vor allem Hochlochziegel, weisen fertigungsbedingt im Vergleich zu anderen Wandbaustoffen wie beispielsweise Kalksandstein oder Porenbeton relativ hohe Maßabweichungen - vor allem in der horizontalen Ziegellänge - auf. Diese Abweichungen resultieren vor allem aus dem Verschleiß des Mundstückes der Ziegelpresse, Abweichungen bei der Zusammensetzung des Tons oder Lehms sowie Schwindverformungen beim Trocknen und Brennen.

55

Zu geringe Maßgenauigkeit für automatische Fertigung:

**[0028]** Auch wenn die Maßabweichungen in der Praxis

unter den zulässigen Normwerten liegen, sind die Toleranzen zu groß, um zeit- und kostenaufwändige Frä-, Schlitz- oder Schneidarbeiten nicht auf der Baustelle, sondern automatisiert im Werk durchzuführen. Grund dafür ist neben den unterschiedlichen Längen der einzelnen Steine auch, dass die Länge der Ziegel in der Praxis häufig etwas unter dem Sollmaß liegt, wodurch sich die Abweichungen der einzelnen Ziegel vom Sollmaß in der Mauerschar aufaddieren.

**[0029]** Bedingt durch die im Vergleich zu anderen Wandbaustoffen höheren Maßabweichungen und auch die in der Regel kleineren Steinformate, gibt es derzeit kaum vorkonfektioniertes Ziegelmauerwerk.

**[0030]** Wie aus der Verwendung von Bauelementen anderer Wandbaustoffe bekannt ist, kann die Errichtung von Mauerwerk jedoch schneller und kostengünstiger erfolgen, wenn die verwendeten Bauelemente großformatig sind und eine so hohe Maßgenauigkeit aufweisen, dass verschiedene Arbeiten, wie beispielsweise Schneidarbeiten, in die Vorfertigung verlagert werden können.

### III. Darstellung der Erfindung

#### a) Technische Aufgabe

**[0031]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher

- in der Schaffung von großformatigen, vorgefertigten Ziegeleinheiten, welche vorzugsweise automatisch hergestellt werden, auf Grund ihrer Größe einen raschen Baufortschritt ermöglichen, aber noch problemlos transportiert und gehandhabt werden können und
- eine hohe Längenmaßgenauigkeit aufweisen, so dass sie für einen automatischen Zuschnitt sowie die Vorfertigung von Frä- und Schlitzarbeiten besonders geeignet sind.

#### b) Lösung der Aufgabe

**[0032]** Die erfindungsgemäße Lösung besteht darin, mindestens zwei oder mehr Ziegel z. B. an ihren Stirnflächen miteinander zu Ziegeleinheiten wie etwa einlagige oder mehrlagige Ziegelstangen (Steinstangen) in ggf. verschiedenen Längenabstufungen zu verbinden, wie etwa zu verkleben, die dadurch gekennzeichnet sind, dass ihre Längen-Maßabweichung ein vorgegebenes enges Toleranzmaß der jeweiligen Sollmaß-Klassen vom Sollmaß nicht überschreiten. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0033]** Im Folgenden ist zur Vereinfachung von Formulierungen nur noch von "Ziegelstangen" die Rede, ohne die Erfindung hierauf zu beschränken.

**[0034]** Da die gegenständlichen Ziegelstangen eine sehr hohe Maßgenauigkeit aufweisen, können - wenn die Baupläne durch eine entsprechende Software auf-

bereitet werden - zeit- und kostenaufwändige Schnitt-, Schlitz- und Fräsarbeiten objektbezogen automationsunterstützt in die Vorfertigung verlagert werden. Durch einen entsprechenden Maschinenpark sind diese Arbeiten in der Vorfertigung schneller, genauer und kostengünstiger als auf der Baustelle möglich.

**[0035]** Die Elemente können in großer Zahl unter gegebenen klimatischen Bedingungen industriell vorgefertigt werden, je nach konkretem Bauvorhaben können dann einzelne Elemente objektbezogen zugeschnitten werden. Diese Schneidarbeiten können durch moderne Schneideanlagen in der Vorfertigung präzise und kostengünstig durchgeführt werden, wobei hier auch Rund- und Schrägschnitte problemlos möglich sind.

**[0036]** Auf der Baustelle selbst entfallen damit Schneide- und Schlitzarbeiten weitestgehend und die einzelnen Ziegelstangen brauchen nur mehr zusammengefügt werden (vorkonfektioniertes Mauerwerk). Die Größe der einzelnen Ziegelstangen erleichtert zudem einen raschen Baufortschritt.

#### Herstellung von Ziegelstangen:

**[0037]** Mindestens zwei oder mehr Einzelziegel werden in horizontaler Richtung, an ihren aneinander stoßenden Stirnflächen ganzflächig oder teilflächig, beispielsweise streifenförmig oder punktuell, durch Dünnbettmörtel zu einer einlagigen, balkenförmigen Ziegelstange miteinander verklebt.

**[0038]** Geringe Unebenheiten der Ziegelstirnflächen können durch den Dünnbettmörtel in den Stoßfugen ausgeglichen werden.

**[0039]** Eine solche einlagige Ziegelstange kann durch Auflegen einer Lagerfuge aus Mörtel und darauf Aufsetzen einer weiteren Lage, bei der wiederum vorzugsweise die Ziegel der nächsten Lage an ihren aneinander stoßenden Stirnflächen ganzflächig oder teilflächig durch Dünnbettmörtel miteinander verklebt sind, zu einer zweilagigen und in der Folge auch mehr als zweilagigen Ziegelstange ausgebaut werden.

**[0040]** Ein Verzicht auf die Stoßfugenverklebung ist nur vorstellbar bei ausreichend stark stabilisierenden Lagerflächen oder Lagerfugen, durch eine dort aufgebrachte Armierung.

**[0041]** Hinsichtlich der Breite der verwendeten Ziegel gibt es keine Einschränkungen. Da bei der Verarbeitung der erfindungsgemäßen Ziegelstangen auf der Baustelle Hebewerkzeuge verwendet werden, können auch Ziegelformate mit großen Breiten wie beispielsweise 50 cm und damit hohem Gewicht, verwendet werden.

**[0042]** Durch entsprechende Vorbehandlung der Klebeflächen wie beispielsweise Reinigen der Kontaktflächen, Vornässen usw. wird eine Erhöhung der Klebequalität erreicht.

#### Zugabe von Haftmittelzusätzen:

**[0043]** Zur Erhöhung der Klebewirkung können dem

Mörtel Haftmittelzusätze zugegeben werden und/oder die Klebefläche kann vorbehandelt werden, z. B. gereinigt, vorgenässt oder mit Haftgrund beschichtet werden.

Epoxymergel:

**[0044]** An Stelle von Dünnbettmörteln kann durch die Verwendung von Spezialmörteln, wie etwa auf Epoxydharzbasis, die eine wesentlich höhere Klebewirkung aufweisen, die Biegezugfestigkeit der damit hergestellten Ziegelstangen deutlich erhöht werden.

Andere Klebstoffe:

**[0045]** Die Verbindung der Ziegel zu erfindungsgemäßen Ziegelstangen kann auch durch andere geeignete Verbindungsmaterialien wie etwa Heißschmelzkleber, beispielsweise Polyurethan-Schmelzklebstoffen, Klebstoffen auf Acrylat-Basis, Klebern auf Wasserglasbasis, MS-Polymerklebstoffen (Hybridklebstoffen) oder anderen Verbindungsmaterialien erfolgen.

**[0046]** Je nach verwendetem Klebematerial kann die Festigkeit der damit hergestellten Verbindung dadurch erhöht werden, indem dem Kleber, wie beispielsweise Dünnbettmörtel, Zuschlagstoffe wie etwa Glasfasern zugegeben werden.

Andere Verbindungsformen als Kleben:

**[0047]** Auch wenn hinsichtlich der Verbindung der Ziegel zu Steinriegeln das Verkleben die bevorzugte Ausführungsform ist, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt.

**[0048]** So können die Ziegel auch durch andere Verfahren, wie beispielsweise textile Armierung auf den Seitenflächen, das Zusammenfügen an den Stirnflächen durch Klammern, Dübel oder etwa Kunststoff- oder Metallbänder miteinander, zu Elementen größerer Länge verbunden werden.

Planziegel als Ausgangsmaterial:

**[0049]** Vorzugsweise erfolgt für die Herstellung der erfindungsgemäßen Ziegelstange die Verwendung von Ziegelsteinen mit Nut- und Federausbildung (Ziegel mit Stoßfugenverzahnung), wodurch ein besserer Zusammenhalt der Einzelemente erreicht wird.

**[0050]** Die Verwendung von Ziegeln, deren Stirnflächen ebenflächig ausgebildet sind, oder von Ziegeln mit Mörteltasche, ist jedoch ebenfalls möglich.

**[0051]** Für die Fertigung der erfindungsgemäßen Ziegelstange ist vorzugsweise die Verwendung von Planziegeln vorgesehen. Planziegel sind Hochlochziegel, deren Lagerflächen eben und planparallel sind, und deren Maßtoleranzen für die Ziegelhöhe  $\pm 1,0$  mm betragen.

**[0052]** Da die Handhabung der Ziegelstangen auf der Baustelle mit Hebwerkzeugen erfolgt, sieht eine Ausgestaltungsform der Erfindung die Verwendung von Zie-

geln mit Greiflöchern vor, so dass die Ziegelstangen auch durch Steingreifer mit Klemmbolzen aufgenommen werden können.

5 Erreichung hoher Längenmaßgenauigkeit:

**[0053]** Bei Plansteinen, für die höhere Anforderungen an die Maßtoleranzen gelten, beträgt bei einem Längensollmaß von beispielsweise 247 mm der zulässige Mittelwert  $\pm 4$  mm vom Sollmaß. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die einzelnen Steinabweichungen  $\pm 1-2$  mm um den Mittelwert variieren, wobei der Mittelwert häufig unter dem Sollmaß liegt.

**[0054]** Innerhalb der Lieferung für ein Bauwerk dürfen sich jedoch die Maße der größten und kleinsten Ziegel höchstens um eine bestimmte Maßspanne unterscheiden. Diese beträgt für Ziegel mit einer Länge von 247 mm 5 mm.

**[0055]** Hinsichtlich der Maßgenauigkeit geht die Erfindung davon aus, dass es nicht erforderlich ist, dass jede Ziegelstange exakt die gleiche Länge aufweist, sondern dass es ausreichend ist, wenn jeweils eine größere Anzahl von Ziegelstangen die gleiche Länge besitzt. Die gefertigten Ziegelstangen können beispielsweise aufgrund produktionsbedingter Maßtoleranzen der für ihre Erstellung verwendeten Ziegel unterschiedliche Längenmaße aufweisen. Innerhalb einer Längengruppe, in die die Ziegelstange eingesortiert wurde, sind jedoch alle Ziegelstangen gleich lang.

**[0056]** Die vorliegende Erfindung beabsichtigt somit nicht die Eliminierung der Maßtoleranzen der Ziegelstangen an sich, sondern die Schaffung jeweils einer Gruppe von Ziegelstangen, etwa um einen oder auch mehrere verschiedene Mittelwerte (Sollmaße) herum z.B. durch deren Aufbringen einer Längenausgleichsschicht, innerhalb derer die einzelnen Stangen bis auf sehr geringe Abweichungen die gleiche Länge aufweisen, beispielsweise 998 mm  $\pm 0,5$  mm, die aber im Vergleich zu Ziegelstangen anderer Längengruppen (Sollmaß-Klassen), wie beispielsweise 1001 mm  $\pm 0,5$  mm oder 996 mm  $\pm 0,5$  mm, kürzer oder länger sein können.

**[0057]** Die Gruppierung der Ziegelstangen erfolgt in mehreren Abstufungen (Sollmaß-Klassen) wie beispielsweise 5 mm-Abstufungen.

45 Vermessung Ziegelstangen:

**[0058]** Erfindungsgemäß werden die aus Ziegeln gefertigten Bauelemente, z.B. Ziegelstangen, vermessen und entsprechend ihrer jeweiligen Länge gruppiert, so dass jeweils Elemente des gleichen Längenbereiches vorliegen. Theoretisch könnte diese Gruppierung in Abstufungen (Sollmaß-Klassen) von 1 mm erfolgen, die Abstufungen können jedoch auch größer als 1 mm sein.

55 Die Vermessung kann mittels Laser, Ultraschall, Lichtschranke oder anderer geeigneter Verfahren erfolgen.

**[0059]** Werden beispielsweise vier Planziegel mit einem Längensollmaß von 247 mm miteinander verbun-

den, so kann bei einer angenommenen Fugenbreite von je 3 mm und bei einer laut den Normen zulässigen Maßspanne von 5 mm zwischen kürzestem und längstem Ziegel die Länge der dadurch entstehenden Ziegelstangen zwischen kleinster und größter Ziegelstange theoretisch um bis zu 20 mm variieren.

**[0060]** Bei Längenabstufungen von 1 mm ergäben sich somit theoretisch 21 Längenvarianten für eine aus vier Ziegeln bestehende Ziegelstange. Bei Ziegelstangen, die aus mehr als vier Ziegeln gebildet werden, steigt die Anzahl möglicher Längenvarianten noch höher an.

**[0061]** Auch wenn in der Praxis die maximalen Längenabweichungen der Mauerziegel je nach Hersteller und Ziegelwerk unter den zulässigen Werten liegen, ist speziell bei Ziegelstangen, die aus vier oder noch mehr Ziegeln gebildet werden, die Anzahl der möglichen Längenvarianten immer noch relativ hoch, weshalb sich die Sollmaße der Sollmaßklassen um mehrere, insbesondere mindestens 5 mm, unterscheiden sollten, wenn eine Längenausgleichsschicht aufgebracht wird.

#### Längenausgleichsschicht auf Stirnfläche(n)

**[0062]** Bei Planziegeln erfolgt ein Ausgleich der Höhentoleranzen durch Schleifen auf eine exakte Höhe. Hinsichtlich der Länge kann die geringe Maßhaltigkeit der Ziegel jedoch nicht oder nur sehr aufwändig durch Schleifen ausgeglichen werden. Grund dafür ist vor allem die geringe Stärke der Ziegelstege, der hohe Materialverschleiß beim Schleifen und die Nut-Feder-Ausbildung der Stirnflächen.

**[0063]** Während beim Schleifen ein Ausgleich von Toleranzen durch Abtragen von Material erfolgt, sieht eine Ausgestaltungsform der Erfahrung vor, dass auf einer oder beiden Stirnfläche(n) der erfundungsgemäßen Ziegeleinheit eine Längenausgleichsschicht dergestalt aufgebracht bzw. nachbearbeitet wird, dass die Ziegeleinheit eine vorgegebene Länge (Sollmaß) erreicht.

**[0064]** Die Schichtdicke der Längenausgleichsschicht hängt davon ab, wie groß die Differenz zur Solllänge der Ziegeleinheit ist, die sie ausgleichen soll, vorzugsweise ist die Dicke jedoch  $\leq 5$  mm.

#### Material für Längenausgleichsschicht

**[0065]** Die Längenausgleichsschicht kann aus verformbaren Materialien, wie etwa (Leicht)Mörtel, gebildet werden oder auch aus festen Materialien bestehen, wie beispielsweise Holz, Thermo-Holz, WPC (wood plastic composites), Kunststoff, Kalziumsilikat, Schaumglas oder anderen geeigneten Materialien.

**[0066]** Wird als Material für die Ausgleichsschicht Mörtel verwendet, kann die Widerstandsfähigkeit der Ausgleichsschicht gegen allfällige Beschädigungen beim Transport oder bei der Handhabung auf der Baustelle dadurch erhöht werden, dass dem Mörtel Zuschlagstoffe wie beispielsweise Glasfasern zugegeben werden.

#### Materialeigenschaften für Längenausgleichsschicht

**[0067]** Da die Längenausgleichsschicht nur eine relativ geringe Dicke aufweist und keine statische Tragfähigkeit erfüllen muss, braucht das für die Ausgleichsschicht verwendete Material nur eine geringe vertikale Druckfestigkeit aufweisen, diese kann deutlich unter jener der für die Herstellung der Ziegeleinheiten verwendeten Ziegel liegen. Die weiteren bauphysikalischen Werte des für die Ausgleichsschicht verwendeten Materials sollen dagegen vorzugsweise ähnlich jenen der für die Herstellung der Ziegeleinheiten verwendeten Ziegel liegen, wie insbesondere schlechtes Brandverhalten, keine bzw. geringe Feuchtempfindlichkeit, kein bzw. geringes Schwinden, geringe Wärmeleitfähigkeit sowie ein dem Ziegel ähnlicher Dampfdiffusionswiderstand und Wasseraufnahmekoeffizient.

#### Auftrag der Längenausgleichsschicht

**[0068]** Die Längenausgleichsschicht wird je nach Ausgangsmaterial mittels eines geeigneten Klebematerials, wie beispielsweise PU-Kleber, an einer oder beiden Stirnfläche(n) der Ziegeleinheit angebracht, bei selbstklebenden / -haftenden Materialien, wie insbesondere Mörtel, ist kein zusätzliches Klebemittel erforderlich.

**[0069]** Bei Ziegeln ohne Nut-Feder-Ausbildung kann die Ausgleichsschicht auf der Stirnfläche der Ziegeleinheit ganzflächig aufgebracht werden, vorzugsweise wird jedoch die Ausgleichsschicht nur teilflächig aufgebracht, wie beispielsweise in Form von vertikalen streifen- oder plattenförmigen Ausgleichsschichten.

**[0070]** Bei Ziegeln mit Nut-Feder-Ausbildung wird die Ausgleichsschicht in einer, mehreren oder allen Nut(en) aufgebracht und / oder auf einer oder mehreren Federn. Wird die Ausgleichsschicht auf beiden Stirnflächen der Ziegeleinheit aufgebracht, kann beispielsweise auf einer Stirnfläche die Ausgleichsschicht nur in den Nuten aufgebracht sein, auf der anderen Stirnfläche dagegen nur auf den Federn.

**[0071]** Sofern die Ausgleichsschicht nicht ganzflächig auf der Stirnfläche aufgebracht wird, wird sie vorzugsweise jeweils nahe am rechten bzw. linken Rand der Stirnfläche aufgebracht, damit beim Zusammenfügen der erfundungsgemäßen Ziegeleinheiten durch die Ausgleichsschicht keine unnötige Vergrößerung der Stoßfuge eintritt und zu unerwünschten Unebenheiten des Putzgrundes führt.

**[0072]** Ob die Ausgleichsschichten in den Nuten oder Federn, in welcher Anzahl und Ausgestaltungsform aufgebracht werden, wird zum einen von der Ausgestaltungsform der Nut-Feder-Ausbildung bestimmt werden und zum anderen vom Material bzw. Aufbringungsart der Ausgleichsschicht. Bei Ziegeln mit sehr schmalen Federn wird beispielsweise die Ausgleichsschicht eher in den Nuten aufgebracht werden, während bei Ziegeln mit sehr breiten Nuten und Federn sich die Ausgleichsschicht auch auf den Federn befinden kann.

## Erreichen der Maßgenauigkeit

**[0073]** Wird für die Fertigung der Längenausgleichsschicht ein verformbares Material, wie beispielsweise Mörtel, verwendet, kann das Material durch einen Extruder mittels einer Düse streifen- oder plattenförmig auf die Stirnfläche der Ziegeleinheit aufgebracht werden.

**[0074]** Sofern nicht bereits der Auftrag der Längenausgleichsschicht mit einer so hohen Genauigkeit erfolgt, dass die Ziegeleinheit ein vorbestimmtes Sollmaß erreicht, wird die Ausgleichsschicht mit einem leichten Übermaß aufgetragen und beispielsweise durch Abstreifen des überflüssigen Mörtels die Schichtstärke der Ausgleichsschicht auf das benötigte Sollmaß gebracht. Eine weitere Möglichkeit, um die Schichtdicke auf das gewünschte Sollmaß zu bringen, besteht beispielsweise darin, dass die Ziegeleinheit mit dem auf der Stirnfläche aufgebrachten Mörtel gegen eine feste Vorrichtung so weit gepresst wird, dass die Schichtdicke des Mörtels im gewünschten Ausmaß reduziert wird. Eine weitere Variante besteht darin, dass Mörtel auf einer festen Unterlage aufgetragen ist und die Ziegeleinheit so weit in den Mörtel gepresst wird, dass sie das Sollmaß erreicht.

**[0075]** Werden für die Fertigung der Ausgleichsschicht feste Materialien, wie beispielsweise Thermoholz, verwendet, so kann die mit einem Übermaß aufgebrachte Ausgleichsschicht durch abrasive Bearbeitung, wie beispielsweise Schleifen oder Fräsen, so weit abgetragen werden, dass die Ziegeleinheit ein vorgegebenes Längenmaß erreicht. Da die Längenausgleichsschicht durch die dafür verwendeten Materialien relativ leicht zu bearbeiten ist, ist das Schleifen / Fräsen schnell und kostengünstig durchzuführen. Eine Bearbeitung der Längenausgleichsschicht entfällt, wenn deren Schichtdicke von vornherein so maßgenau ist, dass die Ziegeleinheit inklusive Ausgleichsschicht das vorgegebene Längenmaß aufweist.

## Ausgleich von Winkelabweichungen

**[0076]** Die Stirnflächen von Ziegeln sind nicht immer exakt rechtwinkelig zur Lagerfläche. Speziell bei Verwendung von verformbaren Materialien, wie etwa Mörtel, für die Erstellung der Ausgleichsschicht ist neben dem Ausgleich von Längendifferenzen der Ziegeleinheit zu einem vorgegebenen Längenmaß auch der Ausgleich geringer Winkelabweichungen der Stirnflächen zur Vertikalen möglich. Die Stoßfuge zwischen zwei Ziegeleinheiten kann damit schmäler ausfallen, als dies ohne Ausgleich der Winkelabweichungen der Fall wäre.

## Armierung:

**[0077]** Während Mauersteine im fertigen Gebäude vor allem Druckbelastungen ausgesetzt sind, unterliegen vorgefertigte Ziegelstangen insbesondere beim Transport und bei der Montage auf der Baustelle, zum Teil auch erheblichen Zugbelastungen, die zur Beschädi-

gung bzw. Bruch des Elementes führen können.

**[0078]** In einer bevorzugten Ausgestaltungform der Erfindung ist daher vorgesehen, dass auf die obere Lagerfläche und bzw. oder die untere Lagerfläche der Ziegelstangen eine Armierung aufgebracht wird.

**[0079]** Eine flächige Armierung, beispielsweise aus Glasfasergewebe, kann jedoch stattdessen auch auf der seitlichen Außenfläche des Ziegelementes aufgebracht werden, und dort später gleichzeitig als Träger für den Außenputz dienen.

**[0080]** Der Wärmedehnungskoeffizient der Armierung sollte möglichst gut mit demjenigen der Ziegel selbst übereinstimmen, um Spannungsrisse bei Temperaturänderungen zu vermeiden.

## Abdeckung Ziegelkanäle:

**[0081]** Wird bei der Verarbeitung von Planziegeln Dünnbettmörtel zum Verbinden der einzelnen Ziegellagen im Tauchverfahren oder durch eine Mörtelwalze aufgebracht, haftet der Mörtel nur mehr auf den Endflächen der Stege und kann im Gegensatz zur Dickbettmörtelfuge die Hohlräume der aufeinander stehenden Steine nicht mehr vollständig abdecken, wodurch die Wärme- und Schalldämmung verschlechtert wird.

**[0082]** Speziell bei Ziegeln mit hoher Wärmedämmung werden die Stege zudem immer dünner, so dass die Auflageflächen bei Planziegeln nur geringe Berührungsflächen zum darunter bzw. darüber befindlichen Mauerstein aufweisen.

**[0083]** Durch die flächige, insbesondere dicht über die Ziegelkanäle durchgehende, Armierung wird neben einer Erhöhung der Zugfestigkeit der Ziegelstangen eine vollständige oder weitgehende Abdeckung der Ziegelkanäle erreicht und es kann zu keiner Bildung von Konvektionsströmung über mehrere Steinlagen hinweg mehr kommen, verbessert wird damit auch der Schallschutz.

**[0084]** Wie aus DE 43 44 683 A1 bekannt ist, ist es nicht notwendig, dass die einzelnen Hohlräume vollständig verschlossen sind. Um die gewünschte Wirkung zu erreichen ist es bereits ausreichend, wenn im Bereich der Fuge zwischen den einzelnen Steinlagen der Querschnitt der Hohlräume stark reduziert wird.

## Mindeststärke Ausgleichsschicht:

**[0085]** Die Mindeststärke für die Ausgleichsschicht liegt bei rd. 2 - 3 mm.

## Länge der Ziegelstangen:

**[0086]** Auch wenn die Fertigung der Ziegelstangen in nahezu beliebiger Länge möglich wäre, wird es aus produktionstechnischen Gründen, Überlegungen zur Transportierbarkeit, der Lagerung sowie der steigenden Bruchgefahr bei größeren Längen sinnvoll sein, Ziegelstangen mit einer Länge von etwa 1 m herzustellen.

## Ergänzungselemente:

**[0087]** Ergänzend zu den Regelementen können auch kürzere Ziegelstangen gefertigt werden, beispielsweise durch die Verbindung von einem oder zwei Ziegeln mit einem Halbstein zu einer Ziegelstange. Eine derartige Ziegelstange hat den Vorteil, dass sie - bei Verwendung eines einseitig glatten Halbsteines - auf einer Seite eine glatte (unverzahnte) Stirnfläche aufweist, welche für das Verputzen vorteilhaft ist. Wird eine solche Ziegelstange mit einem Halbstein in jeder zweiten Ziegellage verwendet, wird damit die Einhaltung des Überbindemaßes erleichtert. Die Fertigung einer solchen Ziegelstange erfolgt analog der von Regelementen, so dass auch diese Ziegelstangen nur sehr geringe Längentoleranzen von beispielsweise  $\leq \pm 0,5$  mm aufweisen.

## Zwei- oder mehrlagige Ziegelstange:

**[0088]** Auch wenn die Fertigung von Ziegelstangen nur mit einer Ziegellage die bevorzugte Ausgestaltungsform der Erfindung ist, ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. So ist auch die Herstellung von erfindungsgemäßen Ziegelstangen größerer Höhe möglich, die zwei oder mehr Ziegellagen aufweisen. So können beispielsweise zunächst einzelne Ziegel miteinander zu Ziegelstangen verbunden werden und dann diese Ziegelstangen in den Lagerfugen zu einer zwei- oder mehrlagigen Ziegeleinheit zusammengefügt werden. Vorzugsweise werden die Ziegelstangen gegeneinander mit dem gleichen Material verklebt wie die Steine innerhalb der Ziegelstange.

## Abgestufte Ziegelstange:

**[0089]** Damit bei der Verwendung der Ziegelstangen auf der Baustelle bei zwei- oder mehrlagigen Ziegelstangen die Einhaltung des Überbindemaßes (das 0,4-fache der Steinhöhe) eingehalten werden kann, sieht eine Ausgestaltungsform der Erfindung vor, dass auf eine erste Ziegellage mindestens eine zweite Ziegellage so aufgebracht wird, dass die Ziegel der jeweils oberen Lage zu jenen der unteren Lage um je die Hälfte versetzt sind.

**[0090]** Ein stufenförmiges Bausystem wird bereits in DE 10041846 A1 beschrieben. Um auf der Baustelle zweilagige Ziegelstangen miteinander zu verbinden, wird in der oberen Ziegellage ein Ziegel in die Lücke zwischen den beiden Ziegelstangen eingesetzt, wodurch ein kraftschlüssiger Verband entsteht.

**[0091]** In einer Ausgestaltung weisen die Lagen innerhalb der Ziegelstange jedoch immer die gleiche Anzahl von Ziegeln auf, jedoch sind die Steine zu den Steinen der darunter und darüber liegenden Ziegellage versetzt, also im Verbund angeordnet, insbesondere um eine halbe Steinlänge.

## Wandanschlüsse:

**[0092]** Mit den erfindungsgemäßen Ziegelstangen erfolgt die kraftschlüssige Verbindung von Wänden und Querwänden analog der Bauweise mit herkömmlichen Ziegeln, verzahnt oder in Stumpfstoßtechnik.

## Verwendung von Hebwerkzeugen:

5 **[0093]** Die Ziegelstangen werden durch Hebwerkzeuge an ihre Position im Mauerwerksverband bewegt. Manuelles Heben ist nur dort erforderlich, wo der Einsatz von Hebehilfen nicht sinnvoll und notwendig ist, etwa bei kleinen Passsteinen bei Dachschrägen und an ähnlichen 15 Stellen.

## Einhaltung des Überbindemaßes:

**[0094]** Die über einander liegenden Ziegelsteine sind 20 zueinander jeweils um ein bestimmtes Maß seitlich versetzt (Überbindung). Zug- und Schubspannungen werden im Mauerwerk durch Haftreibung in den Lagerfugen übertragen, durch die Überbindung wird der Verbund sichergestellt. Das Überbindemaß beträgt 0,4, d.h. 40% 25 der Höhe des verwendeten Ziegelsteines.

## Fugen zwischen den Ziegelstangen:

**[0095]** In der Regel wird die Setzrichtung der Ziegelstangen wie bei herkömmlichen Ziegeln von den Ecken bzw. Laibungen zur Mitte hin erfolgen, dadurch kann es 30 in der Mitte zu Fugen kommen. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn die Wände nach dem oktaedrischen Maßsystem geplant werden und die Länge der 35 verwendeten Ziegelstangen (unter Berücksichtigung der Stoßfuge) kleiner oder größer als ein Vielfaches von 12,5 cm ist, beispielsweise 997 mm oder 1.002 mm.

**[0096]** Entsprechend den einschlägigen Normen können 40 Fugen mit einer Breite von 4-5 mm offen bleiben.

Wenn die Fugenbreite stärker ist, müssen die Fugen innen- und außenseitig mit (Leicht)Mörtel verfüllt werden. Durch entsprechenden Zuschnitt der Ziegelstangen können 45 jedoch größere Fugenbreiten vermieden werden. Der Zuschnitt erfolgt dabei vorzugsweise automationsunterstützt in der Vorfertigung.

## c) Ausführungsbeispiele

**[0097]** Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind 50 im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer aus vier Ziegeln gebildeten Ziegelstange;

55 Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer aus vier Ziegeln gebildeten Ziegelstange mit einer Armierung;

Fig. 3	eine Aufsicht auf eine Stoßfuge;	und in Nuten; und
Fig. 4	eine Aufsicht auf eine Stoßfuge mit (teilweise) verfüllten Hohlräumen;	Fig. 22 eine Längenausgleichsschicht zum Ausgleich von Winkeldifferenzen.
Fig. 5	eine perspektivische Ansicht einer Stirnfläche;	5 [0098] Die Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer aus vier Ziegeln 5 gebildeten Ziegelstange 1. Die Ziegel 5 werden an den Stirnflächen 6 knirsch gestoßen und sind in den Stoßfugen 7 miteinander durch ein geeignetes Klebematerial 16 kraftschlüssig verbunden. Die untere 2 und obere Lagerfläche 3 sind bei Planziegeln 10 werksseitig planparallel geschliffen. Die Ziegel 5 weisen Hohlkammern 9 auf, die zu einer Verbesserung der Wärmedämmung führen und mit einem Dämmmaterial (nicht dargestellt) gefüllt sein können. Die Ziegelstangen weisen nur sehr geringe Längenabweichungen auf (Toleranzmaß 30).
Fig. 6	eine Vorderansicht einer zweilagigen Ziegelstange;	15 [0099] Die Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht einer aus vier Ziegeln 5 gebildeten Ziegelstange 1 mit einer Armierung 4. Zur Erhöhung der Festigkeit der Ziegelstange 1, speziell der Zugfestigkeit, ist an der oberen Lagerfläche 3 und / oder an der unteren Lagerfläche 2 eine Armierung 4 aufgeklebt, die beispielsweise aus einem dehnungsarmen Glasfasergritternetz bestehen kann.
Fig. 7	eine perspektivische Ansicht von zwei abgestuften zweilagigen Ziegelstangen;	20 [0100] Die Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf eine Stoßfuge 7. Die Ziegel 5 weisen Nuten 14 und Federn 15 auf, die an den Stoßfugen 7 ineinander greifen. Wo die Mauersteine 5 aneinander stoßen 8, sind die Ziegel 5 miteinander durch ein geeignetes Klebematerial (in der Abbildung nicht ersichtlich), wie beispielsweise Heißschmelzkleber, verbunden.
Fig. 8	die perspektivische Ansicht von zwei miteinander verbundenen abgestuften zweilagigen Ziegelstangen,	25 [0101] Wie aus der Zeichnung zu entnehmen ist, berühren sich die Ziegel 5 nicht auf der ganzen Fläche, sondern zwischen Nut 14 und Feder 15 können kleine Hohlräume 20 bestehen.
Fig. 9	die perspektivische Ansicht einer zweilagigen Ziegelstange, bei der die einzelnen Steinlagen um einen halben Stein zueinander versetzt sind;	30 [0102] Die Fig. 4 zeigt eine Aufsicht auf eine Stoßfuge 7 mit (teilweise) verfüllten Hohlräumen 20. Gegenüber der in Fig. 3 abgebildeten Variante werden hier die Hohlräume 20 zwischen Nut 14 und Feder 15 je nach Art und Menge des verwendeten Klebematerials 16 ganz oder teilweise geschlossen.
Fig. 10	die Verbindung von zwei zweilagigen Ziegelstangen gemäß Fig. 9;	35 [0103] Die Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Stirnfläche 6. Die Ziegel 5 werden an ihren Stirnflächen 6 mittels geeigneter Klebematerialien 16 miteinander zu Elementen größerer Länge verbunden. Die Klebematerialien 16, wie beispielsweise Dünnbettmörtel, können ganz-, teilflächig oder punktuell auf der Stirnfläche 6 aufgetragen werden.
Fig. 11	einen Längsschnitt einer Ziegelstange mit oberen Ausgleichsschicht;	40 [0104] Die Fig. 6 zeigt eine schematisierte Vorderansicht einer zweilagigen Ziegelstange 12. Bei dieser Variante der erfindungsgemäßen Ziegelstange wird mit der ersten Steinlage 10 eine zweite Steinlage 11 verbunden. Da die Länge der unteren Steinlage 10 und jene der oberen Steinlage 11 exakt gleich lang ist, liegen die Stirnflächen 6 der beiden Steinreihen genau übereinander. Während die erste Steinlage 10 aus vier Ziegeln 5 besteht, befinden sich in der zweiten Steinlage zwei Halb-
Fig. 12	eine schematische Vorderansicht einer Ziegelstange mit Ausgleichsschichten unten und oben;	45
Fig. 13a,b	eine Ausführungsform einer Eckverbindung aus erfindungsgemäßen Ziegelstangen;	50
Fig. 14	die Stumpfstoßanbindung einer Wand mit einer Querwand;	55
Fig. 15	ein mit Ziegelstangen ausgefachter Skelettbau;	
Fig. 16	den Plan einer Giebelwand;	
Fig. 17	eine Fertigungsvorrichtung für Ziegelstangen;	
Fig. 18a,b	die Aufsicht auf Stirnflächen mit Längenausgleichsschicht;	
Fig. 19	die perspektivische Ansicht gemäß Fig. 18;	
Fig. 20	die Aufsicht auf eine Stirnfläche mit Mörtellängenausgleichsschicht;	
Fig. 21 a,b	Längenausgleichsschichten auf Federn	

steine 21, damit das Überbindemaß eingehalten werden kann. Die zweilagige Ziegelstange weist in der Länge gegenüber dem Sollmaß 37 nur eine geringe Abweichung auf (Toleranzmaß 30).

**[0105]** In Fig. 7 ist die perspektivische Ansicht von zwei abgestuften, zweilagigen Ziegelstangen 13, 13' abgebildet. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wird auf der ersten Steinlage 10, 10', die bei der abgebildeten Variante aus vier Einzelsteinen 5 zusammengesetzt ist, eine zweite, um einen Ziegel kürzere, Steinlage 11, 11' so aufgebracht, dass die Ziegel 5 der jeweils oberen Lage 11, 11' zu jenen der unteren Lage um je die Hälfte versetzt sind. Die kürzere obere Steinlage 11, 11' ist mit der um einen Einzelstein 5 längeren unteren Steinlage 10, 10' durch ein Klebemittel, wie beispielsweise Heißschmelzkleber, verbunden, das in der Abbildung nicht dargestellt ist. Die Einzelsteine 5 sind ebenfalls mit einem Klebemittel, das nicht abgebildet ist, an den Stoßfugen 7 miteinander zu den Steinlagen 10, 10', 11 und 11' verbunden. Die Stirnflächen 6 der abgebildeten Steinstangen weisen komplementär ausgestaltete Nuten 14 und Federn 15 auf, wodurch die zweilagigen Ziegelstangen in der ersten Steinreihe 10, 10' formschlüssig miteinander verbunden werden können.

**[0106]** Fig. 8 zeigt zwei miteinander in der ersten Steinlage 10, 10' knirsch gestoßene zweilagige Ziegelstangen 13, 13' gemäß der Abbildung 7. In der zweiten Steinlage 11, 11' wird in die zwischen den beiden Steinlagen 11, 11' bestehenden Lücke 23 ein Einzelstein 5 eingesetzt, der die Lücke 23 schließt. Durch die hohe Maßgenauigkeit der zweilagigen Ziegelstangen 13, 13' kann die Größe der Lücke so gestaltet werden, dass es genügt, wenn der einzusetzende Einzelstein 5 hinsichtlich seiner Längenabmessung den einschlägigen Normen entspricht. Es ist somit beispielsweise nicht erforderlich, dass der einzusetzende Einzelstein 5 ein besonderes Untermaß aufweist oder unter Umständen geschnitten werden muss, damit er in die Lücke passt. Produktionsbedingte Längenabweichungen des die Lücke verschließenden Steines 5 können in den Stoßfugen zwischen Einzelstein 5 und den Steinlagen 11, 11' aufgefangen werden.

**[0107]** In Fig. 9 ist eine zweilagige Ziegelstange 13 abgebildet, bei der die obere Steinlage 11 zu der unteren Steinlage 10 um eine halbe Steinlänge versetzt angeordnet ist. Im Gegensatz zu der in den Abbildungen 7 und 8 dargestellten Variante von zweilagigen Ziegelstangen weisen die untere Steinlage 10 und die obere Steinlage 11 die gleiche Anzahl von Einzelziegeln 5 auf. Die versetzte Anordnung der Einzelziegel 5 zu den Steinen der oberen 11 oder unteren 10 Steinlage sichert die Einhaltung des Überbindemaßes.

**[0108]** Fig. 10 zeigt zwei miteinander verbundene zweilagige Ziegelstangen 13, 13' gemäß Fig. 9. Dadurch, dass die oberen Steinlagen 11, 11' gegenüber den unteren Steinlagen 10, 10' um jeweils eine halbe Steinlänge versetzt angeordnet ist, können die beiden zweilagigen Ziegelstangen 13, 13' im Verbund angeordnet werden.

**[0109]** Fig. 11 zeigt eine Ziegelstange 1, auf deren oberer Lagerfläche 3 eine Ausgleichsschicht 17 aufgebracht ist. Diese Ausgleichsschicht 17 gleicht etwaige Höhentoleranzen der Ziegel 5 aus und verschließt die von der unteren Lagerfläche 2 zur oberen Lagerfläche 3 vertikal verlaufenden Hohlkammern 9 der einzelnen Ziegel 5, so dass keine Konvektionsströmung auftreten kann. Die Ausgleichsschicht 17 liegt auf den Ziegelstangen 24 auf und bildet eine planparallele Klebefläche 19 für etwaige darüber liegende Ziegel beziehungsweise Ziegelstangen. Die Ausgleichsschicht kann eine flächige oder faserige Armierung enthalten (nicht dargestellt), durch die die Festigkeit der Ziegelstange 1 deutlich erhöht werden kann.

**[0110]** Fig. 12 zeigt eine schematische Vorderansicht einer Ziegelstange 1 mit Ausgleichsschicht unten 18 und oben 17. Diese Ausgleichsschichten gleichen fertigungsbedingte Höhentoleranzen der Einzelziegel 5 aus und bewirken eine Abdeckung der Ziegelhohlräume (nicht dargestellt) und verbessern damit die Luftdichtheit und Schalldämmung. Gegenüber der in Fig. 11 abgebildeten Variante ist hier neben der oberen Lagerfläche 3 auch die untere Lagerfläche 2 durch eine Ausgleichsschicht abgedeckt.

**[0111]** In der Fig. 13a und Fig. 13b ist ein Beispiel dafür dargestellt, wie erfindungsgemäße Ziegelstangen zu einer Mauerecke zusammengesetzt werden. Wie aus der Abbildung 13a ersichtlich, ist zu einer Ziegelstange 1, die aus vier ganzen Steinen 5 besteht, eine zweite Ziegelstange 1' um 90° verdreht gesetzt, die ebenfalls aus vier ganzen Steinen 5 besteht. Die Stirnfläche 6 der Ziegelstange 1, die an die um 90° verdrehte Ziegelstange 1' stößt, kann mit Dünnbettmörtel bestrichen werden (nicht abgebildet), um eine schubübertragende Verbindung der beiden Ziegelstangen zu erreichen und die Luftdichtheit zu erhöhen.

**[0112]** In jeder zweiten Lage, abgebildet in Fig. 13b, werden dann die Ziegelstangen 1 und 1' so gesetzt, dass die Einzelsteine 5 der Ziegelstangen 1 und 1' so über den Einzelsteinen 5 der darunter liegenden Ziegelstangen liegen, dass das von den Baunormen vorgeschriebene Überbindemaß eingehalten wird.

**[0113]** Die Ausführung eines kraftschlüssigen Eckverbandes ist in den Fig. 13a und 13b nur beispielhaft dargestellt, je nach Breite der zur Herstellung der Ziegelstangen verwendeten Einzelsteine ergeben sich unter Umständen andere Ausführungsformen. Generell kann die kraftschlüssige Verbindung von Wänden und Querwänden im Verband mit Ziegelstangen analog der Einzelziegelbauweise erfolgen, unterschiedlich ist allein die Größe der Elemente.

**[0114]** In Fig. 14 ist die Stumpfstoßanbindung einer Ziegelstange 1 an eine quer dazu ausgerichtete Ziegelstange 1' abgebildet. Der Anschluss von Querwänden wird bereits seit längerem aus Zeit- und Kostengründen in der Regel mit Stumpfstoß ausgeführt. In der Abbildung wird die Ziegelstange 1 stumpf an die Ziegelstange 1' gestoßen und die Stumpfstoßfuge 25 vollständig mit Mö-

tel 26 geschlossen. Um die Stumpfstoßverbindung zugfest zu machen, werden die aneinander stoßenden Einzelziegel mit korrosionssicheren Mauerankern 27, beispielsweise aus flachen Edelstahlstreifen, miteinander verbunden. Ob Maueranker eingelegt werden und in welcher Mauerwerksschicht, beispielsweise jeder Mauerwerksschicht, jeder zweiten usw., ist abhängig von den statischen Anforderungen.

**[0115]** In Fig. 15 wird ein (teilweise) mit Ziegelstangen 1 ausgefachter Skelettbau 28 abgebildet. Je nach Baumaßen sind die Ziegelstangen entsprechend vertikal und/oder horizontal zuzuschneiden. Die Verbindung der einzelnen Ziegelstangen 1 mit beispielsweise Dünnbettmörtel (nicht abgebildet) erfolgt vorzugsweise nur in den Lagerfugen 29, in den Stoßfugen 7 werden die Ziegelstangen 1 aneinander knirsch gestoßen und kein Klebemittel verwendet. Da die Ziegelstangen 1 auf Grund ihres Gewichtes nicht per Hand vermauert werden können, werden zum Anheben und Versetzen Hebeworkzeuge (nicht abgebildet) verwendet. Speziell bei der Ausfachung von Skelettbauten kann dies beispielsweise ein an den Seitenflächen der Ziegelstangen 1 einseitig angreifender Vakuumgreifer sein.

**[0116]** Fig. 16 zeigt den Plan für eine Giebelwand 31, die aus Ziegelstangen 1 errichtet werden soll. Die Ziegelstangen sind aus ganzen Steinen 5 zusammengesetzt oder aus Halbsteinen 21 kombiniert mit Ganzsteinen 5. Bei der Errichtung von Ziegelmauerwerk ist speziell bei stark gegliedertem Mauerwerk der Anteil von Schnittsteinen 36 sehr hoch. Ziegelstangen bzw. Einzelsteine, die zugeschnitten werden müssen, sind in der Abbildung grau hinterlegt. Es ist daraus ersichtlich, dass eine hohe Anzahl von Schnittarbeiten erforderlich ist und eine Vorverlagerung von zumindest Schneidarbeiten in die Vorfertigung die Bauzeit auf der Baustelle reduzieren kann.

**[0117]** In Fig. 17 wird eine Vorrichtung 35 zur Herstellung von Ziegelstangen gezeigt. Die abgebildete Ausführungsform weist eine schräg zur Horizontalen geneigte Auflagefläche 32 auf, auf die die Einzelsteine 5 manuell, halb- oder vollautomatisch aufgesetzt werden. Sofern die Einzelsteine 5 nicht ohnehin exakt in die Vorrichtung bzw. aufeinander gesetzt werden, gleiten sie durch die Schrägen der Auflagefläche allein oder unter leichtem Druck gegen die untere Anlagefläche 33 bzw. gegen einen bereits in der Vorrichtung befindlichen Einzelstein. Durch die Schrägen der Vorrichtung sind auch die Stirnflächen 6 der Einzelsteine 5 geneigt, so dass der Auftrag eines Klebemittels (nicht abgebildet) zur Verbindung der Einzelsteine untereinander leichter möglich ist, als wenn die Stirnflächen vertikal ausgerichtet wären. Durch die seitliche Anlagefläche 34 können die Seitenflächen 22 der Einzelsteine leichter plan ausgerichtet werden. Die abgebildete Vorrichtung kann durch spezielle Vorrichtungen zum Auftrag von Klebemitteln, Messvorrichtungen, Anpressvorrichtungen, Schleif-, Schneideanlagen usw. ergänzt werden (nicht abgebildet).

**[0118]** Fig. 18 a zeigt eine Aufsicht auf die Stirnfläche

6 eines Ziegels 5, der sich am Anfang bzw. Ende einer Ziegeleinheit (nicht abgebildet) befindet. Wie die Abbildung zeigt, ist jeweils am linken bzw. rechten Rand der Stirnfläche 6 eine plattenförmige Längenausgleichsschicht 39 aufgebracht. Mit dieser Längenausgleichsschicht 39 wird die Differenz zwischen dem Istmaß 38 der Ziegeleinheit und dem gewünschten Sollmaß 37 ausgeglichen. Da das für die Ausgleichsschicht verwendete Material, wie beispielsweise Thermo-Holz, in der Regel leichter bearbeitbar ist als der Ziegel selbst, kann die Stärke 40 der Ausgleichsschicht 39 zunächst ein Übermaß aufweisen, die dann durch entsprechende Bearbeitung wie beispielsweise Schleifen soweit reduziert wird, dass die Stärke 40 der Ausgleichsschicht 39 zusammen mit der Istlänge 38 der Ziegeleinheit eine vorgegebene Länge mit einer hohen Maßgenauigkeit ergibt. Sofern die Längenausgleichsschicht 39 nicht aus selbstklebendem Material besteht, wird sie mittels geeigneten Klebemitteln, wie beispielsweise PU-Klebern, mit dem Ziegel 5 verbunden (nicht abgebildet).

**[0119]** In Fig. 18b sind auf allen Federn 15 des Ziegels 5 Ausgleichsschichten 39 aufgebracht. Die Ausgleichsschichten 39 können verschiedene Formen aufweisen, sie können beispielsweise rund, eckig, platten- oder streifenförmig sein oder unterschiedliche Breiten besitzen.

**[0120]** Fig. 19 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Stirnfläche 6 einer Ziegeleinheit 1 auf der jeweils am Rand plattenförmige Längenausgleichsschichten 39 aufgebracht sind. Auch wenn die Höhe 41 der Längenausgleichsschicht nicht notwendigerweise der Höhe des Ziegels 5 entsprechen muss, also auch kürzer sein kann, sieht eine bevorzugte Ausgestaltungsform der Erfindung vor, dass die Höhe der Längenausgleichsschicht genau der Ziegelhöhe entspricht.

**[0121]** Fig. 20 zeigt einen Ziegel 5, auf dessen Stirnfläche 6 die Längenausgleichsschicht 39 aus verformbarem Material, wie beispielsweise (Leicht)Mörtel, gebildet wird. Sofern der Auftrag der Längenausgleichsschicht 39 nicht bereits mit einer so hohen Genauigkeit erfolgt, dass die Längenausgleichsschicht die gewünschte Stärke 40 aufweist, kann die Längenausgleichsschicht beispielsweise durch Abstreifen des überflüssigen Mörtels oder durch Zusammenpressen auf die erforderliche Schichtstärke 40 gebracht werden. In der Abbildung ist die rechte Längenausgleichsschicht noch ohne weitere Bearbeitung dargestellt, während die linke Längenausgleichsschicht beispielsweise durch Zusammenpressen auf die gewünschte Stärke 40 gebracht wurde.

**[0122]** Fig. 21 a zeigt die Aufsicht auf die Stirnflächen 6 zweier Ziegeleinheiten 1, 1'. Je nach konkreter Form der Stirnfläche 6 können die Längenausgleichsschichten 39 sowohl auf den Federn 15 und / oder in den Nuten 14 der Stirnflächen 6 aufgebracht sein.

**[0123]** In der in Fig. 21b dargestellten Variante sind die Stirnflächen 6 zweier Ziegeleinheiten 1, 1' abgebildet, bei denen sich auf der Stirnfläche 6 jeder Ziegeleinheit 1, 1' eine Längenausgleichsschicht 39 befindet und die so auf den Stirnflächen 6 angeordnet sind, dass sie ein-

ander genau gegenüberliegen.

[0124] In Fig. 22 ist eine Längenausgleichsschicht 39 abgebildet, die sich zwischen zwei Ziegeln 5 befindet. Da die Stirnfläche 6 von Ziegeln 5 nicht immer einen Winkel von 90° aufweist, können durch eine unterschiedliche Stärke 40 der Längenausgleichsschicht kleinere Winkelabweichungen der Stirnflächen 6 zur Vertikalen ausgeglichen werden.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

#### [0125]

1, 1'	Ziegeleinheit
2	untere Lagerfläche
3	obere Lagerfläche
4	Armierung
5	Ziegel
6	Stirnfläche
7	Stoßfuge
8	Berührungsfläche
9	Hohlkammer
10, 10'	untere Steinlage
11, 11'	obere Steinlage
12	zweilagige Ziegelstange
13, 13'	abgestufte zweilagige Ziegelstange
14	Nut
15	Feder
16	Klebematerial
17	Ausgleichsschicht oben
18	Ausgleichsschicht unten
19	Klebefläche auf Ausgleichsschicht
20	Hohlräume
21	Halbstein
22	Seitenfläche
23	Lücke
24	Ziegelsteg
25	Stumpfstoßfuge
26	Mörtel
27	Maueranker
28	Skelettbau
29	Lagerfuge
30	Toleranzmaß
31	Giebelwand
32	Auflagefläche
33	untere Anlagefläche
34	seitliche Anlagefläche
35	Herstellungsvorrichtung
36	Schnittsteine
37, 37'	Sollmaß
38	Istmaß
39	Längenausgleichsschicht
40	Dicke der 39
41	Höhe

#### Patentansprüche

1. Vorgefertigte Ziegeleinheit, insbesondere Ziegelstange (1, 1', ..., 12, 13, 13'), bestehend aus mindestens zwei oder mehr wenigstens in horizontaler Richtung miteinander verbundenen, insbesondere verklebten, Einzelziegeln (5),  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Maßabweichung der Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') in der horizontalen Länge, von einem Sollmaß (37) ein vorgegebenes Toleranzmaß (30) nicht überschreitet.
2. Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
  - das Toleranzmaß (30) in der Länge  $\pm 1,5$  mm, insbesondere  $\pm 1,0$  mm, insbesondere  $\pm 0,5$  mm beträgt, und/oder
  - das Toleranzmaß in der Höhe  $\pm 1,0$  mm, insbesondere  $\pm 0,5$  mm, insbesondere  $\pm 0,3$  mm beträgt.
3. Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') in der Höhe aus mehreren, vorzugsweise zwei, Steinlagen (10, 10', 11, 11') besteht.
4. Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
  - als Kleber (16) in den Stoßfugen (7) zwischen den Einzelziegeln (5) der Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') ein mineralischer Kleber, insbesondere in Form eines optimierten Mörtels (26), insbesondere mit verbessertem Wärme/Schallschutz und/oder mechanischer Festigkeit, verwendet wird, und/oder
  - als Kleber (16) ein Kleber auf Kunststoffbasis, insbesondere ein ZweiKomponenten-Kleber oder ein Heißschmelzkleber, verwendet wird.
5. Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Lagerfläche (3) zur unteren Lagerfläche (2) der Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') von der exakten Parallelität maximal um ein vorgegebenes Toleranzmaß, insbesondere maximal um  $\pm 1,0$  mm, besser maximal um  $\pm 0,5$  mm, abweicht.
6. Ziegeleinheit (1, 1', ..., 13') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**
  - die Einhaltung des Toleranzmaßes (30) in der

- |  |    |   |
|--|----|---|
| horizontalen Länge der Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) und/oder des rechten Winkels von oberer oder unterer Lagerfläche (3, 2) zur Stirnfläche (6) erreicht wird durch eine vertikal verlaufende Längenausgleichsschicht (39) auf wenigstens einer der Stirnflächen (6),   | 5  | einander verbundenen Einzelziegeln (5), <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> durch Ausgleichsmaßnahmen bei der Herstellung der Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) ein vorgegebenes Toleranzmaß (30) der fertigen Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) als Abweichung vom Sollmaß eingehalten wird, und die Ziegeleinheiten (1, 1',.....,...) anschließend hinsichtlich wenigstens eines Istmaßes, insbesondere der Länge, in Sollmaß-Klassen, z. B. in 1 mm-Stufen, sortiert werden. |
| - die aus einem Formteil aus einem Material, das insbesondere leichter bearbeitbar ist als Ziegel, etwa Thermo-Holz oder aus einem formbaren, insbesondere aushärtbaren, Material wie etwa Mörtel besteht.   | 10 |   |
| 7. Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) eine horizontale Armierung aufweist, die die Öffnungen der vertikalen Ziegelhohlräume (20) wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig, verschließt, wobei die Armierung (4) auf der oberen Lagerfläche (3) und/oder unteren Lagerfläche (2) der Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) und/oder bei mehrlagigen Ziegeleinheiten (12, 13, 13',.....,...) in der Lagerfuge (29) zwischen den Steinlagen (10, 10', 11, 11') angeordnet ist. | 15 | 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> beim Verkleben die Klebeflächen (19) zum Zwecke der Verbesserung der Klebequalität vorbehandelt, insbesondere gereinigt, vorgenässt und/oder mit einem Haftgrund versehen werden und/oder dem Mörtel Haftmittel-Zusätze oder Zusatzstoffe wie etwa Fasern, insbesondere Glasfasern, zugegeben werden.   |
| 8. Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Ziegeleinheiten (1, 1',.....,...) aus Planziegeln hergestellt sind.   | 20 | 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> für Ziegeleinheiten (1, 1',.....,...), die insbesondere eine Randfunktion erfüllen sollen, auch Einzelziegel (5) mit Sonderformaten wie etwa Halbziegel oder Eckziegel, verwendet werden.   |
| 9. Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> bei mehrlagigen Ziegeleinheiten (12, 13..) die Steine einer Lage zu den Steinen der darunter und darüber befindlichen Lage in Längsrichtung versetzt angeordnet sind, insbesondere mindestens um das vorgeschriebene Überbindemaß versetzt, angeordnet sind, insbesondere um eine halbe Steinlänge versetzt angeordnet sind.  | 25 | 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> während oder nach dem Verbinden aller Ziegel (5) einer Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) miteinander und deren Aushärtung eine vertikal verlaufende Längenausgleichsschicht (39) auf einer oder beiden Stirnflächen (6) der Ziegeleinheit (1, 1',.....,...) aufgebracht wird, die insbesondere eine Dicke von $\leq 5$ mm aufweist. (Seite 19)                        |
| 10. Ziegeleinheit (1, 1',...) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b>  | 30 | 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,<br><b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> bei einem formbaren, insbesondere aushärtbaren Material wie etwa Mörtel als Ausgleichsschicht (39) entweder   |
| - bei mehrlagigen Ziegeleinheiten (12, 13..) die Anzahl von Steinen einer Lage (10, 10') die gleiche oder um einen Stein geringer ist wie in der darunter bzw. der darüber angeordneten Steinlage (11, 11'), und/oder  | 35 | - die Ausgleichsschicht mit einem leichten Übermaß aufgetragen und beispielsweise durch Abstreifen des überflüssigen Mörtels die Schichtstärke der Ausgleichsschicht auf das benötigte Sollmaß gebracht wird oder   |
| - die Ziegeleinheiten (1, 1',.....,...) nur ganze Einzelsteine (5) enthalten oder auch einen halben Stein enthalten.<br>(Herstellung Ziegeleinheit)  | 40 | - die Ziegeleinheit mit dem auf der Stirnfläche aufgebrachten Mörtel gegen eine feste Vorrichtung so weit gepresst wird, dass die Schichtdicke des Mörtels im gewünschten Ausmaß reduziert wird, oder   |
|  | 45 | - bei einem Formteil als Ausgleichsschicht (39) das Übermaß des aufgebrachten Formteiles durch abrasive Bearbeitung wie Schleifen oder  |
| 11. Verfahren zum Herstellen einer Ziegeleinheit (1, 1',.....,...), insbesondere einer Ziegelstange, aus mehreren, wenigstens in horizontaler Richtung mit   | 50 |   |

Fräsen beseitigt wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die für die Erstellung eines konkreten Gebäudes vorgesehenen Ziegeleinheiten (1, 1',.....,...) als Bausatz vorkonfektioniert werden, insbesondere zugeschnitten, vorgefräst und vorgeschlitzt werden, sofern notwendig.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig 1

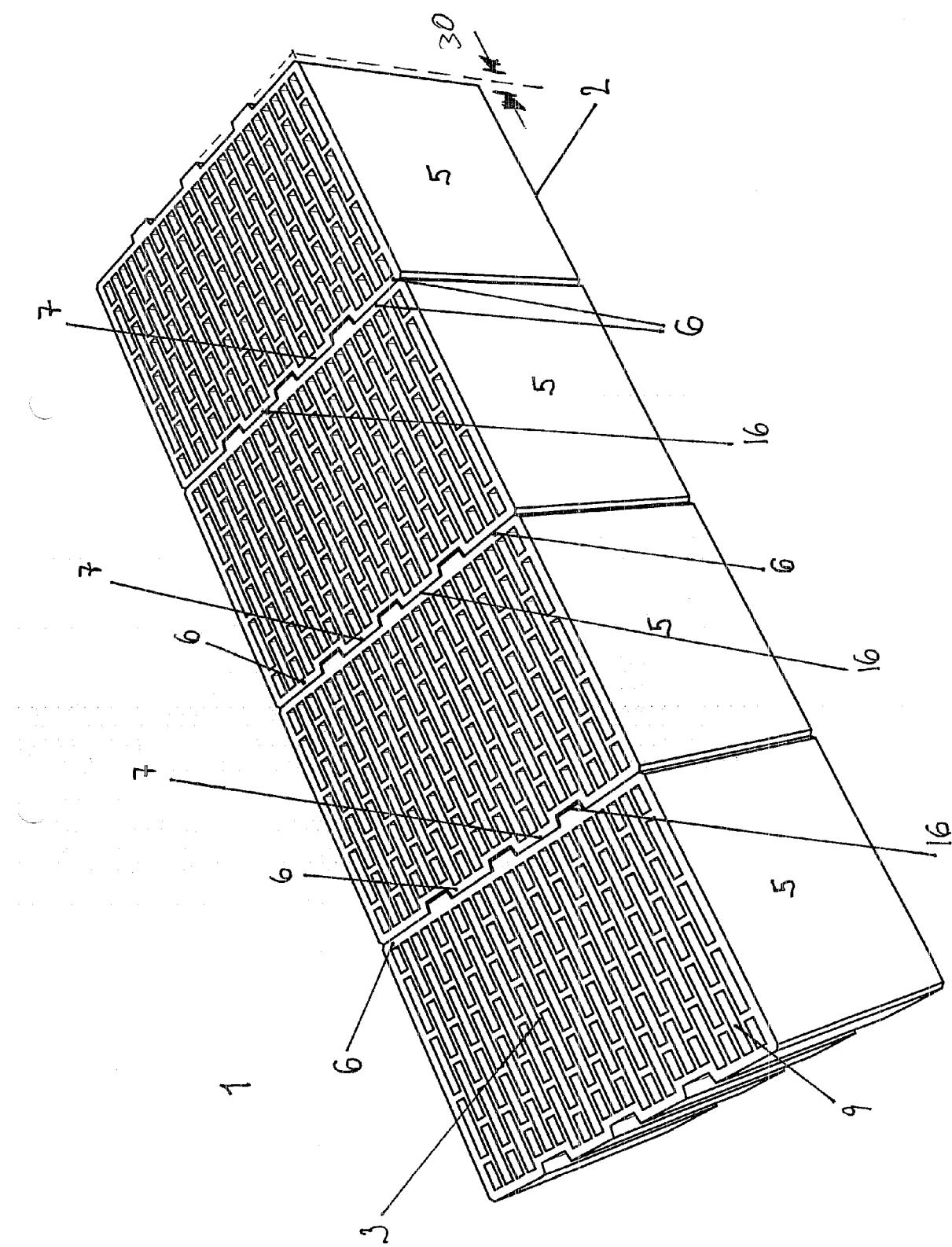


Fig 2

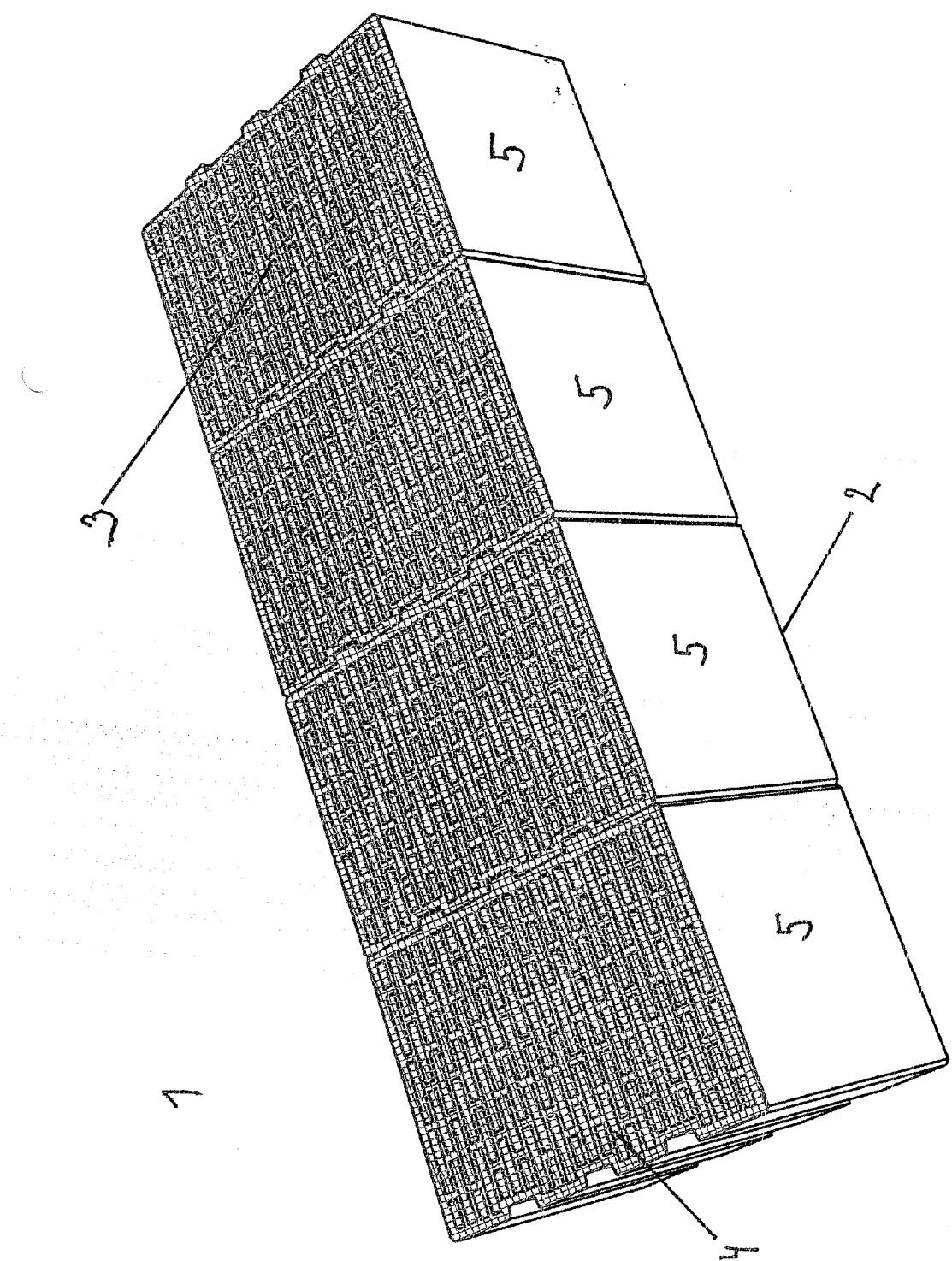


fig 3

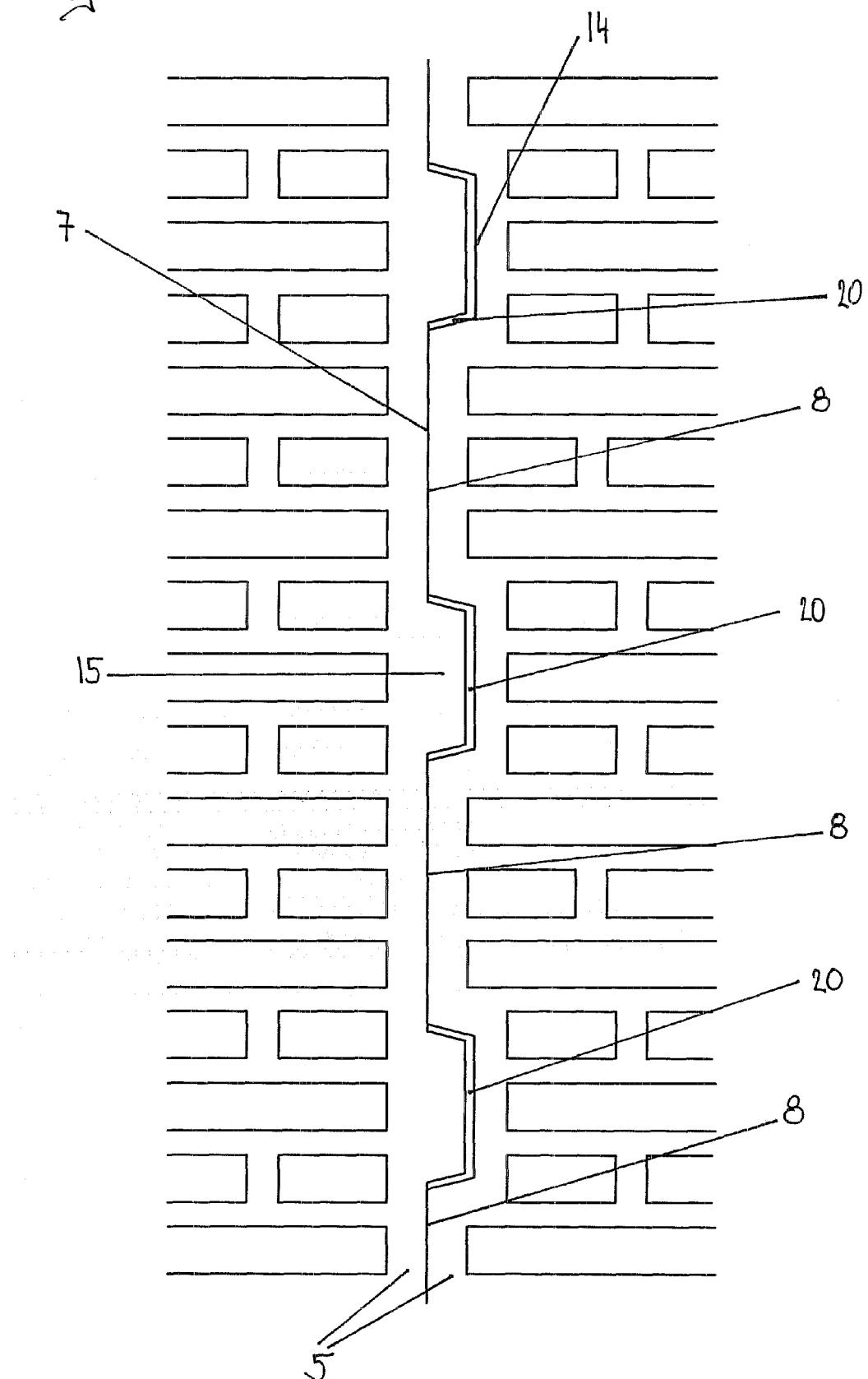
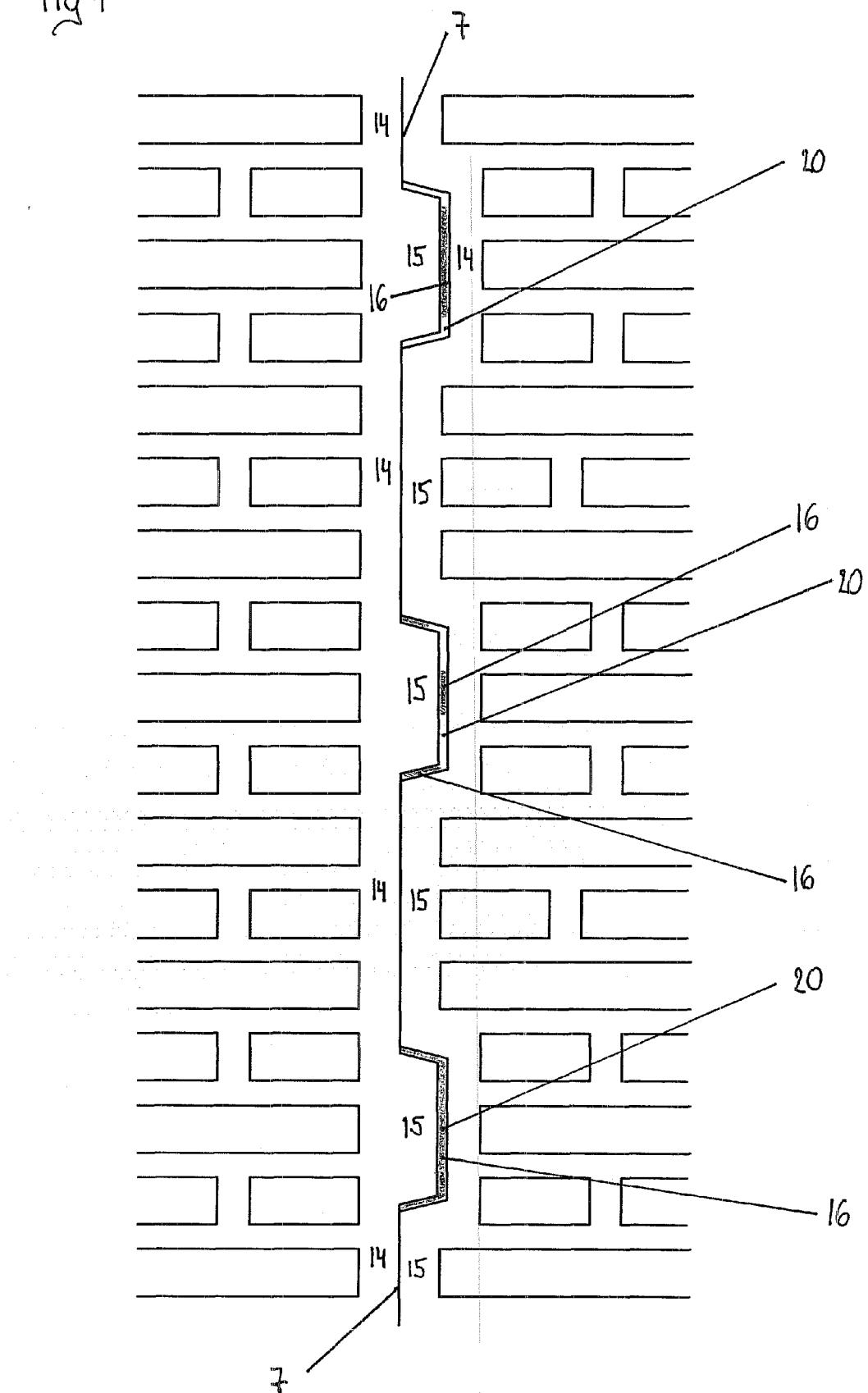


Fig 4



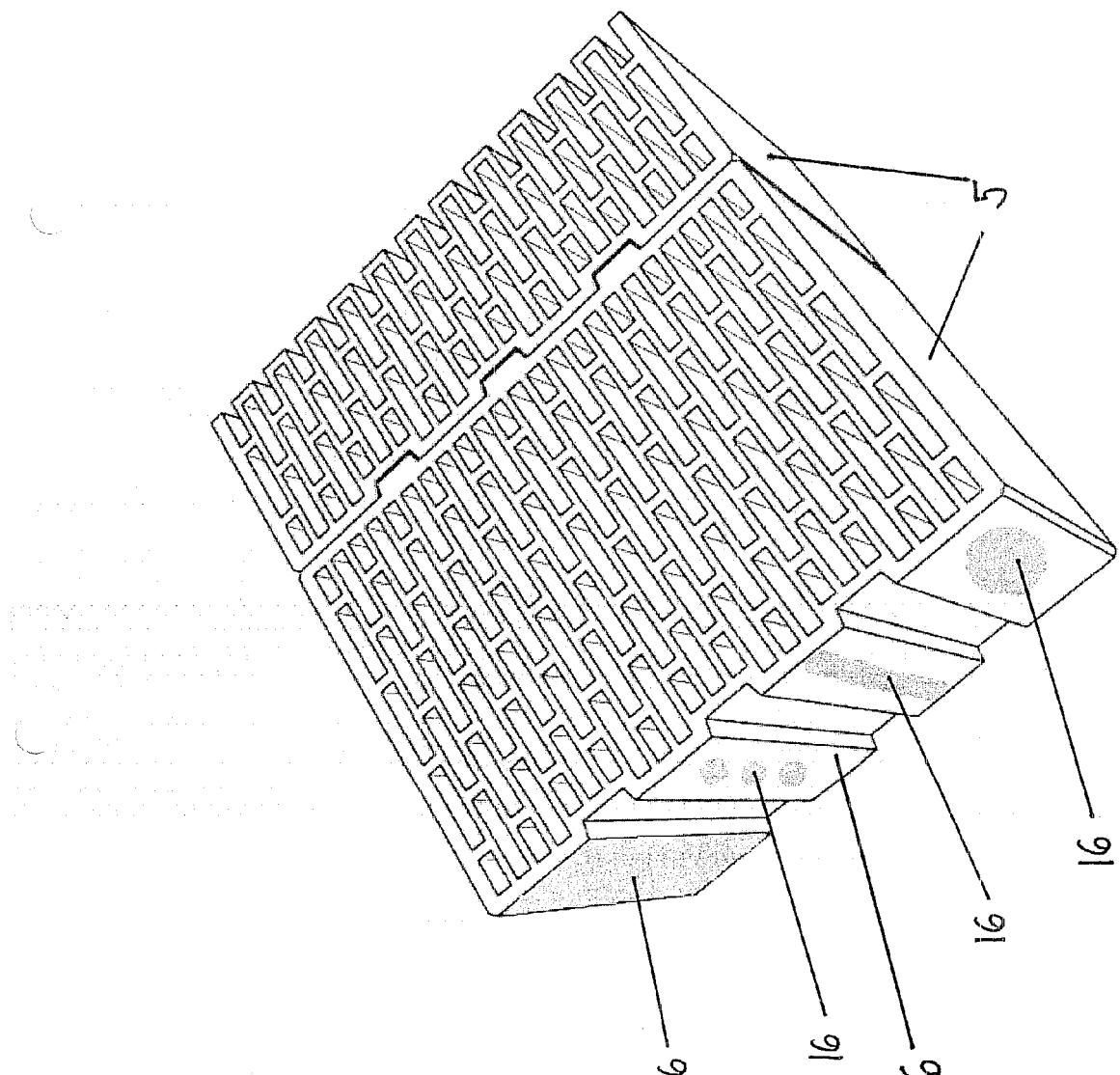


Fig 5

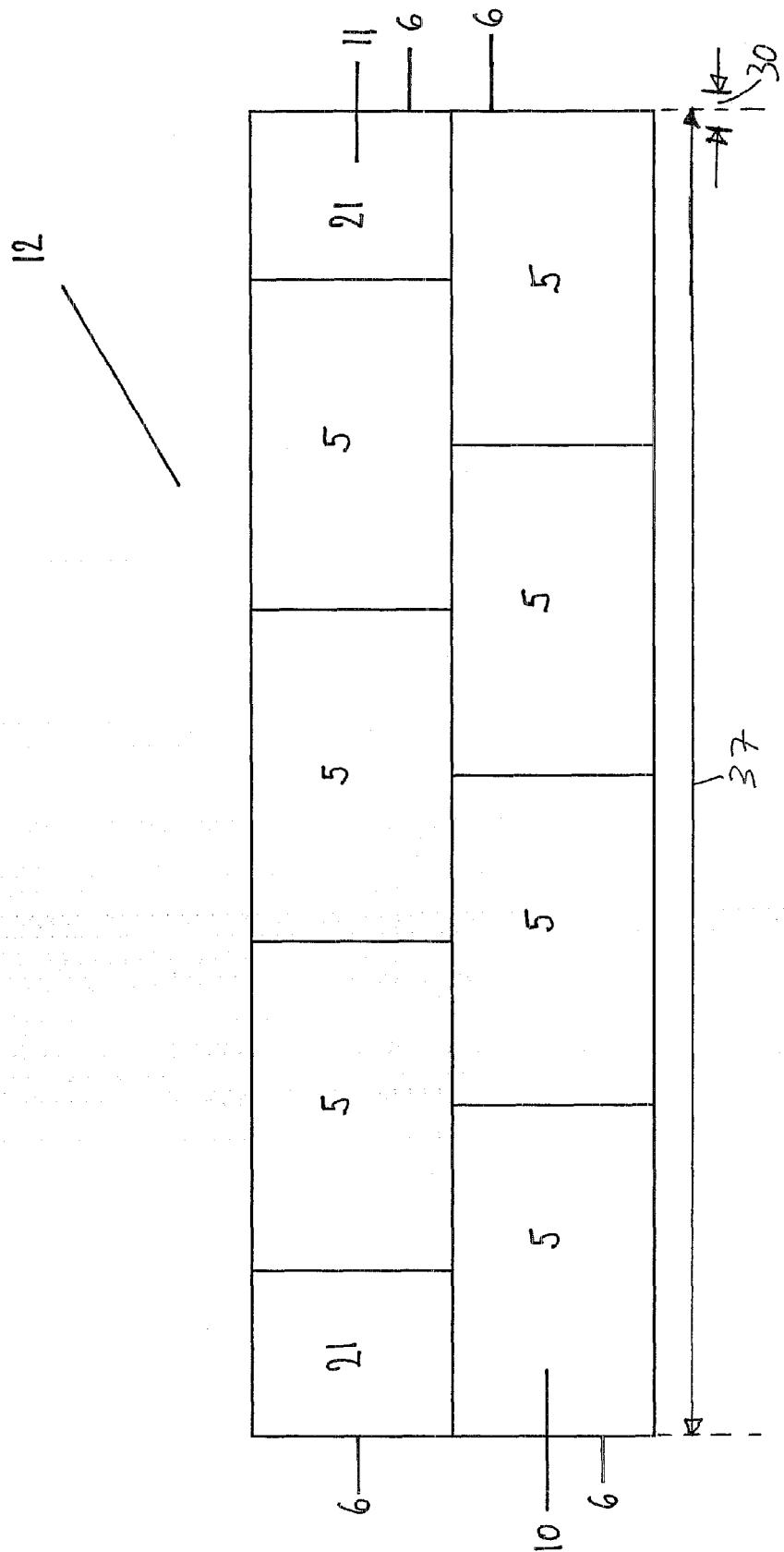


Fig 6

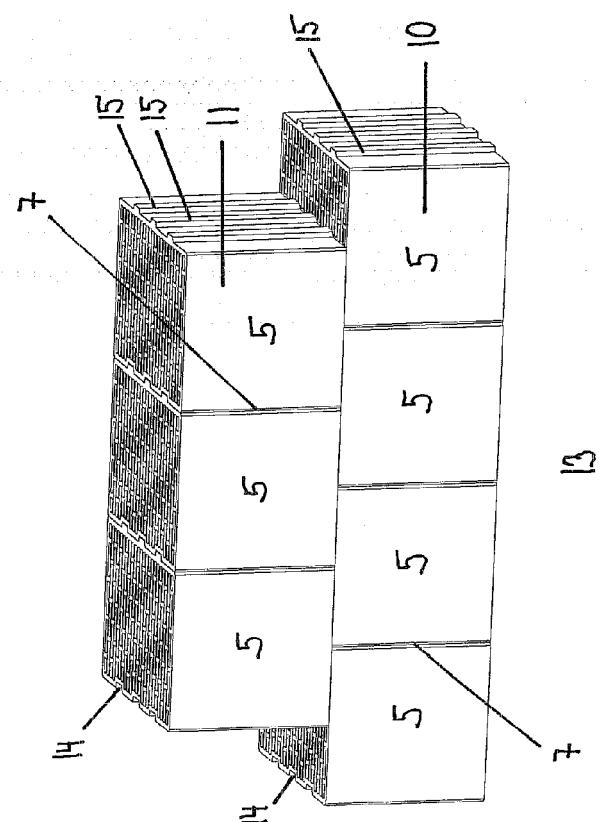
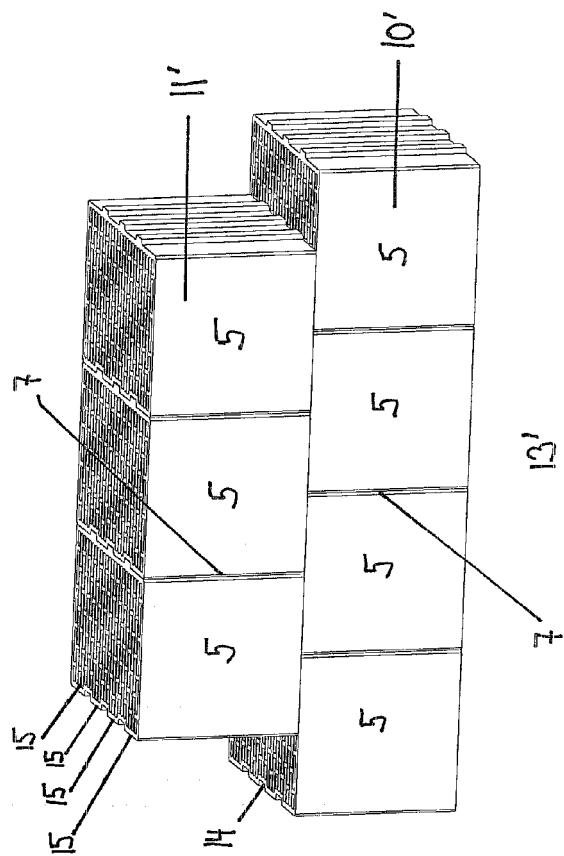


Fig 7

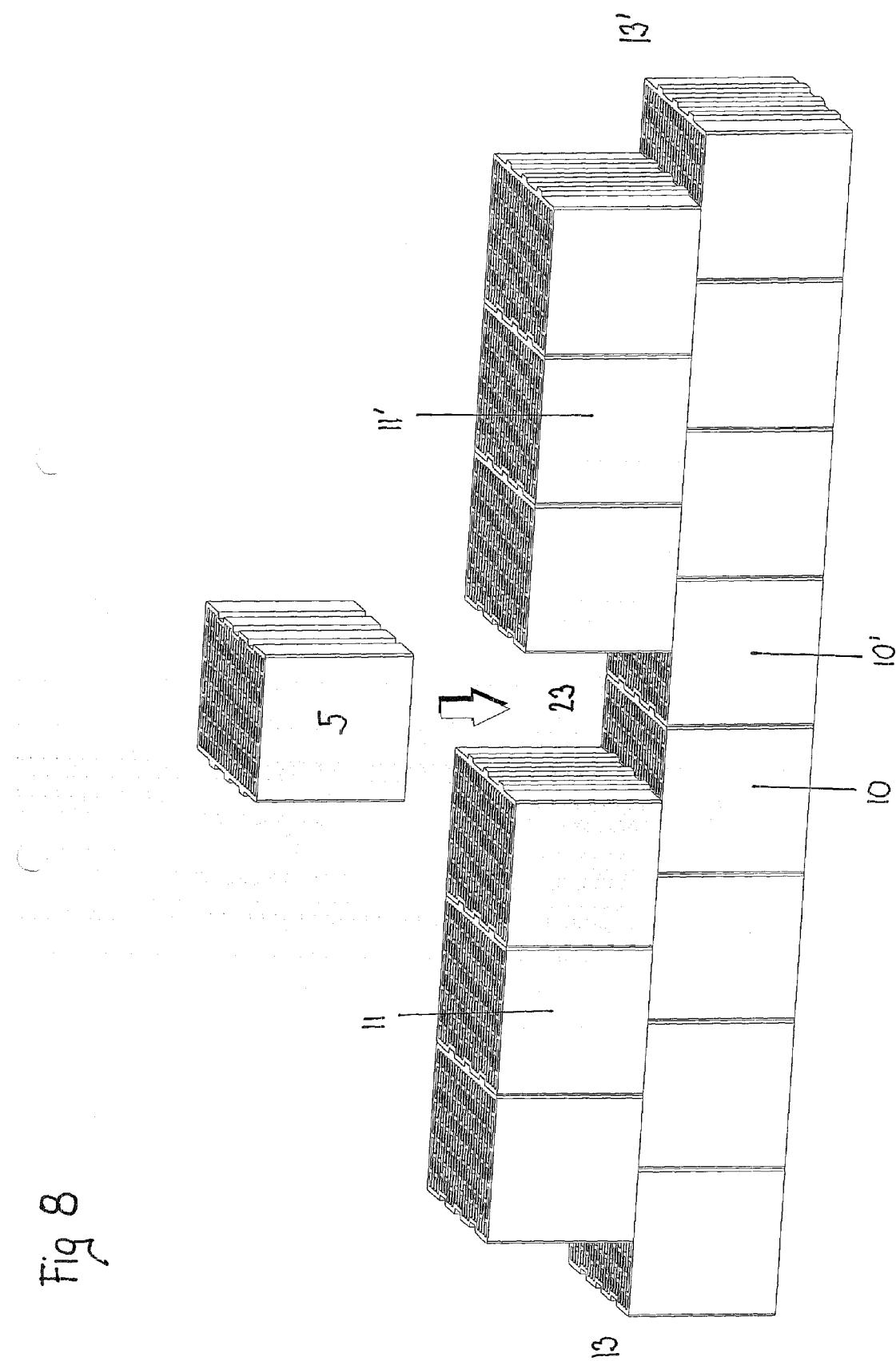
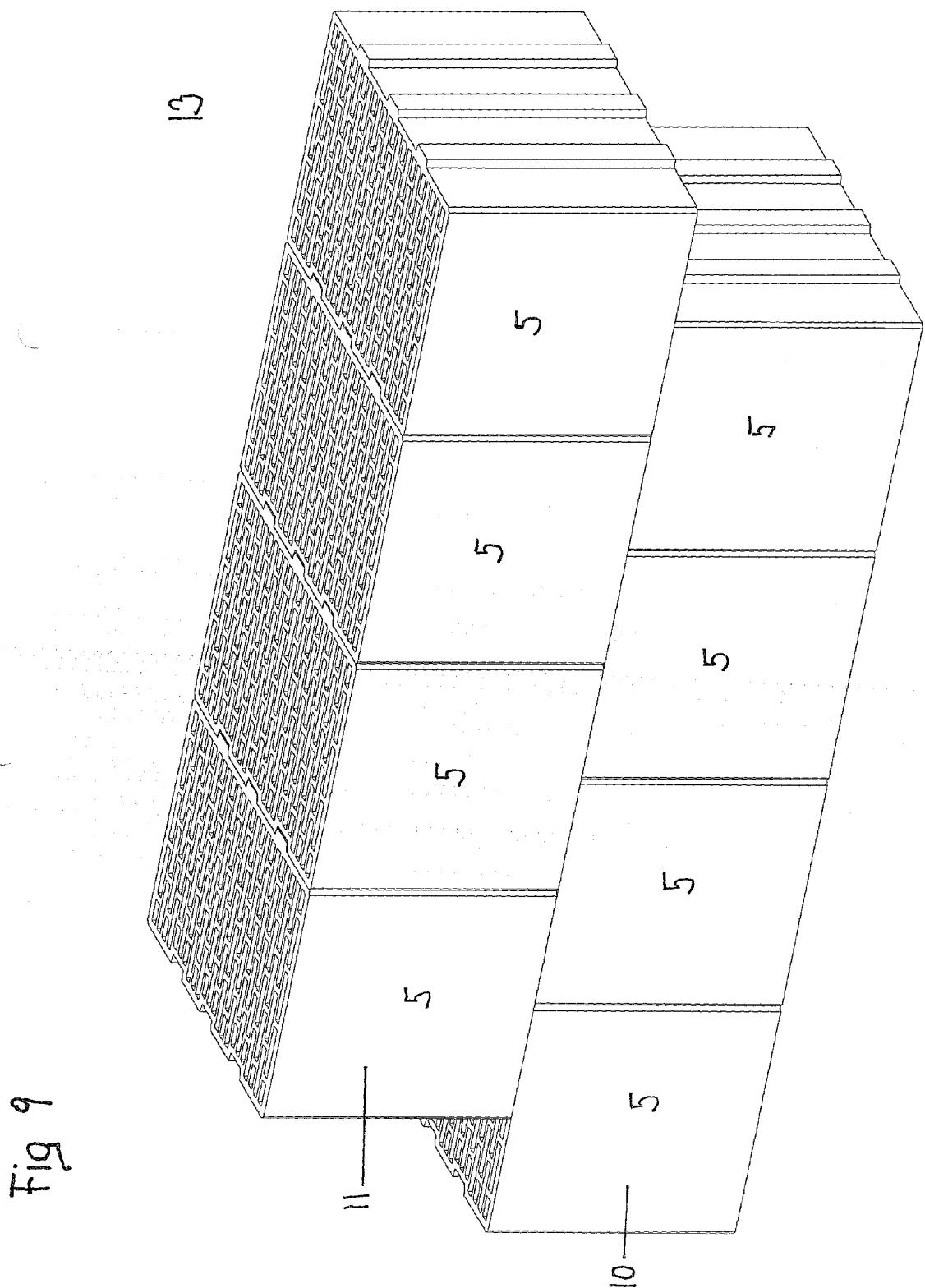


Fig 8



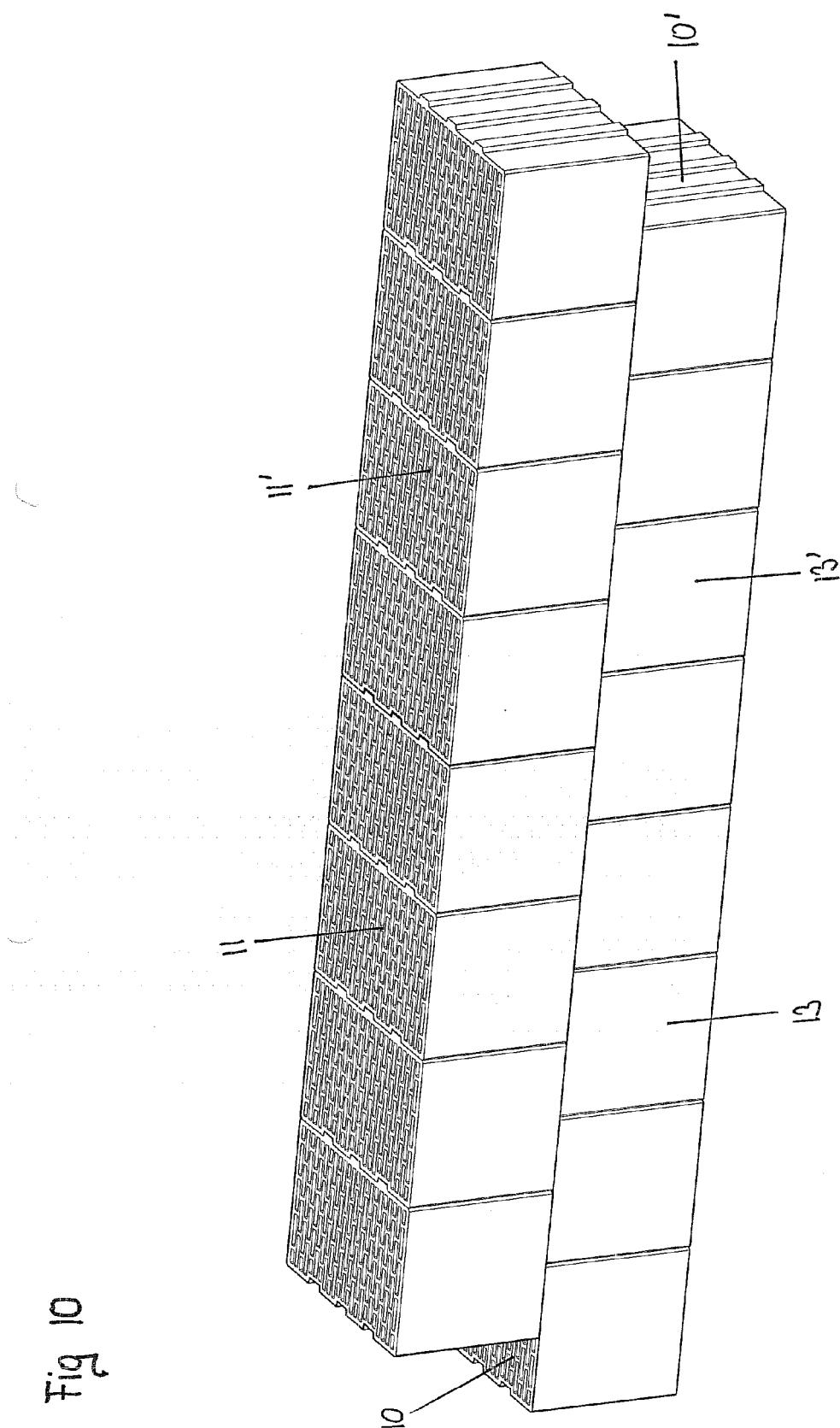


Fig 10

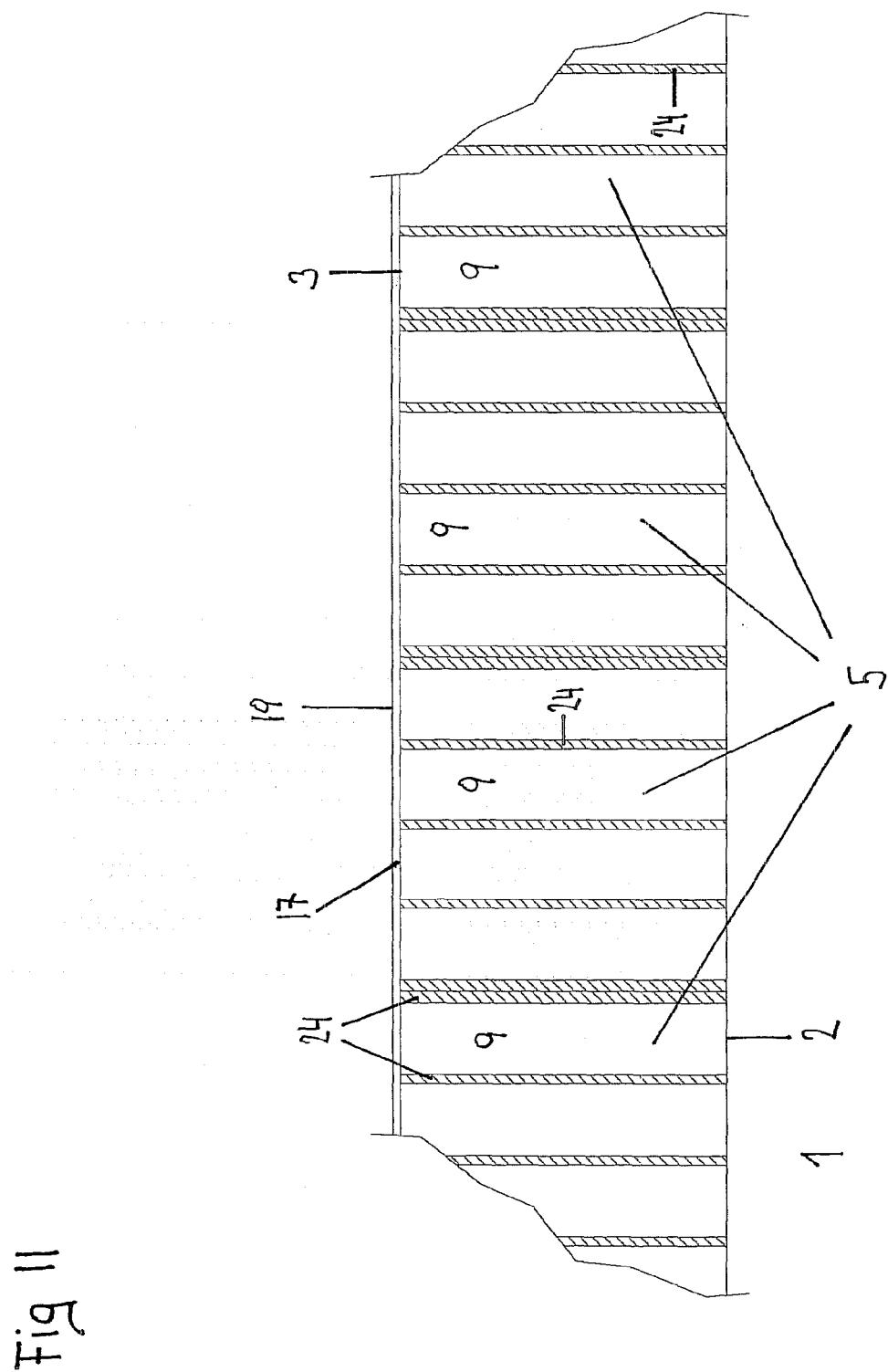


Fig 11

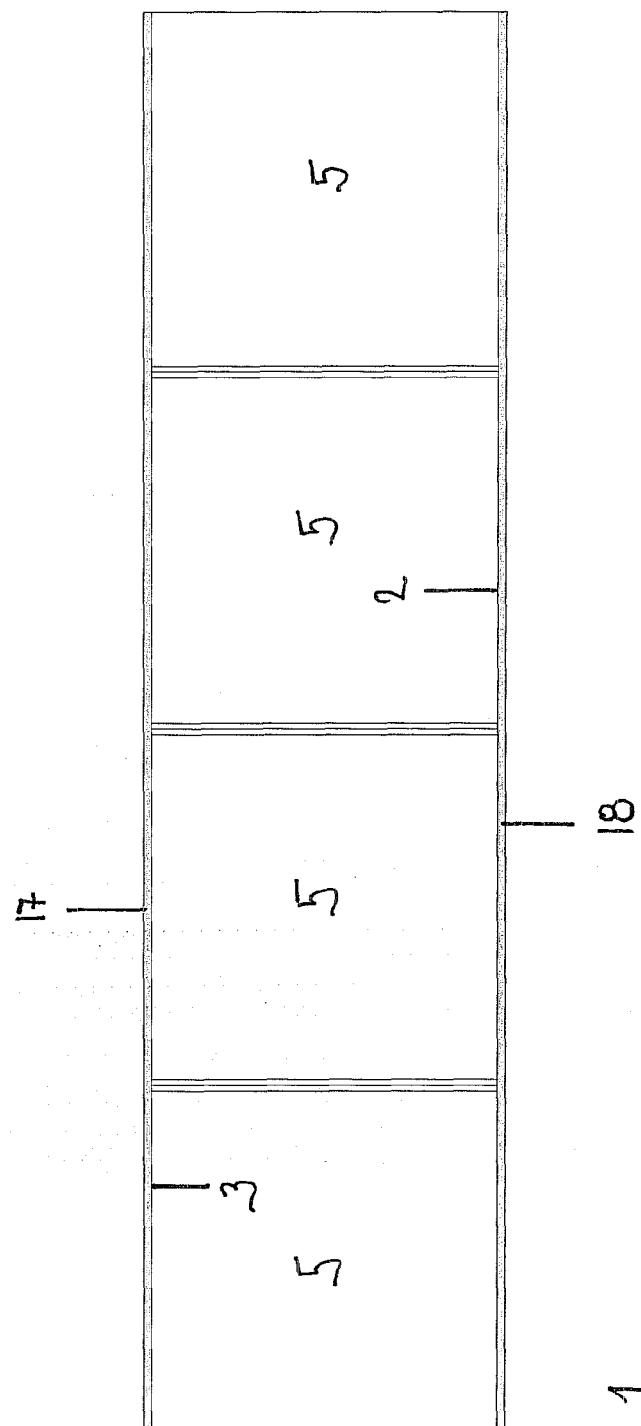


Fig 12

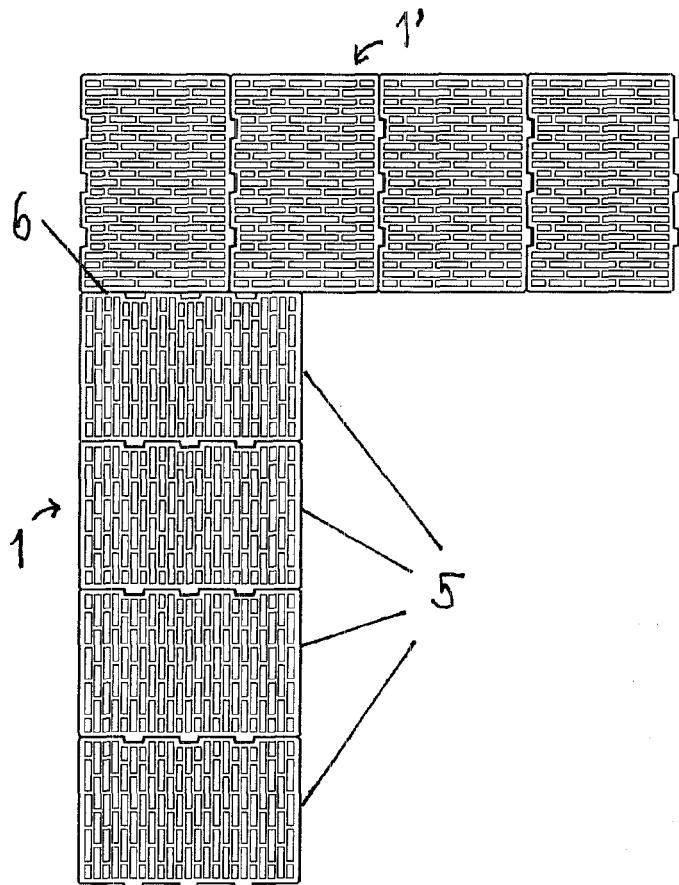


Fig 13a

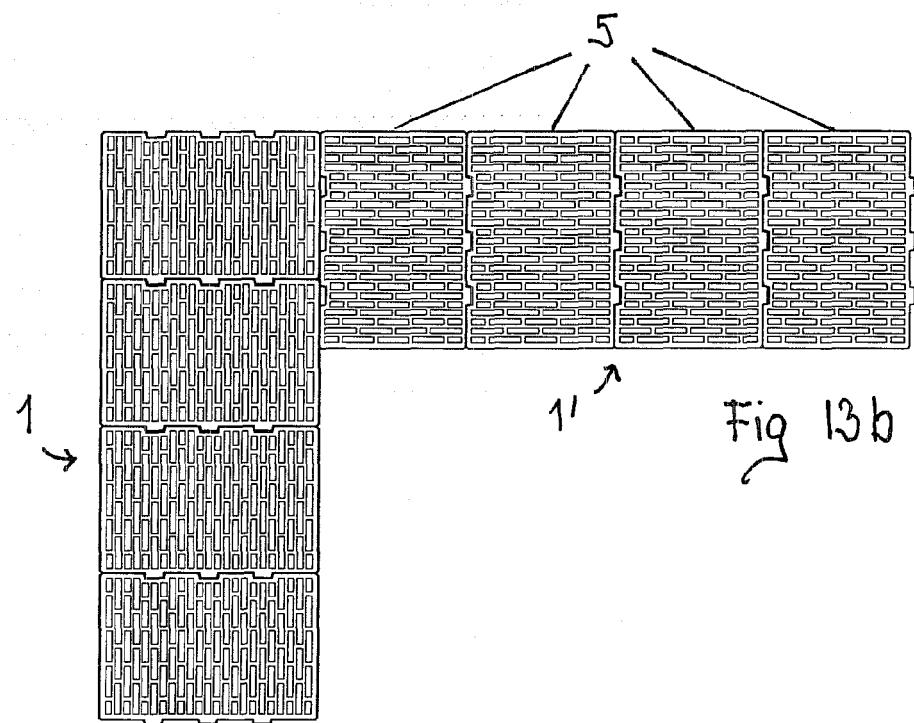
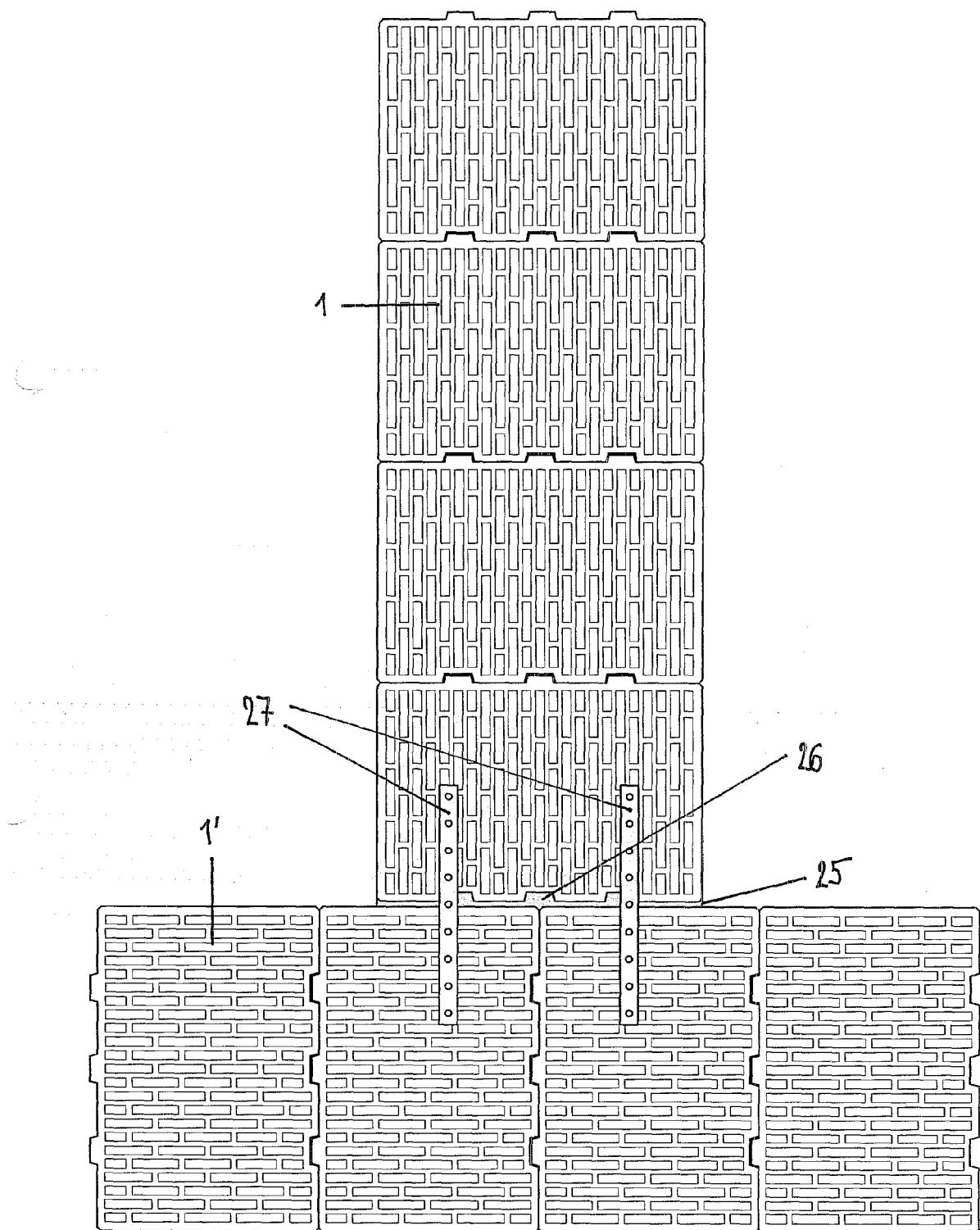
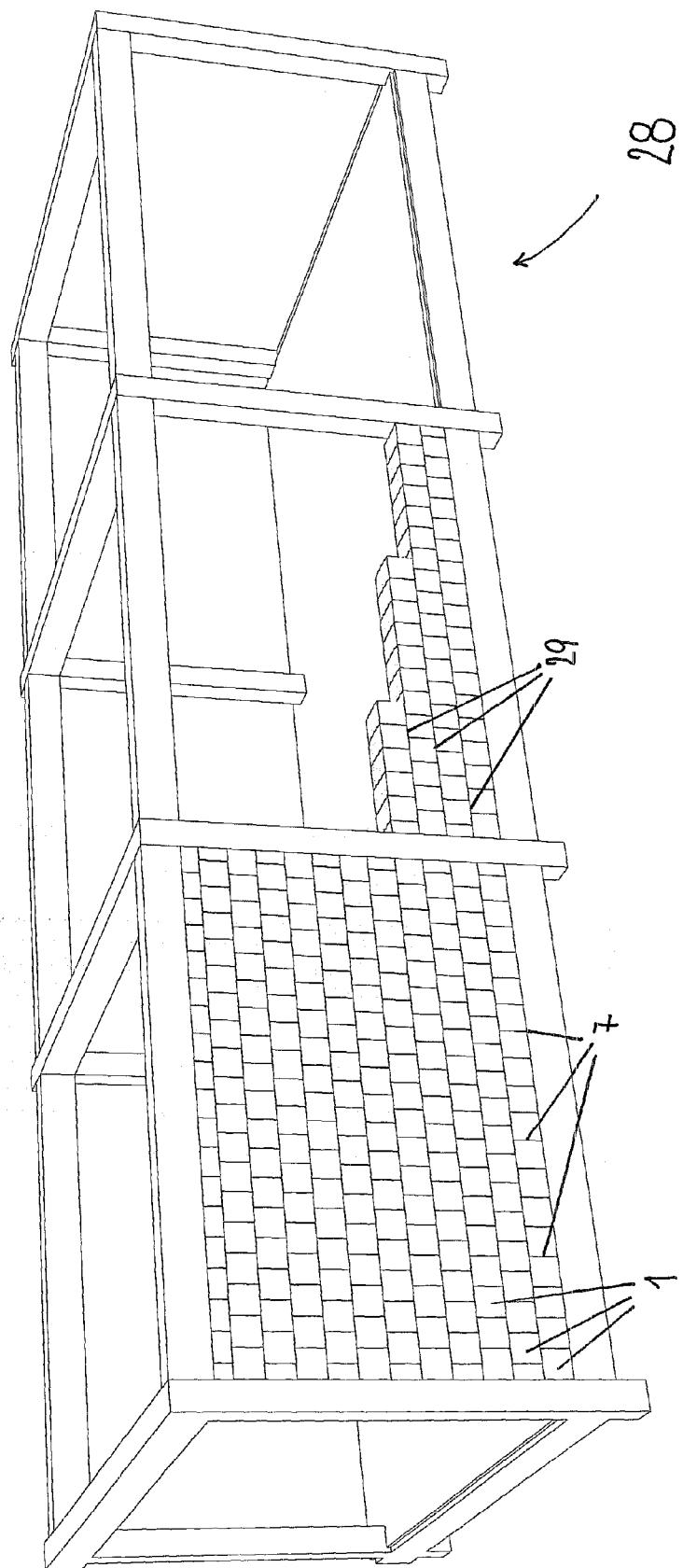


Fig 13b

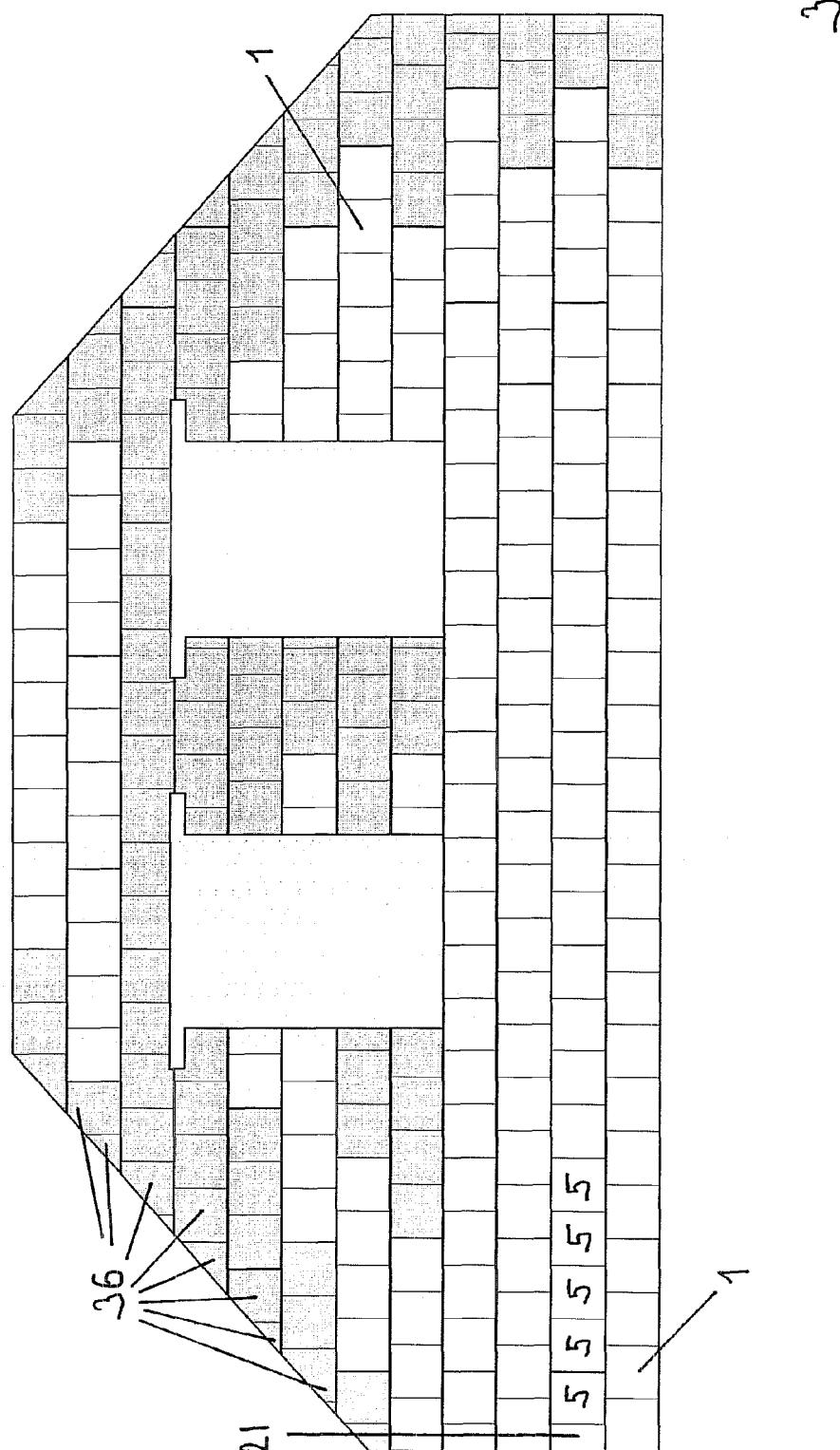
Fig 14





5  
10

Fig 16



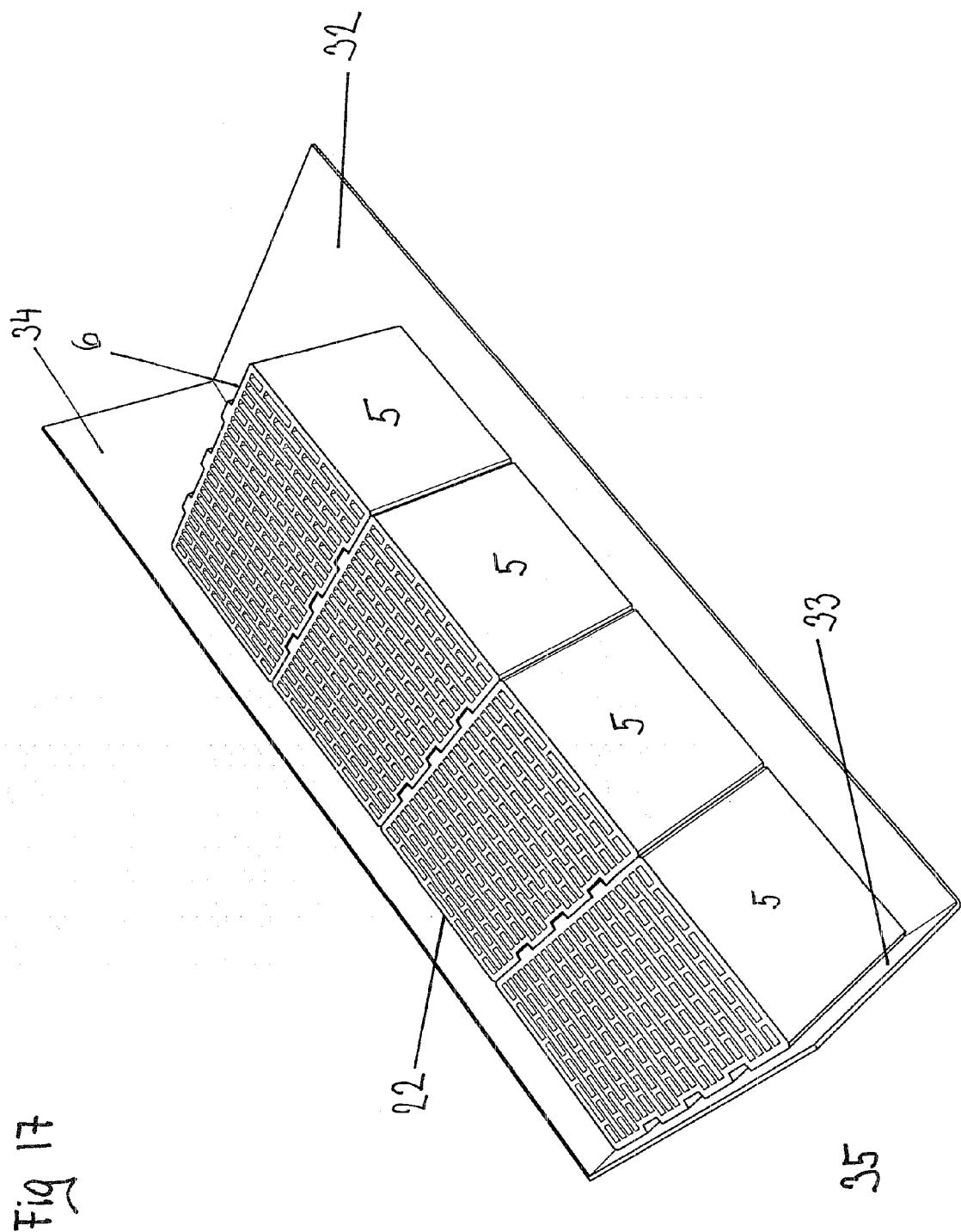


Fig 17

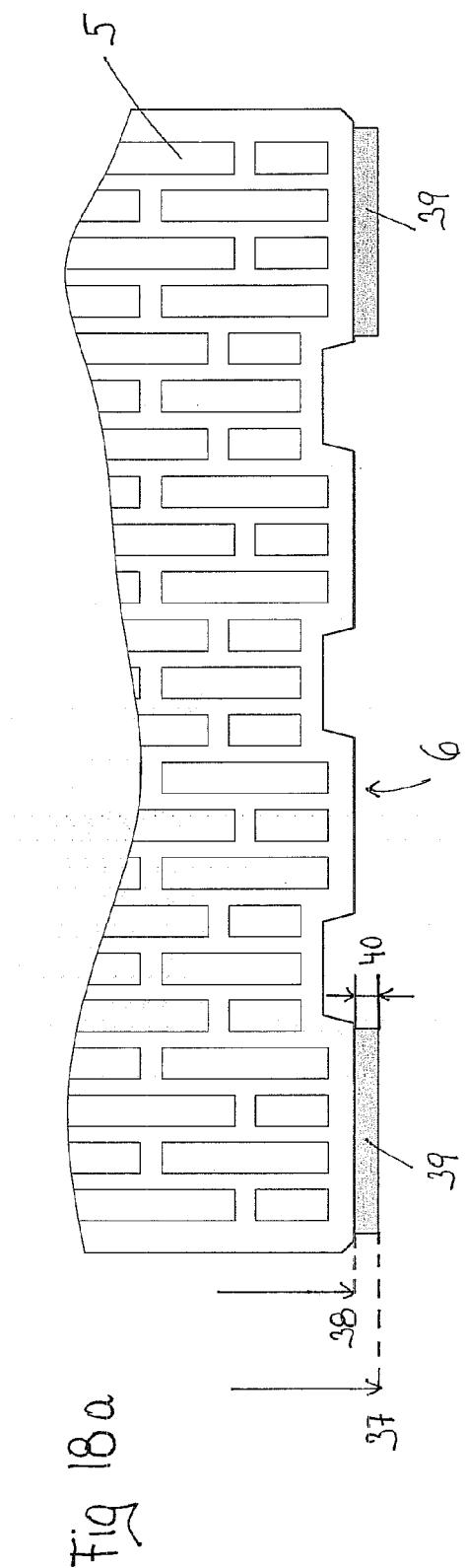


Fig 18a

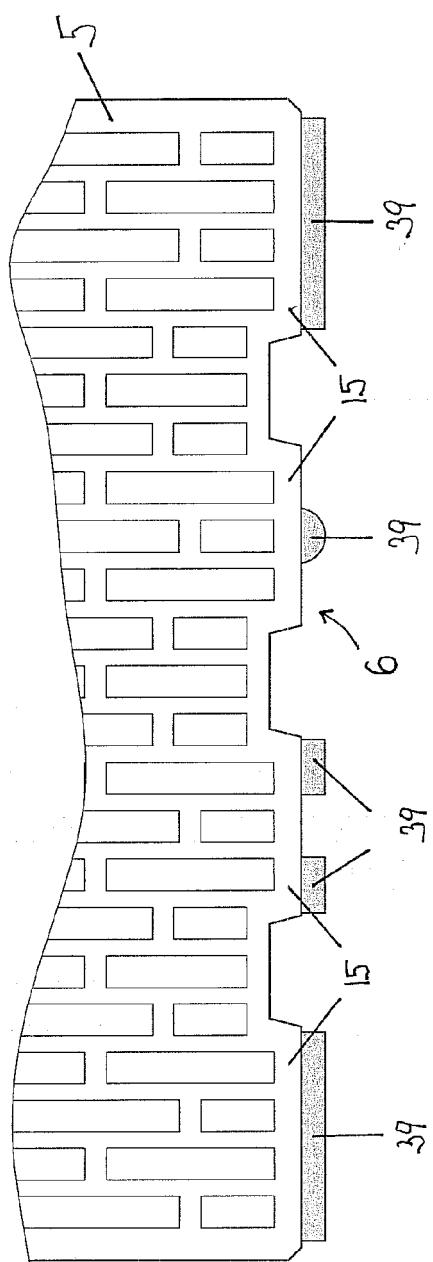


Fig 18b

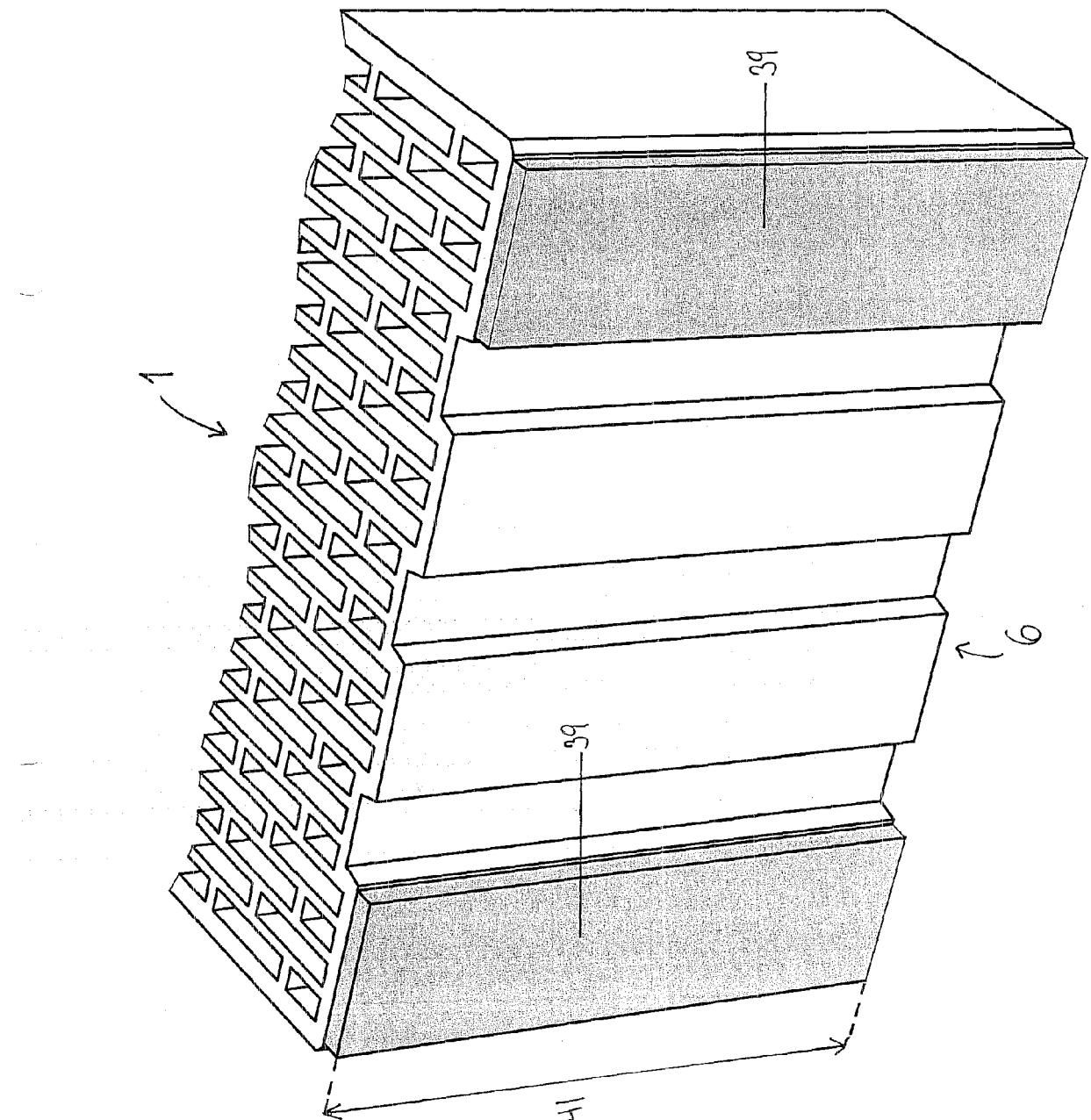


Fig 19

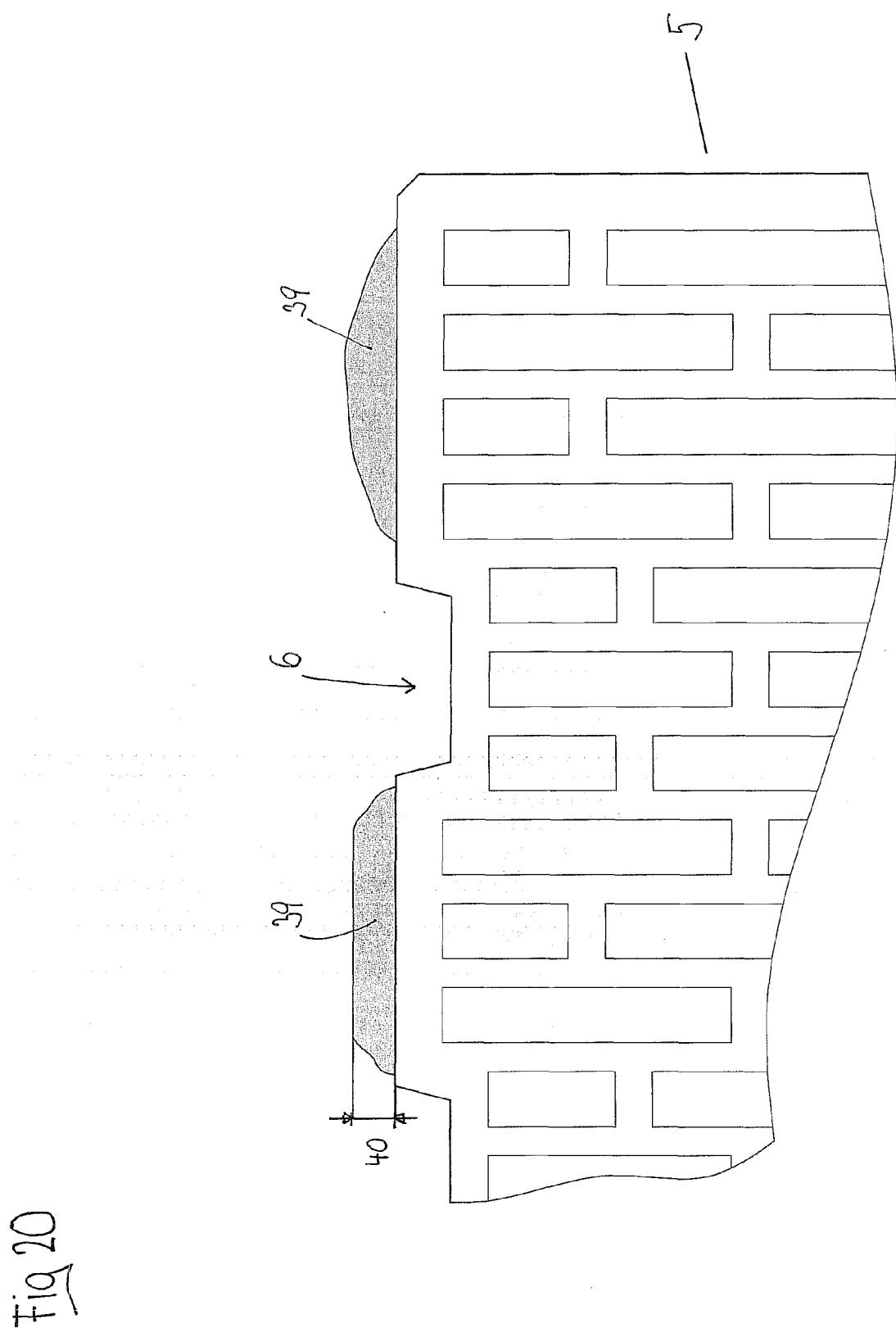


Fig 20

Fig 21a

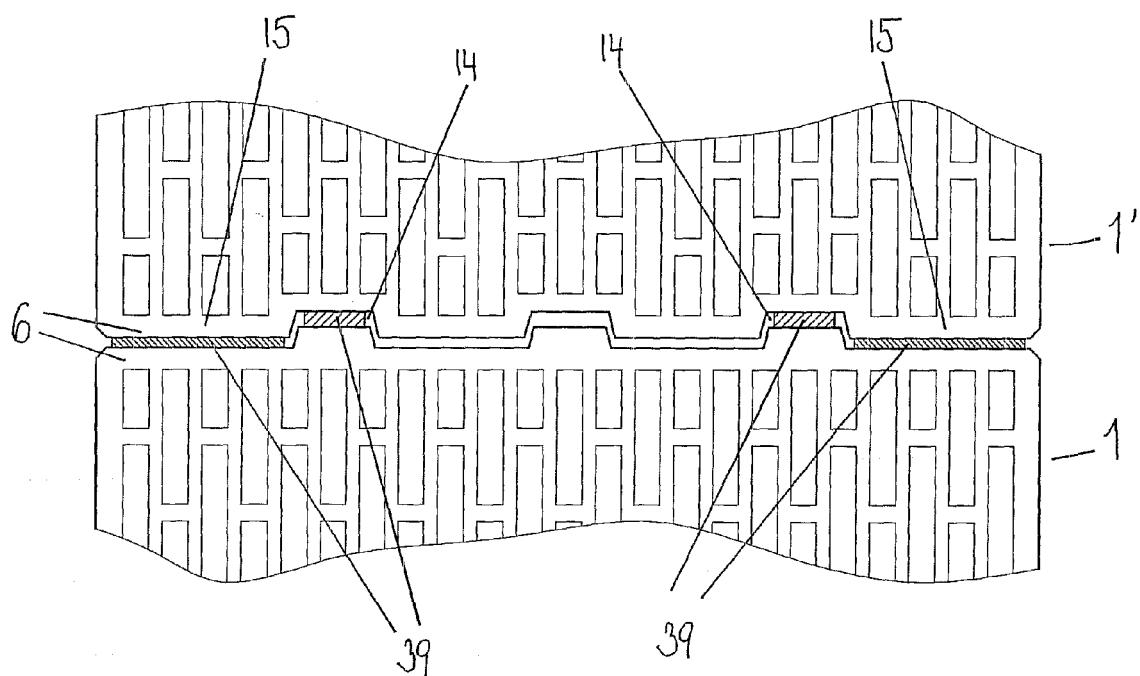
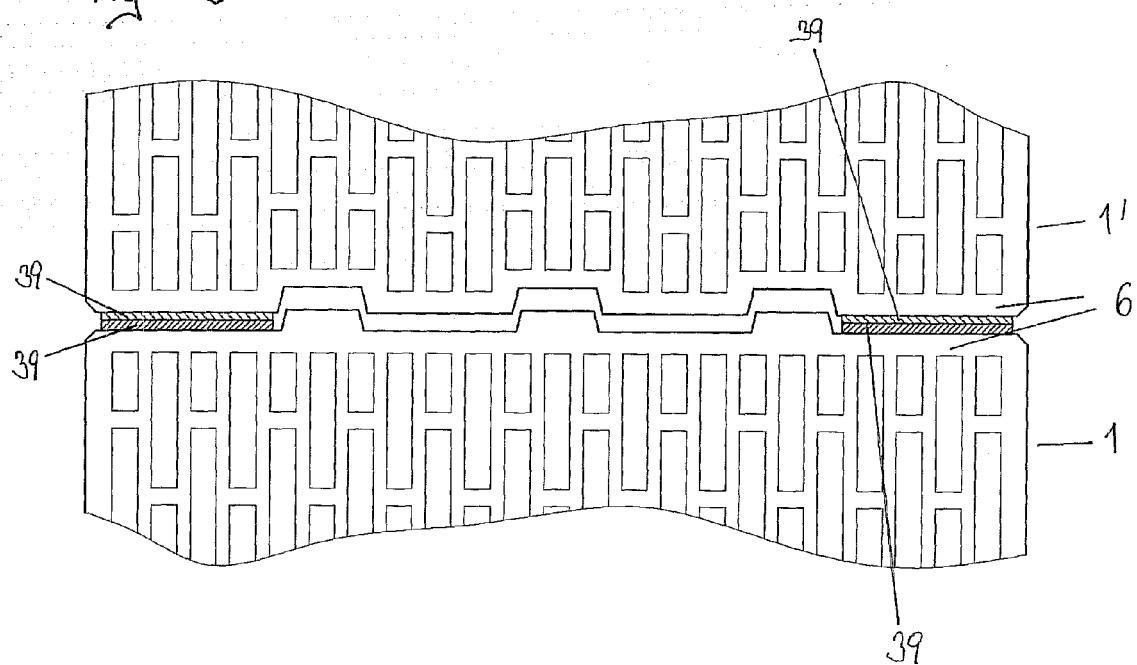


Fig 21b



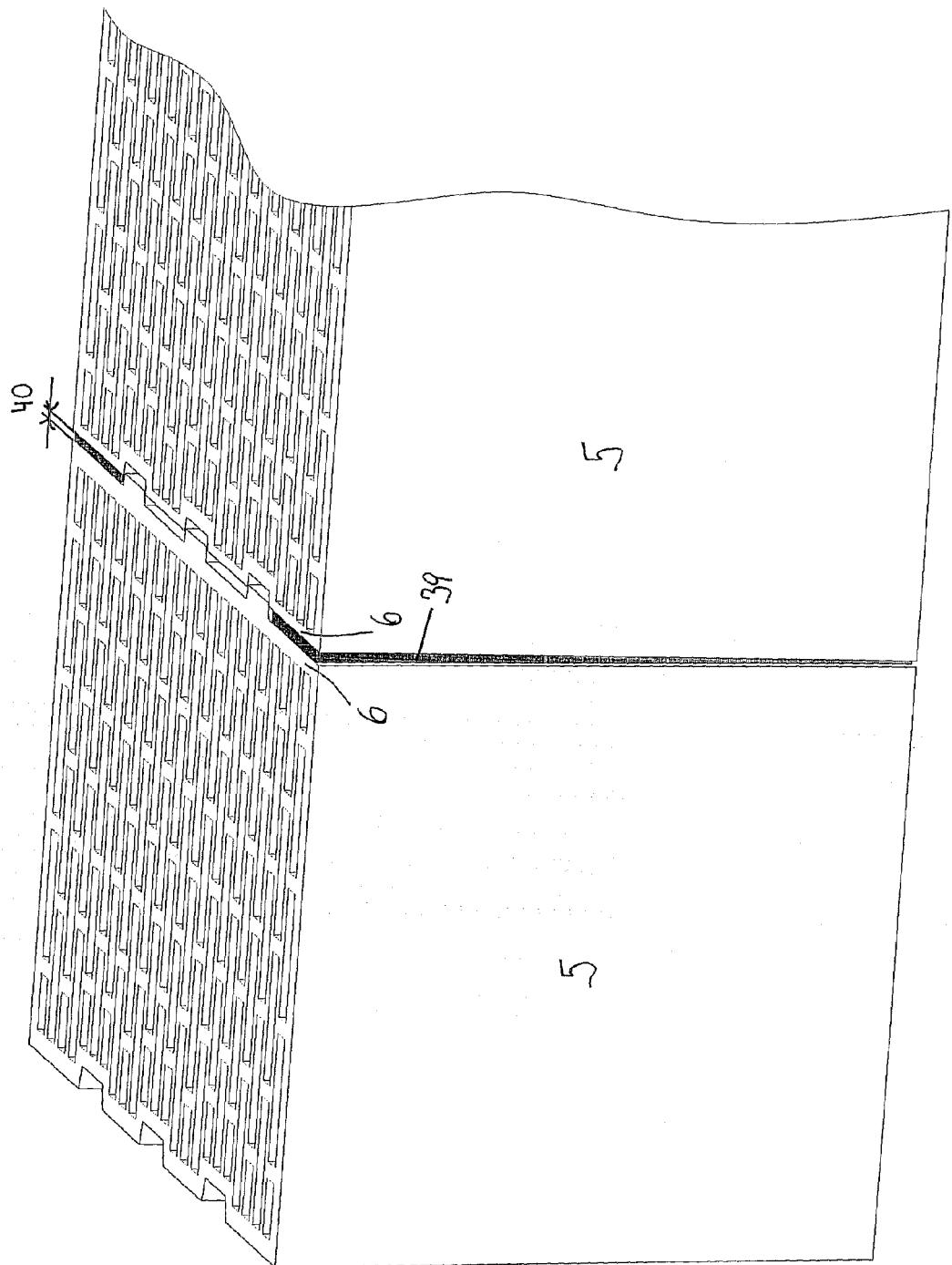


Fig 22

**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 3615247 C2 [0014]
- EP 1172190 A2 [0015]
- DE 19830985 A1 [0017]
- DE 4433156 A1 [0018]
- EP 0945239 A2 [0020]
- DE 4344683 A1 [0084]
- DE 10041846 A1 [0090]