

(19)



(11)

**EP 2 017 047 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.01.2009 Patentblatt 2009/04**

(51) Int Cl.:  
**B28B 7/02 (2006.01) B28B 15/00 (2006.01)**  
**B28B 17/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08012905.9**

(22) Anmeldetag: **17.07.2008**

(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 MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(71) Anmelder: **Progress Maschinen & Automation AG**  
**39042 Brixen (IT)**

(72) Erfinder: **Nussbaumer, Erich**  
**39010 Nals (IT)**

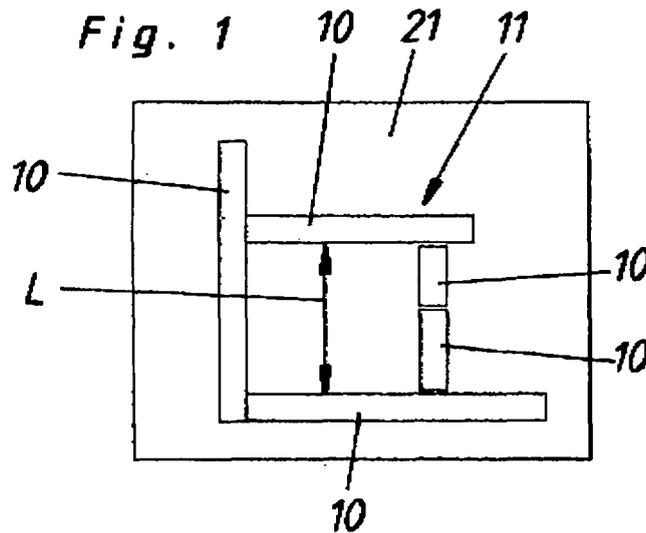
(74) Vertreter: **Gangl, Markus et al**  
**Wilhelm-Greil-Straße 16**  
**6020 Innsbruck (AT)**

(30) Priorität: **17.07.2007 AT 11202007**

(54) **Schalung für ein auf einer Plattenform herzustellendes insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement**

(57) Verfahren zur Auswahl von Abschalprofilen (10), die zur Herstellung wenigstens einer Schalung (11) mit einem im Wesentlichen geschlossenen inneren Umfangsrand für ein polygonales, insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement auf einer Palettenform (21) angeordnet werden, wobei die Auswahl der zu positionierenden Abschalprofile (10) entsprechend der Sollwer-

te ihrer Länge ( $L_j$ ), die insbesondere auf Basis eines Geometriedatensatzes für das herzustellende Betonfertigbauelement ermittelt wird, erfolgt, wobei für die Ausbildung wenigstens einer Seite ( $L$ ) der herzustellenden Schalung (11) wenigstens zwei in Längsrichtung hintereinander anzuordnende Abschalprofile (10) ausgewählt werden.



**EP 2 017 047 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswahl von Abschalprofilen, die zur Herstellung wenigstens einer Schalung mit einem im Wesentlichen geschlossenen inneren Umfangsrand für ein polygonales, insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement auf einer Palettenform angeordnet werden, wobei die Auswahl der zu positionierenden Abschalprofile entsprechend der Sollwerte ihrer Länge, die insbesondere auf Basis eines Geometriedatensatzes für das herzustellende Betonfertigbauelement ermittelt wird.

**[0002]** Bei den bisher bekannten Verfahren wurden zum Schalen beispielsweise eines rechteckigen Betonfertigbauelementes für drei Seiten passende oder überlange Abschalprofile ausgewählt, während für die vierte Seite ein Abschalprofil, dessen Standardlänge etwas kleiner als die zu schalende Seitenlänge des Betonfertigbauelementes ist, ausgewählt wurde. Die verbleibende Lücke wurde dann mittels Passelementen ausgefüllt.

**[0003]** Neben dem enormen Zeitaufwand, den das manuelle Herstellen und Positionieren der Passelemente benötigt, erfordern diese Passelemente auch beim Entschalen des Betonfertigbauelementes ein manuelles Entfernen der Passelemente, wodurch sich insgesamt eine enorme Zeitverzögerung ergibt, die insbesondere dann nachteilig ist, wenn die Betonfertigbauelemente in einer Fertigungsstraße hergestellt werden.

**[0004]** Ausgehend von diesem Stand der Technik hat es sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, ein Verfahren zur Auswahl von Abschalprofilen zu schaffen, das unter Vermeidung der vorbeschriebenen Nachteile ein schnelles Einschalen und Entschalen erlaubt und insbesondere für die Verwendung in automatisierten Fertigungsstraßen geeignet ist.

**[0005]** Das erfindungsgemäße Auswahlverfahren löst diese Aufgabe und vermeidet die mit den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren verbundenen Nachteile, indem für die Ausbildung wenigstens einer Seite der herzustellenden Schalung wenigstens zwei in Längsrichtung hintereinander anzuordnende Abschalprofile ausgewählt werden, wobei gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung die Auswahl der Abschalprofile derart erfolgt, dass die Summe der Längserstreckung der wenigstens zwei hintereinander anzuordnenden Abschalprofile im Wesentlichen der Länge der herzustellenden Seite der Schalung entspricht.

**[0006]** Es wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren also nicht mehr wie bisher die nächstpassende kleinere Standardlänge ausgewählt, sondern es wird ausgehend von der erforderlichen Seitenlänge für das herzustellende Betonfertigbauelement eine Kombination von mehreren Abschalprofilen mit Standardlängen gesucht, die in Summe der Länge der herzustellenden Seitenlänge im Wesentlichen entsprechen.

**[0007]** Bevorzugterweise ist dabei vorgesehen, dass die Auswahl der Abschalprofile derart erfolgt, dass die Summe der Längserstreckungen der wenigstens zwei

hintereinander anzuordnenden Abschalprofile kleiner ist als die Länge der herzustellenden Seite der Schalung.

**[0008]** Dabei spielen kleinere Abstände zwischen den in Serie gelegten Abschalprofilen keine große Rolle. Um ein Ausrinnen des Betons zu vermeiden, sieht ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung vor, dass die Summe der Längserstreckungen der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile höchstens um den Wert  $f$  kleiner ist als die Länge der herzustellenden Seite der Schalung.

**[0009]** Als praktikabel hat es sich dabei herausgestellt, wenn  $f$  der Gleichung  $f = (x + 1)$  mal 1,5 cm genügt, wobei  $x$  der Anzahl der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile entspricht und der Abstand zwischen den einzelnen hintereinander angeordneten Abschalprofilen maximal 1,5 cm beträgt, wobei gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgesehen ist, dass  $f$  der Gleichung  $f = (x + 1)$  mal 1 cm genügt, wobei  $x$  der Anzahl der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile entspricht und der Abstand zwischen den einzelnen hintereinander angeordneten Abschalprofilen maximal 1 cm beträgt.

**[0010]** Insbesondere bei Palettenumlaufanlagen hat es sich zur Verkürzung der Arbeitszeit an der Schalstation als vorteilhaft gezeigt, wenn die Abschalprofile mittels eines programmgesteuerten Roboters auf einer Palettenform angeordnet werden.

**[0011]** Weiters soll ein Verfahren zur Herstellung wenigstens einer Schalung für ein polygonales, insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement aus mehreren erfindungsgemäß ausgewählten Abschalprofilen auf einer Palettenform einer Palettenumlaufanlage angegeben werden, demgemäß ausschließlich im Wesentlichen gleich ausgebildete Abschalprofile mit Standardlängen zur Ausbildung eines im Wesentlichen geschlossenen inneren Umfangsrandes verwendet werden, wobei die Anzahl der verwendeten Abschalprofile größer ist als die Anzahl der Seiten des herzustellenden polygonalen Betonfertigbauelementes.

**[0012]** Anders ausgedrückt werden also für die Herstellung der Schalung mehr Abschalprofile standardisierter Länge verwendet als das herzustellende polygonale Betonfertigbauelement Seiten aufweist.

**[0013]** Dadurch müssen gegenüber dem Stand der Technik zwar mehrere unterschiedliche Längen von Standardprofilen auf Lager gehalten werden, dieser Nachteil wird aber durch die Zeitersparnis beim Einschalen und Entschalen, was mittels der Erfindung nun auch zur Gänze mittels eines Schalroboters erfolgen kann, mehr als wettgemacht.

**[0014]** Die Erfindung betrifft weiters eine Schalung für ein auf einer Palettenform herzustellendes insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement, deren im Wesentlichen geschlossener innerer Umfangsrand von mehreren länglichen Abschalprofilen begrenzt ist, wobei wenigstens eine Seite des inneren Umfangsrandes der Schalung von wenigstens zwei im Wesentlichen gleich ausgebildeten Abschalprofilen mit Standardlängen gebil-

det ist, die in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind.

**[0015]** Bei bekannten Schalungen sind möglichst viele Seiten des herzustellenden Betonfertigbauelementes von Abschalprofilen standardisierter Länge gebildet. Da die standardisierten Längen der Abschalprofile in den wenigsten Fällen den Seitenlängen des herzustellenden Betonfertigbauelementes entsprechen, werden nach dem Stand der Technik verbleibende Lücken im Umfangsrand der Schalungen mittels sogenannter Passelemente ausgefüllt. Diese Passelemente können beispielsweise aus Styropor oder Holzteilen hergestellt sein und werden bei der Herstellung der Schalung in der Regel manuell auf die benötigte Länge gekürzt und eingepasst.

**[0016]** Wird hingegen eine Seite der Schalung von wenigstens zwei in Serie gelegten Abschalprofilen standardisierter Länge gebildet, kann auf die Verwendung von Passelementen zur Gänze verzichtet werden, wodurch eine enorme Zeitersparnis erreicht wird.

**[0017]** Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass bei einer derartigen Schalung wenigstens zwei der in Längsrichtung hintereinander angeordneten Abschalprofile, die eine Seite des inneren Umfangsrandes bilden, voneinander beabstandet auf der Palettenform angeordnet sind, wobei es sich als günstig herausgestellt hat, wenn der Abstand kleiner als 1,5 cm, vorzugsweise kleiner 1 cm ist.

**[0018]** Dadurch dass zwischen den in Serie gelegten Abstandprofilen ein Zwischenraum ausgebildet ist, lässt sich die Zahl der unterschiedlichen Standardlängen, die auf Lager gehalten werden müssen, minimieren. Versuche der Anmelderin haben gezeigt, dass Abstände bis zu 1,5 cm problemlos realisierbar sind, dh trotz des Abstandes zwischen den in Serie gelegten Abschalprofilen erhält man eine im Wesentlichen plane Seitenfläche des herzustellenden Betonfertigbauelementes. Je nach Qualität des Betons sind sogar Abstände bis zu 2,5 cm realisierbar, allerdings können so große Abstände ein Nacharbeiten des abgebundenen Betonfertigbauelementes erfordern, was sich wiederum negativ auf die Arbeitszeit auswirkt.

**[0019]** Die Erfindung betrifft weiters die Verwendung einer Anlage zur Herstellung von Betonfertigbauelementen mit einer Fertigungsstraße, bei der die Herstellung der Bauelemente auf Palettenformen erfolgt, die nacheinander wenigstens eine Entschalungsstation, eine Reinigungsstation, eine insbesondere automatische Schalungsstation, eine Betonierstation, eine Bewehrungsstation und eine Härtekammer einer Fertigungsstraße durchlaufen in einem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0020]** Derartige Anlagen dienen zur Fertigung flächiger Betonelemente, insbesondere Decken- und Wandelemente. Die Fertigung der Betonelemente erfolgt dabei auf Palettenformen, auch Fertigungspaletten genannt, die nacheinander mehrere Stationen einer Fertigungsstraße durchlaufen. In der Fertigungsstraße wird das Betonfertigbauelement entschalt und die Abschalprofile von der Palettenform entfernt. Danach erfolgt in einer weite-

ren Station die Reinigung der Palettenformen, bevor diese an der Schalstation mit neuen Schalungen bestückt werden. Nach dem Betonieren und dem Einbringen der Bewehrungen wird die Palettenform der Härtekammer zugeführt, in der das Abbinden des Betons erfolgt.

**[0021]** Bei den bisher bekannten Anlagen ist bedingt durch die unterschiedlich lange Dauer der Arbeitstakte an den einzelnen Stationen die Anordnung von Pufferstationen, an denen die Palettenform aus dem Umlauf herausgenommen wird, notwendig. Das heißt, es werden nach Stationen mit kürzerem Arbeitstakt, beispielsweise der Entschalungsstation, Pufferzonen vorgesehen, in denen die Palettenformen geparkt werden können, bis die in der Fertigungsstraße nachfolgende Station frei wird.

**[0022]** Als nachteilig an diesem Stand der Technik hat sich neben der nur sehr schwer bzw. gar nicht berechenbaren Gesamtarbeitszeit für den Durchlauf einer Palettenform zudem das Auftreten von Produktionsstaus, die infolge der ungleichmäßigen Arbeitstakte und der damit verbundenen unregelmäßigen Vorschübe der Palettenformen auftreten können, herausgestellt.

**[0023]** Ausgehend von diesem Stand der Technik hat es sich die Erfindung zur Aufgabe gemacht, eine verbesserte Anlage der eingangs erwähnten Art zu schaffen, mit der die vorbeschriebenen Nachteile vermieden werden können und die insbesondere die Berechnung einer Gesamtarbeitszeit für den Durchlauf einer Palettenform durch die Fertigungsstraße erlaubt.

**[0024]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst, indem der Vorschub der Palettenformen von der Entschalungsstation bis zur Härtekammer synchron erfolgt. Dadurch, dass der Vorschub erfindungsgemäß gleichzeitig erfolgt, kann auf die Anordnung von Pufferstationen zur Gänze verzichtet und können Produktionsstaus vermieden werden.

**[0025]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht vor, dass im Verlauf der Fertigungsstraße eine oder mehrere Blindstation(en), an der (denen) keine Arbeitsschritte erfolgen, angeordnet ist (sind), wobei Versuche der Anmelderin gezeigt haben, dass eine Anordnung einer Blindstation zwischen der Reinigungs- und Schalungsstation und/oder der Schalungs- und Betonierstation besonders vorteilhaft für einen gleichmäßigen Durchlauf der Palettenform durch die Fertigungsstraße ist.

**[0026]** Die Blindstationen, an denen in der Regel keine Arbeitsschritte ausgeführt werden, dienen zur Überbrückung längerer Wegstrecken zwischen zwei Bearbeitungsstationen. Dies ist deshalb notwendig, da ja infolge des synchronen Vorschubs aller Palettenformen eine durch eine längere Wegstrecke bedingte längere Transportzeit zwischen zwei Stationen die Zeit, die zur Bewältigung des nachfolgenden Arbeitstaktes zur Verfügung steht, verkürzen würde.

**[0027]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass der Vorschub der Palettenformen an allen Stationen der Ferti-

gungsstraße synchron erfolgt, wobei es sich als günstig herausgestellt hat, wenn die Palettenformen die Fertigungsstraße umlaufend durchlaufen.

**[0028]** Eine Grundidee der Erfindung besteht also darin, die Palettenformen zumindest von der Entschalungsstation bis zur Härtekammer, vorzugsweise an allen Stationen der Fertigungsstraße, synchron, d.h. gleichzeitig zu verschieben. Dabei wird der Takt der Synchronverschiebung von der Zeit der Arbeitstakte an den einzelnen Stationen sowie der Transportzeit zwischen den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße abhängen.

**[0029]** Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass der synchrone Vorschub der Palettenformen in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt, wobei der Takt der Synchronverschiebung in Abhängigkeit einer vorbestimmten Maximalzeit pro Arbeitstakt an den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße und der Transportzeit der Palettenformen zwischen den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße festgelegt ist.

**[0030]** Das heißt, der Takt der Synchronverschiebung, der der Zeit zwischen den einzelnen Vorschüben entspricht, setzt sich aus der Zeit der Arbeitstakte und der Transportzeit zwischen den einzelnen Stationen zusammen.

**[0031]** Das heißt in der Praxis, dass für den Arbeitstakt der zeitintensivsten Station eine Maximalzeit vorbestimmt wird, zu dieser Maximalzeit für die langsamste Station die Transportzeit zwischen den einzelnen Stationen addiert wird und die daraus resultierende Zeitspanne den Takt der Synchronverschiebung darstellt.

**[0032]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist dabei vorgesehen, dass die Maximalzeit pro Arbeitstakt an den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße unter 6 Minuten, vorzugsweise unter 4,5 Minuten liegt, wobei eine besonders hohe Auslastung der Fertigungsstraße erreicht werden kann, wenn die Maximalzeit unter 4 Minuten, vorzugsweise bei etwa 3,5 Minuten liegt. Durch eine günstige Anordnung der einzelnen Stationen der Fertigungsstraße, d.h. die Entfernung zwischen den einzelnen Stationen soll nach Möglichkeit gering gehalten werden, lässt sich die Taktzeit der Synchronverschiebung ebenfalls verkürzen, wobei gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung vorgesehen ist, dass die Taktzeit der Synchronverschiebung zwischen 3,5 und 5,5 Minuten, vorzugsweise etwa 4,5 Minuten, beträgt.

**[0033]** Eine andere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der synchrone Vorschub der Palettenformen in unregelmäßigen Zeitabständen erfolgt, wobei die Auslösung der Synchronverschiebung in Abhängigkeit der Zeit des längsten Arbeitstaktes der einzelnen Stationen der Fertigungsstraße erfolgt.

**[0034]** Auch dieses Ausführungsbeispiel geht von der für den Arbeitstakt an der langsamsten Station benötigten Zeit aus. Im Gegensatz zum vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel wird für diese zeitaufwendigste Station jedoch keine Maximalzeit ermittelt bzw. vorbestimmt,

sondern erfolgt der synchrone Vorschub der Palettenformen nach Abschluss des Arbeitstaktes an der langsamsten Station.

**[0035]** Unabhängig davon, ob der synchrone Vorschub der Palettenformen in der Fertigungsstraße in einem regelmäßigen oder einem unregelmäßigen Takt erfolgt, kann die Auslösung der Synchronverschiebung automatisch, vorzugsweise mittels einer Anlagensteuerung, oder manuell erfolgen.

**[0036]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren folgt die Produktion von Betonfertigbauelement einer vollkommen neuen Logik. Während nach dem Stand der Technik so viele Betonfertigbauelemente wie möglich auf einer Fertigungspalette produziert wurden, wird erfindungsgemäß nur mehr ein Betonfertigbauelement pro Palettenform produziert. Die schlechtere Auslastung der einzelnen Palettenformen bringt den Vorteil einer festen maximalen Arbeitszeit pro Arbeitstakt mit sich, wodurch eine konsequente Automatisierung der Fertigungsstraße ermöglicht wird, sodass schlussendlich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in derselben Zeit mindestens gleich viele Betonfertigbauelemente hergestellt werden können wie mit den herkömmlichen Verfahren.

**[0037]** Allerdings ermöglicht das neuerungsgemäße Verfahren aufgrund der konsequenten Automatisierung eine enorme Personaleinsparung, wodurch die Gesamtkosten erheblich reduziert werden können. Zudem ermöglicht die Maximalzeit pro Arbeitstakt eine berechenbare Durchlaufzeit für eine Palettenform durch die Fertigungsstraße, wodurch Produktionsstaus vermieden werden können.

**[0038]** Wie schon beim vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel kann auch hier auf die Verwendung von Passelementen vollkommen verzichtet werden, wobei eventuell verbleibende Abstände zwischen den in Serie gelegten Abschalprofilen bis zu einer Größenordnung von 1 cm in Kauf genommen werden können.

**[0039]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden in der nachfolgenden Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigt

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schalung,
- 45 Fig. 2a-c weitere Ausführungsbeispiele von Schalungen,
- Fig. 3 eine Palettenform mit zwei darauf angeordneten Schalungen,
- Fig. 4a schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Betonfertigbauelementen,
- 50 Fig. 4b die synchrone Verschiebung der Palettenformen bei einer erfindungsgemäßen Anlage gemäß Fig. 4a,
- Fig. 4c die einzelnen Arbeitstakte zwischen einer Synchronverschiebung,
- 55 Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anlage mit einem Stapel-

- Fig. 6 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Doppelwänden und
- Fig. 7 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anlage zur Herstellung von Elementdecken,

**[0040]** Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schalung 11 werden drei Seiten des Umfangsrandes  $U_a$  von Abschalprofilen 10 mit standardisierter Länge gebildet. Die vierte Seite der Schalung 11 mit der Seitenlänge  $L$  wird im Gegensatz zu den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 5a bis 5c nicht von einem überstehenden Abschalprofil 10 sondern vielmehr von zwei in Serie gelegten Abschalprofilen 10 gebildet. Bei einem entsprechenden Raster verschiedener Standardlängen für Abschalprofile 10 können mit dieser Methode beinahe alle geforderten Seitenlängen  $L$  eines herzustellenden Betonfertigbauelementes ausschließlich mit Abschalprofilen 10 standardisierter Länge geschalt werden. Dabei spielen kleinere Abstände zwischen den in Serie gelegten Abschalprofilen 10 keine größere Rolle, allerdings sollte der Abstand zwischen den einzelnen Abschalprofilen nicht größer als 1,5 cm sein, um ein Ausrinnen des Betons zu vermeiden.

**[0041]** Das heißt, bei der Auswahl der Abschalprofile ist zu beachten, dass

$$\sum_{i=1}^N L_i + f = L; f \leq (N + 1,5) * 1 \text{ cm}$$

gilt. In Worten ist also die Summe der Längserstreckungen ( $L_i$ ) der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile um den Wert  $f$  kleiner, als die Längserstreckung der herzustellenden Seite ( $L$ ) der Schalung, wobei der Wert  $f$  höchstens gleich groß wie die Anzahl  $N$  der Abschalprofile + 1,5 sein darf. Der Wert 1,5, der der Anzahl  $N$  zugezählt wird, entspricht dabei dem gewünschten Abstand zwischen den in Serie gelegten Abschalprofilen, d.h. bei einem gewünschten Abstand von beispielsweise 1 cm muss  $f$  der Gleichung  $f \leq (N + 1) * 1$  cm genügen.

**[0042]** In den Fig. 2a bis 2c sind weitere Ausführungsbeispiele von Schalungen 11, die auf einer Palettenform 21 angeordnet werden, dargestellt. Bei diesen Ausführungsbeispielen stehen wenigstens drei der die Schalung 11 bildenden Abschalprofile 10 über den äußeren Umfangsrand  $U_a$  vor, und zwar jeweils um den Abschnitt A.

**[0043]** Der äußere Umfangsrand  $U_a$  wird durch die den Abschallflächen 24 gegenüberliegenden Längsseiten der Abschalprofile 10 definiert und ist dem inneren Umfangsrand  $U_i$  geometrisch ähnlich.

**[0044]** Anders ausgedrückt, wird der Umfangsrand der Schalung 11 von den Abschalprofilen 10 gebildet, wobei

die Abschallflächen 24 der Abschalprofile 10 den inneren Umfangsrand  $U_i$  ausbilden, während die den Abschallflächen 24 gegenüberliegenden Seiten der Abschalprofile 10 Teil des äußeren Umfangsrandes  $U_a$  sind.

**[0045]** In Fig. 2a stehen dabei alle Abschalprofile 10 über den äußeren Umfangsrand  $U_a$  vor, während bei den Fig. 2b und 2c lediglich drei Abschalprofile 10 über den äußeren Umfangsrand  $U_a$  vorstehen.

**[0046]** Der Vorteil dieser Anordnung der Abschalprofile 10 liegt darin, dass auf die Verwendung von Passelementen zur Gänze verzichtet werden kann, da der innere Umfangsrand  $U_i$  im Wesentlichen zur Gänze von Abschalprofilen 10 standardisierter Länge begrenzt ist.

**[0047]** Bei diesen in den Fig. 1 und Fig. 2a bis 2c dargestellten Ausführungsbeispielen kann das Legen der Abschalprofile 10 zur Gänze mit eines Schalungsroboters 8 erfolgen, wobei es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt hat, wenn lediglich genau eine Schalung pro Palettenform 21 angeordnet wird, da dann der Mittelpunkt M der Palettenform 21 als Bezugspunkt für den Schalungsroboter 8 dienen kann. Durch diese Maßnahme wird insgesamt ein sehr geringer Zeitbedarf für das Einschalen des Betonfertigbauelementes erzielt, wodurch insgesamt eine kurze Taktzeit für die Synchronverschiebung und eine besonders effiziente Automatisierung der Palettenumlaufanlage erzielbar ist.

**[0048]** Diese Vorteile können auch noch mit einer Anordnung von zwei (Fig. 3) oder drei Schalungen auf einer Palettenform erzielt werden.

**[0049]** Die in Fig. 4a bis 4c dargestellte Anlage 1 umfasst mehrere Stationen, die derart angeordnet sind, dass die Palettenformen 21, auf denen die Betonfertigbauelemente hergestellt werden, diese Stationen im Sinne einer Fertigungsstraße insbesondere umlaufend durchlaufen.

**[0050]** Diese Fertigungsstraße umfasst eine Entschalungsstation 2, in deren Bereich eine Entschalungsstraße 3 angeordnet ist. Im Anschluss an die Entschalungsstation 2 folgt eine Schalungsentfernungsstation 4, in der die Abschalprofile 10 von der Palettenform 21 entfernt werden. Danach folgt die Reinigungsstation 6, der eine Reinigungs- und Ölungsvorrichtung 5 zugeordnet ist.

**[0051]** Von der Reinigungsstation 6 werden die Palettenformen 21 zur Schalungsstation 7 befördert. In der Schalungsstation 7 erfolgt das Schalen der Betonfertigbauelemente mittels eines Schalungsroboters 8, der die Abschalprofile 10 aus dem Schalungslager 9 holt und auf der in der Schalungsstation 7 befindlichen Palettenform 21 positioniert. Die Abschalprofile 10 durchlaufen nach dem Entfernen von der Palettenform 21 in der Schalungsentfernungsstation 4 eine Transport- und Reinigungsstraße 22, bevor sie im Schalungslager 9 deponiert werden.

**[0052]** Der Schalungsstation 7 folgt eine Blindstation 12, an der keine Arbeiten durchgeführt werden.

**[0053]** Im Anschluss folgt die Betonierstation 14, der die Betoniervorrichtung 13, mittels der der Beton in die

Schalung 11 eingebracht wird, zugeordnet ist. Auf die Betonierstation 14 folgt wiederum eine Blindstation 12 und darauf die Bewehrungsstation 15, in der mittels einer Positioniervorrichtung 16, die in der Bewehrungsvorbereitungsstation 18 vorbereiteten Bewehrungen in das bereits betonierete, aber noch nicht abgebundene Betonfertigbauelement eingebracht werden.

**[0054]** Auf die Bewehrungsstation 15 folgt die Abholstation 17 sowie gegebenenfalls eine weitere Blindstation 12.

**[0055]** Mittels eines Stapelgerätes 19 werden die Palettenformen 21 von der Abholstation 17 oder der anschließenden Blindstation 12 abgeholt und in die Härtekammer 20 gebracht, wo das Betonfertigbauelement unter Zuführung von Warmluft aushärtet. Nach dem Abbinden des Betons wird die Palettenform 21 aus der Härtekammer 20 in die Entschalungsstation 2 übergeführt und beginnt dort einen neuerlichen Umlauf durch die Fertigungsstraße.

**[0056]** In Fig. 4b sind die Transportwege zwischen den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße bei einer Synchronverschiebung dargestellt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden die Palettenformen 21 innerhalb einer Minute von einer zur nächsten Station verschoben, wobei die Verschiebung synchron erfolgt.

**[0057]** Das heißt, gleichzeitig werden die Palettenformen 21 von der Härtekammer 20 auf die Entschalungsstation 2, von der Entschalungsstation 2 auf die Schalungsentfernungsstation 4, von der Reinigungsstation 6 auf die Schalungsstation 7, von der Schalungsstation 7 auf die erste Blindstation 12, von der Betonierstation 14 auf die zweite Blindstation 12, von der zweiten Blindstation 12 auf die Bewehrungsstation 15 und von der Bewehrungsstation 15 auf die Abholstation 17 verfahren, von wo sie mittels des Stapelgerätes 19 abgeholt werden.

**[0058]** In Fig. 4c sind die einzelnen Arbeitsprozesse, die während eines Arbeitstaktes, dessen maximale Fertigungszeit beim gezeigten Ausführungsbeispiel mit 3,5 Minuten festgelegt ist, durchgeführt werden müssen, dargestellt. Es erfolgt wiederum gleichzeitig auf der Entschalungsstation 3 das Entschalen des Betonfertigbauelementes, auf der Schalungsentfernungsstation 4 werden die Abschalprofile entfernt, in der Reinigungsstation 6 werden die Palettenformen 21 gereinigt, auf der Schalungsstation 7 erfolgt das Herstellen der Schalung 11 mittels der Abschalprofile 10, das Betonieren des Betonfertigbauelementes erfolgt in der Betonierstation 14 wobei eventuelle Nacharbeiten auf der Blindstation 12 durchgeführt werden können, auf der Bewehrungsstation 15 werden die Bewehrungen eingebracht, während auf der Abholstation 17 allfällige Sonderbewehrungen eingebracht werden können.

**[0059]** Bei diesem Ausführungsbeispiel setzt sich also der Takt der Synchronverschiebung aus der maximalen Fertigungszeit von 3,5 Minuten und der Transportzeit von 1 Minute zusammen, d.h. die Palettenformen 21 werden alle 4,5 Minuten zwischen den synchron geschalteten

Stationen der Fertigungsstraße verschoben.

**[0060]** Die bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Palettenformen 21 sind ca. 8 m lang und 3 m breit, wobei in einer Schicht etwa 88 Paletten die Fertigungsstraße durchlaufen. Bei einer Palettenbelegung von 11,25 m<sup>2</sup>, das entspricht einem Betonfertigbauelement mit 4,5 m Länge und 2,5 m Breite, kann mit der erfindungsgemäßen Anlage 1 eine Produktion von ca. 1.000 m<sup>2</sup> pro Schicht mit einer Dauer von 8 Arbeitsstunden erzielt werden. Dabei beträgt die effektive Fertigungszeit während einer Schicht 7 Stunden, während die Reinigungszeit 1 Stunde in Anspruch nimmt. Mit der erfindungsgemäßen Anlage 1 lässt sich die Anzahl des für die Überwachung der Anlage benötigten Personals auf bis zu 3 Personen reduzieren, während bei Anlagen nach dem Stand der Technik, bei denen der Vorschub der Palettenformen nicht synchronisiert erfolgte, teilweise bis zu 20 Personen notwendig waren.

**[0061]** Die in den Fig. 5 bis 7 gezeigten weiteren Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Anlagen 1 unterscheiden sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4a bis 4c lediglich durch die örtliche Anordnung der einzelnen Stationen der Fertigungsstraße, wobei beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 das Stapelgerät 19 von einem Stapelkran gebildet ist.

**[0062]** Das in Fig. 6 dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt eine Anlage 1, mit der neben Elementdecken auch Doppelwände hergestellt werden können. Zu diesem Zweck ist nach der Betonierstation 14 eine Blindstation 12 angeordnet, der eine Wendeeinrichtung 23 mit einem Wenderahmen und Saugnäpfen zugeordnet ist. Die Funktionsweise solcher Wenderahmen ist an sich bekannt, weshalb auf eine Beschreibung an dieser Stelle verzichtet wird.

**[0063]** Das in Fig. 7 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel lediglich dadurch, dass eben keine solche Wendeeinrichtung 23 vorgesehen ist, d.h. die Anlage gemäß Fig. 7 dient der Herstellung von flächigen Elementdecken.

**[0064]** Die dargestellten Ausführungsbeispiele von Anlagen und Schalungen für die Herstellung von Betonfertigbauelementen sowie die beschriebenen Beispiele möglicher Herstellungsverfahren sind selbstverständlich nicht im einschränkenden Sinne zu verstehen, sondern eben nur einzelne Beispiele von zahlreichen Möglichkeiten, den Erfindungsgedanken einer Anlage zur Herstellung von Betonfertigbauelementen mit einer getakteten Synchronverschiebung zu realisieren.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswahl von Abschalprofilen (10), die zur Herstellung wenigstens einer Schalung (11) mit einem im Wesentlichen geschlossenen inneren Umfangsrand für ein polygonales, insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement auf einer Palettenform (21) angeordnet werden, wobei die Auswahl

- der zu positionierenden Abschalprofile (10) entsprechend der Sollwerte ihrer Länge ( $L_1$ ), die insbesondere auf Basis eines Geometriedatensatzes für das herzustellende Betonfertigbauelement ermittelt wird, erfolgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Ausbildung wenigstens einer Seite (L) der herzustellenden Schalung (11) wenigstens zwei in Längsrichtung hintereinander anzuordnende Abschalprofile (10) ausgewählt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswahl der Abschalprofile (10) derart erfolgt, dass die Summe der Längserstreckungen ( $L_j$ ) der wenigstens zwei hintereinander anzuordnenden Abschalprofile (10) im Wesentlichen der Länge der herzustellenden Seite (L) der Schalung (11) entspricht.
  3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswahl der Abschalprofile (10) derart erfolgt, dass die Summe der Längserstreckungen ( $L_j$ ) der wenigstens zwei hintereinander anzuordnenden Abschalprofile (10) kleiner ist als die Länge der herzustellenden Seite (L) der Schalung (11).
  4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der Längserstreckungen ( $L_j$ ) der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile (10) höchstens um den Wert  $f$  kleiner ist als die Länge ( $L_g$ ) der herzustellenden Seite (L) der Schalung (11).
  5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**  $f$  der Gleichung  $f = (x + 1)$  mal 1,5 cm genügt, wobei  $x$  der Anzahl der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile (10) entspricht.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den einzelnen hintereinander angeordneten Abschalprofilen (10) maximal 1,5 cm beträgt.
  7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**  $f$  der Gleichung  $f = (x + 1)$  mal 1 cm genügt, wobei  $x$  der Anzahl der hintereinander anzuordnenden Abschalprofile (10) entspricht.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand zwischen den einzelnen hintereinander angeordneten Abschalprofilen (10) maximal 1 cm beträgt.
  9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschalprofile (10) mittels eines programmgesteuerten Roboters auf einer Palettenform (21) angeordnet werden.
  10. Verfahren zur Herstellung wenigstens einer Schalung für ein polygonales, insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement auf einer Palettenform einer Palettenumlaufanlage aus mehreren Abschalprofilen, die gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgewählt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausschließlich im Wesentlichen gleich ausgebildete Abschalprofile (10) mit Standardlängen zur Ausbildung eines im Wesentlichen geschlossenen inneren Umfangsrandes ( $U_1$ ) verwendet werden, wobei die Anzahl der verwendeten Abschalprofile (10) größer ist, als die Anzahl der Seiten (L) des herzustellenden polygonalen Betonfertigbauelementes.
  11. Schalung für ein auf einer Palettenform herzustellendes insbesondere rechteckiges Betonfertigbauelement, deren im Wesentlichen geschlossener innerer Umfangsrand von mehreren länglichen Abschalprofilen begrenzt ist, wobei wenigstens eine Seite des inneren Umfangsrandes der Schalung von wenigstens zwei im Wesentlichen gleich ausgebildeten Abschalprofilen mit Standardlängen gebildet ist, die in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind, insbesondere hergestellt mittels einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei der in Längsrichtung hintereinander angeordneten Abschalprofile (10), die eine Seite (L) des inneren Umfangsrandes ( $U_1$ ) bilden, voneinander beabstandet auf der Palettenform (21) angeordnet sind.
  12. Schalung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand kleiner als 1,5 cm ist.
  13. Schalung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand kleiner als 1 cm ist.
  14. Verwendung einer Anlage zur Herstellung von Betonfertigbauelementen mit einer Fertigungsstraße, bei der die Herstellung der Bauelemente auf Palettenformen erfolgt, die nacheinander wenigstens eine Entschalungsstation, eine Reinigungsstation, eine insbesondere automatische Schalungsstation, eine Betonierstation, eine Bewehrungsstation und eine Härtekammer einer Fertigungsstraße durchlaufen in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13.
  15. Ablage nach Anspruch 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorschub der Palettenformen (21) von der Entschalungsstation (2) bis zur Härtekammer (20) synchron erfolgt.
  16. Anlage nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorschub an allen Stationen (2, 4, 6, 7, 12, 14, 15, 17, 20) der Fertigungsstraße synchron

erfolgt.

17. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der synchrone Vorschub der Palettenformen (21) in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt, wobei der Takt der Synchronverschiebung in Abhängigkeit einer vorbestimmten Maximalzeit pro Arbeitstakt an den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße und der Transportzeit der Palettenformen (21) zwischen den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße festgelegt ist. 5  
10
18. Anlage nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taktzeit der Synchronverschiebung zwischen 3,5 und 5,5 Minuten, vorzugsweise etwa 4,5 Minuten, beträgt. 15
19. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der synchrone Vorschub der Palettenformen (21) in unregelmäßigen Zeitabständen erfolgt, wobei der Takt der Synchronverschiebung in Abhängigkeit der Zeit des längsten Arbeitstaktes der einzelnen Station der Fertigungsstraße und der Transportzeit der Palettenformen zwischen den einzelnen Stationen der Fertigungsstraße festgelegt ist. 20  
25
20. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslösung der Synchronverschiebung automatisch, vorzugsweise mittels einer Anlagensteuerung erfolgt. 30
21. Anlage nach einem der Ansprüche 14 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auslösung der Synchronverschiebung manuell erfolgt. 35

40

45

50

55

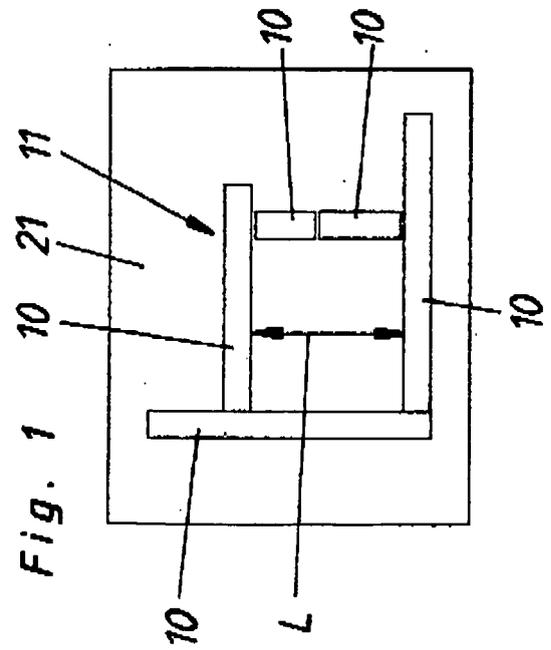
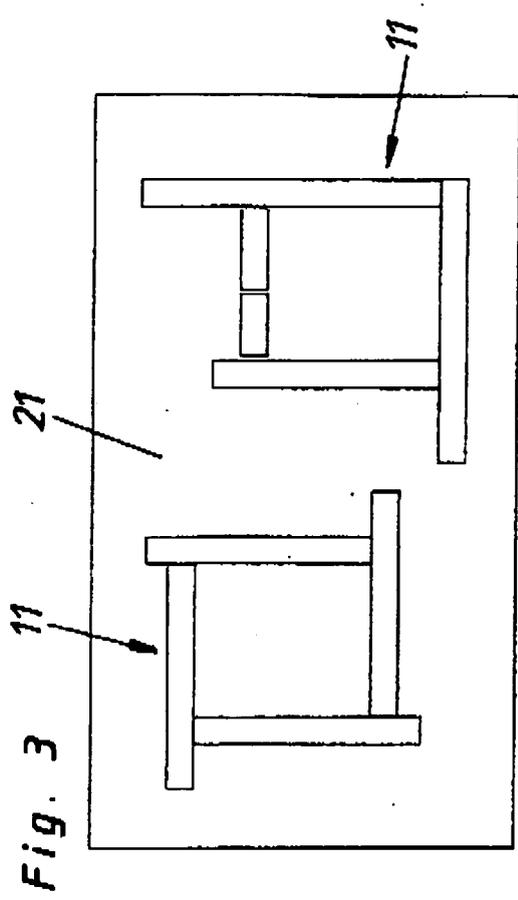
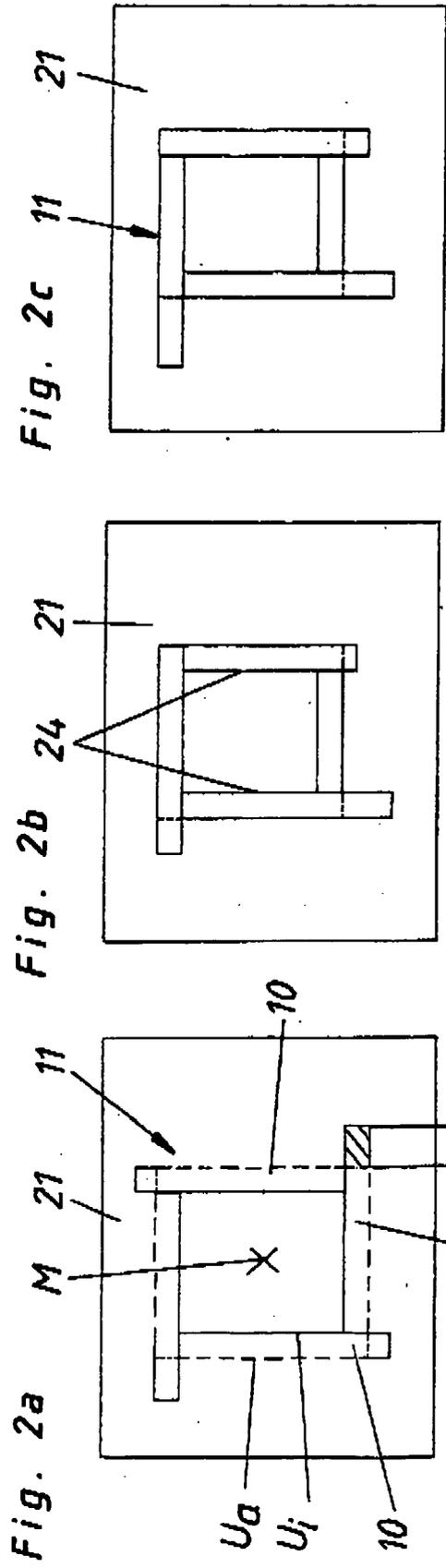




Fig. 5

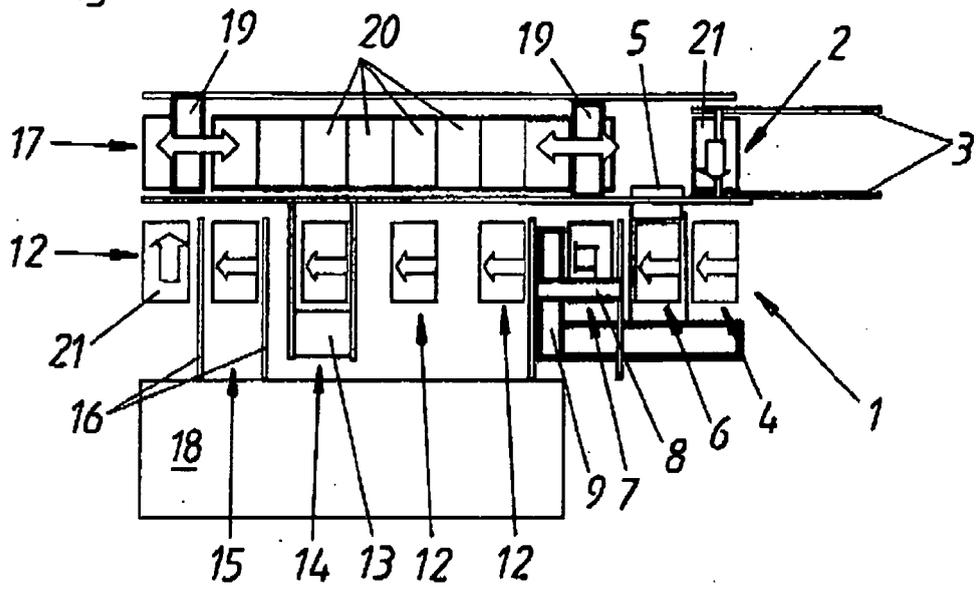


Fig. 6

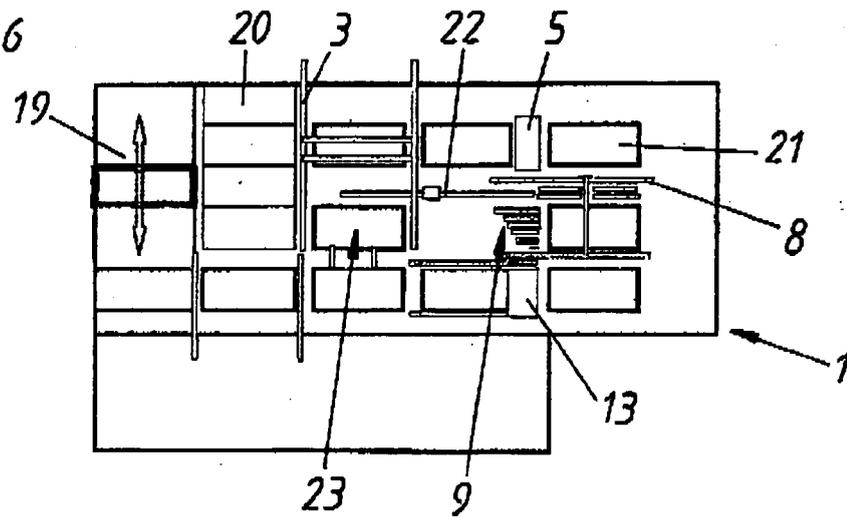


Fig. 7

