

(19)



(11)

**EP 2 397 296 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

**21.12.2011 Patentblatt 2011/51**

(51) Int Cl.:

**B28B 7/34 (2006.01)**

**B28B 7/38 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11170384.9**

(22) Anmeldetag: **17.06.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

**BA ME**

(30) Priorität: **17.06.2010 DE 102010030241**

(71) Anmelder: **BFS Betonfertigteilesysteme GmbH  
89143 Blaubeuren (DE)**

(72) Erfinder: **Müller, Klaus  
89143 Blaubeuren-Gerhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Feller, Frank  
Weickmann & Weickmann  
Postfach 860 820  
81635 München (DE)**

### (54) Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen

(57) Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform (24) zur Herstellung von Betonelementen (12) bereit, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Nega-

tivform (24) mit einem Behandlungsmedium (32) umfasst, wobei das Verfahren ferner einen Schritt des Verfestigens des Behandlungsmediums mittels Bestrahlung, insbesondere UV-Bestrahlung, umfasst.

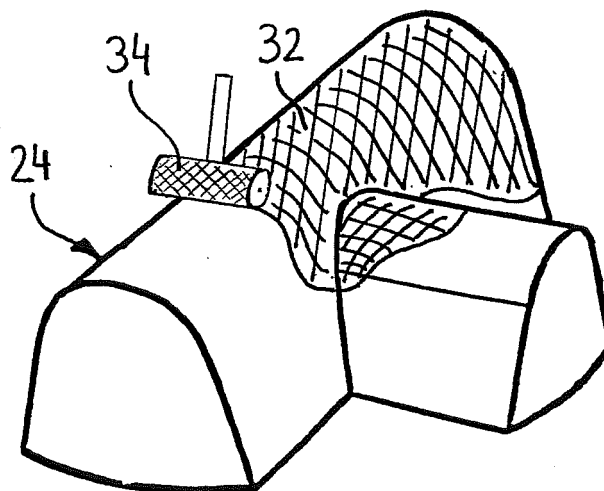


Fig. 3

**EP 2 397 296 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, ein Verfahren zur Herstellung solcher Betonelemente sowie eine Negativform für die Herstellung von solchen Betonelementen.

**[0002]** Betonelemente finden vielfältige Verwendung im Hoch- und Tiefbau sowie im Industriebereich. Als Beispiele seien Schachtelemente zur Herstellung eines Schachts, beispielsweise eines Schachts zur Wartung und Inspektion eines Kanalisationsabschnitts, oder Platten für Wand- und Deckenelemente von Gebäuden, einschließlich Treppen und Zierelementen, erwähnt.

**[0003]** Betonelemente werden zumeist im Gießverfahren hergestellt, indem flüssiger Beton in eine Negativform eingefüllt wird und anschließend ein aus dem gehärteten Beton erhaltener Betonformkörper von der Form getrennt (entschalt) wird. Um das Trennen zwischen dem Betonelement-Formkörper und der Form zu erleichtern, ist es bekannt, mit dem Beton in Kontakt tretende Teile der Oberfläche der Negativform mit einem Trennmittel aus Schalöl oder Schalwachs zu behandeln, welches eine Verbindung zwischen dem Material der Negativform und dem eingefüllten Beton verhindert. Die dabei eingesetzten Wachse erleichtern in der Praxis zwar das Entschalen der Formkörper, bei dem Bestreben, die Zykluszeit für die Herstellung von Betonelementen zu verkürzen, kommt es jedoch auch häufig zu Problemen des Anhaftens des noch nicht vollständig gehärteten Betons an Abschnitten der Negativform, was zu einer Beschädigung des Formkörpers oder unerwünschtem Zeitverlust beim Entschalen führen kann.

**[0004]** In jüngerer Zeit kommen Materialien wie etwa Styropor oder Holz verstärkt für die Herstellung von Negativformen für Betonelemente zum Einsatz, da sich diese Materialien besonders einfach spanabhebend bearbeiten lassen und somit leicht und insbesondere auch in einem automatisierten Fertigungsprozess die gewünschten Konturen gefertigt werden können. Beispielsweise können bei der Herstellung von Schachtbodenteilen schnell und kostengünstig verschiedene Negativformen für die Ausbildung verschiedener Gerinnestrukturen der Schachtbodenteile hergestellt werden. Styropor ist dabei als besonders kostengünstiges Material vorteilhaft für die Herstellung von häufig zu verändernden Negativformen bzw. für die Herstellung von Abschnitten von Negativformen, die nur für die Herstellung weniger Betonelemente oder eines einzigen Betonelements genutzt werden.

**[0005]** Der Einsatz herkömmlicher Trennmittel in Verbindung mit diesen Materialien führt zu dem zusätzlichen Problem, dass aufgrund der Oberflächeneigenschaften der Negativform eine Beeinträchtigung der Oberflächenqualität der hergestellten Betonelemente in Kauf genommen werden muss. Poröse bzw. saugfähige Oberflächen, beispielsweise bearbeitete Styropor- oder Holzoberflächen, erschweren zudem die Aufbringung

bekannter Trennmittel und erfordern eine etwa gegenüber Metallformen relativ hohe Menge an Trennmittel.

**[0006]** Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform für die Herstellung von Betonelementen anzugeben, welches das Entschalen eines Betonelement-Formkörpers aus der Negativform erleichtert, die Herstellung von Betonelementen hoher Oberflächenqualität ermöglicht und kosteneffektiv durchführbar ist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Betonelementen anzugeben, welches mit geringer Zykluszeit und kosteneffizient arbeitet und Betonelemente hoher Oberflächenqualität herstellen kann.

**[0007]** Nach einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium umfasst und wobei in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche ein Behandlungsmedium auf Silikonbasis auf die Oberfläche aufgetragen wird.

**[0008]** Wichtiges Merkmal des ersten Aspekts der Erfindung ist somit die Behandlung einer Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium auf Silikonbasis, d.h. einem Behandlungsmedium, welches Silikon als Bestandteil umfasst. In Versuchen der Erfinder hat sich gezeigt, dass ein solches Behandlungsmedium auf Silikonbasis einerseits die Funktion eines Trennmittels zur Verhinderung einer Verbindung zwischen Beton und der Negativform übernehmen kann und somit das Entschalen des Formkörpers aus der Negativform erleichtern kann und andererseits eine verbesserte Oberflächenqualität der mit der Negativform hergestellten Betonelemente erreichen kann. Die besonders vorteilhafte Doppelwirkung eines solches Behandlungsmediums wird darauf zurückgeführt, dass der Silikonbestandteil des Behandlungsmediums als Füllmittel für Poren oder kleinere Unregelmäßigkeiten der Oberfläche der Negativform wirkt und selbstnivellierend ist, so dass eine sehr glatte Oberfläche der Negativform und damit auch des hergestellten Betonelements erreicht werden kann. Gleichzeitig ist das silikonbasierte Behandlungsmedium selbsttrennend und geht weder mit Beton noch mit den üblicherweise für Negativformen verwendeten Materialien, insbesondere Styropor, eine zu feste Verbindung ein.

**[0009]** Besonders bevorzugt enthält das Behandlungsmedium der Erfindung Silikon als Hauptbestandteil. In einer solchen Variante der Erfindung wird der zusätzliche Effekt erzielt, dass das Behandlungsmedium auf der Oberfläche der Negativform ausreichend stabil ist oder zumindest teilweise aushärten kann, so dass beim Füllen der Negativform der flüssige Beton das Behandlungsmedium nicht wegspülen kann. Ist das Behandlungsmedium sogar im Wesentlichen vollständig aus einem Silikonwerkstoff gebildet, so wird aufgrund des hohen Eigenzusammenhalts der Silikonschicht zusätzlich

die Stabilität der Negativform erhöht, so dass auch kleinere Strukturen, z.B. beim Einfüllen des Betons, nicht abknicken oder zerdrückt werden. Eine aus Silikonwerkstoff gebildete Behandlungsmediumschicht kann außerdem zur Vereinfachung des Recyclingprozesses später besonders leicht wieder von der Negativform getrennt werden, beispielsweise als Haut von der Negativform abgezogen werden.

**[0010]** Als besonders geeignet für ein Behandlungsmedium auf Silikonbasis gemäß der Erfindung hat sich z.B. Silikonkautschuk, beispielsweise die unter der Bezeichnung "Eiastosil" (eingetragene Marke) von der Wacker Chemie AG vertriebenen Silikonkautschuke, erwiesen, da die mechanischen Eigenschaften, sowie die Temperaturbeständigkeit von Silikonkautschuken gut an die beim Betongussprozess herrschenden mechanischen Beanspruchungen und Temperaturgegebenheiten angepasst sind.

**[0011]** Um die Selbsttrennung des Behandlungsmediums auf Silikonbasis, d.h. die Eigenschaft des Behandlungsmediums als Trennmittel, weiter zu verbessern, kann in einer Ausführungsform der Erfindung dem Behandlungsmedium ein Öl, insbesondere ein Silikonöl oder/und ein Paraffinöl, beigelegt sein. Das Öl kann dann einen Gleitfilm zwischen dem Beton und der Negativform bilden, der das Entschalen eines Formkörpers weiter erleichtert. Kommt ein sich verfestigendes Behandlungsmedium zum Einsatz, so kann das dem Behandlungsmedium beigelegte Öl beim Verfestigen des Silikonbestandteils ausschwitzen, d.h. sich als separater Film zwischen dem Beton und dem verfestigten Teil des Behandlungsmediums ansammeln.

**[0012]** Nach einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium umfasst, wobei in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform ein Behandlungsmedium auf die Oberfläche aufgetragen wird, das eine Mischung aus einem Wachs und einem Verdickungsmittel umfasst.

**[0013]** Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung wird somit ein Behandlungsmedium auf Wachsbasis eingesetzt, wobei die Viskosität des Behandlungsmediums aufgrund der Beimischung des Verdickungsmittels deutlich größer ist als die Viskosität bekannter Trennmittel. Die Konsistenz herkömmlicher Trennmittel ermöglichte den schnellen und gleichmäßigen Auftrag der bekannten Trennmittel auf der Oberfläche der Negativform. In Versuchen der Erfinder wurde jedoch überraschend herausgefunden, dass durch Zugabe des Verdickungsmittels und damit Erhöhung der Viskosität des Behandlungsmediums Einfluss auf die Oberflächenqualität des letztendlich hergestellten Betonelements genommen werden kann, wobei das zähere Behandlungsmedium dennoch weiterhin relativ einfach aufgetragen werden kann, beispielsweise durch Aufstreichen, Aufrollen oder Aufsprü-

hen. Durch die Erhöhung der Viskosität des Behandlungsmediums kann darüberhinaus auch ein Ausschwemmen oder eine Beschädigung des Behandlungsmediums beim Einfüllen des Betons beim Befüllen der Negativform verhindert werden.

**[0014]** Verdickte, wachsbasierte Behandlungsmedien nach dem zweiten Aspekt der Erfindung können zusätzlich verfestigen gelassen werden oder verfestigt werden, um zu verhindern, dass beim Befüllen der Negativform der eingefüllte Beton das Behandlungsmedium ausschwemmt. Eine Verfestigung oder eine Beschleunigung des Verfestigens (Verkürzung der Verfestigungszeit) kann durch Zusatz eines Härtungskatalysators oder durch eine später noch zu beschreibende UV-Härtung erreicht werden.

**[0015]** Als besonders vorteilhafte Ausführungsvariante ist das Behandlungsmedium aus einer Mischung aus einem Wachs und einem Verdickungsmittel gebildet, wobei das Verdickungsmittel einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff, insbesondere Gips oder/und Zement oder/und Steinmehl, umfasst.

**[0016]** Durch die Steuerung des Mischungsverhältnisses zwischen Wachs und Feststoff kann die Viskosität des Behandlungsmediums in einfacher Weise beeinflusst werden und auf die Oberflächeneigenschaften der Negativform abgestimmt werden. Ferner kann durch Anpassung der mittleren Teilchengröße des zerkleinerten oder pulverisierten Feststoffs an die mittlere Größe von Poren oder Unebenheiten der Oberfläche der Negativform die Fähigkeit des Behandlungsmediums zur Nivellierung der Oberfläche der Negativform weiter optimiert werden.

**[0017]** Als Wachs kommen insbesondere synthetische, paraffinhaltige Wachse in Frage. Besonders gute Ergebnisse können mit Vaseline oder vaselineartigen Behandlungsmedien, insbesondere mit einer Mischung aus Vaseline und Steinmehl, erzielt werden.

**[0018]** Die Verwendung eines zerkleinerten oder pulverisierten Feststoffs zur Behandlung von Oberflächen von Negativformen ist aber auch unabhängig von einem Wachs, d.h. auch in der Mischung mit anderen Trägermaterialien oder gänzlich ohne Trägermaterial, vorteilhaft, so dass dafür nach einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung selbstständiger Schutz beansprucht wird. Nach dem dritten Aspekt der Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium umfasst, wobei in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform ein Behandlungsmedium auf die Oberfläche aufgetragen wird, welches einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff umfasst. Die Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff erzielt ebenfalls den Effekt einer signifikanten Verbesserung der Oberflächenglattheit und damit der Qualität der Oberfläche des gefertigten Formkörpers. Dies wird darauf zu-

rückgeführt, dass der zerkleinerte oder pulverisierte Feststoff, ebenso wie das Behandlungsmedium auf Silikon- oder auf Wachsbasis gemäß dem ersten bzw. zweiten Aspekt der Erfindung, als Füllmittel wirken kann, um Poren oder Unebenheiten an der Oberfläche der Negativform aufzufüllen und die Oberfläche somit zu nivellieren. Abhängig vom Material der Negativform und damit von der mittleren Größe der Poren bzw. Unebenheiten kann eine mittlere Korngröße des zerkleinerten oder pulverisierten Feststoffs, beispielsweise durch Einstellung eines bestimmten Mahlgrads, passend gewählt werden, um die Fülleigenschaften zu optimieren.

**[0019]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung des dritten Aspekts wird als Feststoff Gips oder/und Zement verwendet. Diese Materialien haben zum einen den Vorteil, dass sie als Standardbaustoffe leicht und kostengünstig beschaffbar sind, und zwar bereits mit einer Korngröße, welche gut an Poren und Unregelmäßigkeiten angepasst sind, die üblicherweise an den Oberflächen von für Negativformen verwendeten Materialien auftretenden. Der zweite Vorteil dieser Materialien liegt darin, dass diese Baustoffe bei der Herstellung von Betonteilen oder im Umfeld dieser Herstellung ohnehin angeschafft und recycelt werden müssen, so dass sich Synergien im Hinblick auf Logistik und Entsorgung ergeben.

**[0020]** Als weiteres vorteilhaftes Material für einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff wurde Steinmehl gefunden. Steinmehl kann ebenfalls kostengünstig mit angepasster Korngröße hergestellt und wieder recycelt werden und kann mit einem wachsbasierten oder silikonbasierten Behandlungsmedium gemischt auf die Negativform aufgetragen werden. Besonders hochwertige Oberflächen und gute Entschalungsergebnisse haben die Erfinder in Testversuchen mit Mischungen aus Steinmehl und Vaseline (wachartige Substanz aus Rückständen bei der Erdöldestillation, umfassend flüssigphasige und festphasige Paraffine) erzielt.

**[0021]** Die Erfindung nach dem dritten Aspekt ist vorteilhaft mit Merkmalen der Erfindung gemäß dem ersten Aspekt oder/und dem zweiten Aspekt kombinierbar. So wird insbesondere daran gedacht, einem Behandlungsmedium auf Wachsbasis oder einem Behandlungsmedium auf Silikonbasis einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff als Füllmittel zuzusetzen, um die Eigenschaften des Behandlungsmediums zur Nivellierung oder Glättung der Oberfläche der Negativform anzupassen bzw. zu verbessern.

**[0022]** Nach einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei die Negativform zumindest teilweise aus einem porösen, insbesondere geschäumten, Kunststoff (z.B. aus Styropor, EPS (Polystyrol), EPP (expandiertes Polypropylen) oder dergleichen) gebildet ist und wobei das Verfahren einen Schritt einer Oberflächenheizung eines aus dem Kunststoff gebildeten Oberflächenabschnitts der Negativform umfasst.

Nach einem wichtigen Merkmal der Erfindung des vierten Aspekts wird somit ein Oberflächenabschnitt der Negativform erhitzt. Es wurde festgestellt, dass dabei eine lokale Verflüssigung oder ein Anschmelzen des Kunststoffs an der Oberfläche erreicht werden kann und dass nach dem Erkalten und Verfestigen der vorübergehend verflüssigten Oberfläche eine im signifikanten Maße geglättete Oberfläche zurückbleibt, die eine dementsprechend verbesserte Oberflächenqualität des Beton-Formkörpers ermöglicht. Die Erhitzung des Oberflächenabschnitts, insbesondere auf eine Temperatur gleich oder größer als eine Verflüssigungstemperatur des Kunststoffs, kann Poren an der Oberfläche der Negativform verschließen und Unebenheiten nivellieren. Aber auch bei Temperaturen unterhalb einer Verflüssigungstemperatur des Kunststoffs wird ein Glättungseffekt der Oberfläche erzielt.

**[0023]** Zum Erhitzen des Oberflächenabschnitts der Negativform kann ein erhitztes Werkzeug verwendet werden, das in Kontakt mit dem Oberflächenabschnitt gebracht wird. In einer einfachen Ausführungsvariante wird beispielsweise ein Bügeleisen oder ein ähnliches Werkzeug mit einer erhitzten Platte oder Rolle verwendet, das sich insbesondere zur Nivellierung der Oberfläche von Strypor-Negativformen als besonders geeignet herausgestellt hat.

**[0024]** Die Merkmale des vierten Aspekts der Erfindung können vorteilhaft mit einem oder mehreren Merkmalen der Aspekte eins bis drei kombiniert werden, indem auf die gemäß dem vierten Aspekt geglättete Kunststoffoberfläche der Negativform ein erfindungsgemäßes Behandlungsmedium auf Silikonbasis oder auf Wachsbasis oder/und ein Behandlungsmedium umfassend einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff aufgetragen wird. Auf diese Weise kann die Oberflächenqualität noch weiter gesteigert werden.

**[0025]** Nach einem fünften Aspekt der Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium umfasst und wobei in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform ein Behandlungsmedium auf Epoxidharzbasis auf die Oberfläche aufgetragen wird. Das Epoxidharz, welches beispielsweise aufgesprüht, aufgestrichen oder aufgerollt werden kann, um eine gleichmäßige Verteilung über die Oberfläche zu erzielen, bildet nach dem Aushärten und Trocknen eine harte und abriebfeste Oberfläche. Damit kann die Negativform so fixiert werden, dass sie ohne Beschädigung nach dem Entschalen wiederverwendet werden kann. Dieser Vorteil kommt besonders dann zum Tragen, wenn die Negativform bzw. ein Teil davon aus einem leicht bearbeitbaren, jedoch mechanisch weniger stabilen Material (z.B. Styropor, EPS oder EPP) gebildet ist. Die Erfindung nach dem fünften Aspekt ermöglicht dann einerseits die kostengünstige und einfache Herstellung der Negativform und andererseits eine hohe me-

chanische Stabilität und damit Wiederverwendbarkeit der Negativform.

**[0026]** In den Verfahren der Aspekte eins bis fünf, insbesondere bei der Verwendung eines Epoxidharz-Behandlungsmediums gemäß dem fünften Aspekt, kann zusätzlich zu dem jeweiligen Behandlungsmedium ein weiteres Behandlungsmedium auf die Oberfläche der Negativform aufgetragen werden, wobei das weitere Behandlungsmedium ein betonabweisendes Trennmittel umfasst. Durch das zusätzliche Trennmittel kann der Vorgang des Entschalens des Beton-Formkörpers weiter erleichtert und beschleunigt werden.

**[0027]** Es wurde bereits angesprochen, dass die Vorteile der vorliegenden Erfindung gemäß dem ersten bis fünften Aspekt besonders dann zum Tragen kommen, wenn die Negativform zumindest teilweise aus einem porösen oder/und einem saugfähigen Material, insbesondere aus einem geschäumten Kunststoff (z.B. Styropor, Polystyrol, Polypropylen), aus Holz oder aus einem sandhaltigen Material, gebildet ist. Diese Materialien weisen den Vorteil auf, dass sie sich mit spanabhebenden Bearbeitungsverfahren besonders einfach und kostengünstig bearbeiten lassen und auf diese Weise auch kompliziertere Konturen, beispielsweise für die Herstellung von Gerinnestrukturen in Schachtbodenteilen, problemlos möglich sind. Im Stand der Technik war die Verwendung solcher Materialien jedoch mit dem Nachteil einer reduzierten Oberflächenqualität insbesondere in den spanabhebend bearbeiteten Oberflächenabschnitten der Negativform verbunden und führte außerdem zu Stabilitätsproblemen (beispielsweise bei Styropor). Durch die Wirkung der erfindungsgemäßen Behandlungsmedien als Füllstoff bzw. als Oberflächenstabilisator, oder durch die Glättung der Oberfläche mittels lokaler Erwärmung kann nun auch bei Verwendung der besagten Materialien eine zufriedenstellende Oberflächenqualität und Stabilität der Negativform gewährleistet werden.

**[0028]** In den Verfahren des ersten bis fünften Aspekts der Erfindung ist das verwendete Behandlungsmedium ferner vorzugsweise ein ausschwitzendes Medium. Ausschwitzende Medien haben die Eigenschaft, dass sie eine Flüssigkeit austreten lassen, selbst wenn sich ein anderer Teil des Behandlungsmediums in zähflüssiger oder fester Phase befindet. Die austretende Flüssigkeit kann dann einen Flüssigkeitsfilm an einer Oberfläche des Behandlungsmediums bilden, der ein Entschalen des Formkörpers erleichtert. Besonders bevorzugt sondern ausschwitzende Behandlungsmedien eine mit Beton keine Verbindung eingehende Flüssigkeit ab, beispielsweise ein Öl.

**[0029]** Wie bereits erwähnt, können die erfindungsgemäßen Behandlungsmedien auf Silikonbasis oder auf Wachsbasis in bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung zusätzlich nach dem Auftragen auf die Oberfläche der Negativform verfestigt werden. Damit wird einerseits verhindert, dass das Behandlungsmedium beim Einfüllen des Betons ausgeschwemmt wird, und andererseits kann das verfestigte Behandlungsmedium eine

Stabilisierung der Negativform bewirken.

**[0030]** Nach dem sechsten Aspekt der Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform mit einem Behandlungsmedium umfasst und wobei das Verfahren ferner einen Schritt des Verfestigens des Behandlungsmediums mittels Bestrahlung, insbesondere UV-Bestrahlung (Bestrahlung mit Licht, welches Wellenlängen im ultravioletten Bereich aufweist) umfasst. Eine solche Verfestigung des Behandlungsmediums durch Bestrahlung, insbesondere UV-Härtung, ermöglicht eine Beschleunigung der Verfestigung und somit eine Verkürzung der Zykluszeit bei der Herstellung der Negativformen, so dass das Verfahren effizienter ablaufen kann. Zudem kann das Behandlungsmedium während des Auftragens noch eine relativ geringe Viskosität aufweisen, um ein schnelles und einfaches Auftragen zu ermöglichen, wobei dennoch anschließend eine zuverlässige Verfestigung des Behandlungsmediums erreicht werden kann, sodass ein Ausschwemmen des Behandlungsmediums beim Einfüllen des Betons verhindert und eine Stabilisierung der Negativform ermöglicht wird.

**[0031]** Wenn dem Behandlungsmedium ein UV-härtendes Mittel beigelegt ist oder wird, kann die Verfestigung sehr gezielt erfolgen, so dass sich durch die Bestrahlung mit UV-Licht einer UV-Lichterzeugungseinrichtung in kurzer Zeit ein gut dosierbarer und definierbarer Verfestigungsgrad des Behandlungsmediums erreichen lässt.

**[0032]** Die Bestrahlung, insbesondere die UV-Bestrahlung, erfolgt vorzugsweise durch eine Vorrichtung zur künstlichen Erzeugung von Strahlung, insbesondere durch eine UV-Lichtvorrichtung. Prinzipiell könnte jedoch, insbesondere bei Verwendung eines UV-härtenden Mittels im Behandlungsmedium, auch eine natürlich Strahlungsquelle (z.B. Sonnenlicht) für die Bestrahlung verwendet werden.

**[0033]** Alternativ oder zusätzlich kann dem Behandlungsmedium zur Beschleunigung der Verfestigung ein Härtungskatalysator, z.B. ein Radikalinitiator, zugesetzt sein oder werden, welcher die Verfestigung beschleunigt.

**[0034]** Die vorstehend im Zusammenhang mit den Aspekten 1 bis 6 der vorliegenden Erfindung beschriebenen Behandlungsmedien werden an sich in ihrer Eignung und Verwendung zur Behandlung von Negativformen für die Herstellung von Betonelementen als vorteilhaft angesehen, so dass für die beschriebenen Behandlungsmedien jeweils unabhängiger Schutz beansprucht wird. Die Erfindung betrifft somit auch ein Behandlungsmedium der genannten Art, z.B. ein Behandlungsmedium für die Behandlung einer Oberfläche einer Negativform für die Herstellung von Betonelementen, wobei das Behandlungsmedium ein durch Bestrahlung, insbesondere UV-Bestrahlung, verfestigbares Medium ist. Vorzugsweise umfasst das Behandlungsmedium der Erfin-

dung ein UV-härtendes Mittel.

**[0035]** Nach einem siebten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Erfindungsaufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Betonelementen, wobei das Verfahren die Schritte umfasst: Bereitstellen einer Negativform durch ein Verfahren nach einem der vorstehend beschriebenen Aspekte eins bis sechs der vorliegenden Erfindung, Einfüllen von Beton in die Negativform und Trennen eines aus dem Beton erhaltenen Betonelement-Formkörpers von der Form. In einem solchen Verfahren können Betonelement-Formkörper mit hoher Oberflächenqualität mit kosteneffizienten Verfahrensschritten hergestellt werden. Im Übrigen ergeben sich für das Verfahren des siebten Aspekts die vorstehend im Zusammenhang mit den Ausführungsformen der Aspekte eins bis sechs jeweils beschriebenen Effekte und Vorteile, in Abhängigkeit von der Wahl des Verfahrens zur Herstellung der Negativform.

**[0036]** Nach einem achten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Negativform bereit, welche gemäß einem Verfahren nach einem oder mehreren der Aspekte eins bis sechs hergestellt wurde. Eine solche Negativform, für die selbstständiger Schutz beansprucht wird, ist einfach und kostengünstig herstellbar, erzeugt Beton-Formkörper mit guter Oberflächenqualität und ermöglicht ein leichtes Entschalen der Beton-Formkörper.

**[0037]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Querschnittsansicht einer Formkonstruktion gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Figur 2 eine perspektivische Ansicht einer Negativform für die in Figur 1 gezeigte Formkonstruktion während eines ersten Schritts eines Verfahrens zur Herstellung der Negativform gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Figur 3 eine Ansicht gemäß Figur 2 jedoch für einen zweiten Schritt des Herstellungsverfahrens des Ausführungsbeispiels und
- Figur 4 eine Ansicht entsprechend Figur 2, jedoch für einen dritten Schritt des Herstellungsverfahrens des Ausführungsbeispiels.

**[0038]** Unter Bezugnahme auf Figuren 1 bis 4 werden nachfolgend Ausführungsbeispiele für ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorliegenden Erfindung erläutert, in welchen Schachtbodenteile als Beispiel für ein Betonelement hergestellt werden. Eine in Figur 1 gezeigte Formkonstruktion 10 zur Herstellung von Schachtbodenteilen 12 aus Beton im Gießverfahren umfasst einen Formmantel 14, eine innere Negativform 16 und Aussparkerne 18, welche zur Bildung der Ein- und Auslässe des Schacht-

bodenteils zwischen der inneren Form 16 und dem Formmantel 14 anzuordnen sind. Ein Schachtbodenteil 12 wird in dem Hohlraum geformt, der zwischen dem Formmantel 14 und der inneren Negativform 16 bzw. den Aussparkerne 18 gebildet ist.

**[0039]** Der Formmantel 14 kann eine zylinderförmige Wandung 18 umfassen und auf einer Grundplatte 20 stehen, auf welcher auch die innere Negativform 16 steht. Die innere Negativform 16 kann aus einem auf der Grundplatte 20 stehenden Formkern 22 und einem auf dem Formkern 22 aufgesetzten Gerinneformabschnitt 24 zusammengesetzt sein, wobei der Formkern 22 eine Innenwandung, insbesondere zylindrische Innenwandung, des Schachtbodenteils 12 formen kann und der Gerinneformabschnitt 24 einen Bodenabschnitt einschließlich einer Gerinnestruktur zur Verbindung der Ein- und Auslässe des Schachtbodenteils 12 formen kann.

**[0040]** Bei der Herstellung von Schachtbodenteilen besteht oft der Bedarf, verschiedene Typen von Schachtbodenteilen herzustellen, welche im Wesentlichen gleiche Außenabmessungen und gleichen Schachtdurchmessern aufweisen, jedoch andere Gerinnestrukturen haben, die sich in der Anzahl der Ein- bzw. Auslässe und in der Art der Verknüpfungen der Ein- und Auslässe durch entsprechende Gerinnestrukturen voneinander unterscheiden. Es wird daher bevorzugt das Konzept verfolgt, den Formmantel 14 und den Formkern 22 der inneren Negativform 16 als wiederverwendbare Bestandteile der Formkonstruktion 10 beispielsweise aus Stahl herzustellen und die Aussparkerne 18 sowie den Gerinneformabschnitt 24 aus leicht maschinell zu bearbeitenden und kostengünstigen Materialien zu fertigen, da diese Teile individuell an die gewünschte Gerinnestruktur anzupassen sind und häufig nur einmal verwendet werden. Als Materialien für den Gerinneformabschnitt 24 bzw. die Aussparkerne 18 kommt z.B. Styropor in Frage.

**[0041]** Unter Bezugnahme auf Figuren 2 bis 4 wird nachfolgend ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zur Herstellung einer Negativform zur Herstellung von Schachtelementen aus Beton erläutert, bei welchem der Gerinneformabschnitt 24 der in Figur 1 dargestellten Formkonstruktion 10 als Beispiel für eine Negativform gefertigt wird.

**[0042]** Der Gerinneformabschnitt 24 des Ausführungsbeispiels ist aus einem in etwa zylinderblockförmigen Styropor-Rohkörper (nicht dargestellt) durch eine formgebende Materialbearbeitung hergestellt. Der Styropor-Rohkörper kann z.B. in einer entsprechenden Form gegossen oder geschäumt werden. In dem in Figur 2 gezeigten Bearbeitungsschritt wird die Außenkontur des Gerinneformabschnitts 24 entsprechend einer später zu gießenden Gerinnestruktur hergestellt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird aus dem Rohkörper integral ein Hauptgerinneabschnitt 28 des Gerinneformabschnitts 24 zur Bildung eines Hauptgerinneasts des späteren Schachtbodenteils und ein Nebengerinneabschnitt 30 zur Formung eines Nebengerinneasts des späteren Schachtbodenteils herausgearbeitet.

**[0043]** Die Bearbeitung des Gerinneformabschnitts 24 auf die gewünschte Sollgeometrie kann mittels eines Fräswerkzeugs 26 erfolgen. Das Fräswerkzeug 26 kann von Hand geführt werden oder Teil einer automatischen oder halbautomatischen Fräseinrichtung sein. Besonders bevorzugt kommt eine vollständig computergestützte Fertigung der Außenkontur des Gerinneformabschnitts 24 in Betracht, bei welcher die gewünschte Gerinnestruktur in einem Produktkonfigurator als virtuelles Modell erstellt wird, beispielsweise mittels eines CAD-CAM Systems, und die Daten des Modells anschließend an eine Steuereinrichtung für das Fräswerkzeug 26 übergeben werden, welches das Fräswerkzeug 26 dann, beispielsweise mittels eines Roboterarms, zur formgebenden Bearbeitung ansteuert und den Gerinneformabschnitt 24 entsprechend dem im Computer erstellten Modell fräst.

**[0044]** In einem weiteren Schritt des Verfahrens des Ausführungsbeispiels, welcher in Figur 3 illustriert ist, wird ein Behandlungsmedium 32 auf die Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 aufgetragen. Im Ausführungsbeispiel wird ein Behandlungsmedium auf Silikonbasis aufgetragen, welchem ein Öl, insbesondere ein Silikonöl oder/und ein Paraffinöl, sowie ein UV-härtendes Mittel beigelegt sind. Das Auftragen des Behandlungsmediums sowie das Verteilen des Behandlungsmediums über die Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 kann durch eine Rolle 34 erfolgen, welche sowohl für flüssige, als auch für pastöse Behandlungsmedien geeignet ist. Alternativ kann ein Streichwerkzeug zum Auftragen bzw. Verteilen des Behandlungsmediums verwendet werden. Als sehr schnelle und effiziente Variante hat sich ferner das Aufsprühen des Behandlungsmediums erwiesen, wodurch zudem eine gute Gleichverteilung des Behandlungsmediums über die Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 erreicht wird. Vorzugsweise wird im Wesentlichen die gesamte mit Beton in Kontakt gelangende Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 mit dem Behandlungsmedium 32 benetzt, besonders bevorzugt gleichmäßig benetzt.

**[0045]** In einem weiteren Schritt des Verfahrens, welcher unter Bezugnahme auf Figur 4 erläutert wird, härtet oder verfestigt sich das Behandlungsmedium 32 auf der Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24. Im Ausführungsbeispiel wird die Härtung durch Einwirkung von UV-Licht unterstützt bzw. beschleunigt. Dazu wird eine UV-Lichtanordnung 36 in die Nähe des Gerinneformabschnitts 24 gebracht und auf die das Behandlungsmedium 32 tragende Oberfläche gerichtet. Die Abstrahlcharakteristik der UV-Lichtanordnung 36 kann zur Bestrahlung der im Wesentlichen gesamten Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 eingerichtet sein. Alternativ wird daran gedacht, die UV-Lichtanordnung 36 manuell oder automatisiert um den Gerinneformabschnitt 24 herum zu bewegen, um das Behandlungsmedium 32 allseitig zu bestrahlen. Nach Erreichen der gewünschten Härtung des Behandlungsmediums 32 kann die UV-Lichtanordnung 36 abgeschaltet werden.

**[0046]** In einem weiteren Schritt des Verfahrens, wel-

cher dem Schritt des Härtens (Figur 4) und dem Schritt des Auftragens von Behandlungsmedium (Figur 3) nachfolgt, jedoch alternativ auch vor diesen beiden Schritten oder zwischen diesen beiden Schritten stattfinden könnte, wird der Gerinneformabschnitt 24 auf dem Formkern 22 angeordnet. Eine Arretierung zwischen Gerinneformabschnitt 24 und Formkern 22 (im Ausführungsbeispiel mittels Schrauben und Schraubbuchsen 38) kann ein Verrutschen des Gerinneformabschnitts 24 beim Einfüllen des Betons verhindern. Weiterhin können ein oder mehrere Aussparkerne 18 an den Gerinneformabschnitt 24 angefügt und geeignet arretiert werden.

**[0047]** Ist die Formkonstruktion 10 fertig aufgebaut, so kann in einem weiteren Verfahrensschritt flüssiger Beton in die offene Oberseite des Formmantels 14 eingefüllt werden, der sich in dem Zwischenraum zwischen Formmantel 14, innerer Negativform 16 und den Aussparkerne 18 verteilt. Zusätzlich kann ein aus dem Behandlungsmedium ausschwitzendes Öl einen Ölfilm zwischen dem Gerinneformabschnitt 24 und dem eingefüllten Beton bilden.

**[0048]** Der Beton verbleibt in der Formkonstruktion 10 bis zum Erreichen eines vorbestimmten Härtegrads des Betons, der ein Entschalen des Schachtbodenteils 12 erlaubt, beispielsweise bis zum Ablauf einer vorbestimmten Härtungszeit. Anschließend wird zum Entschalen des Schachtbodenteils 12 zum Beispiel die Formkonstruktion 10 geöffnet.

**[0049]** Anschließend werden die Aussparkerne 18 sowie die innere Negativform 16, einschließlich dem Gerinneformabschnitt 24, entnommen. Durch Beschichtung des Gerinneformabschnitts 24 mit dem erfindungsgemäßen Behandlungsmedium wird ein Entschalen des Gerinneformabschnitts 24 erleichtert. Bei Zugabe eines Öls zu dem Behandlungsmedium kann der entstehende Ölfilm als Trennmittel wirksam werden und das Entschalen noch leichter machen. Ferner können auch andere Teile der Formkonstruktion 10, insbesondere die Innenwandung des Formmantels 14 sowie die Außenwandung des Formkerns 22, vor dem Einfüllen des Betons mit einem Trennmittel oder auch mit einem erfindungsgemäßen Behandlungsmedium behandelt werden, um das Entschalen zu vereinfachen. Anzumerken ist insbesondere, dass auch die Aussparkerne 18, welche vorzugsweise ebenfalls aus Styropor gefertigt sind, ebenfalls in der vorstehend erläuterten Weise mit einem erfindungsgemäßen Behandlungsmedium beschichtet werden sollten, um die Vorteile einer verbesserten Oberfläche und eines leichteren Entschalens auch für die Aussparkerne 18 zu nutzen.

**[0050]** Das nach dem Entschalen erhaltene Schachtbodenteil 12 gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist an den mit Behandlungsmedium 32 in Kontakt gelangten Flächenabschnitten eine sehr gute Oberflächenqualität auf, da das Behandlungsmedium 32 etwaige Oberflächenunebenheiten und Poren der Formkonstruktion 10 nivelliert hat. Wenn alle aus Styropor gebildeten Flächenabschnitte der Formkonstruktion 10 mit

dem Behandlungsmedium beschichtet werden und andere Oberflächen der Formkonstruktion 10, beispielsweise die Innenwandung des Formmantels 14, aus einem Material mit hoher Oberflächenqualität, beispielsweise aus Metall, gefertigt sind, so sind alle Oberflächenabschnitte des Schachtbodenteils 12 von hoher Qualität und das Schachtbodenteil 12 kann insgesamt sehr leicht entschalt werden, da es an keinem Element der Formkonstruktion 10 haften bleibt. Das Verfahren des Ausführungsbeispiels erzielt somit eine Steigerung von Qualität und Effizienz.

**[0051]** Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann im Rahmen der Ansprüche vielfältig ausgestaltet werden. Eine ebenfalls besonders wirksame Variante des Ausführungsbeispiels verwendet ein wachsbasiertes Behandlungsmedium 32, insbesondere eine Vasilin, welcher ein Steinmehl als Füllstoff zugesetzt sein kann. Ein solches Behandlungsmedium 32 kann selbsthärtend sein, d.h. ohne UV-Licht oder andere zusätzlichen technischen Mittel zumindest soweit härten, dass es beim Einfüllen des Betons in die Formkonstruktion 10 nicht ausgeschwemmt wird.

**[0052]** In einem anderen Ausführungsbeispiel kann als Behandlungsmedium 32 ein Gemisch aus einem Wachs und einem Verdickungsmittel, insbesondere auch ohne zusätzliche Härtung, verwendet werden, wobei ein solches Behandlungsmedium mit erhöhter Viskosität einerseits noch gut auf die Oberfläche aufgetragen und dort verteilt werden kann, und andererseits ein Ausschwemmen beim Einfüllen des Betons verhindert werden kann.

**[0053]** Als Behandlungsmedium 32 kann ferner auch ein zerkleinerter oder pulverisierter Feststoff, insbesondere Gips oder/und Zement oder/und Steinmehl zum Einsatz kommen. Verfahrenstechnisch besonders vorteilhaft kann beispielsweise Zement von der Herstellung der Betonmischung abgezweigt und zur Behandlung der Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 verwendet werden, um die Oberflächenqualität des Gerinneformabschnitts 24 zu verbessern.

**[0054]** In dem unter Bezugnahme auf Figur 3 beschriebenen Verfahrensschritt könnte anstelle des Auftragens von Behandlungsmedium 32 mittels der Rolle 34 oder vor dem Auftragen von Behandlungsmedium 32 die Styroporoberfläche des Gerinneformabschnitts 24 mittels eines erhitzten Werkzeugs, insbesondere einer Bügeleisen-artigen Wärmeplatte oder Wärmerolle geglättet werden. Dabei schmilzt das Styropor im Oberflächenbereich leicht an, so dass Unebenheiten nivelliert werden und Poren geschlossen werden.

**[0055]** In einer weiteren Variante könnte anstelle des Behandlungsmediums 32 oder unter dem Behandlungsmedium 32 eine Schicht eines Behandlungsmediums auf Epoxidharzbasis auf die Oberfläche des Gerinneformabschnitts 24 aufgetragen werden. Nach dem Härten der Epoxidharzschicht entsteht nicht nur eine glatte Oberfläche sondern der Gerinneformabschnitt 24 wird zusätzlich fixiert und mechanisch stabilisiert, so dass er insbeson-

dere für die Wiederverwendung geeignet ist. Auf die Epoxidharzschicht kann zum Erleichtern des Entschalens ein an sich gekanntes, Beton abweisendes Trennmittel oder ein Behandlungsmedium der erfindungsgemäßen Art aufgetragen werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Negativform (24) zur Herstellung von Betonelementen (12), wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform (24) mit einem Behandlungsmedium (32) umfasst,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ferner einen Schritt des Verfestigens des Behandlungsmediums mittels Bestrahlung, insbesondere UV-Bestrahlung, umfasst.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Behandlungsmedium (32) ein UV-härtendes Mittel beigelegt ist.
3. Verfahren, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Herstellung einer Negativform (24) zur Herstellung von Betonelementen (12), wobei das Verfahren einen Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform (24) mit einem Behandlungsmedium (32) umfasst,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche ein Behandlungsmedium (32) auf Silikonbasis auf die Oberfläche aufgetragen wird, welchem vorzugsweise zusätzlich ein Öl, insbesondere ein Silikonöl oder/und ein Paraffinöl, beigelegt ist.
4. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform (24) ein Behandlungsmedium (32) auf die Oberfläche aufgetragen wird, das eine Mischung aus einem Wachs und einem Verdickungsmittel umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdickungsmittel einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff, insbesondere Gips oder/und Zement oder/und Steinmehl, umfasst.
6. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform (24) ein Behandlungsmedium (32) auf die Oberfläche aufgetragen wird, welches einen zerkleinerten oder pulverisierten Feststoff, insbesondere Gips oder/und Zement oder/und Steinmehl,



umfasst.

7. Verfahren, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zur Herstellung einer Negativform (24) zur Herstellung von Betonelementen (12), wobei die Negativform (24) zumindest teilweise aus einem porösen, insbesondere geschäumten, Kunststoff gebildet ist  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Schritt einer Oberflächenerhitzung eines aus dem Kunststoff gebildeten Oberflächenabschnitts der Negativform (24), vorzugsweise durch Kontaktieren des Oberflächenabschnitts mit einem erhitzten Werkzeug, umfasst.
 

5  
10  
15
8. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Schritt der Behandlung der Oberfläche der Negativform (24) ein Behandlungsmedium (32) auf Epoxidharzbasis auf die Oberfläche aufgetragen wird.
 

20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Negativform (24) zumindest teilweise aus einem porösen oder/und einem saugfähigen Material, insbesondere aus einem geschäumten Kunststoff, aus Holz oder aus einem sandhaltigen Material gebildet ist.
 

25  
30
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Behandlungsmedium (32) ein ausschwitzendes Medium ist.
 

35
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner **gekennzeichnet, durch** einen Schritt des Verfestigens des Behandlungsmediums (32) nach dem Auftragen auf die Oberfläche der Negativform (24).
 

40
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Behandlungsmedium ein Härtungskatalysator beigelegt ist.
 

45
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Negativform (24) einen Gerinneformabschnitt entsprechend einer zu formenden Gerinnestruktur eines Schachtbodenelements (12) aufweist.
 

50
14. Verfahren zur Herstellung von Betonelementen (12), wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
 

55

  - Bereitstellen einer Negativform (24) durch ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
  - Einfüllen von Beton in die Negativform (24),
  - Trennen eines aus dem Beton erhaltenen Be-

tonelement-Formkörpers von der Form.

15. Behandlungsmedium zur Behandlung einer Oberfläche einer Negativform zur Herstellung von Betonelementen in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere mittels Bestrahlung verfestigbares Behandlungsmedium.

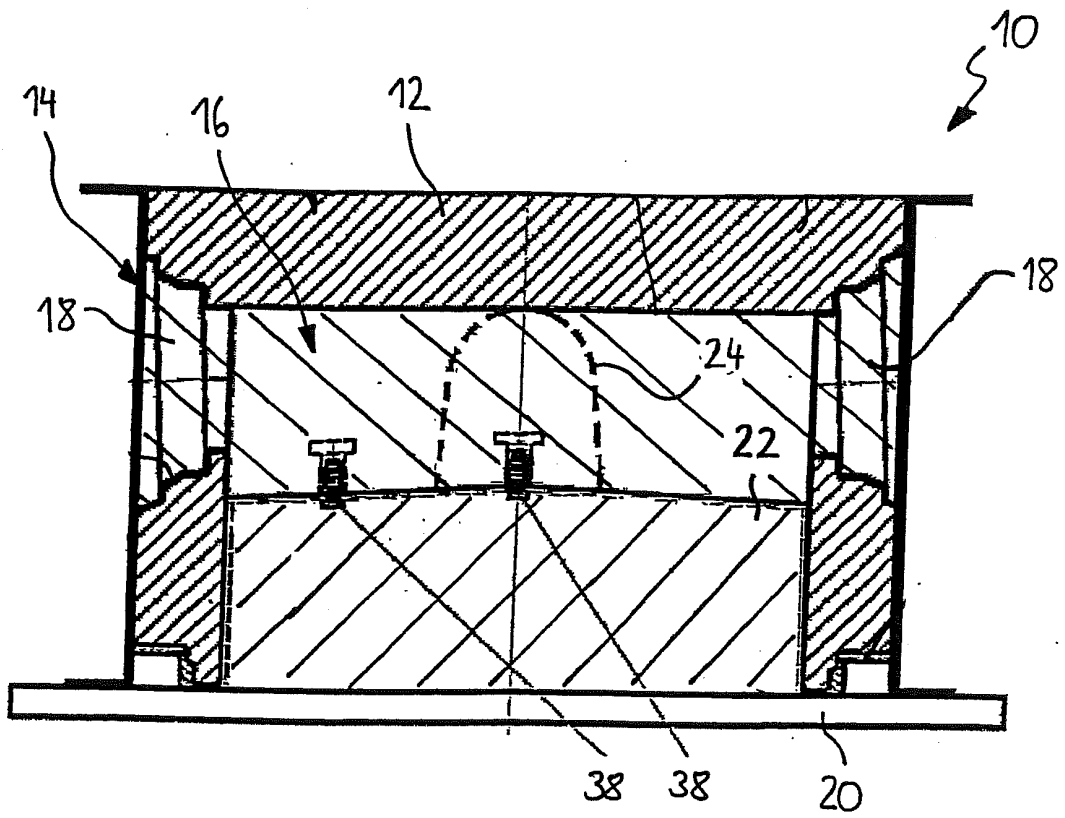


Fig. 1

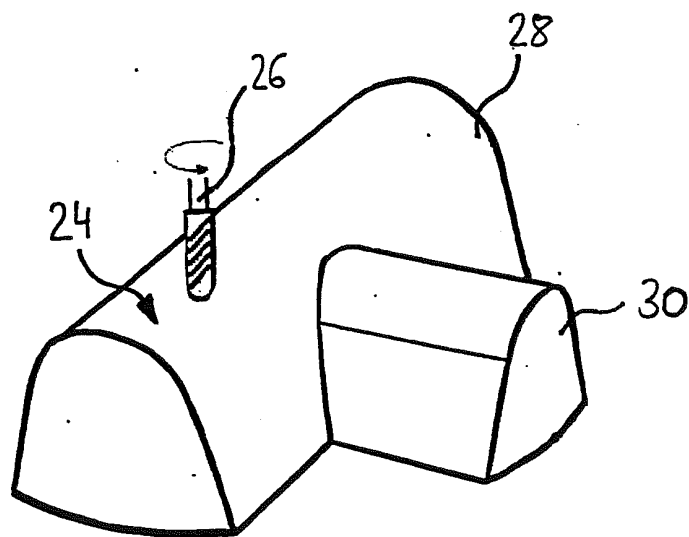


Fig. 2

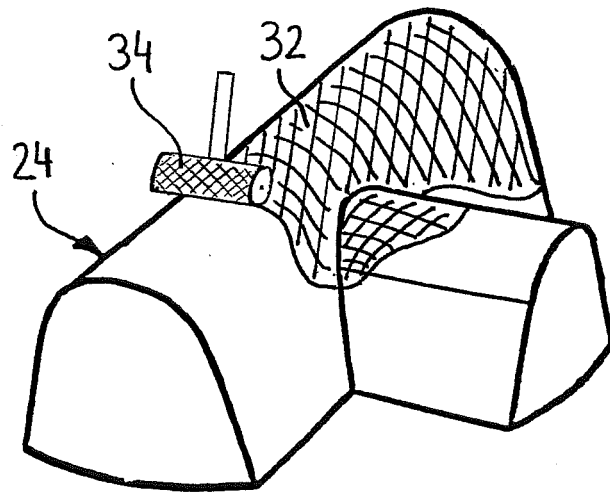


Fig. 3

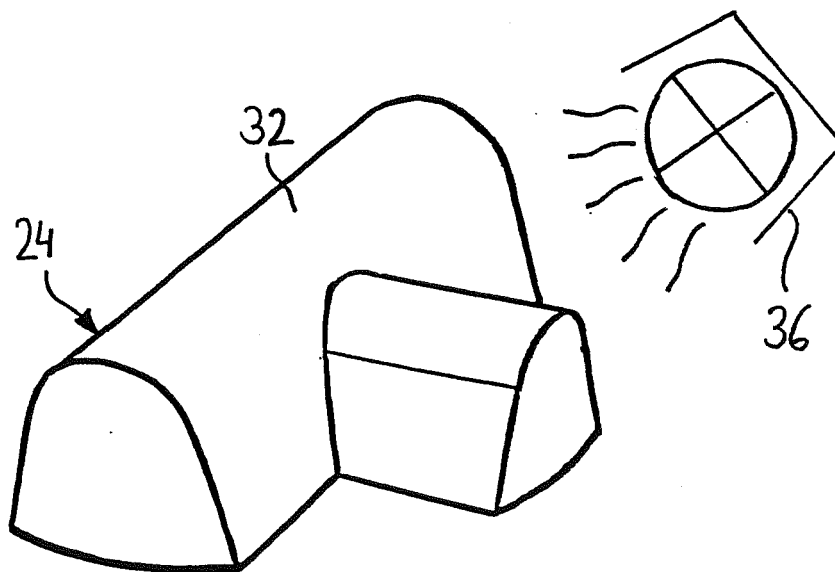


Fig. 4