



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.07.2026 Patentblatt 2026/28

(21) Anmeldenummer: **25225126.9**

(22) Anmeldetag: **18.12.2025**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B28B 7/30 (2006.01) B28B 7/34 (2006.01)
B28B 7/10 (2006.01) B28B 7/42 (2006.01)
B28B 21/88 (2006.01) B28B 7/16 (2006.01)
B28B 7/22 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B28B 7/22; B28B 7/10; B28B 7/16; B28B 7/30;
B28B 7/348; B28B 7/42; B28B 21/88

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH LA MA MD TN

(30) Priorität: **06.01.2025 DE 102025100163**

(71) Anmelder: **CasaPor Deutschland GmbH**
48599 Gronau (DE)

(72) Erfinder: **Heming, Bernhard**
48599 Gronau (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Olbricht Buchhold**
Keulertz
Partnerschaft mbB
Prinzipalmarkt 45/46
48143 Münster (DE)

(54) **SCHALUNGSKERN, SCHALUNGSVORRICHTUNG HIERMIT UND HERSTELLUNGSVERFAHREN EINES HOHLKÖRPERS**

(57) Bei einem Schalungskern (1) zur Herstellung eines Hohlkörpers (2) aus einer Gießmasse (B), wobei der Hohlkörper zumindest eine Entnahmeöffnung (20) aufweist, umfassend eine als Innenschalung (10) bezeichnete, innere Schalwand, und eine die Innenschalung stützende Stützstruktur (15), wobei die Innenschalung kontrahierbar ausgebildet ist, derart, dass der Schalungskern in einer Entnahmekonfiguration einen kleineren Querschnitt aufweist als in einer Schalungskonfiguration, wird vorgeschlagen, dass die Innenschalung im Wesentlichen einen thermoplastischen Kunststoff aufweist und dazu eingerichtet ist, dass eine in der Innenschalung wirksame Temperaturverringerung die Kontraktion (140) der Innenschalung veranlasst, derart, dass der Schalungskern in der Entnahmekonfiguration durch die Entnahmeöffnung (20) aus dem Hohlkörper zerstörungsfrei entnehmbar ist. Weiterhin wird eine Schalungsvorrichtung mit Schalungskern und ein Verfahren (100) zur Herstellung eines Hohlkörpers aus einer Gießmasse vorgestellt.

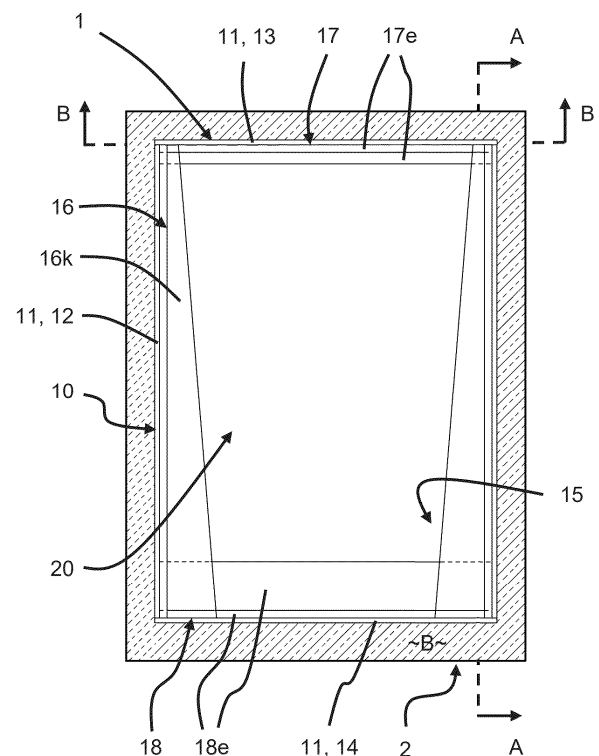


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schalungskern zur Herstellung eines Hohlkörpers aus einer Gießmasse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bevorzugt kann die Erfindung im Zusammenhang mit Betonwerkstoffen zur Anwendung gelangen, so dass nachfolgend insbesondere auf das Beispiel der Betonwerkstoffverarbeitung eingegangen wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf den Werkstoff Beton beschränkt, sondern ist gleichermaßen anwendbar für weitere härtbare Gießmassen.

[0003] Eine Gießmasse ist vorliegend definiert als ein ursprünglich fließfähiger, formloser Werkstoff, welcher durch Aushärtung eine endgültige, geometrische Form erlangt, beispielsweise Betonwerkstoffe, Kunststoffe oder dergleichen. Aushärten im Kontext der vorliegenden Erfindung umfasst den Phasenübergang von einer fließfähigen Gießmasse zu einem festen Formkörper und wird gleichbedeutend verwendet für Begriffe wie Erstarren, (Ver-)festigen, Abbinden, Reagieren oder Ähnliche.

[0004] Ein Hohlkörper bezeichnet vorliegend einen dreidimensionalen Formkörper, welcher im Stand der Technik durch Umgießen eines Schalungskerns hergestellt wird. Der Schalungskern weist eine innere als Innenschalung bezeichnete Schalwand und eine die Innenschalung stützende Stützstruktur auf und ist insbesondere Teil einer Schalungsvorrichtung. Gemeinsam mit einer Außenschalung begrenzt die Innenschalung einen Gießraum, welcher der Geometrie des Hohlkörpers im Wesentlichen entspricht. Aus der Praxis bekannte, insbesondere großformatige (Beton-)Hohlkörper, sind beispielsweise raumbildende, (quasi-)monolithische Bauelemente wie Raumzellen, Garagen oder dergleichen. Um einen Schalungskern aus dem Hohlkörper entnehmen zu können, weisen diese eine Anzahl Entnahmeöffnungen auf.

[0005] Unter einer Anzahl ist im Kontext der vorgestellten Erfindung eine Einzahl oder Mehrzahl eines entsprechenden Merkmals zu verstehen.

[0006] Aus der Praxis bekannt sind Schalungskerne in Art einer verlorenen Innenschalung. Das heißt nach erfolgtem Aushärten der Gießmasse, insbesondere des Betonwerkstoffes, wird die Innenschalung zerstört, so dass diese aus dem Hohlkörper entfernt werden kann. In der Serienfertigung und der Herstellung von großformatigen Bauteilen bieten sich allerdings Schalungskerne an, die ohne Zerstörung entnommen werden können. Nicht immer lassen sich dabei Entformungsschrägen oder Ähnliches vorsehen, weil rechtwinkliges Mauerwerk und auch geodätisch ebene Böden gewünscht sind.

[0007] Weiterhin bekannt sind Schalungskerne, die beweglich ausgestaltet sind. Dabei ist der Schalungskern aus einer Schalungskonfiguration mit einem ersten Schalungskernquerschnitt kontrahierbar in eine Entnahmekonfiguration mit einem zweiten, kleineren Schalungskernquerschnitt. Die Schalungskonfiguration um-

fasst die Bauteile beziehungsweise Bauteilabmessungen des Schalungskerns vor und / oder während eines Schalungsvorgangs zur Herstellung eines Hohlkörpers. Sobald die Bauteile des Schalungskerns Abmessungen eingenommen haben, welche eine Entnahme des Schalungskerns, insbesondere zerstörungsfreie Entnahme des Schalungskerns, aus dem Hohlkörper gestatten, ist die Entnahmekonfiguration erreicht. Das Kontrahieren beziehungsweise Schrumpfen des Schalungskerns bewirkt somit, dass dieser durch eine Entnahmeöffnung zerstörungsfrei aus dem Hohlkörper entnommen werden kann.

[0008] DE 14 34 748 A1 beschreibt eine Schalungsvorrichtung zur Herstellung großformatiger Betonhohlkörper mit gegeneinander verstellbaren Schalungselementen, die mittels hydraulisch oder pneumatisch betätigbarer Aktoren beweglich sind zur Kontraktion des Schalungskerns, ausbildend einen verringerten Schalungskernquerschnitt.

[0009] DE 295 19 298 U1 beschreibt eine Schalungsvorrichtung zur Herstellung kleinformatiger Bauteile, nämlich von Betonkränzen für Schornsteine. Der Schalungskern wird zur Einstellung der Entnahmekonfiguration kontrahiert, indem mittels Spindeln der Abstand zwischen gegenüberliegenden Schalungselementen, und damit der Schalungskernquerschnitt, reduziert wird.

[0010] Problematisch am Stand der Technik sind unter anderem die Verbindungsstellen zwischen den zueinander bewegbaren Schalungselementen. Diese können zu unerwünschten, versetzten Flächen am fertigen Bauteil führen, zu Fugen im Bauteil und / oder Rippen am Bauteil. Außerdem gelingt das bekannte Kontrahieren meist nur in einer bestimmten Umfangsrichtung des Kerns. Vor allem wenn zusätzlich zu Seiten- auch Boden- und / oder Deckenschalungselemente für den Schalungskern vorgesehen sind, wird die Mechanik zwischen den einzelnen Schalungselementen komplex, sowie die Übergänge zwischen den Schalungselementen problematisch. Hinzu kommt, dass die Mechanik und die Übergangsbereiche durch Gießmassenreste, insbesondere eines Betonwerkstoffes, beeinträchtigt werden können, wodurch die Gängigkeit und der Verschleiß der Mechanik zur Herausforderung werden. Das führt nicht zuletzt wegen erhöhtem Wartungsaufwand zu hohen Fertigungskosten.

[0011] Daher ist es Aufgabe der vorgestellten Erfindung, eine Lösung zum präzisen, kostengünstigen und einfachen Herstellen eines Hohlkörpers bereitzustellen.

[0012] Gelöst wird die Aufgabe durch einen Schalungskern nach den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Herstellungsverfahren nach den Merkmalen des Anspruchs 12. Merkmale der Erfindung werden nachfolgend erörtert. Weitere vorteilhafte Aspekte, Details und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den nebengeordneten und abhängigen Ansprüchen und aus der Beschreibung.

[0013] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung einen Schalungskern zur Herstellung eines Hohl-

körpers aus einer Gießmasse, wobei der Hohlkörper zumindest eine Entnahmeöffnung aufweist, umfassend eine als Innenschalung bezeichnete, innere Schalwand, und eine die Innenschalung stützende Stützstruktur, wobei die Innenschalung kontrahierbar ausgebildet ist, derart, dass der Schalungskern in einer Entnahmekonfiguration einen kleineren Querschnitt aufweist als in einer Schalungskonfiguration, wobei die Innenschalung im Wesentlichen einen thermoplastischen Kunststoff aufweist und dazu eingerichtet ist, dass eine in der Innenschalung wirksame Temperaturverringerung die Kontraktion der Innenschalung veranlasst, derart, dass der Schalungskern in der Entnahmekonfiguration durch die Entnahmeöffnung aus dem Hohlkörper zerstörungsfrei entnehmbar ist.

[0014] Mit anderen Worten liegt der Erfindung der Gedanke zugrunde, eine thermisch induzierte Verformung einer Kunststoff-Innenschalung für die Kontraktion einer Innenschalung gezielt zu nutzen, insbesondere für eine Verkürzung von Schalwänden und damit einhergehend für eine verringerte Beabstandung von Schalungselementen. Die Verformung schafft einen (Entformungs-) Spalt zwischen der Innenschalung und einem im Wesentlichen ausgehärteten Hohlkörper und löst damit die Innenschalung von der Hohlkörperoberfläche. Der Spalt kann in der Entnahmekonfiguration vorteilhaft 1 bis 30 mm betragen, vorzugsweise 10 bis 20, besonders bevorzugt 15 mm. Die vorgeschlagene Lösung ist insbesondere vorteilhaft, als dass eine einfache Umsetzung in der Praxis erfolgen kann, ohne dass es dafür umfassender Anschaffungen bedarf. Denn die in der Praxis verbreiteten Umgebungsbedingungen im Hinblick auf Lufttemperatur und Luftfeuchte müssen nicht wesentlich verändert werden.

[0015] Überraschenderweise erweist sich eine Schalwand, welche im Wesentlichen einen thermoplastischen Kunststoff umfasst, beziehungsweise welche insbesondere aus einem thermoplastischen Kunststoff besteht, als besonders geeignet, um eine hinreichende Kontraktion bereitzustellen, so dass eine zerstörungsfreie Entnahme des Schalungskerns aus dem Hohlkörper ermöglicht ist, das heißt ohne eine Zerstörung beziehungsweise Beschädigung des Hohlkörpers oder einer Zerstörung der Innenschalung selbst. Erste nichtöffentliche Prototypen haben gezeigt, dass die erforderliche Temperaturverringerung vergleichsweise gering ist. Eine bevorzugte Absenkung einer auf die Innenschalung wirksamen Prozesstemperatur kann beispielsweise zwischen 5 und 50 K betragen, insbesondere zwischen 10 und 40 K, besonders bevorzugt zwischen 15 und 30 K.

[0016] Vorteilhaft kann die Innenschalung einen oder mehrere der nachfolgenden Liste von Gruppen von Kunststoffen umfassen: Polyethylen (PE), Polyvinyläther (PVE), Polyvinylbutyral (PVB), Polyvinylacetat (PVA), thermoplastisches Polyurethan (TPU), Acrylate-Polymer. Bei einem Längenausdehnungskoeffizienten von $200 \cdot 10^{-6}/K$ bei 20 °C und einer Temperaturdifferenz von circa 50 K kontrahiert PE beispielsweise um circa 1

%. Die resultierenden Dimensionsänderungen sind ausreichend, um die Innenschalung von der zumindest teilweise ausgehärteten Gießmasse zu lösen. Insbesondere PVE ist mechanisch hoch belastbar, verschleißfest und ist gekennzeichnet durch eine ausgeprägte chemische Beständigkeit. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass beispielsweise gegenüber einem Betonwerkstoff keine wesentliche Haftung ausgebildet wird zum Vorteil einer qualitativ erhöhten Oberflächengüte nach der Entnahme des Schalungskerns aus dem Hohlkörper. Eine gute Beschichtbarkeit und die Möglichkeit einer präzisen Bearbeitung sind weitere Vorteile, welche insbesondere mit PVE einhergehen.

[0017] Mutatis mutandis kann alternativ oder zusätzlich eine temperaturunterstützte Expansion der Innenschalung vorgesehen sein, indem die Kunststoff-Innenschalung dazu eingerichtet ist, dass eine in der Innenschalung wirksame Temperaturerhöhung die Expansion der Innenschalung veranlasst. Die Bereitstellung eines Schalungskerns in einer Schalungskonfiguration mit möglichst großen Bauteilabmessungen können ein vergleichsweise großes Abmessungsdelta zwischen der Schalungskonfiguration und der Entnahmekonfiguration veranlassen. Dadurch wird unter anderem die Entnahme vereinfacht, denn bereits geringe positive und / oder negative Abweichungen von einer Umgebungstemperatur können ausreichen, um eine für die Entnahmekonfiguration hinreichende Kontraktion zu bewirken. Sofern nachfolgend eine Kontraktion thematisiert wird, ist im Sinne der Erfindung gleichermaßen eine Expansion mitumfasst, es sei denn, eine Expansion ist technisch oder ausdrücklich ausgeschlossen.

[0018] Gemäß einer Ausgestaltung kann bspw. vorgesehen sein, dass die Stützstruktur im Wesentlichen Kunststoff aufweist und dazu eingerichtet ist, der Kontraktion der Innenschalung zu folgen.

[0019] Die Stützstruktur dient insbesondere dazu, das Eigengewicht der Innenschalung zu tragen und die durch das Gewicht der Gießmasse auf die Innenschalung einwirkende Kraft abzuleiten. Die Innenschalung kann auf der Stützstruktur gelagert sein, beispielsweise in Art eines Gleitlagers, um die Kontraktionsbewegung der Innenschalung von der Stützstruktur im Wesentlichen entkoppeln zu können. Alternativ oder zusätzlich können Kopplungspunkte vorgesehen, in welchen die Innenschalung im Wesentlichen bewegungsintolerant mit der Stützstruktur verbunden ist. Insbesondere für derartige Kopplungspunkte kann vorgesehen sein, dass die Stützstruktur im Wesentlichen einen thermoplastischen Kunststoff aufweist, insbesondere in der Art und / oder in dem Anteil des Kunststoffs der Innenschalung. Infolgedessen kann neben der in der Innenschalung wirksamen Temperaturverringerung ebenso eine in der Stützstruktur wirksame Temperaturverringerung vorgesehen sein, welche gleichermaßen eine Kontraktion veranlasst und somit der Kontraktion der Innenschalung bevorzugt folgt. Auf diese Weise können unbeabsichtigte Verformungen der Innenschalung oder Zerstörungen des Schalungs-

kerns vermieden werden.

[0020] Gemäß einer Weiterentwicklung kann optional vorgesehen sein, dass die Stützstruktur eine Anzahl Rippen aufweist, die zumindest abschnittsweise mehrlagig ausgestaltet sind.

[0021] Mit anderen Worten können mehrere, insbesondere plattenartige Elemente, die bevorzugt mittels Klebung und / oder Verschraubung miteinander verbunden sind, eine gemeinsame Stützrippe ausbilden. Plattenartige Kunststoff-Elemente sind am Markt erhältlich und können besonders einfach für die vorgesehene Stützstruktur beschafft werden. Vorteilhaft können einzelne Elemente der Stützrippen im Längsquerschnitt konisch ausgestaltet sein. Mehrlagige Stützrippen kennzeichnen eine besonders erfinderische Weiterentwicklung, welcher ein eigenständiger Erfindungswert zugrunde liegt.

[0022] Weiterhin kann in einer Ausgestaltung vorgesehen sein, dass bevorzugt eine Vielzahl einander stoßende Schalungselemente die Innenschalung ausbildet, insbesondere dass eine Anzahl Seitenschalungselemente, Deckenschalungselemente und / oder Bodenschalungselemente die Innenschalung ausbildet, wobei vorzugsweise wenigstens zwei Schalungselemente entlang eines Stoßes im Wesentlichen gießmassendicht miteinander verbunden sind.

[0023] Insbesondere für die Herstellung großformatiger Hohlkörper kann es erforderlich sein, dass gemäß einer besonderen Ausgestaltung die Innenschalung Schalungsflächen aufweist, die besonders bevorzugt eine Quaderform definieren, wobei zwei Schalungsflächen zwei gegenüberliegende Außenflächen der Quaderform ausbilden. Hierdurch lassen sich Bauteile herstellen, die einen Hohlraum aufweisen, der in mehreren Raumrichtungen geschlossen ausgebildet ist, insbesondere in fünf Raumrichtungen. Vorzugsweise bilden die Schalungsflächen keine Entformungsschrägen aus, insbesondere sollten die Schalungsflächen in Entformungsrichtung parallel zueinander ausgerichtet sein. Damit lassen sich Hohlkörper mit parallelen Wandungen erzeugen.

[0024] In einer Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass insbesondere ein erstes Schalungselement mit einem zweiten Schalungselement verschraubt ist.

[0025] Eine Verschraubung zweier, einander stoßende Schalungselemente, vorzugsweise mittels Senkschrauben oder dergleichen, stellt eine besonders einfache und sichere Verbindungsmöglichkeit dar. Zudem ist eine kraft- bzw. formschlüssige Verbindung besonders vorteilhaft, als dass keine wesentlichen Verbindungstechnisch bedingten Spannungen in die Schalungselemente eingetragen werden, wie es beispielsweise regelmäßig der Fall ist bei einer stoffschlüssigen Verbindung, wie bei einer Schweißung oder dergleichen. Erste nicht-öffentliche Versuche haben gezeigt, dass entsprechende Spannungen das temperaturinduzierte Verformungsverhalten beeinflussen können, so dass die Maßhaltigkeit einer Schalung im ungünstigen Fall

beeinträchtigt wird.

[0026] Besonders zweckmäßig kann bspw. im Bereich des Stoßes eine Dichtung, vorzugsweise aus einem Elastomerwerkstoff, angeordnet sein, und zwar unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Verbindungstechnik. Eine zusätzliche Dichtung kann das unbeabsichtigte Austreten einer Gießmasse verringern oder unterbinden, was in Verbindung mit einer Schraubverbindung besonders wirksam ist, da die Anpresskräfte mittels Schraubung einstellbar sind.

[0027] Eine Schraubverbindung ist fernerhin von Vorteil, da eine Relativbewegung der Schalungselemente zueinander, insbesondere eine translatorische Bewegung, wahlweise ermöglicht werden kann, um mögliche, mitunter sehr geringe Kontraktionsunterschiede zwischen Schalungselementen kompensieren zu können. Dazu kann eine Anzahl Langlöcher, erweiterte Bohrungen und / oder Ähnliches in den Schalungselementen vorgesehen sein, so dass ein Schraubenschaft im Langloch bzw. in der Bohrung Bewegungstoleranzen aufweist.

[0028] In einer Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass bspw. die Innenschalung wenigstens fünf Seitenschalungselemente umfasst, wobei vier Seitenschalungselemente parallel zu einer Entformungsrichtung ausgerichtet sind und ein fünftes Seitenschalungselemente quer dazu ausgerichtet ist, wobei vorzugsweise jedes der vier Seitenschalungselemente mit jeweils zwei weiteren der vier Seitenschalungselemente im Wesentlichen gießmassendicht verbunden ist, und wobei insbesondere das fünfte Seitenschalungselemente mit jedem der vier weiteren Seitenschalungselementen im Wesentlichen gießmassendicht verbunden ist.

[0029] Hohlkörper, die als raumbildende, (quasi-)monolithische Bauelemente wie Raumzellen, Garagen oder dergleichen ausgebildet sind, werden unter entsprechend kontrollierbaren Bedingungen vorgefertigt und seriell hergestellt. Regelmäßig sind dabei rechteckige Formen gewünscht, weswegen man auf Entformungsschrägen verzichten muss. Der bekannte Schalungsvorgang dafür nimmt regelmäßig mehrere Stunden in Anspruch und die verwendeten Schalungsvorrichtungen sind, wie zuvor geschildert, mechanisch sehr komplex. Besonders vorteilhaft kann der Schalungskern in einer Weiterentwicklung daher wenigstens fünf Seitenschalungselemente aufweisen, wobei drei Seitenschalungselemente zur Schalung jeweils einer Seitenwand des Hohlkörpers bestimmt sind und zwei weitere Seitenschalungselemente der Schalung von Decke beziehungsweise Boden dienen.

[0030] Bevorzugt können Seitenschalungselemente jeweils zwischen einem Decken- und einem Bodenschalungselement angeordnet sein.

[0031] Der vorliegenden Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, die technische Komplexität der bekannten Schalungskerne wesentlich zu vereinfachen. Die Nutzung einer Innenschalung mit im Wesentlichen thermoplastischem Kunststoff ermöglicht einen weitestgeh-

enden Verzicht auf komplexe hydraulische oder pneumatische Schalungssysteme, was mit den folgenden Vorteilen einhergeht:

- Erstens können die Anschaffungskosten herabgesetzt werden, da die Beschaffungskosten der vorgeschlagenen Innenschalung bzw. Schalungselemente günstiger ist als die Beschaffung der zuvor genannten, bekannten Systeme.
- Zweitens lassen erste Erkenntnisse zu Prototypen den Schluss zu, dass ein mit der Erfindung einhergehender Wartungsaufwand deutlich geringer ist als bei den bekannten Systemen. Insbesondere sind geringere Betriebsstoffmengen erforderlich, wie Hydraulikflüssigkeit, Schmiermittel oder Ähnliches.
- Drittens ist ein erfindungsgemäßer Schalungskern deutlich gewichtsreduziert, so dass durch den damit verbundenen Mobilitätsgewinn neue Anwendungsfelder eröffnet werden, beispielsweise ein Schalungsprozess vor Ort auf der Baustelle oder ein Schalungsprozess in bestimmten Regionen, die für Schwerlasttransporte nur schwer oder nur mit erhöhtem Aufwand erreichbar sind.
- Viertens lassen die ersten Prototypen erkennen, dass die Handhabung eines Schalungskerns vereinfacht wird, da keine Klapp-, Falt- und / oder Zerlegungsmechanismen zum Entformen erforderlich sind. Dadurch können die Anforderungen an den Kenntnisstand und das Ausbildungsniveau eines Handhabenden herabgesetzt werden und eine Einweisung kann beschleunigt werden.
- Fünftens ermöglicht der vorgeschlagene Ansatz, dass auf Entformungsschrägen im Wesentlichen verzichtet werden kann.

[0032] Insbesondere bei einer erfindungsgemäßen Benutzung in Entwicklungsländern oder Katastrophengebieten können die beschriebenen Maßnahmen einen wesentlichen Beitrag leisten, um in einer schnellen und einfachen Weise (neuen) Wohn- beziehungsweise Schutzraum durch Hohlkörper in Gestalt von Raumzellen oder dergleichen bereitzustellen.

[0033] Gemäß einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass vorzugsweise die Wandstärke der Innenschalung, insbesondere die Wandstärke eines Schalungselements, zumindest abschnittsweise mindestens 15 mm beträgt, vorzugsweise zwischen 15 mm und 40 mm beträgt, besonders bevorzugt zwischen 20 mm und 30 mm.

[0034] In internen Versuchen konnte gezeigt werden, dass Schalwandstärken der genannten Dimensionen, insbesondere eine Wandstärke von 25 mm, eine temperaturinduzierte Kontraktion und / oder Expansion der Innenschalung ausbilden können, welche für eine gewünschte Entnahme- beziehungsweise Schalungskonfiguration hinreichend ist und gleichzeitig eine hinreichend belastbare Innenschalung ausbildet.

[0035] Fernerhin bietet sich eine nähere Ausgestaltung an, gemäß der bspw. die Innenschalung ein erstes Schalungselement und ein zweites Schalungselement aufweist, wobei das erste Schalungselement eine erste Wandstärke aufweist und das zweite Schalungselement zumindest bereichsweise eine von der ersten abweichende, zweite Wandstärke.

[0036] Vorzugsweise in Abhängigkeit der Schalungsanforderungen, betreffend beispielsweise die Belastbarkeit der Innenschalung, das Ausmaß der beabsichtigten Kontraktion beziehungsweise Expansion und / oder das beabsichtige Schalungsgewicht, kann eine Innenschalung bspw. eine oder mehrere Schalungselemente aufweisen.

[0037] Weiterhin kann vorgesehen sein, dass insbesondere ein Schalungselement im Wesentlichen einstückig ausgestaltet ist oder mehrere Teile ein Schalungselement bilden. Insbesondere für großformatige Schalungselemente kann es vorteilhaft sein, mehrere Teile zu einem Schalungselement zusammenzufügen, um beispielsweise die Anschaffungskosten herabzusetzen. Mehrere Teile sind zudem logistisch praktikabel, da genehmigungspflichtige Sondertransporte vermieden werden können. Alternativ oder zusätzlich können bspw. Innenschalung, Schalungselemente und / oder Schalungselementeile divergierende Wandstärken aufweisen. Die Wandstärkenunterschiede können dabei zwischen einer Anzahl Schalungselementen und / oder Schalungselementteilen bestehen. Ebenso können innerhalb eines Schalungselements beziehungsweise eines Schalungselementteils Bereiche mit unterschiedlichen Wandstärken vorgesehen sein. Durch diese möglichen Anpassungen kann beispielsweise anwendungsspezifisch eine Erhöhung der Belastbarkeit mittels vergrößerter Wandstärke verwirklicht werden, wobei Bereiche mit reduzierter Wandstärke zu einem reduzierten Gesamtgewicht oder zu einer optimierten Gewichtsverteilung beitragen können. Bereiche unterschiedlicher Wandstärken innerhalb einer Anzahl Schalungselemente und / oder Schalungselementeile kann beispielsweise mittels Fräsvorgang für einen bereichsweisen Materialabtrag oder dergleichen geschaffen werden.

[0038] Eine gezielte Ausgestaltung der Wandstärke hat sich zudem im Hinblick auf die thermischen Eigenschaften als besonders zweckmäßig erwiesen, als dass eine schmale Innenschalung früher beziehungsweise schneller eine Wärmemenge abgeben kann, und damit einhergehend kontrahiert, als breitere Wandstärken.

[0039] Vorzugsweise eine Temperiereinrichtung mit einer Anzahl Energieübertragungselementen, welche energieübertragungswirksam verbunden sind mit der Innenschalung, können gemäß einer Weiterentwicklung vorgesehen sein.

[0040] Ein möglichst frühes Entschalen eines Hohlkörpers wird bevorzugt, um die Auslastung einer Schalung und damit die Produktivität zu steigern. Eine Gießmasse ist in Gestalt eines Hohlkörpers frühestens zu entschalen, nachdem die Gießmasse eine hinreichende

Eigenfestigkeit erreicht hat und handhabbar ist. Im technischen Gebiet der Betonwerkstoffe wird dieses Mindestmaß der Eigenfestigkeit mit Grünstandsfestigkeit bezeichnet. Demzufolge kann durch eine zeitpunktoptimierte Kontraktion unmittelbar nach Erreichen einer hinreichenden Eigenfestigkeit eine Prozessoptimierung erfolgen. Dazu kann bspw. eine Temperiereinrichtung vorgesehen sein, mit welcher eine mittels Temperaturverringerung verursachte Kontraktion der Innenschalung im Hinblick auf den Zeitpunkt beziehungsweise die Zeitspanne sowie in Bezug auf das Ausmaß regelbar ist.

[0041] Die Temperiereinrichtung kann eine Temperaturänderung insbesondere mit einer Anzahl Energieübertragungselementen in der Innenschalung bewirken, und zwar eine Temperaturerhöhung zur Expansion und / oder eine Temperaturverringerung zur Kontraktion. Beispielsweise können Energieübertragungselemente aus Metall oder dergleichen vorgesehen, welche temperiert werden und vorzugsweise unmittelbar der Innenschalung anliegen zur Ausbildung einer im Wesentlichen konduktiven Wärmeübertragung. Ebenso können die Energieübertragungselemente beispielsweise eine konvektive, medienbasierte Wärmeströmung umfassen zur Energieübertragung. Ferner können Energieübertragungselemente beispielsweise eine Strahlungsquelle umfassen, um Wärme im Wesentlichen berührungslos übertragen zu können. Die beschriebenen Energieübertragungsarten können einzeln oder in beliebiger Kombination verwirklicht sein.

[0042] In einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass bspw. eine Anzahl Energieübertragungselemente eine Fluidleitung aufweist, wobei eine Fluidleitung zumindest abschnittsweise innerhalb der Innenschalung verläuft und / oder benachbart zur Innenschalung verläuft. In diesem Kontext ist eine Anordnung benachbart, sofern bei einer Energieübertragung ein abstandsbedingter Energieverlust kleiner als 50 % ist. Erste Versuchen haben gezeigt, dass benachbart einen Außenabstand kleiner / gleich 50 cm umfasst, vorzugsweise kleiner / gleich 25 cm.

[0043] Für eine innerhalb der Innenschalung verlaufende Fluidleitung kann bspw. die Innenschalung eine Anzahl Kavernen aufweisen, welche eine Durchführung der Fluidleitung ermöglicht. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzahl Kavernen durchströmungswirksam die Fluidleitung schaffen, ohne dass eine zusätzliche Fluidleitung in Gestalt einer Rohr- und / oder Schlauchleitung erforderlich wäre. Besonders vorteilhaft können die Fluidleitungen mit Temperiermitteln beaufschlagt werden, welche dazu eingerichtet sind, Wärmeenergie zur Innenschalung zu transportieren zur Expansion der Innenschalung und / oder Wärmeenergie von der Innenschalung abzuleiten zur Kontraktion der Innenschalung. Vorzugsweise ist eine Vielzahl Fluidleitungen vorgesehen. Vorzugsweise ist die Fluidleitung mit Ausnahme eines Fluidzugangs fluiddicht ausgebildet. Damit lässt sich ein Kontakt zwischen dem Fluid und der Gießmasse vermeiden.

[0044] Bevorzugt beträgt die kleinste Erstreckung des Schalungskerns wenigstens zwei Meter. Damit wird durch Kontraktion der Innenschalung ein hinreichend großer Entformungsspalt erzeugt und der Schalungskern ist zur Herstellung von raumbildenden Bauelementen, Raumzellen, Garagen und Ähnlichem geeignet.

[0045] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Schalungsvorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers aus einer Gießmasse, wobei der Hohlkörper zumindest eine Entnahmeöffnung aufweist, umfassend einen Schalungskern mit einer kontrahierbaren als Innenschalung bezeichneten, inneren Schalwand, und einer als Außenschalung bezeichneten, äußeren Schalwand, wobei Innenschalung und Außenschalung einen Gießraum begrenzen, welcher der Geometrie des Hohlkörpers im Wesentlichen entspricht, wobei der Schalungskern eine Anzahl der zuvor und nachfolgend beschriebenen Merkmale einzeln oder in Kombination aufweisen kann.

[0046] Die Außenschalung kann bevorzugt eine herkömmlich aus Platten zusammengebaute Form sein, die zum Entformen demontiert oder abgehoben wird. Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass der Hohlkörper nach dem Aushärten aus der Außenschalung entnommen wird. Der Schalungskern kann beispielsweise mit Abstandshaltern, insbesondere aus einer Gießmasse, in der Außenschalung (schwebend) gehalten sein.

[0047] Bevorzugt kann der Gießraum kastenförmig ausgebildet sein, insbesondere mit einem Boden und vorzugsweise lotrecht an den Boden angrenzenden Wänden, vorzugsweise drei Wänden. Damit eignet er sich zur Herstellung von kastenförmigen Hohlkörpern.

[0048] In einer bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Schalungsvorrichtung liegend ausgerichtet ist, derart, dass die Entnahmeöffnung im Wesentlichen in horizontaler Richtung öffnet.

[0049] Insbesondere die elasto-mechanischen Eigenschaften eines Hohlkörpers werden maßgeblich durch die Verteilung der Gießmasse im Gießraum, beziehungsweise durch die Verteilung der Bestandteile der Gießmasse, während des Schalvorgangs beeinflusst. Es hat sich gezeigt, dass eine liegend ausgerichtete Schalungsvorrichtung, das heißt eine in Bezug auf die Längsachse des Hohlkörpers während des Schalungsvorgangs im Wesentlichen horizontal ausgerichtete Schalungsvorrichtung, eine positive Wirkung auf die genannten Eigenschaften hat.

[0050] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlkörpers aus einer Gießmasse, wobei der Hohlkörper zumindest eine Entnahmeöffnung aufweist, umfassend die folgenden Schritte: Bereitstellen einer Schalungsvorrichtung mit einer Außenschalung und einer Innenschalung aufweisenden Schalungskern, wobei Außenschalung und Innenschalung einen Gießraum begrenzen, Befüllen des Gießraums mit einer Gießmasse, zumindest teilweises Aushärten der Gießmasse, Kontrahieren der Innen-

schalung mittels einer in der Innenschalung wirksamen Temperaturverringerung, Entnehmen des Schalungskerns durch die Entnahmeöffnung.

[0051] Vorzugsweise kann vorgesehen sein, dass der Schalungskern im Wesentlichen in horizontaler Richtung aus dem Hohlkörper entnommen wird, das heißt in diesem Fall beispielsweise gezogen wird. Das Entschalen der Außenschalung kann vor oder nach der Entnahme des Schalungskerns erfolgen.

[0052] In einer bevorzugten Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass während des Aushärtens der Gießmasse ein Fluid zur Innenschalung geleitet wird, wobei das Fluid insbesondere eine Temperatur aufweist, die niedriger ist als eine momentane Temperatur der Gießmasse beim Abbinden, derart, dass durch die Temperaturverringerung das Kontrahieren der Innenschalung unterstützt wird.

[0053] Eine aktive Kühlung mit Kühlmitteln, insbesondere (Kühl-)Fluiden, kann die Kontraktion bspw. beschleunigen, indem der Innenschalung insbesondere Wärmeenergie entzogen wird. Zudem kann dadurch der Zeitpunkt präzise geregelt werden, in welchem sich eine Entnahmekonfiguration einstellt, und zwar nach einer ausreichenden Kontraktion der Innenschalung.

[0054] Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass das Verfahren bspw. weiterhin umfasst: Expandieren der Innenschalung mittels einer in der Innenschalung wirksamen Temperaturerhöhung.

[0055] Das Expandieren der Innenschalung kann erfolgen vor, während und / oder nach dem Befüllen. Ebenso kann ein Expandieren während des Abbindens erfolgen. Letztere Expansion ist jedoch nur möglich, solange die Gießmasse hinreichend verform- beziehungsweise verdrängbar ist, also der Aushärtungsgrad der Gießmasse einen Grenzwert noch nicht überschritten hat. So ist beispielsweise die Verformung beziehungsweise Verdrängung eines aushärtenden Betonwerkstoffes nicht mehr möglich, wenn dieser insbesondere die zuvor erläuterte Grünstandsfestigkeit erreicht hat.

[0056] Gemäß einer bevorzugten Weiterentwicklung kann vorgesehen sein, dass für die Temperaturerhöhung Wärmeenergie genutzt wird, die beim Aushärten der Gießmasse entsteht.

[0057] Das Aushärten einer Gießmasse ist regelmäßig reaktionsbedingt mit einer Wärmeentwicklung verbunden. Beispielsweise ist bekannt, dass Betonwerkstoffe beim Aushärten eine sogenannte Hydrationswärme entwickeln, die beispielsweise nach zwei bis drei Stunden Schalungsdauer 20 K höher liegen kann als die Gießmassentemperatur zu Beginn eines Schalungsvorgangs, das heißt beim Befüllen eines Gießraums einer Schalungsvorrichtung. Die zunehmende, in der Innenschalung wirksame Temperatur kann eine Expansion der Innenschalung veranlassen, so dass die Größe des Gießraums über die Expansionsdauer verringert wird und der Betonwerkstoff im Gießraum verdrängt und / oder komprimiert wird. Die Ausnutzung der Hydrationswärme ist besonders vorteilhaft, da im Wesentlichen

vorzugsweise keine externe Wärmeenergiezufuhr erforderlich ist. Dadurch kann das Verfahren besonders ressourcenschonend sein.

[0058] In einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass optional zum Expandieren ein Fluid vor und / oder während des Befüllens des Gießraums und / oder beim Aushärten der Gießmasse zur Innenschalung geleitet wird, wobei das Fluid insbesondere eine Temperatur aufweist, die höher ist als eine Temperatur der Gießmasse beim Befüllen des Gießraums.

[0059] Bspw. in Kombination mit der zuvor beschriebenen Nutzung einer reaktionsbedingten Wärmeentwicklung, oder alternativ dazu, kann eine aktive Temperierung der Innenschalung beispielsweise mittels eines Temperier-Fluids erreicht werden, welches zur Innenschalung geleitet wird. Zur Gießmassentemperatur vergleichsweise erhöhte Fluid-Temperaturen können genutzt werden, um eine Expansion der Innenschalung zu bewirken, und zwar bis zu dem Zeitpunkt, in welchem die Gießmasse keine weitere Verformung beziehungsweise Dehnung in den Gießraum mehr erlaubt. Alternativ oder zusätzlich kann ein Temperier-Fluid zur Kühlung der Innenschalung genutzt werden, indem ein Temperier-Fluid eingeleitet wird, dessen Temperatur geringer ist als eine momentane Temperatur der Innenschalung. Die abnehmende Temperatur der Innenschalung bewirkt die Kontraktion, so dass die Innenschalung beziehungsweise ein Schalungskern zerstörungsfrei entnommen werden kann. Besonders einfach kann als Fluid bevorzugt Wasser und / oder Wasserdampf genutzt werden, da Wasser umweltfreundlich ist, regelmäßig verfügbar ist und Kontakt mit der Gießmasse, beispielsweise mit einem Betonwerkstoff, nach einem teilweisen Aushärten unkritisch ist.

[0060] Eine aktive Temperierung ist vorteilhaft, da erstens die Expansion des Schalungskerns ermöglicht beziehungsweise vergrößert werden kann, so dass der Querschnittsunterschied zwischen Entnahmekonfiguration und Schalungskonfiguration stärker ausgeprägt ist. Dies erlaubt eine zerstörungsfreie Entnahme. Zweitens kann die Einstellung einer Entnahmekonfiguration schneller erfolgen zur Verkürzung der Prozesszeiten.

[0061] Vorteilhaft kann bspw. eine Strahlungsquelle vorgesehen sein, deren Strahlen auf die Innenschalung ausgerichtet sind. Beispielsweise kann eine Infrarotstrahlung genutzt werden, um die Innenschalung zu erwärmen und damit einhergehend zu expandieren. Strahlungsbasierte Verfahren sind besonders einfach installier- oder nachrüstbar.

[0062] Ergänzt kann das Verfahren bspw. um einen Schritt sein, gemäß dem die Außenschalung nach dem zumindest teilweisen Aushärten der Gießmasse entfernt wird. Das Entnehmen des Schalungskerns kann vor, während oder nach der Entfernung der Außenschalung erfolgen.

[0063] Das Verfahren wird vorzugsweise mit einem Betonwerkstoff ausgeführt, welcher beim Aushärtenlassen Hydrationswärme abgibt, wobei verfahrensgemäß

eine Expansion der Innenschalung durch diese Hydrationswärme eintritt.

[0064] Besonders vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass insbesondere eine zuvor beschriebene Schalungsvorrichtung, bspw. gemäß Anspruch 11, vorzugsweise mit einem Schalungskern der vor- und nachfolgend beschriebenen Art, genutzt wird im Rahmen des vorgeschlagenen Verfahrens.

[0065] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Hohlkörper, insbesondere Betonhohlkörper, vorzugsweise in Art einer Raumzelle, welcher mittels eines Verfahrens der beschriebenen Art hergestellt wird, insbesondere nach einem Verfahren der Ansprüche 12 bis 15.

[0066] Diese Gestaltungsmerkmale können im Zusammenhang mit der Erfindung verwirklicht werden oder auch unabhängig von der Erfindung eigenständig erfindet sein, und sie können entweder einzeln und unabhängig voneinander oder auch in einer beliebigen Kombination verwirklicht werden, einschließlich der Verwirklichung sämtlicher genannter Merkmale, sofern eine Kombination nicht ausdrücklich oder technisch zwingend ausgeschlossen ist.

[0067] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem Wortlaut der Ansprüche sowie aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der rein schematischen Zeichnungen, wobei einzelne Merkmale oder eine Kombination von Merkmalen der dargestellten Ausführungsbeispiele auch unabhängig von der übrigen Ausgestaltung verwirklicht sein können. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Vorderansicht eines Schalungskerns;
- Fig. 2 eine Schnittansicht entlang der in Fig. 1 dargestellten Schnittlinie A-A;
- Fig. 3 eine Schnittansicht entlang der in Fig. 1 dargestellten Schnittlinie B-B; und
- Fig. 4 eine Übersicht eines Herstellungsverfahrens.

[0068] Fig. 1 zeigt in Art einer Vorderansicht einen Schalungskern 1 einer Schalungsvorrichtung in Schalungskonfiguration, so dass der Innenschalung 10 des Schalungskerns die einen Hohlkörper 2 schaffende Gießmasse, hier ein Betonwerkstoff B, unmittelbar anliegt. Aus Darstellungsgründen nicht eingezeichnet ist eine Außenschalung der Schalungsvorrichtung, welche gemeinsam mit der Innenschalung 10 einen Gießraum begrenzt, welcher der Geometrie des herzustellenden Hohlkörpers 2 im Wesentlichen entspricht.

[0069] Die Innenschalung umfasst vier Schalungselemente 11, und zwar zwei Seitenschalungselemente 12, ein Deckenschalungselement 13 und ein Bodenschalungselement 14. Decken- und Bodenschalungselement 13, 14 sind jeweils über die Seitenschalungselemente 12 miteinander verbunden, wobei die Stöße der Schalungselemente 11 jeweils gießmassendicht und derart ausgestaltet sind, dass die Seitenschalungselemente 12 zwischen Decken- beziehungsweise Bodenschalungselement 13, 14 angeordnet sind. Nicht dargestellte Senk-

schrauben schaffen eine dauerhafte Verbindung der jeweiligen Stöße. Die Seitenschalungselemente 12, das Decken- und das Bodenschalungselement 13, 14 definieren eine Quaderform, ohne dabei wesentliche Entformungsschrägen auszubilden. Vielmehr sind die Schalungselemente 11 parallel zur Entformungsrichtung ER (Fig. 2) ausgerichtet.

[0070] Die Schalungsvorrichtung ist liegend ausgerichtet, so dass die Entnahmeöffnung 20 des Hohlkörpers 2 im Wesentlichen in horizontaler Richtung öffnet.

[0071] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel umfassen die Seitenschalungselemente 12, das Decken- und das Bodenschalungselement 13, 14 bevorzugt jeweils vier Schalungselemente 11, wobei die Schalungselemente 11 aus Polyvinyläther bestehen und eine Wandstärke von 25 mm aufweisen. Die Seitenschalungselemente 12 sind jeweils 3490 mm lang und 2500 mm breit. Decken- und Bodenschalungselement 13, 14 sind jeweils 3490 mm lang und 1800 mm breit.

[0072] Verringert sich die auf die Innenschalung 10 wirksame Temperatur, kontrahiert die Innenschalung 10 zu einer Entnahmekonfiguration, so dass sich die Innenschalung 10 von dem Hohlkörper 2 löst und ein Entformungsspalt geschaffen wird. Der gebildete Entformungsspalt ist ausreichend, um den Schalungskern 1 in Entformungsrichtung ER durch die Entnahmeöffnung 20 zerstörungsfrei entnehmen zu können.

[0073] Weiterhin ist in Fig. 1 eine rippenartige Stützstruktur 15 zu sehen, welche die Innenschalung 10 stützt und ebenfalls im Wesentlichen aus Polyvinyläther besteht. Die entlang der Seitenschalungselemente 12 aufrecht angeordneten Seitenrippen 16 weisen Seitenrippelement 16k auf, die im Längsschnitt konisch ausgestaltet sind und von dem Bodenschalungselement 14 in Richtung des Deckenschalungselements 13 verjüngend ausgestaltet sind. Deckenrippen und Bodenrippen 17, 18 umfassen Deckrippen beziehungsweise Bodenrippelemente 17e, 18e und sind im Wesentlichen gleich lang ausgebildet, wobei vereinzelter Bodenrippelemente 18h deutlich breiter beziehungsweise höher ausgestaltet sind als die Deckenrippen 17. Einander überdeckende Rippenabschnitte sind mittels gepunkteter Linie dargestellt.

[0074] Eine Schnittansicht entlang der in Fig. 1 dargestellten Schnittlinie A-A zeigt Fig. 2, wobei das zweite Seitenschalungselement 12 aus Darstellungsgründen nicht eingezeichnet ist. Decken- und Bodenschalungselement 13, 14 liegen dem Betonwerkstoff B des Hohlkörpers 2 unmittelbar an. In einer im Wesentlichen horizontal ausgerichteten Entformungsrichtung ER kann der Schalungskern 1 in einer Entnahmekonfiguration entnommen werden.

[0075] Die Schalungselemente 11 beziehungsweise die Innenschalung 10 werden durch eine mehrlagige Stützstruktur 15 gestützt. Elemente der Deckenrippen 17 und der Bodenrippen 18 greifen dabei jeweils ineinander mit Elementen der Seitenrippen 16, so dass eine besonders verformungssteife, ineinander verzahnte

Stützstruktur 15 geschaffen wird. Die Seitenrippen 16 weisen jeweils zwei konisch geformte Seitenrippenelemente 16k auf mit einer Länge von 2500 mm, so dass diese Seitenrippenelemente 16k jeweils unmittelbar an die Decken- und Bodenschalungselemente 13, 14 stoßen. Demgegenüber stehen weitere Seitenrippenelemente 16e Bodenrippenelementen 18e auf, insbesondere den hohen Bodenrippenelementen 18h, beziehungsweise schließen an Deckenrippenelemente 17e an.

[0076] Mittels Bolzen 19 sind mehrere Rippenenelemente 16a, 16k, 17e, 18e, 18h lamellenartig miteinander verbunden. Sämtliche Rippenenelemente 16a, 16k, 17e, 18e, 18h weisen eine einheitliche Wandstärke von 25 mm auf. Weiterhin kennzeichnet die Stützstruktur 15 dasselbe Kontraktionsverhalten wie die Innenschalung 10, was insbesondere einer verlängerten Gebrauchstauglichkeit zuträglich ist.

[0077] Eine Schnittansicht entlang der in Fig. 1 dargestellten Schnittrlinie B-B zeigt Fig. 3, wobei das Bodenschalungselement 14 aus Darstellungsgründen nicht eingezeichnet ist. Die Seitenschalungselemente 12 liegen dem Betonwerkstoff B des Hohlkörpers 2 unmittelbar an.

[0078] Eine Deckenrippe 17 weist im Wesentlichen ein Deckenrippenelement 17e auf, an welches jeweils vier konische Seitenrippenelemente 16k über Rippenflanken seitlich anschließen und welches endseitig jeweils unmittelbar an die Seitenschalungselemente stößt. Mittels Bolzen 19 sind die Rippenenelemente 16a, 16k, 17e miteinander verbunden.

[0079] Fig. 4 zeigt den Ablauf eines beispielhaften Verfahrens 100 zur Herstellung eines Hohlkörpers 2 aus einer Gießmasse. Zunächst wird eine Schalungsvorrichtung mit einer Außenschalung und einem Innenschalung 10 aufweisenden Schalungskern 1 bereitgestellt 110, wobei Außenschalung und Innenschalung 10 einen Gießraum begrenzen. Weiterhin wird der Gießraum mit einer Gießmasse befüllt 120, insbesondere mit einem Betonwerkstoff B. Vor dem Befüllen werden regelmäßig Bewehrungen in den Gießraum eingebracht und schwebend gelagert. Nachdem Befüllen 120 erfolgt ein zumindest teilweises Aushärten 130 der Gießmasse, und zwar bis zu einem Aushärtungsgrad, in welchem der Hohlkörper 2 im Wesentlichen monolithisch handhabbar ist. Nach Erreichen eines hinreichenden Aushärtungsgrads wird die Innenschalung 10 kontrahiert 140 mittels einer in der Innenschalung 10 wirksamen Temperaturverringerung. Durch die Kontraktion 140 wird eine Entnahmekonfiguration ausgebildet, in welcher der Schalungskern 1 einen kleineren Querschnitt aufweist als in einer Schalungskonfiguration, insbesondere eine Schalungskonfiguration im Zeitpunkt des Befüllens 120. Anschließend erfolgt das Entnehmen 150 des Schalungskerns 1 durch die Entnahmeöffnung 20 des Hohlkörpers 2 in Entformungsrichtung ER.

[0080] Wie zuvor erläutert, wird beim Aushärten 130 des Betonwerkstoffes B Hydrationswärme freigesetzt,

welche auf die Innenschalung 10 einwirkt und ein Expandieren der Innenschalung 10 bewirkt. Nach Erreichen eines Kulminationspunktes, in welchem die Innenschalung 10 eine möglichst große Expansion eingenommen hat, kann eine aktive Kühlung der Innenschalung 10 erfolgen, beispielsweise mittels Kühlfluid. Das Kühlen der Innenschalung 10 unterstützt das Kontrahieren 140 und beschleunigt erstens das Aushärten 130 des Betonwerkstoffes B und zweitens die Prozesszeit bis zur Einstellung der Entnahmekonfiguration.

[0081] Die Erfindung ist nicht auf eine der vorbeschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern in vielfältiger Weise abwandelbar.

[0082] Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung hervorgehenden Merkmale und Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten, räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritten, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0083]

1	Schalungskern
2	Hohlkörper
10	Innenschalung
11	Schalungselement
12	Seitenschalungselement
13	Deckenschalungselement
14	Bodenschalungselement
15	Stützstruktur
16	Seitenrippe
16e	Seitenrippenelement
16k	konisches Seitenrippenelement
17	Deckenrippe
17e	Deckenrippenelement
18	Bodenrippe
18e	Bodenrippenelement
18h	hohes Bodenrippenelement
19	Bolzen
20	Entnahmeöffnung
100	Herstellungsverfahren
110	Bereitstellen einer Schalungsvorrichtung
120	Befüllen des Gießraums
130	Aushärten der Gießmasse
140	Kontrahieren der Innenschalung
150	Entnehmen des Schalungskerns
B	Betonwerkstoff
ER	Entformungsrichtung

Patentansprüche

1. Schalungskern (1) zur Herstellung eines Hohlkörpers (2) aus einer Gießmasse,

wobei der Hohlkörper (2) zumindest eine Entnahmeöffnung (20) aufweist, umfassend

- eine als Innenschalung (10) bezeichnete, innere Schalwand,
- und eine die Innenschalung (10) stützende Stützstruktur (15),

wobei die Innenschalung (10) kontrahierbar ausgebildet ist, derart, dass der Schalungskern (1) in einer Entnahmekonfiguration einen kleineren Querschnitt aufweist als in einer Schalungskonfiguration,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenschalung (10) im Wesentlichen einen thermoplastischen Kunststoff aufweist und dazu eingerichtet ist, dass eine in der Innenschalung (10) wirksame Temperaturverringering der Kontraktion der Innenschalung (10) veranlasst, derart, dass der Schalungskern (1) in der Entnahmekonfiguration durch die Entnahmeöffnung (20) aus dem Hohlkörper (2) zerstörungsfrei entnehmbar ist.

2. Schalungskern (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Stützstruktur (15) im Wesentlichen Kunststoff aufweist und dazu eingerichtet ist, der Kontraktion der Innenschalung (10) zu folgen.

3. Schalungskern (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Stützstruktur (15) eine Anzahl Rippen (16, 17, 18) aufweist, die zumindest abschnittsweise mehrlagig ausgestaltet sind.

4. Schalungskern (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass eine Vielzahl einander stoßende Schalungselemente (11) die Innenschalung (10) ausbildet, insbesondere dass eine Anzahl Seitenschalungselemente (12), Deckenschalungselemente (13) und / oder Bodenschalungselemente (14) die Innenschalung (10) ausbildet, wobei wenigstens zwei Schalungselemente (11) entlang eines Stoßes im Wesentlichen gießmassendicht miteinander verbunden sind.

5. Schalungskern (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** ein erstes Schalungselement (11) mit einem zweiten Schalungselement (11) verschraubt ist.

6. Schalungskern (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Innenschalung (10) wenigstens fünf Seitenschalungselemente (12) umfasst, wobei vier Seitenschalungselemente (12) parallel zu einer Entformungsrichtung (ER) ausgerichtet sind und ein fünftes Seitenschalungselemente (12) quer dazu ausgerichtet ist, wobei jedes der vier Seitenschalungselemente (12) mit jeweils zwei weiteren der vier Seitenschalungselemente (12) im Wesentlichen gießmassendicht verbunden ist, und wobei das fünfte Seitenschalungselemente (12) mit jedem der vier weiteren Seitenschalungselementen (12) im Wesentlichen gießmassendicht verbunden ist.

7. Schalungskern (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Wandstärke der Innenschalung (10), insbesondere die Wandstärke eines Schalungselements (11), zumindest abschnittsweise mindestens 15 mm beträgt, vorzugsweise zwischen 15 mm und 40 mm beträgt, besonders bevorzugt zwischen 20 mm und 30 mm.

8. Schalungskern (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenschalung (10) ein erstes Schalungselement (11) und ein zweites Schalungselement (11) aufweist, wobei das erste Schalungselement (11) eine erste Wandstärke aufweist und das zweite Schalungselement (11) zumindest bereichsweise eine von der ersten abweichende, zweite Wandstärke.

9. Schalungskern (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch

eine Temperiereinrichtung mit einer Anzahl Energieübertragungselementen, welche energieübertragungswirksam verbunden sind mit der Innenschalung (10).

10. Schalungskern (1) nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Anzahl Energieübertragungselemente eine Fluidleitung aufweist, wobei eine Fluidleitung zumindest abschnittsweise innerhalb der Innenschalung (10) verläuft und / oder benachbart zur Innenschalung (10) verläuft.

11. Schalungsvorrichtung zur Herstellung eines Hohlkörpers (2) aus einer Gießmasse,

wobei der Hohlkörper (2) zumindest eine Ent-

nahmeöffnung (20) aufweist, umfassend

- einen Schalungskern (1) mit einer kontrahierbaren als Innenschalung (10) bezeichneten, inneren Schalwand,
- und einer als Außenschalung bezeichneten, äußeren Schalwand,

wobei Innenschalung (10) und Außenschalung einen Gießraum begrenzen, welcher der Geometrie des Hohlkörpers (2) im Wesentlichen entspricht,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Schalungskern (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgestaltet ist, wobei vorzugsweise die Schalungsvorrichtung liegend ausgerichtet ist, derart, dass die Entnahmeöffnung (20) im Wesentlichen in horizontaler Richtung öffnet.

12. Verfahren (100) zur Herstellung eines Hohlkörpers (2) aus einer Gießmasse, wobei der Hohlkörper (2) zumindest eine Entnahmeöffnung (20) aufweist, umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen (110) einer Schalungsvorrichtung mit einer Außenschalung und einem eine Innenschalung (10) aufweisenden Schalungskern (1),
- wobei Außenschalung und Innenschalung (10) einen Gießraum begrenzen,
- Befüllen (120) des Gießraums mit einer Gießmasse,
- Zumindest teilweises Aushärten (130) der Gießmasse,
- Kontrahieren (140) der Innenschalung (10) mittels einer in der Innenschalung (10) wirksamen Temperaturverringering,
- Entnehmen (150) des Schalungskerns (1) durch die Entnahmeöffnung (20).

13. Verfahren (100) nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass während des Aushärtens (130) der Gießmasse ein Fluid zur Innenschalung (10) geleitet wird, wobei das Fluid eine Temperatur aufweist, die niedriger ist als eine momentane Temperatur der Gießmasse beim Aushärten (130), derart, dass durch die Temperaturverringering das Kontrahieren (140) der Innenschalung (10) unterstützt wird.

14. Verfahren (100) nach Anspruch 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Verfahren (100) weiterhin umfasst:

- Expandieren der Innenschalung (10) mittels einer in der Innenschalung (10) wirk-

samen Temperaturerhöhung,

wobei vorzugsweise für die Temperaturerhöhung Wärmeenergie genutzt wird, die beim Aushärten (130) der Gießmasse entsteht.

15. Verfahren (100) nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Expandieren ein Fluid vor und / oder während des Befüllens (120) des Gießraums und / oder beim Aushärten (130) der Gießmasse zur Innenschalung (10) geleitet wird, wobei das Fluid eine Temperatur aufweist, die höher ist als eine Temperatur der Gießmasse beim Befüllen (120) des Gießraums.

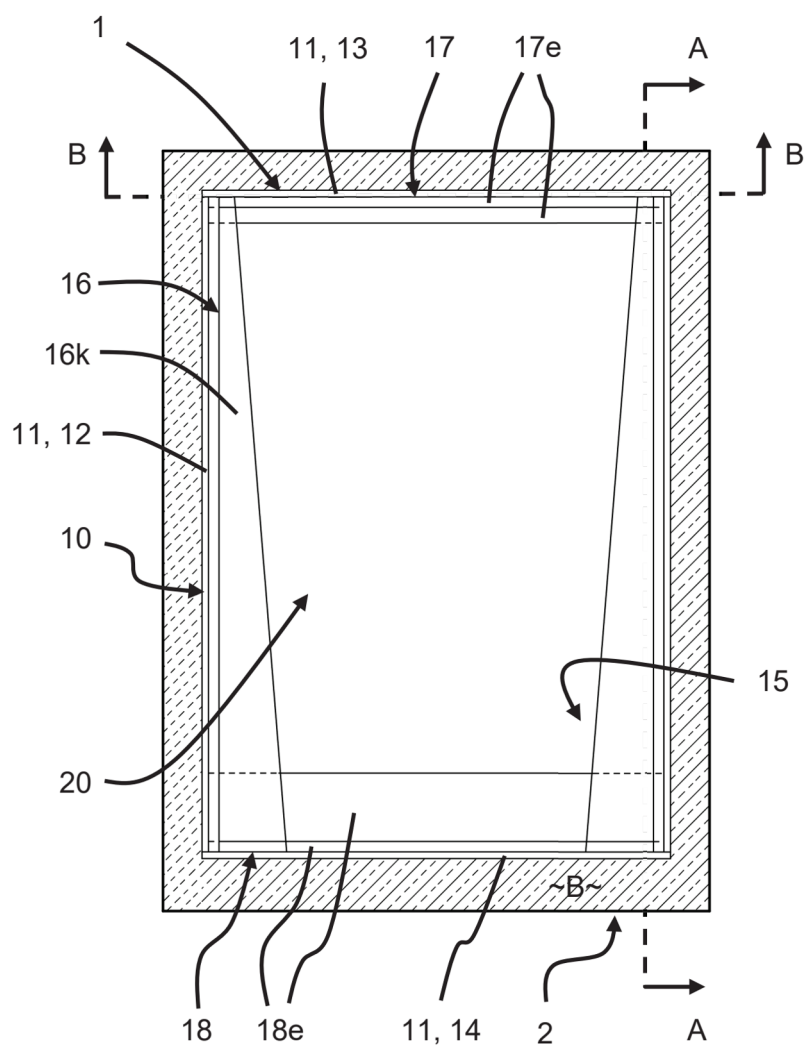


Fig. 1

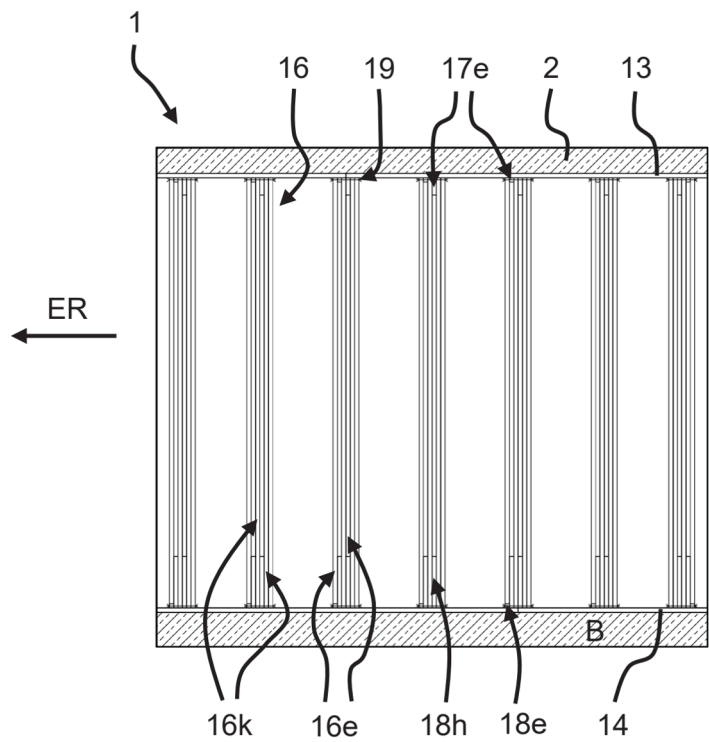


Fig. 2

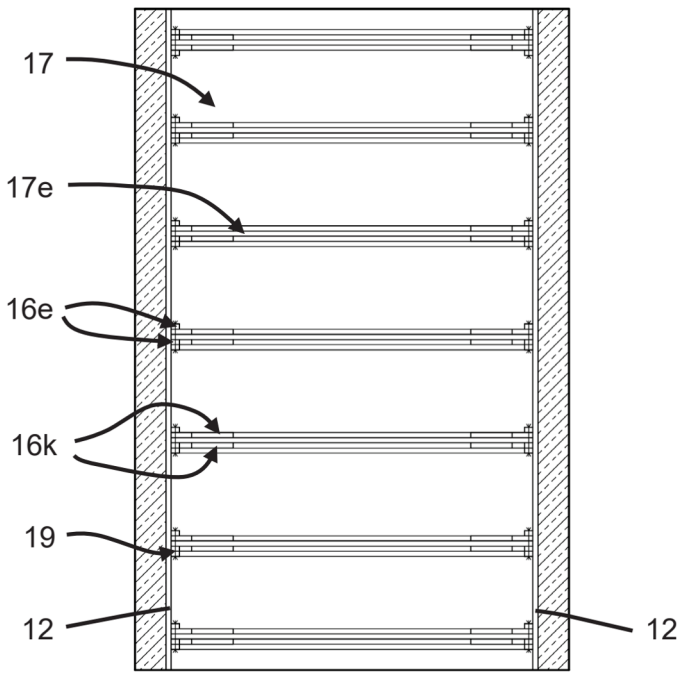


Fig. 3

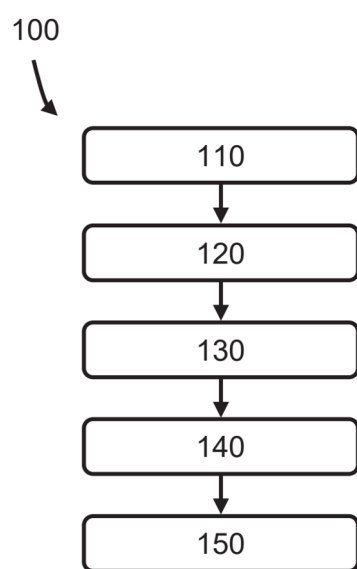


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 25 22 5126

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 111 775 287 B (LILING TAOSHENG INFORMATION TECH CO LTD) 15. Juni 2021 (2021-06-15)	1,3,4, 8-13	INV. B28B7/30 B28B7/34
A	* das ganze Dokument *	2,5-7, 14,15	B28B7/10 B28B7/42 B28B21/88
X	JP 2002 096315 A (TOKURI KK) 2. April 2002 (2002-04-02) * das ganze Dokument *	1,7,11, 12,14,15	B28B7/16 B28B7/22
X	JP S54 63121 A (NIPPON PRESSED CONCRETE KK) 21. Mai 1979 (1979-05-21) * das ganze Dokument *	1,2,7, 11,12,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B28B
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Mai 2026	Prüfer Papakostas, Ioannis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 25 22 5126

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-05-2026

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 111775287 B	15-06-2021	KEINE	
JP 2002096315 A	02-04-2002	KEINE	
JP S5463121 A	21-05-1979	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 1434748 A1 [0008]
- DE 29519298 U1 [0009]