



(11) **EP 1 760 208 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2007 Patentblatt 2007/10

(51) Int Cl.:
E04B 1/76 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06016340.9**

(22) Anmeldetag: **04.08.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder: **Decker, Andreas**
77815 Bühl (DE)

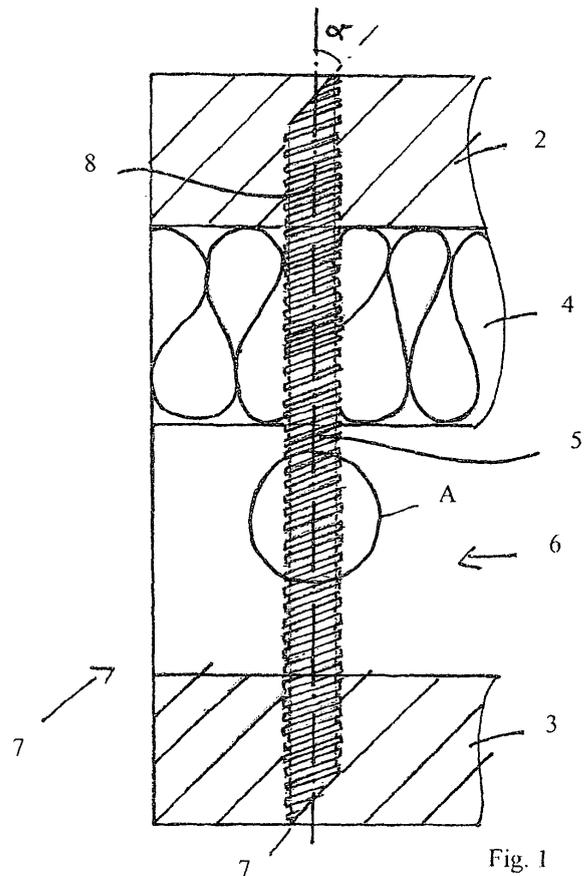
(74) Vertreter: **Peterreins, Frank**
Patent- und Rechtsanwälte
Bardehle Pagenberg Dost
Altenburg Geissler
Galileiplatz 1
81679 München (DE)

(30) Priorität: **30.08.2005 DE 102005041082**

(71) Anmelder: **SCHÖCK BAUTEILE GmbH**
76534 Baden-Baden (DE)

(54) **System und Verfahren zur Herstellung von gedämmten Hohlwänden**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hohlwand (1) mit einer ersten Wandschale (2) und aus einer zweiten Wandschale (3), die beabstandet von der ersten Wandschale (2) angeordnet ist, wobei die erste Wandschale (2) und die zweite Wandschale (3) durch Bewehrungsstäbe (5) miteinander verbunden sind. Erfindungsgemäß dienen die Bewehrungsstäbe (5) jeweils sowohl eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale (2) und der zweiten Wandschale (3) bereitzustellen als auch zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand (1). Dadurch werden diese beiden Funktionen durch die erfinderischen Bewehrungsstäbe erreicht im Gegensatz zum Stand der Technik, nach welchem für diese Funktionen unterschiedliche Bauteile vorgesehen wurden. Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, dass die Wärmedämmschicht (4) der Hohlwand - mit Ausnahme der Durchtrittslöcher für die Bewehrungsstäbe - kontinuierlich ausgebildet sein kann. Damit dringt beim Einfüllen von Frischbeton in den Hohlraum kein Beton in Unterbrechungen der Wärmedämmschicht, die so zu unerwünschten Wärmeleitungen führen können, da die Wärmedämmschicht unmittelbar und voll umschließend an den Außenkonturen der Bewehrungsstäbe anliegt. Auf diese Weise wird eine qualitativ hochwertigere Hohlwand mit einer deutlich besseren Wärmedämmeigenschaften erhalten.



EP 1 760 208 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme und Verfahren zur Herstellung von gedämmten Hohlwänden.

[0002] Im Stand der Technik ist es bekannt, vorgefertigte Hohlwände mit zwei Wandschalen aus bewehrtem Beton herzustellen, wobei die Wandschalen durch Systeme zur Aufnahme von Kräften in mechanischer Verbindung stehen. Damit ist gewährleistet, dass die Hohlwand auf der Baustelle ihre Form behält, wenn in den Hohlraum Frischbeton eingegossen wird. Bei diesen Hohlwänden werden gesonderte Abstandhalter verwendet, die bei der Herstellung der Hohlwände den gewünschten Abstand zwischen den Wandschalen gewährleisten.

[0003] Nach dem Einbringen der Systeme zur Kraftaufnahme und der Abstandhalter in die erste Wandschale werden nach dem Stand der Technik mehrere Wärmedämmplatten auf die erste Wandschale aufgebracht, wobei die Wärmedämmplatten an die Systeme zur Kraftaufnahme und die Abstandhalter, die sich bereits in der Wandschale befinden und üblicherweise in einem Rechteckraster zwischen den Wandschalen angeordnet sind, angepasst werden. Die Wärmedämmplatten werden also gestückelt und teilweise ausgeschnitten, um sich den Systemen zur Kraftaufnahme und den Abstandhaltern anzupassen. Im Ergebnis liegt jedoch keine vollständige Abdeckung der ersten Wandschale durch die Wärmedämmplatten vor. Es verbleiben damit Schlitze bzw. Unterbrechungen zwischen den Wärmedämmplatten, die beim Eingießen von Frischbeton in den Hohlraum ebenfalls von dem Frischbeton ausgefüllt werden und so zu unerwünschten Wärmeübertragungen, also Wärmebrücken führen.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Hohlwand bereitzustellen, die auf einfachere und qualitativ hochwertigere Weise hergestellt werden kann. Dabei sollen bevorzugt auch die Herstellungskosten reduziert werden.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Hohlwand gemäß Anspruch 1 bzw. durch ein Verfahren gemäß Anspruch 25 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung. Der Bewehrungsstab gemäß Anspruch 10 und das System gemäß Anspruch 22 lösen ebenfalls die Aufgabe, auf einfachere Weise eine Hohlwand herstellen zu können.

[0006] Die erfindungsgemäße Hohlwand weist eine erste Wandschale und eine zweite Wandschale auf, die beabstandet von der ersten Wandschale angeordnet ist. Die erste Wandschale und die zweite Wandschale sind durch Bewehrungsstäbe miteinander verbunden. Erfindungsgemäß stellen die Bewehrungsstäbe jeweils eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale und der zweiten Wandschale her, und dienen gleichzeitig zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand. Dadurch werden diese beiden Funktionen durch die erfinderischen Bewehrungsstäbe erreicht im Gegen-

satz zum Stand der Technik, nach welchem für diese Funktionen unterschiedliche Bauteile vorgesehen wurden.

[0007] Die Bewehrungsstäbe sollten eine derartige mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale und der zweiten Wandschale schaffen, dass die Bewehrungsstäbe die Zugkräfte aufnehmen können, die entstehen, wenn Frischbeton in den Freiraum der Hohlwand im stehenden Zustand eingegossen wird. Die aufzunehmenden Zugkräfte hängen dabei von der Höhe des Hohlraumes der Wand ab, da mit steigender Höhe der Innendruck den eingefüllten Frischbetons auf die Wandschalen steigt. Die mechanische Verbindung sollte jedoch auch Druckkräfte, die im eingebauten Zustand von Außen auf die Wand einwirken können, z.B. im Falle von Wind-, Wasser- oder Erdlasten, aufnehmen können.

[0008] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird das Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Hohlwand dargestellt. Zunächst wird Frischbeton in eine Form bzw. Stahlpalette zur Herstellung einer ersten Wandschale eingegossen. Es wird dann eine Wärmedämmschicht auf die erste Wandschale aufgebracht, und zwar vorzugsweise in einem Zustand, in dem der Frischbeton der ersten Wandschale noch nicht abgebunden bzw. erstarrt ist. Anschließend werden die erfindungsgemäßen Bewehrungsstäbe durch die Wärmedämmschicht hindurch in den Frischbeton der ersten Wandschale eingebracht, wobei die Bewehrungsstäbe vorzugsweise so weit eingebracht werden, dass jeweils die Enden der Bewehrungsstäbe an dem Grund der Form bzw. der Stahlpalette zur Herstellung der ersten Wandschale aufliegen. Dadurch wird - wie später erläutert wird - eine Abstandhalterfunktion erfüllt.

[0009] Das so erhaltene Gebilde bestehend aus erster Wandschale, Wärmedämmschicht und Bewehrungsstäben, die aus der Wärmedämmschicht herausstehen, wird dann abgebunden bzw. ausgehärtet (das endgültige Aushärten kann Wochen später erfolgen). Anschließend wird wiederum Frischbeton in eine Form bzw. Stahlpalette eingegossen zur Herstellung einer zweiten Wandschale. Die erste Wandschale wird dann über die zweite Wandschale angeordnet, wobei die herausstehenden Bewehrungsstäbe in Richtung des Frischbetons der zweiten Wandschale weisen. Die erste Wandschale wird abgesenkt, so dass die Bewehrungsstäbe auch mit ihren anderen Enden in den Frischbeton der zweiten Wandschale eintauchen. Dabei liegen die Bewehrungsstäbe ebenfalls vorzugsweise an dem Grund der Form bzw. Stahlpalette auf. Dadurch wird erreicht, dass die Länge der Bewehrungsstäbe die Gesamtstärke der Hohlwand festlegt. Zuletzt wird auch die zweite Wandschale abgebunden, so dass diese erstarrt. Es wird also eine vorgefertigte Hohlwand erhalten, deren Hohlraum auf der Baustelle bzw. am Bestimmungsort mit Frischbeton aufgefüllt werden kann.

[0010] Ein erheblicher Vorteil des oben beschriebenen Verfahrens ist, dass die Wärmedämmschicht der erfinderischen Hohlwand - mit Ausnahme der Durchtrittslö-

cher für die Bewehrungsstäbe - kontinuierlich ausgebildet sein kann. Mit anderen Worten deckt die Wärmedämmschicht die anliegende Wandschale annähernd vollständig ab, ohne dabei Unterbrechungen aufzuweisen (mit Ausnahme der Durchtrittslöcher für die Bewehrungsstäbe). Damit dringt beim Einfüllen von Frischbeton in den Hohlraum kein Beton in Unterbrechungen der Wärmedämmschicht, die so zu unerwünschten Wärmeleitungen führen können, da die Wärmedämmschicht unmittelbar und voll umschließend an den Außenkonturen der Bewehrungsstäbe anliegt. Auf diese Weise wird eine qualitativ hochwertigere Hohlwand mit einer deutlich besseren Wärmedämmeigenschaften erhalten.

[0011] An dieser Stelle sei angemerkt, dass nach der vorliegenden Erfindung statt einer Wärmedämmschicht auch eine Schalldämmschicht vorgesehen sein kann, falls die Wirkung der Schalldämmung einer Wand im Vordergrund stehen soll.

[0012] Um das Einbringen der Bewehrungsstäbe zu erleichtern, ist vorzugsweise vorgesehen, in die Wärmedämmschicht Löcher für den Durchtritt von Bewehrungsstäben einzuarbeiten, bevor die Wärmedämmschicht auf die erste Wandschale aufgebracht wird. Diese Löcher können dann auch als Führung für die Bewehrungsstäbe dienen, damit diese möglichst rechtwinkelig zu der ersten Wandschale angeordnet sind. Hierzu sind die Löcher vorzugsweise etwas kleiner als die Bewehrungsstäbe ausgebildet, um einen Form- bzw. Kraftschluss zwischen der Wärmedämmschicht und den Bewehrungsstäben zu gewährleisten. Außerdem wird so sichergestellt, dass Frischbeton, der auf der Baustelle in den Hohlraum eingegossen wird, nicht in eventuelle Lücken zwischen Bewehrungsstäbe und Wärmedämmschicht eindringen kann. Insbesondere kann ein Eindringen von Beton bis zur Wandschale zu einer erheblichen unerwünschten Wärmebrücke führen.

[0013] Bei dem erfinderischen Verfahren ist es besonders vorteilhaft, wenn die Bewehrungsstäbe aus einem Stabmaterial, das einem Vielfachen der Stärke der Hohlwand entspricht, hergestellt werden. Das Stabmaterial kann für die Herstellung der Hohlwand in einzelne Bewehrungsstäbe zerschnitten werden, nämlich vorzugsweise mit einer Länge, die der Stärke der herzustellenden Hohlwand entspricht. Auf diese Weise können die Herstellungskosten weiter gesenkt werden, da für verschiedene Wandstärken dasselbe Ausgangsmaterial verwendet werden kann.

[0014] Mit dem Bewehrungsstab nach der vorliegenden Erfindung ist es möglich, dass der Bewehrungsstab sowohl eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale und der zweiten Wandschale bereitstellt als auch der Festlegung der Wandstärke der Hohlwand dient, also eine Abstandhalterfunktion erfüllt. Wie bereits ausgeführt, muss der Bewehrungsstab ausreichende Zug- und gegebenenfalls auch Druckkräfte aufnehmen können. Hierzu sollte die Zugfestigkeit vorzugsweise mindestens 250 N/mm² und der Elastizitätsmodul vorzugsweise mindestens 15000 N/mm² betragen, ins-

besondere mindestens 25000 N/mm². Außerdem sollte eine Schubspannung zwischen dem Bewehrungsstab und dem umgebenden Beton (die so genannte Verbundspannung) vorzugsweise mindestens 1,5 bis 2,3 N/mm² betragen.

[0015] Um eine möglichst gute Wärmedämmung der Hohlwand zu erreichen, sollte die Wärmeleitfähigkeit der erfindungsgemäßen Bewehrungsstäbe vorzugsweise kleiner als 5, insbesondere kleiner als 1 Watt/(Meter x Kelvin) sein. Außerdem sind die erfindungsgemäßen Bewehrungsstäbe vorzugsweise korrosionsbeständig und unterliegen keiner organischen Zersetzung.

[0016] Diese Eigenschaften können erfüllt werden, wenn als Material für den Bewehrungsstab Faser verstärktes Material verwendet wird, insbesondere Glasfaser verstärkter Kunststoff, je nach Anforderung auch Faser verstärkter Beton. Als Fasermaterial kommen neben Glasfasern jedoch auch Kohlefasern, Kunststofffasern und Stahlfasern in Betracht.

[0017] In den Endbereichen des Bewehrungsstabes sind vorzugsweise Einrichtungen vorgesehen, so dass Zug- und/oder Druckkräfte von den Bewehrungsstäben in die jeweilige Wandschale eingeleitet werden können zur Herstellung der mechanischen Verbindung zwischen den Wandschalen. Diese Einrichtungen an den Enden des Bewehrungsstabes können als Umfangsnuten, Gewinde, Ausbuchtungen, Rippen, Verkrallungen oder Löcher ausgebildet sein.

[0018] Erfindungsgemäß ist mindestens an einem Ende des Bewehrungsstabes mindestens eine Spitze vorgesehen ist, die mit ihrem Endpunkt in Bezug auf die Mittelachse des Bewehrungsstabes seitlich versetzt angeordnet ist und/oder mindestens ein Ende des Bewehrungsstabes nicht rotationssymmetrisch ausgebildet ist.

[0019] Dadurch wird erreicht, dass durch Drehen der Bewehrungsstäbe beim Einbringen in den Frischbeton der ersten Wandschale im Weg stehende Hindernisse, wie beispielsweise Kieselsteine, Bewehrungsgitter und/oder grobkörnige Zuschlagsstoffe, zur Seite geschoben werden können. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Bewehrungsstab an dem Grund der Form bzw. der Stahlpalette aufliegt, um seine Abstandhalterfunktion zu erfüllen. Hierzu kann der Bewehrungsstab beispielsweise an einem oder an beiden Enden des Bewehrungsstabes mindestens eine schräge Endfläche aufweisen mit einem Winkel gegenüber der Mittelachse des Bewehrungsstabes von 25° bis 85°, insbesondere 30° bis 45°.

[0020] Um auch beim Eindringen der Bewehrungsstäbe in den Frischbeton der zweiten Wandschale trotz im Wege stehender Hindernisse zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, dass auch das zweite Ende asymmetrisch ausgebildet ist, wobei eine außerdem eine Verdrehbarkeit des zweiten Endes durch einen Gelenkmechanismus im mittleren Bereich des Bewehrungsstabes erreicht werden kann. Das zweite Ende kann so verdreht werden, um Hindernisse zur Seite zu schieben, obwohl das erste Ende bereits in der ersten Wandschale festge-

legt ist. Vorzugsweise lässt der Gelenkmechanismus keinen weiteren Bewegungsfreiheitsgrad zu als eine Drehung um die Mittelachse des Bewehrungsstabes.

[0021] Der Gelenkmechanismus kann auf einfache Weise durch eine Hülse ausgebildet werden, welche zwei Hälften des Bewehrungsstabes - gegebenenfalls mit Reibungsschluss miteinander verbindet. Wenn vor dem Aufsetzen der ersten Wandschale auf die zweite Wandschale ein Klebstoff in die jeweiligen Hülse eingebracht wird, so wird eine momentane Verdrehbarkeit der zweiten Enden der Bewehrungsstäbe erreicht, die jedoch nach Aushärten des Klebstoffes nicht mehr gegeben ist. Der Klebstoff gewährleistet so auch die Übertragung von Kräften zwischen den beiden Hälften der jeweiligen Bewehrungsstäbe. Es können jedoch alternativ auch andere Gelenkmechanismen vorgesehen sein, die grundsätzlich dauerhaft verdrehbar sind und eine Übertragung von Zug- und Druckkräften ermöglichen, wie z. B. Verrastungsmechanismen (Tannenbaumstruktur), Hülsen mit umlaufenden Nuten, Male-Female-Verbindungen, Steckmechanismen und dergleichen.

[0022] Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein System bestehend aus einem oder mehreren Bewehrungsstäben und aus einer Montagehilfe, wobei die Montagehilfe derart ausgebildet ist, dass sie mit einer Seite auf ein Ende eines Bewehrungsstabes aufgesetzt werden kann, und wobei eine zweite Seite der Montagehilfe eine flache oder rundliche Fläche aufweist. Mit einer derartigen Montagehilfe ist es möglich, dass der Werker den jeweiligen Bewehrungsstab in den Frischbeton und/oder in die Wärmedämmschicht mit der Hand - gegebenenfalls auch mit Hilfe eines Hammers - einbringen kann.

[0023] Vorzugsweise ist die Montagehilfe im aufgesetzten Zustand gegenüber dem Bewehrungsstab drehfest, um ein Beiseiteschieben von Hindernissen im Frischbeton (bei asymmetrischem Ende des Bewehrungsstabes) durch Drehen der Montagehilfe zu ermöglichen. Das kann erreicht werden, indem der Bewehrungsstab an dem Ende, auf welches die Montagehilfe aufgesetzt wird, eine in Bezug auf die Mittelachse asymmetrische Form aufweist, und dass die Montagehilfe dieser asymmetrischen Form wenigstens teilweise angepasst ist.

[0024] Anstatt einer Verdrehungsmöglichkeit kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der Bewehrungsstab in seinem mittleren Bereich einen Querschnitt aufweist, der eine Verbiegung des Bewehrungsstabes in eine erste Richtung, die senkrecht zur Mittelachse verläuft, möglich ist. Dadurch wird erreicht, dass beim Einbringen des Bewehrungsstabes in den Beton der zweiten Wandschale Hindernisse seitlich umfahren werden können.

[0025] Dabei ist der genannte Querschnitt im mittleren Bereich vorzugsweise auch derart ausgestaltet, dass eine Verbiegung des Bewehrungsstabes in eine zweite Richtung, die sowohl zur Mittelachse als auch zur ersten Richtung senkrecht verläuft, gegenüber einer Verbiegung in der ersten Richtung schwerer möglich ist. Eine derartige Verbiegungsmöglichkeit kann geschaffen wer-

den, indem der mittlere Bereich allseitig bzw. nur von zwei Seiten her verjüngt wird.

[0026] Obwohl der Bewehrungsstab vorzugsweise in Frischbeton eingebracht wird, ist es nach der vorliegenden Erfindung auch möglich, in abgebundenen bzw. erstarrten Beton Löcher einzubohren, und den jeweiligen Bewehrungsstab mit Klebstoff darin festzulegen. Das Einbringen des erfindungsgemäßen Bewehrungsstabes in Frischbeton ist also kein zwingendes Merkmal der vorliegenden Erfindung.

[0027] Es folgt nun eine Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf die beigefügte Zeichnung.

15 **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt durch eine Hohlwand nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 zeigt einen mittleren Bereich eines Bewehrungsstabes nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Verdrehbarkeit zwischen zwei Hälften des Bewehrungsstabes möglich ist,

20 **Fig. 3** zeigt einen mittleren Bereich eines Bewehrungsstabes nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Verbiegungsmöglichkeit zwischen den Enden des Bewehrungsstabes möglich ist, und

25 **Fig. 4** zeigt eine Montagehilfe nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, um einen Bewehrungsstab in Frischbeton einzubringen.

30 **[0028]** **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt durch eine Hohlwand **1** nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die Hohlwand **1** weist eine erste Wandschale **2**, eine zweite Wandschale **3** und eine dazwischen liegende Wärmedämmschicht **4** auf. Die Wandschalen **2, 3** stehen durch mehrere Bewehrungsstäbe **5** in mechanischer Wirkverbindung (in Fig. 1 ist nur ein Bewehrungsstab zu sehen). Die Wärmedämmschicht **4** wird durch die Bewehrungsstäbe ebenfalls festgelegt, so dass sie vorzugsweise an der ersten Wandschale **2** anliegt.

35 **[0029]** Erfindungsgemäß stellen die Bewehrungsstäbe **5** jeweils eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale **2** und der zweiten Wandschale **3** her, und dienen gleichzeitig zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand. Dadurch werden diese beiden Funktionen durch die erfinderischen Bewehrungsstäbe erreicht im Gegensatz zum Stand der Technik, nach welchem für diese Funktionen unterschiedliche Bauteile vorgesehen wurden.

40 **[0030]** Die Bewehrungsstäbe **5** schaffen eine derartige mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale **2** und der zweiten Wandschale **3**, dass die Bewehrungsstäbe **5** die Zugkräfte aufnehmen können, die entstehen, wenn Frischbeton in den Freiraum **6** der Hohl-

wand im stehenden Zustand eingegossen wird. Die aufzunehmenden Zugkräfte hängen dabei von der Höhe des Hohlraumes **6** der Wand ab, da mit steigender Höhe der Innendruck den eingefüllten Frischbetons auf die Wandschalen steigt. Die mechanische Verbindung kann jedoch auch Druckkräfte, die im eingebauten Zustand von Außen auf die Wand einwirken können, z. B. im Falle von Wind-, Wasser- oder Erdlasten, aufnehmen.

[0031] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Hohlwand wird - wie bereits ausgeführt wurde - Frischbeton in eine Form bzw. Stahlpalette zur Herstellung der ersten Wandschale **2** eingegossen. Es wird dann die Wärmedämmschicht **4** auf die erste Wandschale **2** aufgebracht, und zwar vorzugsweise in einem Zustand, in dem der Frischbeton der ersten Wandschale noch nicht abgebunden bzw. erstarrt ist. Anschließend werden die erfindungsgemäßen Bewehrungsstäbe **5** durch die Wärmedämmschicht **4** hindurch in den Frischbeton der ersten Wandschale **2** eingebracht, wobei die Bewehrungsstäbe **5** in dem dargestellten Ausführungsbeispiel so weit eingebracht werden, dass jeweils die Enden der Bewehrungsstäbe an dem Grund der Form bzw. der Stahlpalette zur Herstellung der ersten Wandschale aufliegen. Dabei wird angemerkt, dass die erste Wandschale **2** bei seiner Herstellung zunächst eine derartige Lage hat, dass ihre Außenseite nach unten weist (entgegengesetzt zur dargestellten Lage in Fig. 1). Die Bewehrungsstäbe **5** werden also in dieser Herstellungsphase von oben nach unten in den Beton eingedrückt.

[0032] Das so erhaltene Gebilde bestehend aus erster Wandschale **2**, Wärmedämmschicht **4** und Bewehrungsstäben **5**, die aus der Wärmedämmschicht herausstehen, wird dann abgebunden bzw. ausgehärtet. Anschließend wird wiederum Frischbeton in eine Form bzw. Stahlpalette eingegossen zur Herstellung der zweiten Wandschale **3**. Die erste Wandschale **2** wird dann über die zweite Wandschale **3** angeordnet, wobei die herausstehenden Bewehrungsstäbe in Richtung des Frischbetons der zweiten Wandschale weisen (die erste Wandschale wird also gegenüber der ersten Herstellungsphase umgedreht). Die erste Wandschale **2** wird abgesenkt, so dass die Bewehrungsstäbe auch mit ihren anderen Enden in den Frischbeton der zweiten Wandschale **3** eintauchen. Dabei liegen die Bewehrungsstäbe **5** ebenfalls an dem Grund der Form bzw. Stahlpalette auf. Dadurch wird erreicht, dass die Länge der Bewehrungsstäbe **5** die Gesamtstärke der Hohlwand festlegt, so dass die Bewehrungsstäbe **5** auch eine Abstandhalterfunktion erfüllen. Zuletzt wird auch die zweite Wandschale **3** abgebunden, so dass diese erstarrt. Es wird also eine vorgefertigte Hohlwand **1** erhalten, deren Hohlraum **6** auf der Baustelle bzw. am Bestimmungsort mit Frischbeton aufgefüllt werden kann.

[0033] Ein erheblicher Vorteil des oben beschriebenen Verfahrens ist, dass die Wärmedämmschicht **4** der erfindungsgemäßen Hohlwand **1** - mit Ausnahme der Durchtrittslöcher für die Bewehrungsstäbe - kontinuierlich ausgebildet ist. Mit anderen Worten deckt die Wärmedämm-

schicht **4** die anliegende Wandschale **2** vollständig ab, ohne dabei Unterbrechungen aufzuweisen (mit Ausnahme der Durchtrittslöcher für die Bewehrungsstäbe). Damit dringt beim Einfüllen von Frischbeton in den Hohlraum **6** kein Beton in Unterbrechungen der Wärmedämmschicht **4**, die so zu unerwünschten Wärmeleitungen führen können, da die Wärmedämmschicht **4** unmittelbar und voll umschließend an den Außenkonturen der Bewehrungsstäbe **5** anliegt. Auf diese Weise wird eine qualitativ hochwertigere Hohlwand **1** mit einer deutlich besseren Wärmedämmeigenschaften erhalten.

[0034] Um das Einbringen der Bewehrungsstäbe **5** zu erleichtern, ist nach dem dargestellten Ausführungsbeispiel vorgesehen, in die Wärmedämmschicht **4** Löcher für den Durchtritt von Bewehrungsstäben **5** einzuarbeiten, bevor die Wärmedämmschicht **4** auf die erste Wandschale **2** aufgebracht wird. Diese Löcher können dann auch als Führung für die Bewehrungsstäbe **5** dienen, damit diese möglichst rechtwinklig zu der ersten Wandschale **2** angeordnet sind. Hierzu sind die Löcher vorzugsweise etwas kleiner als die Bewehrungsstäbe **5** ausgebildet, um einen Form- bzw. Kraftschluss zwischen der Wärmedämmschicht und den Bewehrungsstäben zu gewährleisten. Außerdem wird so sichergestellt, dass Frischbeton, der auf der Baustelle in den Hohlraum **6** eingegossen wird, nicht in eventuelle Lücken zwischen Bewehrungsstäbe **5** und Wärmedämmschicht **4** eindringen kann.

[0035] Der Bewehrungsstab **5** besteht in dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel aus Glasfaser verstärktem Kunststoff mit einer Zugfestigkeit von über 250 N/mm² und einem Elastizitätsmodul von über 25000 N/mm². Die Schubspannung zwischen dem Bewehrungsstab **5** und dem umgebenden Beton (die so genannte Verbundspannung) beträgt mehr als 2,3 N/mm². Das Material des Bewehrungsstabes **5** hat eine Wärmeleitfähigkeit unter 1 Watt/(Meter x Kelvin), ist korrosionsbeständig und unterliegt keiner organischen Zersetzung.

[0036] In den Endbereichen der Bewehrungsstäbe sind vorzugsweise Einrichtungen vorgesehen, die eine Einleitung von Zug- und/oder Druckkräften von den Bewehrungsstäben in die jeweilige Wandschale ermöglichen. Hierzu können im Endbereich der Bewehrungsstäbe Umfangsnuten, Gewinde, Ausbuchtungen, Rippen, Verkrallungen oder Löcher ausgebildet sein. In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist der Bewehrungsstab **5** mit gewindeartig verlaufenden Nuten versehen, um eine Einleitung von Zug- und/oder Druckkräften in die jeweilige Wandschale zu ermöglichen.

[0037] Der Bewehrungsstab **5** weist an beiden Enden jeweils eine Spitze **7** auf, die mit ihrem Endpunkt in Bezug auf die Mittelachse **8** des Bewehrungsstabes **5** seitlich versetzt angeordnet ist. Nach anderen Ausführungsformen reicht es aber aus, dass die Enden des Bewehrungsstabes nicht rotationssymmetrisch ausgebildet sind. Dadurch wird erreicht, dass durch Drehen der Bewehrungsstäbe **5** beim Einbringen in den Frischbeton der ersten Wandschale **2** im Weg stehende Hindernisse, wie bei-

spielsweise Kieselsteine, Bewehrungsgitter und/oder grobkörnige Zuschlagsstoffe, zur Seite geschoben werden können. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass der Bewehrungsstab **5** an dem Grund der Form bzw. der Stahlpalette aufliegt, um seine Abstandhalterfunktion zu erfüllen. Hierzu kann der Bewehrungsstab an einem oder an beiden Enden des Bewehrungsstabes mindestens eine schräge Endfläche aufweisen, deren Winkel α gegenüber der Mittelachse **8** des Bewehrungsstabes im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa 30° bis 40° beträgt.

[0038] Um auch beim Eindringen der Bewehrungsstäbe in den Frischbeton der zweiten Wandschale trotz im Wege stehender Hindernisse zu ermöglichen, ist in dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2**, welche eine Alternative zu dem Detail **A** in **Fig. 1** zeigt, vorgesehen, dass eine Verdrehbarkeit des zweiten Endes durch einen Gelenkmechanismus **9** im mittleren Bereich des Bewehrungsstabes erreicht werden kann. Das zweite Ende kann so verdreht werden, um Hindernisse zur Seite zu schieben, obwohl das erste Ende bereits in der ersten Wandschale festgelegt ist.

[0039] Der Gelenkmechanismus kann - wie in **Fig. 2** dargestellt ist - auf einfache Weise durch eine Hülse **10** ausgebildet werden, welche zwei Hälften des Bewehrungsstabes - gegebenenfalls mit Reibungsschluss miteinander verbindet. Wenn vor dem Aufsetzen der ersten Wandschale **2** auf die zweite Wandschale **3** ein Klebstoff in die jeweiligen Hülsen eingebracht wird, so wird eine momentane Verdrehbarkeit der zweiten Enden der Bewehrungsstäbe erreicht, die jedoch nach Aushärten des Klebstoffes nicht mehr gegeben ist. Der Klebstoff gewährleistet so auch die Übertragung von Kräften zwischen den beiden Hälften der jeweiligen Bewehrungsstäbe. Es können jedoch alternativ auch andere Gelenkmechanismen vorgesehen sein, die grundsätzlich dauerhaft verdrehbar sind und eine Übertragung von Zug- und Druckkräften ermöglichen, wie z. B. Verrastungsmechanismen (Tannenbaumstruktur), Hülsen mit umlaufenden Nuten, Male-Female-Verbindungen, Steckmechanismen und dergleichen.

[0040] **Fig. 4** zeigt eine Montagehilfe **11** nach einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, um einen Bewehrungsstab **5** in Frischbeton einzubringen. Die Montagehilfe **5** ist derart ausgebildet, dass sie mit einer Seite auf ein Ende eines Bewehrungsstabes aufgesetzt werden kann, und wobei eine zweite Seite der Montagehilfe **11** eine flache oder rundliche Fläche **12** aufweist. Mit einer derartigen Montagehilfe ist es möglich, dass der Werker den jeweiligen Bewehrungsstab in den Frischbeton und/oder in die Wärmedämmschicht mit der Hand - gegebenenfalls auch mit Hilfe eines Hammers - einbringen kann.

[0041] Vorzugsweise ist die Montagehilfe **11** im aufgesetzten Zustand gegenüber dem Bewehrungsstab **5** drehfest, um ein Beiseiteschieben von Hindernissen im Frischbeton (bei asymmetrischem Ende des Bewehrungsstabes) durch Drehen der Montagehilfe **11** zu er-

möglichen. Das kann erreicht werden, indem der Bewehrungsstab an dem Ende, auf welches die Montagehilfe aufgesetzt wird, eine in Bezug auf die Mittelachse asymmetrische Form aufweist, und dass die Montagehilfe dieser asymmetrischen Form wenigstens teilweise angepasst ist, wie das bei den Flächen **13** in **Fig. 4** der Fall ist.

[0042] **Fig. 3** zeigt einen mittleren Bereich eines Bewehrungsstabes **5** nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem eine Verbiegungsmöglichkeit zwischen den Enden des Bewehrungsstabes möglich ist. Anstatt einer Verdrehungsmöglichkeit ist vorgesehen, dass der Bewehrungsstab **5** in seinem mittleren Bereich einen Querschnitt aufweist, der eine Verbiegung des Bewehrungsstabes **5** in eine erste Richtung, die senkrecht zur Mittelachse **8** verläuft, möglich ist. Dadurch wird erreicht, dass beim Einbringen des Bewehrungsstabes in den Beton der zweiten Wandschale **3** Hindernisse seitlich umfahren werden können. Eine derartige Verbiegungsmöglichkeit kann geschaffen werden, indem der mittlere Bereich allseitig bzw. nur von zwei Seiten her verjüngt wird.

Patentansprüche

1. Hohlwand (1) mit einer ersten Wandschale (2) und aus einer zweiten Wandschale (3), die beabstandet von der ersten Wandschale (2) angeordnet ist, wobei die erste Wandschale (2) und die zweite Wandschale (3) durch Bewehrungsstäbe (5) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (5) jeweils sowohl eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale (2) und der zweiten Wandschale (3) bereitstellen als auch zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand (1) dienen.
2. Hohlwand gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (5) zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand (1) sich jeweils mit ihren Enden von der Außenseite der ersten Wandschale bis zur Außenseite der zweiten Wandschale erstrecken.
3. Hohlwand gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (5) eine derartige mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale (2) und der zweiten Wandschale (3) schaffen, dass die Bewehrungsstäbe (5) die Zugkräfte aufnehmen können, die entstehen, wenn Frischbeton in den Freiraum der Hohlwand (5) im stehenden Zustand eingegossen wird, und oder Druckkräfte, die im eingebauten Zustand auf die Wand einwirken können.
4. Hohlwand gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ma-

- terial der Bewehrungsstäbe (5) jeweils eine Zugfestigkeit vorzugsweise mindestens 250 N/mm² aufweist.
5. Hohlwand gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens in den Endbereichen der Bewehrungsstäbe (5) Einrichtungen vorgesehen sind, so dass Zugkräfte von den Bewehrungsstäben (5) in die jeweilige Wandschale eingeleitet werden können zur Herstellung der mechanischen Verbindung zwischen den Wandschalen.
 6. Hohlwand gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen im Endbereich der Bewehrungsstäbe als Umfangsnuten, Gewinde, Ausbuchtungen, Rippen, Verkrallungen oder Löcher ausgebildet sind.
 7. Hohlwand insbesondere gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die zwischen der ersten Wandschale (2) und der zweiten Wandschale (3) eine Wärmedämmschicht (4) aufweist, welche an mindestens einer der Wandschalen anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmedämmschicht (4) außer den Durchtrittslöchern für die Bewehrungsstäbe (5) kontinuierlich ausgebildet ist.
 8. Hohlwand gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmedämmschicht (4) die anliegende Wandschale annähernd vollständig abdeckt, ohne dabei Unterbrechungen aufzuweisen mit Ausnahme der Durchtrittslöcher für die Bewehrungsstäbe (5).
 9. Hohlwand gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe (5) eine Einrichtung zur Fixierung der Wärmedämmschicht (4) an der anliegenden Wandschale aufweisen.
 10. Bewehrungsstab (5) zur Verbindung einer ersten Wandschale (2) und einer zweiten Wandschale (3) einer Hohlwand (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bewehrungsstab (5) geeignet ist, sowohl eine mechanische Verbindung zwischen der ersten Wandschale (2) und der zweiten Wandschale (3) bereitzustellen als auch zur Festlegung der Wandstärke der Hohlwand zu dienen.
 11. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens an einem Ende des Bewehrungsstabes (5) mindestens eine Spitze (7) vorgesehen ist, die mit ihrem Endpunkt in Bezug auf die Mittelachse (8) des Bewehrungsstabes seitlich versetzt angeordnet ist und/oder mindestens ein Ende des Bewehrungsstabes nicht rotationssymmetrisch ausgebildet ist.
 12. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Ende des Bewehrungsstabes mindestens eine schräge Endfläche aufweist.
 13. Bewehrungsstab gemäß einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endfläche gegenüber der Mittelachse des Bewehrungsstabes einen Winkel 30° bis 85° aufweist.
 14. Bewehrungsstab gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens in den Endbereichen des Bewehrungsstabes Einrichtungen vorgesehen sind, so dass Zug- und/oder Druckkräfte von den Bewehrungsstäben in die jeweilige Wandschale eingeleitet werden können zur Herstellung der mechanischen Verbindung zwischen den Wandschalen.
 15. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtungen an den Enden des Bewehrungsstabes als Umfangsnuten, Gewinde, Ausbuchtungen, Rippen, Verkrallungen oder Löcher ausgebildet sind.
 16. Bewehrungsstab insbesondere gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** im mittleren Bereich des Bewehrungsstabes ein Gelenkmechanismus (9) angeordnet ist, welcher eine Verdrehung des ersten Endes gegenüber dem zweiten Ende um die Mittelachse des Bewehrungsstabes ermöglicht.
 17. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gelenkmechanismus (9) keinen weiteren Bewegungsfreiheitsgrad zulässt als eine Drehung um die Mittelachse des Bewehrungsstabes.
 18. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gelenkmechanismus (9) durch eine Hülse (10) ausgebildet ist, welche zwei Hälften des Bewehrungsstabes miteinander verbindet.
 19. Bewehrungsstab gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bewehrungsstab in seinem mittleren Bereich einen Querschnitt aufweist, der eine Verbiegung des Bewehrungsstabes in eine erste Richtung, die senkrecht zur Mittelachse (8) verläuft, möglich ist.
 20. Bewehrungsstab gemäß Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der genannte Querschnitt im mittleren Bereich derart ausgestaltet ist, dass eine Verbiegung des Bewehrungsstabes in eine zweite

- Richtung, die sowohl zur Mittelachse (8) als auch zur ersten Richtung senkrecht verläuft, gegenüber einer Verbiegung in der ersten Richtung schwerer möglich ist.
21. Bewehrungsstab gemäß einem der Ansprüche 10 bis 20, wobei der Bewehrungsstab aus Faser verstärktem Material besteht.
22. System bestehend aus einem oder mehreren Bewehrungsstäben (5) nach einem der Ansprüche 10 bis 21 und aus einer Montagehilfe (11), wobei die Montagehilfe (11) derart ausgebildet ist, dass sie mit einer Seite auf ein Ende eines Bewehrungsstabes (5) aufgesetzt werden kann, und wobei eine zweite Seite der Montagehilfe eine flache oder rundliche Fläche (12) aufweist.
23. System gemäß Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montagehilfe (11) im aufgesetztem Zustand gegenüber dem Bewehrungsstab drehfest ist.
24. System gemäß Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehfestigkeit gegenüber dem Bewehrungsstab (5) dadurch erreicht wird, dass der Bewehrungsstab an dem Ende, auf welches die Montagehilfe (11) aufgesetzt wird, eine in Bezug auf die Mittelachse asymmetrische Form aufweist, und dass die Montagehilfe dieser asymmetrischen Form wenigstens teilweise angepasst ist.
25. Verfahren zur Herstellung einer Hohlwand (1) umfassend die folgenden Schritte:
- a) Eingießen von Frischbeton in eine Form zur Herstellung einer ersten Wandschale (2),
 - b) Aufbringen einer Wärmedämmschicht (4) auf die erste Wandschale (2) in einem Zustand, in dem der Frischbeton der ersten Wandschale noch nicht abgebunden bzw. erstarrt ist,
 - c) Einbringen von Bewehrungsstäben (5) durch die Wärmedämmschicht (4) hindurch in den Frischbeton der ersten Wandschale (2),
 - d) Abbinden und/oder Erstarren der ersten Wandschale (2),
 - e) Eingießen von Frischbeton in eine Form zur Herstellung einer zweiten Wandschale (3),
 - f) Aufbringen der abgebundenen bzw. erstarrten ersten Wandschale (2) mit Wärmedämmschicht und Bewehrungsstäben als Gesamtheit über die zweite Wandschale (3) in einem Zustand, in dem der Frischbeton der zweiten Wandschale noch nicht abgebunden bzw. erstarrt ist, wobei zwischen der abgebundenen bzw. erstarrten ersten Wandschale und der noch nicht abgebundenen bzw. erstarrten zweiten Wandschale ein Abstand verbleibt, und
- g) Abbinden und/oder Erstarren der zweiten Wandschale (3).
26. Verfahren gemäß Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einbringen von Bewehrungsstäben in Schritt c) derart erfolgt, dass jeweils die Enden der Bewehrungsstäbe an dem Grund der Form zur Herstellung der ersten Wandschale aufliegen.
27. Verfahren gemäß Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Wärmedämmschicht Löcher für den Durchtritt von Bewehrungsstäben eingearbeitet werden, bevor die Wärmedämmschicht auf die erste Wandschale aufgebracht wird.
28. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt f) die abgebundene bzw. erstarrte Wandschale derart über die zweite Wandschale aufgebracht wird, dass die Bewehrungsstäbe in den Frischbeton der zweiten Wandschale eindringen und an dem Grund der Form zur Herstellung der ersten Wandschale aufliegen.
29. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe durch ihre Länge die Stärke der Hohlwand festlegen.
30. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewehrungsstäbe bereitgestellt werden, indem ein Stabmaterial, das einem Vielfachen der Stärke der Hohlwand entspricht, in einzelne Bewehrungsstäbe, die eine Gesamtlänge entsprechend der Stärke der herzustellenden Hohlwand aufweisen, zerschnitten wird.
31. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens die Enden der Bewehrungsstäbe, die in die erste Wandschale eingebracht werden, jeweils eine Spitze aufweisen, die mit ihrem Endpunkt in Bezug auf die Mittelachse des Bewehrungsstabes seitlich versetzt angeordnet ist, so dass durch Drehen der Bewehrungsstäbe beim Einbringen in den Frischbeton der ersten Wandschale im Weg stehende Hindernisse zur Seite geschoben werden können.
32. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Eingießen von Frischbeton zur Herstellung der ersten bzw. zweiten Wandschale eine Bewehrung in die Form eingebracht wird.
33. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 25 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Frischbeton zur Herstellung der ersten und/oder zweiten Wandschale Fasern als Bewehrungsmittel enthält.

