

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **90730007.3**

51 Int. Cl.⁵: **F17C 3/02, F17C 13/12, E04H 9/02**

22 Anmeldetag: **10.04.90**

30 Priorität: **22.04.89 DE 3913253**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.90 Patentblatt 90/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE ES FR GR IT NL

71 Anmelder: **Philipp Holzmann AG**
Taunusanlage 1
D-6000 Frankfurt 1(DE)

72 Erfinder: **Schäfer, Hans, Dr.-Ing.**
Grimmelshausenstrasse 13
D-6100 Darmstadt(DE)

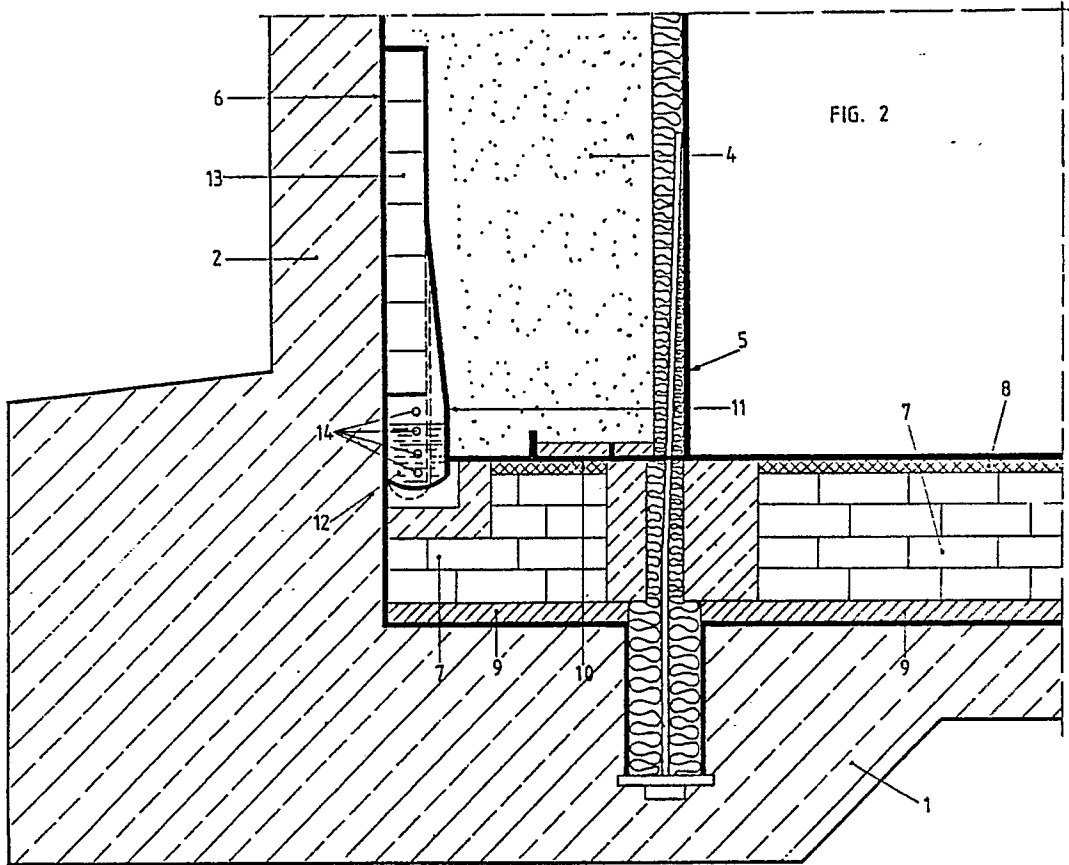
74 Vertreter: **Eikenberg & Brümmerstedt**
Patentanwälte
Schackstrasse 1
D-3000 Hannover 1(DE)

54 **Behälter zur Einlagerung von tiefgeköhlten Flüssigkeiten.**

57 Die Erfindung betrifft einen Behälter zur Einlagerung von tiefgeköhlten Flüssigkeiten, insbesondere von verflüssigten Gasen, bestehend aus einem allseitig geschlossenen Außenbehälter (2) aus Stahlbeton/Spannbeton, evtl. auch mit einem Stahldach (3) und einem darin eingesetzten, oben offenen Stahl-Innenbehälter (5) zur Aufnahme der Flüssigkeit, wobei der Stahl-Innenbehälter auf einer Isolierung (4) ruht und zwischen der äußeren Umfangsfläche des Stahl-Innenbehälters und der inneren Umfangsfläche des Außenbehälters ein ringförmiger Zwischenraum vorhanden ist, der mit einem Granulat aus Isolierstoff ausgefüllt ist, und wobei ein Distanzelement (10) am unteren Ende des Zwischenraums zwischen Innen- und Außenbehälter angeordnet ist. Damit im Lastfall eines Erdbebens der Stahl-Innenbehälter gegen Verschiebung gesichert ist und dabei

entstehende Horizontalkräfte aufgenommen werden können, wird zwischen dem Distanzelement und der Innenwand des Außenbehälters ein ringförmiger, mit dem Außenbehälter fest verbundener Stahl-Hohlbehälter (11) angeordnet, der teilweise mit einem durch Wärme verflüssigbaren Material (12) gefüllt ist, wobei in dem Hohlbehälter Heizelemente (14) angebracht sind, und wobei das Distanzelement (10) mit dem Hohlbehälter (11) starr und mit dem Stahl-Innenbehälter (5) ebenfalls starr oder kraftschlüssig verbunden ist. Das vorzugsweise aus Bitumen bestehende Material im Hohlbehälter wird beim Füllen und Entleeren des Innenbehälters erwärmt und behindert somit die beim Füllen und Entleeren entstehenden Temperaturverformungen des Innenbehälters nicht.

EP 0 401 154 A1



Behälter zur Einlagerung von tiefgekühlten Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft einen Behälter zur Einlagerung von tiefgekühlten Flüssigkeiten, insbesondere von verflüssigten Gasen, bestehend aus einem allseitig geschlossenen Außenbehälter aus Stahlbeton/Spannbeton, evtl. auch mit einem Stahl-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

dach, und einem darin eingesetzten, oben offenen Stahl-Innenbehälter zur Aufnahme der Flüssigkeit, wobei der Stahl-Innenbehälter auf einer Isolierung ruht und zwischen der äußeren Umfangsfläche des Stahl-Innenbehälters und der inneren Umfangsfläche des Außenbehälters ein ringförmiger Zwischenraum vorhanden ist, der mit einem Granulat aus Isolierstoff ausgefüllt ist.

Ein solcher Behälter ist beispielsweise aus der DE-PS 31 25 846 bekannt. Für den Betrieb solcher Behälter werden umfangreiche Sicherheitsvorkehrungen getroffen; der Behälter muß unter anderem in jedem Fall erdbebensicher sein. Bei einem Erdbeben müssen horizontale Trägheitskräfte vom Innentank auf den Außentank übertragen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Isolierung im Zwischenraum zwischen den beiden Tanks hierzu nicht beitragen kann. Da der Zwischenraum nicht nur zur Aufnahme der Isolierung dient, sondern auch vorhanden sein muß, damit er im Fall von Störungen oder Reparaturarbeiten begehbar ist, wird als Isoliermaterial üblicherweise expandiertes Perlit verwendet. Ausgangsmaterial ist dabei ein vulkanisches Silikatgestein, bei dem durch kurzfristiges Erhitzen auf etwa 1000 °C das gebundene Wasser in Dampf verwandelt wird, so daß die Glaschmelze auf ein Vielfaches ihres Volumens aufbläht wird.

Ein gewisses Maß von Horizontalkräften kann durch Reibungskräfte vom Stahl-Innenbehälter über die Bodenisolierung zum Boden des Außenbehälters übertragen werden. Bei hoher Erdbebeanspruchung reichen die Reibungskräfte bzw. der Schubwiderstand in der Bodenfuge jedoch nicht zum Gleichgewicht des Innentanks aus. Wenn dieser mit seiner Füllung ins Rutschen kommt, was durch die Perlit-Isolierung im Zwischenraum nicht verhindert wird, könnte er mit seiner gewaltigen Masse auf den Außenbehälter aufprallen, was zu einem Bersten des Innenbehälters und auch zu einer Beschädigung oder sogar Zerstörung des Außenbehälters führen könnte. Als Folge davon können Explosionen und Brände größten Ausmaßes entstehen.

Um einem Rutschen des Stahl-Innenbehälters relativ zum Außenbehälter entgegenzuwirken, ist es bekannt, am Boden des Zwischenraums zwischen dem Innen- und Außenbehälter einen ringförmigen Körper aus massivem Material anzuordnen, dessen Breite genau der Breite des Zwischenraums ent-

spricht.

Wenn in dem Stahl-Innenbehälter beispielsweise verflüssigtes Naturgas eingelagert wird, muß diese Einlagerung bei einer Temperatur von etwa -165 °C erfolgen. Wenn der Stahl-Innenbehälter mit dem auf diese Temperatur gekühlten Flüssiggas gefüllt wird, kühlt sich auch der Innenbehälter auf diese Temperatur ab und zieht sich dementsprechend zusammen. Bei einem Innenbehälter mit einem Fassungsvermögen von 50 000 m³ mit einem Durchmesser von etwa 45 m verkleinert sich der Radius des Innenbehälters um ca. 5 cm, so daß damit eine Lücke entsteht, die später im Erdbebenfall ein Rutschen und damit eine Zerstörung der Bodenisolierung und ggfs. des Behälters zur Folge hätte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Behälter der oben beschriebenen Art so auszubilden, daß im warmen und im kalt gefahrenen Zustand eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Innen- und Außentank hergestellt werden kann und daß in den Übergangszuständen des Kalt- oder Warmfahrens keine Zwängungskräfte auftreten.

Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß zwischen dem Distanzelement und der Innenwand des Außenbehälters ein ringförmiger, mit dem Außenbehälter fest verbundener, aus Stahlblech bestehender Hohlbehälter angeordnet ist, der teilweise mit einem durch Wärme verflüssigbaren Material gefüllt ist, daß in dem Hohlbehälter Heizelemente angebracht sind, und daß das Distanzelement aus Stahl besteht sowie mit dem Hohlbehälter starr und mit dem Stahl-Innenbehälter starr oder kraftschlüssig verbunden ist.

Vorzugsweise besteht das verflüssigbare Material aus Bitumen. Statt dessen können jedoch auch andere plastifizierbare Werkstoffe verwendet werden, z.B. niedrig schmelzende Metalle wie z.B. Zinn oder Kunststoffe, die im erstarrten Zustand unter kurzzeitiger Belastung ausreichend zäh sind, um Horizontalkräfte aufzunehmen, die im Erdbebenfall entstehen können, ohne daß sie bei dieser Beanspruchung unter den Druckkräften versagen.

Das Distanzelement muß nicht starr mit dem Hohlbehälter und dem Stahl-Innenbehälter verbunden sein, sondern das Distanzelement kann auch als Scheibe ausgebildet werden, deren Außenumfang mit dem Hohlbehälter verbunden ist, und auf der unter Einfügung einer Zwischenschicht, vorzugsweise aus Beton, der Stahl-Innenbehälter ruht und durch die hohen Reibungs- bzw. Schubbeiwerte der Zwischenschicht verschiebungssicher gehalten ist.

In der Praxis wird nun so verfahren, daß beim

Befüllen bzw. Entleeren des Stahl-Innenbehälters das Material in dem Hohlbehälter durch Erwärmung verflüssigt wird und der flüssige Zustand so lange aufrechterhalten wird, bis der Stahl-Innenbehälter seine Kontraktion bzw. Expansion beendet hat. Die Expansion bzw. Kontraktion macht die Innenwand des Hohlbehälters mit, d.h. der Hohlbehälter wird bei der Kontraktion nach innen ausgebeult und bei der Expansion wieder in seine Ausgangsform zurückgebracht. Das verflüssigte Material kann sich dabei an die Formänderung des Hohlbehälters anpassen, so daß nach Beendigung des Kontraktions- bzw. Expansionsvorgangs und der anschließenden Erstarrung des verflüssigten Materials eine fugenlose Verbindung zwischen Innen- und Außenbehälter besteht.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung stellen dar:

Fig. 1 eine Querschnittsdarstellung eines Behälters zur Einlagerung von Flüssiggas,

Fig. 2 den Ausschnitt A in Fig. 1 anhand einer ersten Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 3 den Ausschnitt A in Fig. 1 anhand einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt einen Stahlbeton-Außenbehälter, der aus einer Bodenplatte 1, einer Wand 2 und einer Dachkuppel 3 besteht. Innerhalb des Außenbehälters ist getrennt durch eine Isolierung 4 ein Innenbehälter 5 aus Stahl angeordnet, der nach oben hin offen ist und zur Aufnahme von verflüssigtem Gas dient. Bei einem solchen Behälter mit einem Fassungsvermögen von 50 000 m³ beträgt die Wandstärke des Stahl-Innenbehälters 5 etwa 14 bis 30 mm, die Dicke der Isolierung 4 etwa 1 m und die Wandstärke des Stahlbeton-Außenbehälters 2 etwa 50 cm. Die Isolierung unter dem Boden des Stahlbehälters besteht dabei aus Schaumglas, das in der Lage ist, die statische Belastung des mit Flüssiggas gefüllten Behälters 5 auszuhalten, während die Isolierung an der Decke aus Mineralwolle besteht. Der Ringspalt zwischen den beiden Behältern ist mit einem Granulat aus Perlit gefüllt. Das nicht brennbare Perlit-Granulat hat den Vorteil, daß es auf einfache Weise in den Ringspalt eingebracht werden kann, daß es aber auch für Inspektionszwecke oder für erforderliche Reparaturarbeiten genauso leicht durch Absaugen wieder entfernt werden kann.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist an der Innenseite des Stahlbeton-Außenbehälters 1, 2 ein Liner 6 aus Stahl angebracht, der im Gebrauch die Gasdichtigkeit gewährleistet und zugleich als Dampfsperre dient. Der Stahl-Innenbehälter 5 ruht unter Zwischenfügung einer Isolierung 7 aus Schaumglas auf dem Boden 1 des Stahlbeton-Außenbehälters, wobei zwischen dem Liner 6 und der Isolierung 7 einerseits und zwi-

schen dem Boden des Stahl-Innenbehälters und der Isolierung 7 andererseits jeweils eine Zwischenschicht 8 bzw. 9 angeordnet ist. Am unteren Ende des mit der Perlit-Isolierung 4 gefüllten Zwischenraums zwischen der Wand 2 des Stahlbeton-Außenbehälters und der Wand des Stahl-Innenbehälters 5 ist ein ringförmiges Distanzelement 10 angeordnet, das innen mit dem Stahl-Innenbehälter 5 und außen mit dem unteren Bereich der Innenwand eines Hohlbehälters 11 starr verbunden ist, der durch ein Stahlblech gebildet wird, das mit dem Liner 6 verbunden ist. Die Innenwand des Hohlbehälters besteht ebenso wie das Distanzelement 10 aus kryogenem Stahl.

Im unteren, mit dem Distanzelement 10 verbundenen Bereich des Hohlbehälters 11 befindet sich ein Material 12, das im gefüllten und ungefüllten Zustand des Innenbehälters 5 erstarrt ist und dadurch in Verbindung mit dem Distanzelement 10 eine Stützwirkung auf den Innenbehälter 5 ausübt, wenn im Erdbebenfall Horizontalkräfte aufgenommen werden müssen. Im Abstand von der Oberfläche des Materials 12 sind in dem Hohlbehälter 11 isolierende Schaumglaselemente 13 angeordnet, die ein Temperaturgefälle vom kalten Boden des Stahl-Innenbehälters zur Wand 2 des Stahlbeton-Außenbehälters erzeugen.

Das Material 12 in dem Hohlbehälter 11 besteht vorzugsweise aus Bitumen, jedoch können auch andere Werkstoffe verwendet werden, die durch Wärme plastifiziert werden können, und die in dem Temperaturbereich zwischen Außentemperatur und Betriebstemperatur ausreichend hart bis zäh sind, um im Erdbebenlastfall die dabei entstehenden Horizontalkräfte zu übertragen und den Stahl-Innenbehälter in Verbindung mit dem Distanzelement 10 im Gleichgewicht zu halten.

Um das Material 12 verflüssigen zu können, sind in dem unteren Bereich des Hohlbehälters 11, wo sich das Material 12 befindet, Heizschlangen 14 angeordnet, die durch Strom, Induktion oder mittels eines durch sie hindurchgeleiteten Mediums so weit erwärmt werden können, daß das sie umgebende Material schmilzt.

Fig. 2 zeigt den Betriebsfall, bei dem in den Stahl-Innenbehälter 5 Flüssiggas eingefüllt worden ist, so daß sich der Stahl-Innenbehälter zusammengezogen hat. Dieses Zusammenziehen hat zur Folge, daß über das Distanzelement 10 die Außenwand des Hohlbehälters 11 aus der gestrichelt gezeichneten Normallage in die dargestellte Lage ausgebeult wird. In gleicher Weise kehrt beim Entleeren des Innentanks die Wand des Hohlbehälters 11 in die gestrichelte Lage zurück. Die beim Füllen und Entleeren des Innentanks erwärmte und damit zähflüssige Bitumenfüllung behindert die Temperaturverformungen des Innentanks nicht, während im normalen kalten Betriebszustand der Bitumenpfrop-

fen ein steifes kraftschlüssiges Widerlager für horizontale Lasten bildet. Auf diese Weise wird praktisch ein "nachstellbarer" Anschlag gebildet.

Fig. 3 zeigt das Detail A aus Fig. 1 anhand eines abgewandelten Ausführungsbeispiels, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern wie in Fig. 2 bezeichnet sind. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 unterscheidet sich von dem in Fig. 2 dadurch, daß das Distanzelement hier durch eine Scheibe 15 gebildet wird, deren Außenumfang mit dem Hohlbehälter 11 starr verbunden ist, und die sich vollständig unterhalb des Stahl-Innenbehälters 5 erstreckt, wobei zwischen der Scheibe 15 und dem Boden des Stahl-Innenbehälters eine Betonschicht 16 angeordnet ist. Die Kupplung des Distanzelements 15 mit dem Stahl-Innenbehälter erfolgt hierbei kraftschlüssig durch Reibung, ohne daß sich an der Wirkungsweise gegenüber dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 etwas ändert.

ruht und durch die hohen Reibungs- bzw. Schubbeiwerte der Zwischenschicht verschiebesicher gehalten ist.

Ansprüche

1. Behälter zur Einlagerung von tiefgekühlten Flüssigkeiten, insbesondere von verflüssigten Gasen, bestehend aus einem allseitig geschlossenen Außenbehälter aus Stahlbeton/Spannbeton, evtl. auch mit einem Stahldach und einem darin eingesetzten, oben offenen Stahl-Innenbehälter zur Aufnahme der Flüssigkeit, wobei der Stahl-Innenbehälter auf einer Isolierung ruht und zwischen der äußeren Umfangsfläche des Stahl-Innenbehälters und der inneren Umfangsfläche des Außenbehälters ein ringförmiger Zwischenraum vorhanden ist, der mit einem Granulat aus Isolierstoff ausgefüllt ist, und wobei ein Distanzelement am unteren Ende des Zwischenraums zwischen Innen- und Außenbehälter angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Distanzelement (10) und der Innenwand des Außenbehälters (1, 2) ein ringförmiger, mit dem Außenbehälter fest verbundener, aus Stahlblech bestehender Hohlbehälter (11) angeordnet ist, der teilweise mit einem durch Wärme verflüssigbaren Material (12) gefüllt ist, daß in dem Hohlbehälter (11) Heizelemente (14) angebracht sind, und daß das Distanzelement (10) aus Stahl besteht sowie mit dem Hohlbehälter (11) starr und mit dem Stahl-Innenbehälter (5) ebenfalls starr oder kraftschlüssig verbunden ist.

2. Behälter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das verflüssigbare Material (12) Bitumen ist.

3. Behälter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Distanzelement als Scheibe (15) ausgebildet ist, deren Außenumfang mit dem Hohlbehälter (11) verbunden ist, und auf der unter Einfügung einer Zwischenschicht (16), vorzugsweise aus Beton, der Stahl-Innenbehälter (5)

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

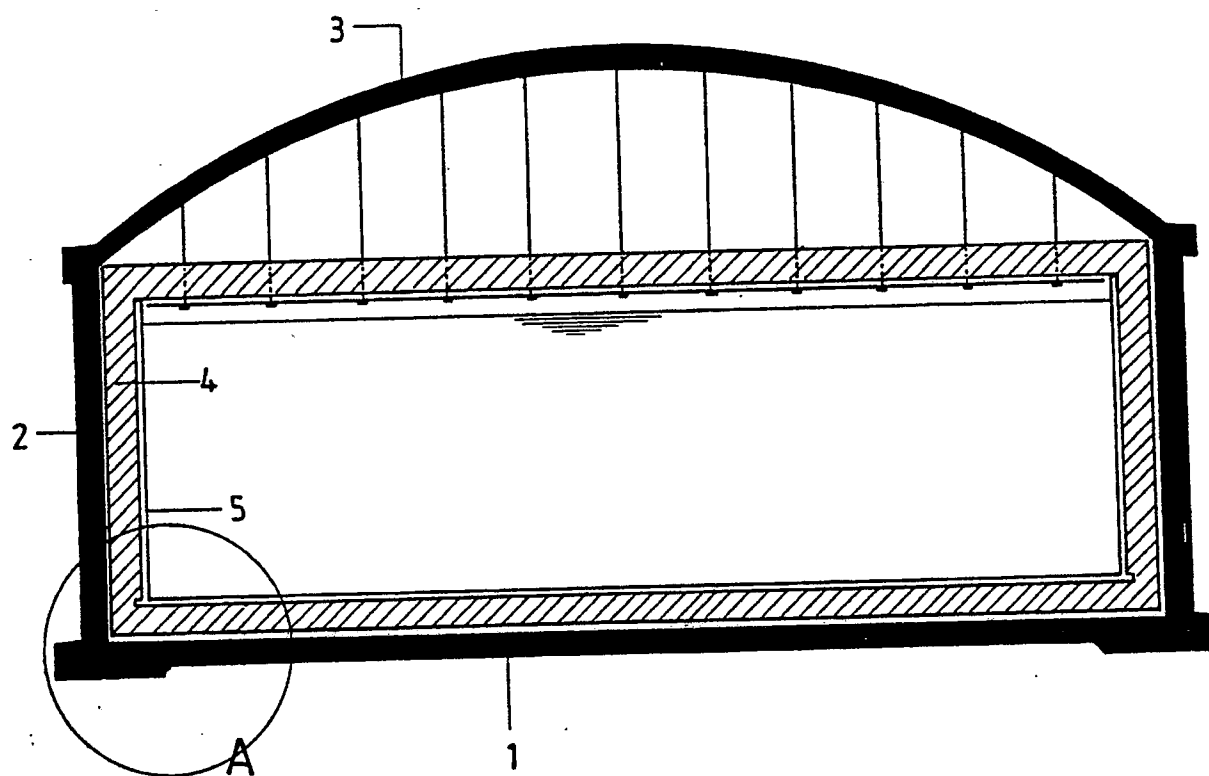
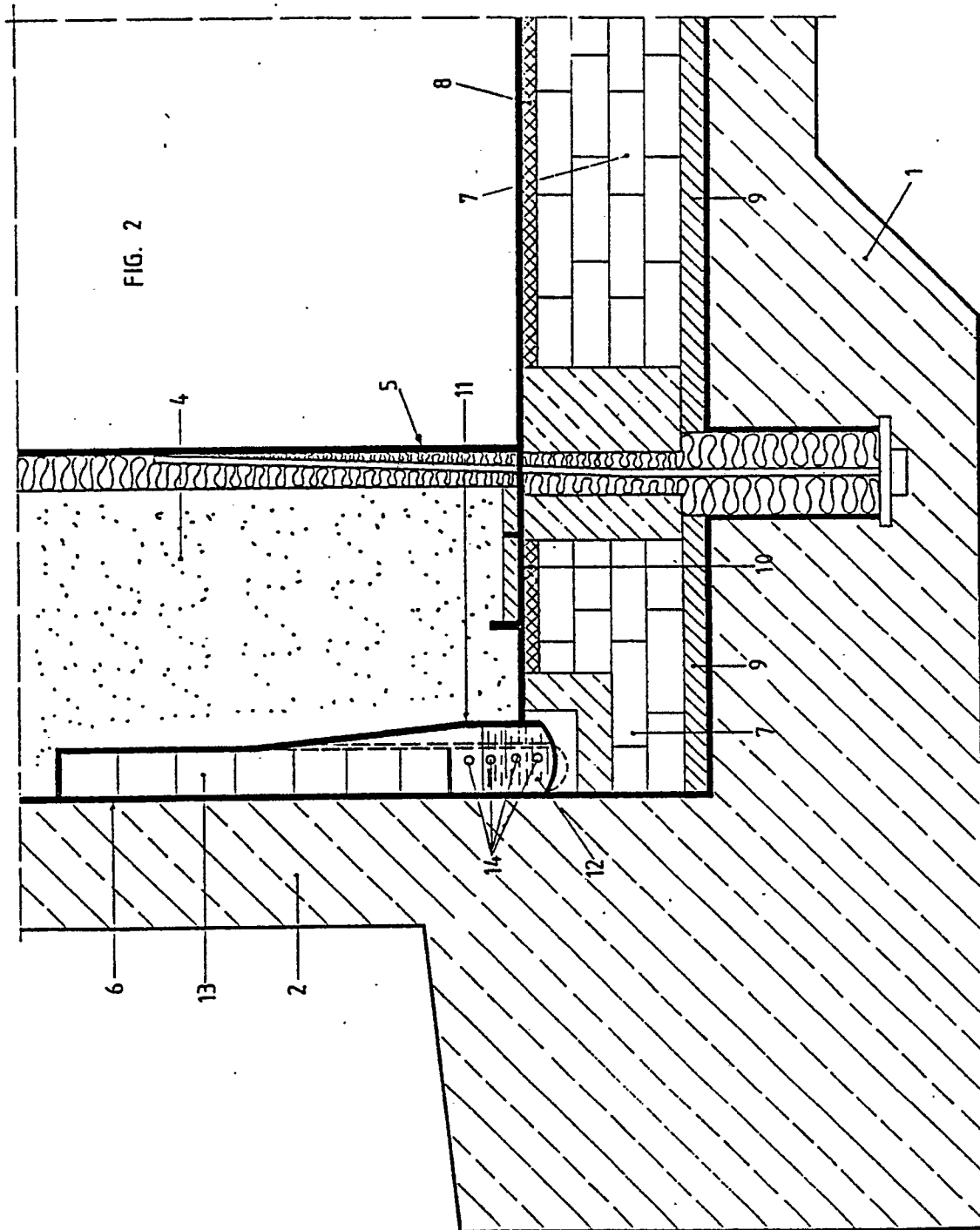
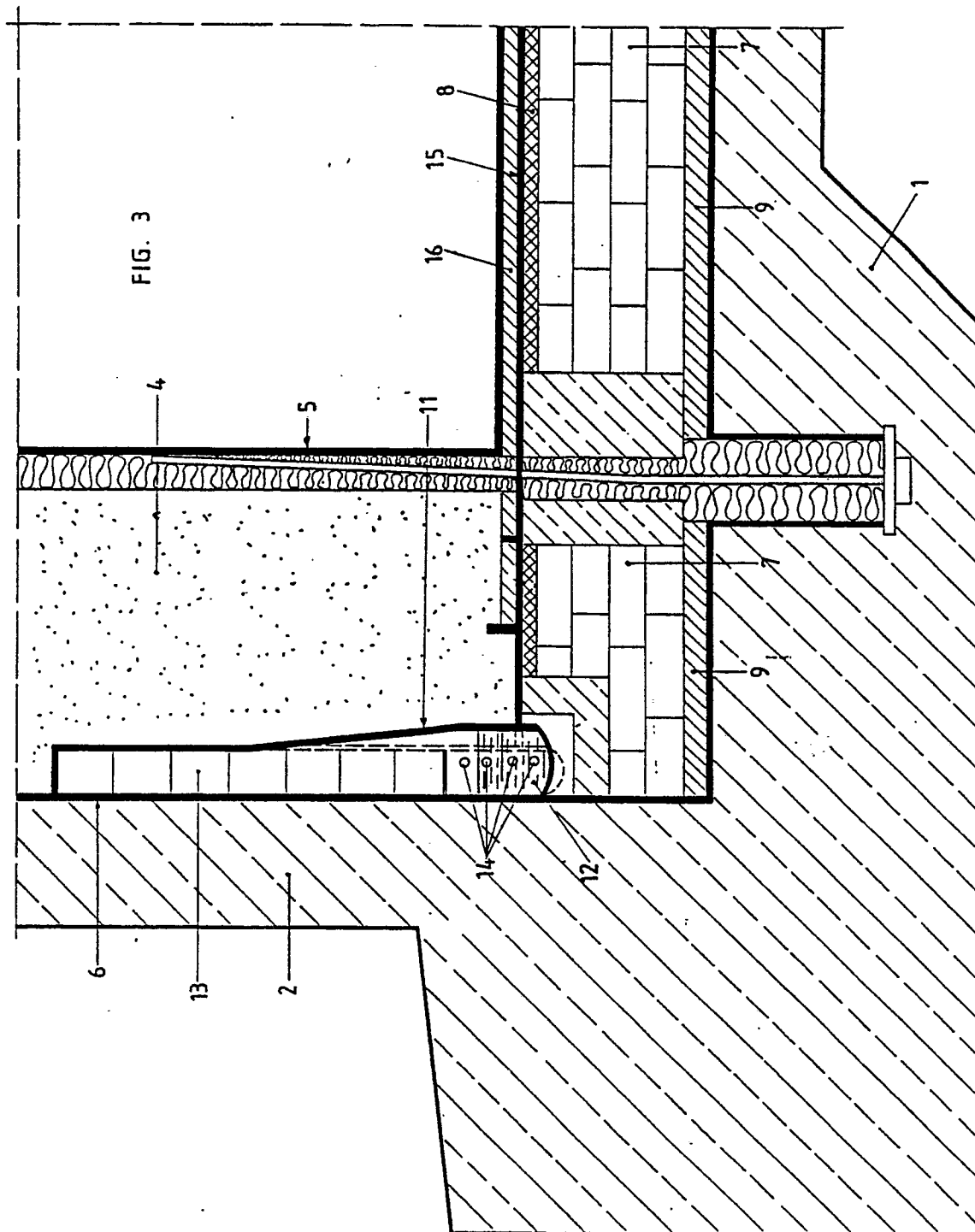


FIG. 1







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 73 0007

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	US-A-3 979 164 (M. KUCHNIR) * Auszug; Abbildungen 1,2; Spalte 1, Zeilen 7-10; Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 2, Zeile 13; Spalte 2, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 60 *	1	F 17 C 3/02 F 17 C 13/12 E 04 H 9/02
A	GB-A-1 286 971 (ZIMMERMAN & VONHOF) * Seite 1, Zeilen 11-16,50-70; Seite 2, Zeilen 96-107; Abbildung 2 *	1,2	
A	EP-A-0 066 276 (WAYSS & FREYTAG) * Auszug; Seite 7, Zeile 12 - Seite 8, Zeile 5; Abbildungen 1,2 *	1	
A	US-A-4 249 352 (T.J. MARCHAJ) * Auszug; Abbildungen 1,2,4 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 04 H B 65 D F 17 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
DEN HAAG	13-09-1990		SIEM T.D.
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			