

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 712 972 A1

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
22.05.1996 Patentblatt 1996/21

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: E04C 5/07, E04C 5/01,  
E04C 5/08

(21) Anmeldenummer: 95116996.0

(22) Anmeldetag: 27.10.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB

(30) Priorität: 04.11.1994 DE 4439534

(71) Anmelder:  
• Kinkel, Horst, Dr.-Ing.  
D-64287 Darmstadt (DE)  
• Kinkel, Wolfgang, Dipl.-Ing.  
D-64287 Darmstadt (DE)

(72) Erfinder:  
• Kinkel, Horst, Dr.-Ing.  
D-64287 Darmstadt (DE)  
• Kinkel, Wolfgang, Dipl.-Ing.  
D-64287 Darmstadt (DE)

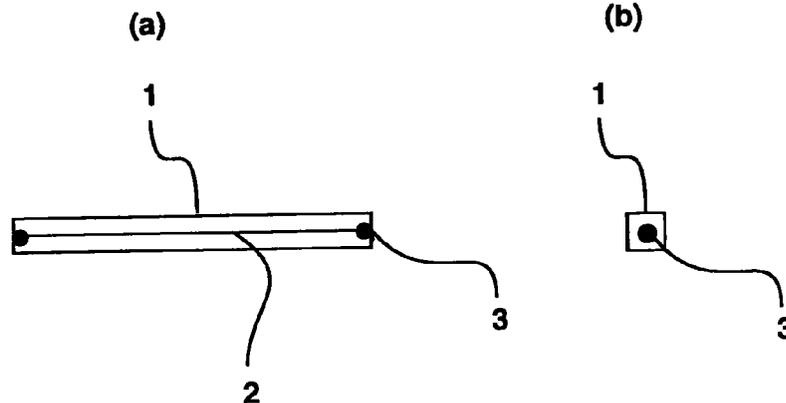
(74) Vertreter: Wächtershäuser, Günter, Prof. Dr.  
Patentanwalt,  
Tal 29  
D-80331 München (DE)

(54) **Betonkörper mit Verstärkung**

(57) Betonkörper (10) aus einer ersten Betonmatrix mit ungeordneten oder teilweise orientiert eingebetteten länglichen vorgespannten Betonstabelementen (1,11,13,21,23) aus einer zweiten Betonmatrix mit in Längsrichtung der Betonstabelemente angeordneten

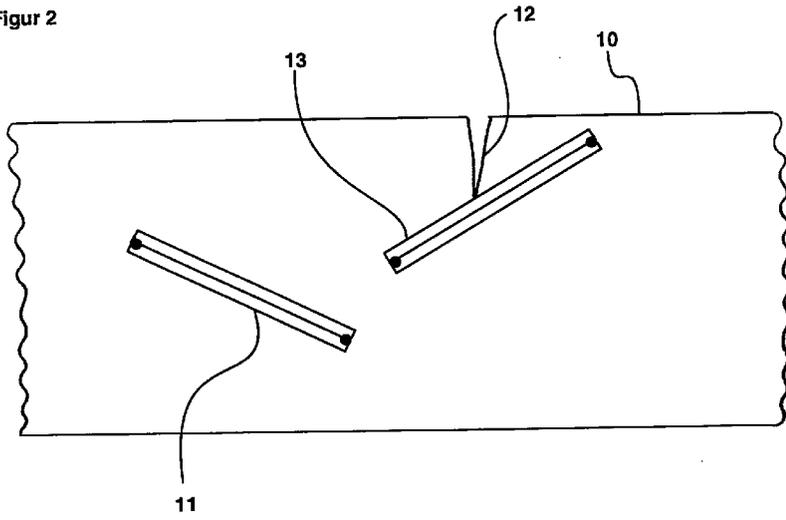
Spannelementen, wobei die Längserstreckung der Betonstabelemente relativ zu den Abmessungen des Betonkörpers klein ist.

**Figur 1**



EP 0 712 972 A1

Figur 2



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Betonkörper, insbesondere einen Betonkörper mit Betonstabelementen gemäß Anspruch 1. Die Erfindung betrifft weiterhin Betonstabelemente, die als Zuschlagsmaterial in Umgebungsbeton einbringbar sind, sowie ein Herstellungsverfahren dafür.

Es ist bekannt, Beton zur Erhöhung der Zugfestigkeit und der Zähigkeit mit Fasern zu durchsetzen. Dazu werden Stahlfasern, üblicherweise mit 0.15 bis 2 mm Durchmesser und Längen von 10 bis 50 mm, verwendet oder es kommen dünne Fasern aus Glas oder Kunststoff zur Anwendung. Die Fasern werden meistens in den Beton eingemischt. Dabei zeigt sich eine Grenze für die Verarbeitbarkeit des Betons, die je nach Fasertyp bei 3 bis 5 Vol% liegt. Mit speziellen, nur begrenzt verwendbaren Verfahren lassen sich Fasergehalte von ca. 15 Vol% erreichen. Bei diesen Verfahren werden die Fasern nicht eingemischt, sondern der Beton wird in die Fasern infiltriert.

Faserzusätze im Beton können mit unterschiedlichen Zielsetzungen beigegeben werden. Wenn die Zähigkeitserhöhung, wie bei Industriefußböden, das Ziel ist, werden relativ lange Fasern zugegeben, die auch bei großer Betondehnung noch Kräfte über die Risse hinweg übertragen können. Diese Fasern haben einen Schlupf im Verbund oder sind mit Endverstärkungen ausgebildet und haben dadurch eine große Dehnlänge. Diese Art von faserverstärkten Beton ermöglicht große Dehnungen und führt zu einer gleichmäßigen Rißverteilung.

Eine andere Zielsetzung bei der Faserverstärkung von Beton ist die Erhöhung der Zugfestigkeit des Betons. Die dazu notwendigen Fasern haben einen sehr guten Verbund und große Steifigkeit, damit die Mikrorisse des Betons reduziert werden. Beispiele für diese Art der Anwendung sind Fassadenplatten. Dieser faserverstärkte Beton hat nur eine geringe Zähigkeit, d.h. nach dem Überschreiten der Zugfestigkeit reißt er durch. Die verwendeten Fasern sind kurz und haben eine raue Oberfläche.

Fasern wirken um so besser, je höher der Fasergehalt, je höher die Fasersteifigkeit d.h. der E-Modul und je besser der Verbund zwischen Faser und Betonmatrix ist. Bei den üblichen Fasergehalten ist der Beton schon gerissen bis die Fasern so viel Dehnung erfahren haben, daß sie Kräfte aufnehmen können, d.h. heute übliche Fasern bewirken eine Verbesserung des gerissenen Betons, sie sind aber nicht steif genug, die Rissbildung zu verzögern.

Betonstabbewehrungen für Betonbauteile sind bekannt. Sie haben gegenüber anderen Bewehrungen durch die Vorspannung des Betons im Gebrauchszustand eine hohe Steifigkeit und durch das günstige Verhältnis aufnehmbare Kraft zu Umfang ein sehr günstiges Verbundverhalten. Die Zähigkeit des Betons kann jedoch mit Betonstabbewehrungen nicht verbessert werden

Es ist daher Aufgabe der Erfindung Betonkörper bereitzustellen, die eine hohe Zugfestigkeit und Zähigkeit aufweisen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Betonkörper aus einer ersten Betonmatrix vorgeschlagen mit ungeordneten oder teilweise orientiert eingebetteten, länglichen vorgespannten Betonstabelementen aus einer zweiten Betonmatrix mit in Längsrichtung der Betonstabelemente angeordneten Spannelementen, wobei die Längserstreckung der Betonstabelemente relativ zu den Abmessungen des Betonkörpers klein ist.

Die raue Betonoberfläche der Betonstabelemente ergibt eine schlupffreie Verbindung zwischen Betonstabelement und der Betonmatrix des Betonkörpers. Damit ist bis zum Aufreißen der vorgespannten Betonstabelemente ein sehr guter Verbund und hohe Steifigkeit gegeben, wie sie zur Erzielung hoher Betonzugspannungen erforderlich ist. Nach dem Aufreißen der Betonstabelemente wird die freie Dehnlänge des Spannelementes maßgebend für die Dehnfähigkeit der Betonstabelemente. Damit ist die Voraussetzung für eine duktile Betonkonstruktion gegeben. Die Betonstabfasern gemäß vorliegender Erfindung bewirken also beides, sowohl die Erhöhung der Betonzugfestigkeit, als auch die Erhöhung der Zähigkeit. Um diesen Effekt zu verstärken werden die Spannelemente vorzugsweise mit Endverankerungen ausgebildet.

Erfindungsgemäß kann der Betonkörper sowohl bei Gebrauch hergestellt werden als auch als vorgefertigtes Bauteil verwendet werden. Im Betonkörper können zur besseren Durchsetzung der Betonmatrix in Menge und Abmessungen aufeinander abgestimmte Betonstabelemente unterschiedlichen Querschnitts und unterschiedlicher Länge verwendet werden.

Es ist weiterhin möglich den Betonkörper mit zusätzlichen Bewehrungselementen zu verstärken oder den Betonkörper selbst zusätzlich vorzuspannen. Dabei sind als Fasern beispielsweise Fasern aus Stahl, Glas, Kunststoff oder Carbon verwendbar.

Der Betonkörper kann vorzugsweise in Ortbeton hergestellt sein. Vorzugsweise kann der Betonkörper als Rohr, Fassadenelement oder Dachelement ausgebildet sein. Außerdem kann der Betonkörper als ein flüssigkeitsdichtes Bauteil, Industriefußboden, Straßenabschnitt oder Landebahn vorliegen.

Die erfindungsgemäßen, länglichen Betonstabelemente können ungeordnet in den Umgebungsbeton (erste Matrix) eingebracht werden und umfassen eine Betonmatrix (zweite Matrix) mit in Längsrichtung angeordneten und vorgespannten Spannelementen. Die Betonstabelemente können einen sehr kleinen Querschnitt von vorzugsweise 1 bis 3 mm Durchmesser haben. In den Betonstabelementen können als Bindemittel in der Betonmatrix ganz oder teilweise Polymere vorliegen. Die Spannelemente der Betonstabelemente können vorzugsweise Kunststoff, Glas, Stahl, Carbon oder Keramik enthalten. Dabei bestehen die Vorspannelemente vorzugsweise aus vielen einzelnen Drähten oder Filamenten, die zum besseren Verbundverhalten

sich möglichst gleichmäßig über den Querschnitt verteilen. Die Vorspannelemente haben vorzugsweise an ihren Enden als Verankerungen wirkende Verdickungen aus dem gleichen oder einem anderen Material. Die Betonmatrix der Betonstabelemente wird vorzugsweise in ihren Eigenschaften so eingestellt, daß sie im eingebetteten Zustand durch Kriechverkürzungen Kräfte auf die Betonmatrix des Betonkörpers abgibt.

Die erfindungsgemäßen Betonstabelemente können nach einem Verfahren hergestellt werden, bei dem lange Spannelemente gespannt werden, Beton um die Spannelemente herum durch Benetzen oder Extrusion in weichem Zustand aufgebracht wird und nach dem Erhärten des Betons der erhaltene Verbundkörper zu einer Vielzahl von Betonstabelementen durchtrennt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigt:

Figur 1 (a) eine Seitenansicht eines Längsschnitts durch ein erfindungsgemäßes, vorgespanntes Betonstabelement;

Figur 1 (b) eine Vorderansicht eines erfindungsgemäßen, vorgespannten Betonstabelements;

Figur 2 ein Querschnitt durch einen Betonkörper mit eingebetteten Betonstabelementen und angedeuteter Rißbildung;

Figur 3 ein weiterer Querschnitt durch einen Betonkörper mit eingebetteten Betonstabelementen und angedeuteter Rißbildung;

Figur 1 beschreibt ein vorgespanntes Betonstabelement. Die Betonmatrix (1) umgibt das Spannelement (2). Als Betonmatrix können sowohl sehr feinkörnige Betone, wie auch kunststoffhaltige Betone eingesetzt werden. Das Spannelement (2) besteht vorzugsweise aus nicht-rostenden Materialien wie Glasfaser, Carbon, Aramid oder vergleichbaren Materialien. Die Endverankerungen (3) können durch Knoten, Schlingen oder Weben des Spannelements, oder aber durch Kleben oder Verschweißen erzeugt werden. Dabei können sowohl der Klebstoff selbst, als auch aufgeklebte Teile als Endverankerung eingesetzt werden. Zwischen den Endverankerungen entsteht eine Strecke mit relativ schlechtem Verbund, der sich nach Aufreißen des Faserbetons löst und damit eine große freie Dehnlänge des Spannelements ermöglicht. Verbunden mit dem geringen E-Modul des Spannelements ergibt sich dadurch eine große Dehnsteifigkeit. Das ermöglicht eine Verwendung von relativ kurzen Betonstabelementen, die trotzdem eine hohe Dehnfähigkeit haben.

Figur 2 zeigt die in ein Betonkörper (10) eingemischten Betonstabelemente (11) und (13). Die Lage der Betonstabelemente ergibt sich beim Mischen und Einbringen des Betons. Die Betonstabelemente wirken gleichmäßig in alle Richtungen. In Figur 2 ist der Beton des Betonkörpers (10) unter äußerer Belastung bereits gerissen. Die Risse werden jedoch durch die Betonstabelemente gestoppt, da diese eine höhere Zugfestigkeit

haben. Es kommt zu einer Erhöhung der Zugfestigkeit des Betonkörpers.

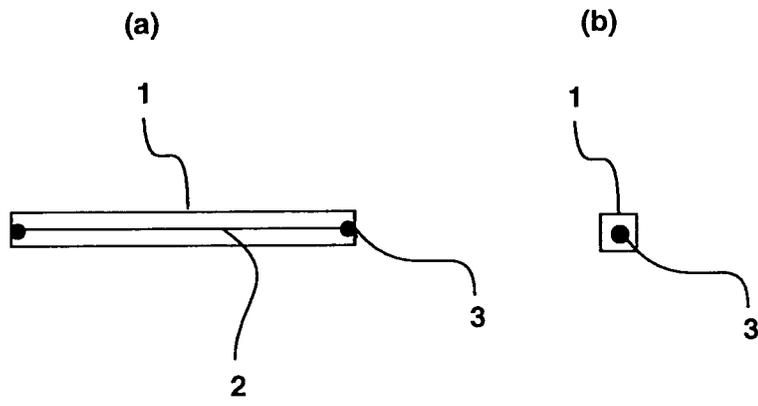
Figur 3 zeigt den Zustand, in dem die äußere Belastung so groß geworden ist, daß die Reißlast der Betonstabelementen (21) überschritten wurde. Die Risse (22) aus dem Betonkörper (20) setzen sich in den Betonstabelementen fort (23). In diesem Zustand kommt die volle Dehnungslänge des Spannelements (24) zur Wirkung und es stellt sich für den gesamten Betonkörper gegenüber dem Zustand ohne Betonstabelemente eine Erhöhung der Dehnfähigkeit ein.

### Patentansprüche

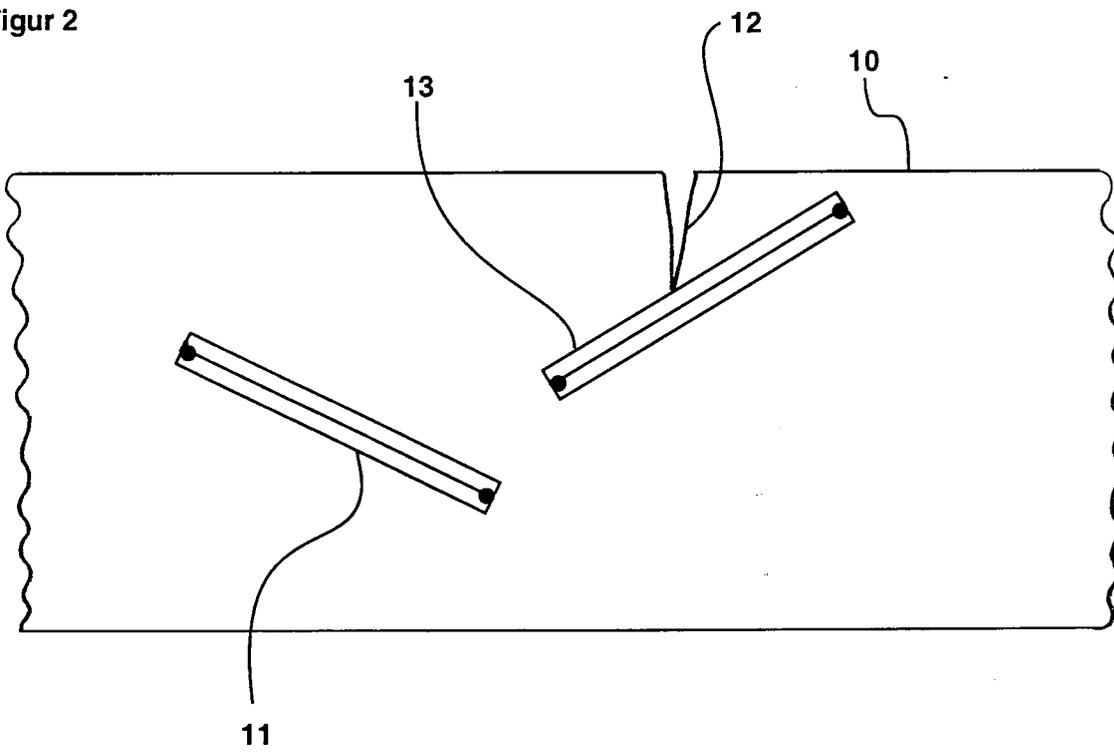
1. Betonkörper (10) aus einer ersten Betonmatrix mit ungeordneten oder teilweise orientiert eingebetteten länglichen vorgespannten Betonstabelementen (1,11,13,21,23) aus einer zweiten Betonmatrix mit in Längsrichtung der Betonstabelemente angeordneten Spannelementen, wobei die Längserstreckung der Betonstabelemente relativ zu den Abmessungen des Betonkörpers klein ist.
2. Betonkörper (10) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur besseren Durchsetzung der Betonmatrix in Menge und Abmessungen aufeinander abgestimmte Betonstabelemente unterschiedlichen Querschnitts und unterschiedlicher Länge verwendet werden.
3. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzlich mit Bewehrungselementen verstärkt ist.
4. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß er durch in die erste Betonmatrix eingelegte Spannglieder vorgespannt ist.
5. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß er zusätzlich Fasern aus Stahl, Glas, Kunststoff oder Carbon enthält.
6. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er als vorgefertigtes Bauteil vorliegt.
7. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er in Ort beton hergestellt ist.
8. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er als Rohr ausgebildet ist.
9. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß er als Fassadenelement ausgebildet ist.

10. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er als Dachelement ausgebildet ist. des Betons der erhaltene Verbundkörper zu einer Vielzahl von Betonstabelementen durchtrennt wird.
11. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er als flüssigkeitsdichtes Bauteil vorliegt. 5
12. Betonkörper (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß er als Industriefußböden, Straßenabschnitt oder Landebahn vorliegt. 10
13. Als ungeordnet in Umgebungsbeton einbringbares Zuschlagsmaterial verwendbare längliche Betonstabelemente (1) aus einer Betonmatrix mit in Längsrichtung angeordneten und vorgespannten Spannelementen (2). 15
14. Betonstabelemente (1) nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente einen sehr kleinen Querschnitt von vorzugsweise 1 bis 3 mm Durchmesser haben. 20
15. Betonstabelemente (1) nach einem der Ansprüche 13 oder 14 dadurch gekennzeichnet, daß als Bindemittel in der Betonmatrix ganz oder teilweise Polymere vorliegen. 25
16. Betonstabelemente (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 15 dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorspannelemente aus Kunststoff, Glas, Stahl, Carbon oder Keramik enthalten. 30
17. Betonstabelemente (1) nach Anspruch 16 dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (2) aus vielen einzelnen Drähten oder Filamenten bestehen, die zum besseren Verbundverhalten sich möglichst gleichmäßig über den Querschnitt verteilen. 35
18. Betonstabelemente (1) nach einem der Ansprüche 13, 14, 16, 17 dadurch gekennzeichnet, daß die Betonmatrix der Verstärkungselemente in ihren Eigenschaften so eingestellt ist, daß sie im eingebetteten Zustand durch Kriechverkürzungen Kräfte auf die Umgebungsbetonmatrix abgibt. 40  
45
19. Betonstabelemente (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 18 dadurch gekennzeichnet, daß die Spannelemente (2) an ihren Enden als Verankerungen wirkende Verdickungen (3) aus dem gleichen oder einem anderen Material aufweisen. 50
20. Verfahren zur Herstellung der Betonstabelemente (1) nach einem der Ansprüche 13 bis 18 dadurch gekennzeichnet, daß lange Spannelemente (2) gespannt werden, der Beton um die Spannelemente herum durch Benetzen oder Extrusion in weichem Zustand angebracht wird und nach dem Erhärten 55

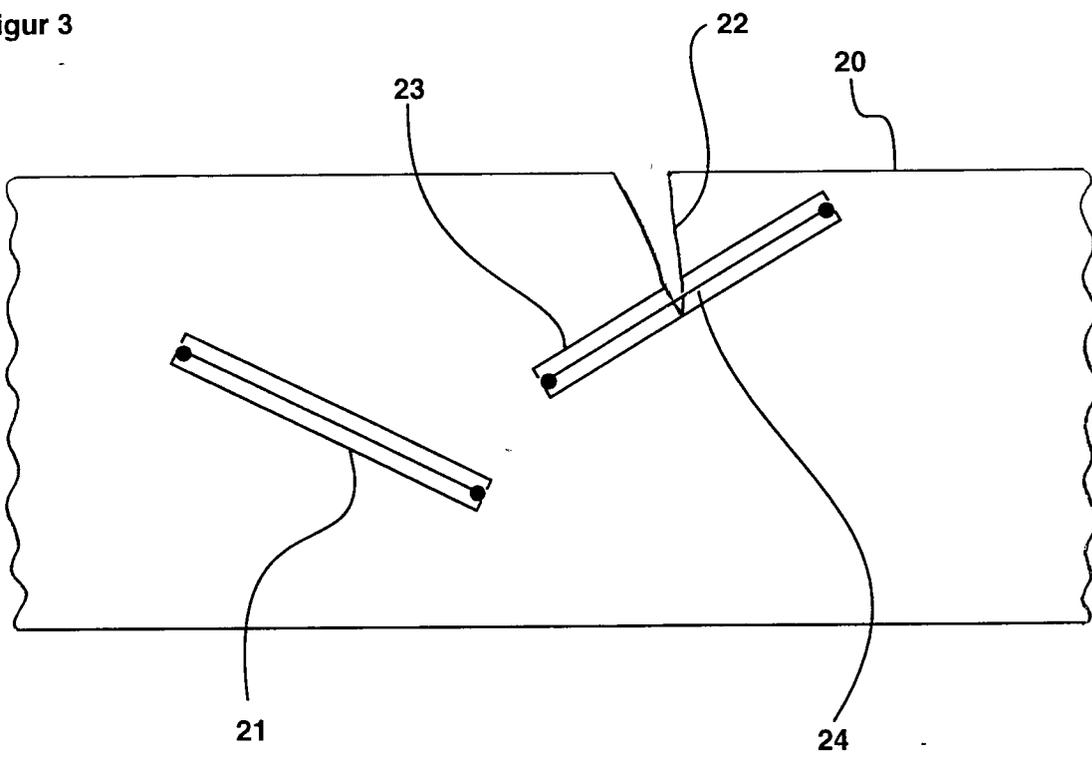
Figur 1



Figur 2



Figur 3





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 11 6996

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X Y A	DE-A-27 59 161 (STRABAG-BAU AG) * Seite 2 - Seite 8; Abbildungen *	13-17,20 1,2 3-12,18, 19	E04C5/07 E04C5/01 E04C5/08
Y	--- US-A-3 400 507 (MACCHESNEY) * das ganze Dokument *	1,2	
A	--- EP-A-0 621 381 (H. KINKEL) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
A	--- EP-A-0 501 879 (COGEMA) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,13	
A	--- US-A-4 945 694 (MITCHELL) * Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 3, Zeile 30; Abbildungen *	1	
A	--- DE-A-29 30 939 (HEIDELBERGER ZEMENT) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			E04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. Februar 1996	Prüfer Righetti, R
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 Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)