



(11) **EP 2 545 219 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.11.2014 Patentblatt 2014/45**

(51) Int Cl.:  
**E01B 3/46 (2006.01) E01B 1/00 (2006.01)**  
**E01B 9/68 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **11710720.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/053709**

(22) Anmeldetag: **11.03.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2011/110669 (15.09.2011 Gazette 2011/37)**

(54) **Betonteil mit einer unterseitigen Kunststoffplatte**

Concrete element with an underside plastic sole

Élément en béton doté d'une semelle en plastique

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **12.03.2010 EP 10156347**  
**12.03.2010 EP 10156352**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.01.2013 Patentblatt 2013/03**

(73) Patentinhaber: **RST-Rail Systems and Technologies GmbH**  
**12103 Berlin (DE)**

(72) Erfinder:  
• **GÄRLICH, Hermann**  
**39175 Gerwisch (DE)**  
• **ACHLER, Rainer Ernst-Günter**  
**34212 Melsungen-Kirchhof (DE)**

(74) Vertreter: **Von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft**  
**von Patentanwälten und Rechtsanwälten mbB**  
**Deichmannhaus am Dom**  
**Bahnhofsvorplatz 1**  
**50667 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 445 378 EP-B1- 1 298 252**  
**WO-A1-2009/108972 FR-A1- 2 935 399**

**EP 2 545 219 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Betonteil mit einer Kunststoffplatte, insbesondere eine Betonschwelle, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Bei bekannten Verbundsystemen zwischen textilen Faserstrukturen und Beton, wie zum Beispiel bei der Besohlungen von Bahnschwellen aus Spannbeton bzw. Beton sind technische Lösungen bekannt, bei denen Fasern mit den Betonkonstruktionen kraftschlüssig verbunden werden.

**[0003]** Gemäß EP-B-1 298 252, EP-A-1 445 378 und WO-A-2009/108972 werden zum Beispiel elastische Kunststoffschichten mittels einer Wirrfaserschicht an der Unterseite von Bahnschwellen derart fixiert, dass eine textile Wirrfaserschicht sowohl in oder auf der Kunststoffschicht verklebt oder verschweißt ist und im Beton durch Einbindung der Fasern in den Zementmörtel oder einen separat aufgetragenen Verbundstoff, z.B. Kleber verbunden wird. Als Wirrfaserschichten zur Verbindung zwischen den als Beispiel benannten Bahnschwellen und einer elastischen Schwellenbesohlung werden z.B. Geotextil- bzw. Vliesstoffe verwendet.

**[0004]** Die Mehrzahl bekannter Vliese und auch anderer Verbindungsmedien wie z.B. Geotextilvliesstoffe verfügen lediglich über eingeschränkte Eigenschaften kraftschlüssiger, die Funktionalität eines Verbundes uneingeschränkt bewirkender Applikationen.

**[0005]** Kunststoffgeflechte mit steifen Faserstrukturen können beispielsweise die Mineralstrukturen im Frischbeton nicht so intensiv umverlagern, dass alle Verbindungsstrukturen vollständig im Beton eingebunden sind. Es entstehen Fehlstellen zwischen Verbundmedium und Beton, die zum Beispiel ein definiertes Elastizitätsverhalten beeinträchtigen, bei Wasserzutritt zu Pumpeffekten führen und die Gefügestruktur im Beton stören.

**[0006]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Betonbauteil mit einer Kunststoffplatte insbesondere als Betonschwelle mit einer unterseitigen Kunststoff-Besohlung, das/die sich einfach herstellen lässt und dessen bzw. deren Kunststoffplatte bzw. -Besohlung zuverlässig an den Betonkörper mechanisch angebunden ist.

**[0007]** Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung ein Betonbauteil mit einer Kunststoffplatte, insbesondere eine Betonschwelle mit einer unterseitigen Kunststoff-Besohlung vorgeschlagen, das/die versehen ist mit

- einem Betonkörper, der eine Unterseite aufweist, und
- einer Kunststoffplatte, die an der Unterseite des Betonkörpers angeordnet ist,
- wobei die ein- oder mehrlagige Kunststoffplatte mit dem Betonkörper durch eine Wirrfaserschicht verbunden ist, die Fasern aufweist, welche mit der Kunststoffplatte verbunden und/oder in den Betonkörper eingebettet sind.

**[0008]** Bei diesem Betonbauteil ist erfindungsgemäß vorgesehen,

- dass die Wirrfaserschicht Fasern mit einem Durchmesser zwischen 15  $\mu\text{m}$  und 50  $\mu\text{m}$  sowie mit einer Dichte von 20 bis 200 Fasern je Quadratmillimeter aufweist und
- dass etwa 20 % bis 60 % der Fasern mit in den Betonkörper eingebetteten freien Enden und die eingebetteten Faserabschnitte der anderen Fasern als Schlingen ausgebildet sind,
- wobei etwa 10 % bis 60 % der in dem Beton eingebetteten freien Faserenden relativ zur Unterseite des Betonkörpers um 30° bis 90° gekrümmt sind.

**[0009]** In vorteilhafter Weise weisen die Fasern einen im Wesentlichen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt auf, wobei das Seitenverhältnis der Ellipse nicht größer als 1:2 ist.

**[0010]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Fasern affin zu den für den Betonkörper bei dessen Herstellung verwendeten Komponenten.

**[0011]** Es hat sich herausgestellt, dass bekannte Vliese und vliesähnliche Wirrfasermaterialien wie z.B. Filze (hergestellt durch Vernadelung, Appreturen, Faserverläufe und Faserformen) nur bedingt geeignet sind, selbstständig vom Frischbeton durch den im Abbindeprozess des Betons auftretenden Hydratationssog derart angebunden zu werden, dass die anforderungsgerechte Applikation gewährleistet ist.

**[0012]** Bei der Erfindung wird für die Herstellung des Betonbauteils mit Kunststoffplatte bzw. der Betonschwelle mit unterseitiger Kunststoff-Besohlung als mechanische Verbindung zwischen diesen beiden Elementen eine spezielle Fasern aufweisende Wirrfaserschicht verwendet, so dass die Faserenden in Folge des Hydratationssoges des Betons bei dessen Abbinden in Kapillar- und/oder Gelporen des Betons gelangen und im abgebundenen Zustand des Betons in diesem gehalten sind. Dabei kann die Wirrfaserschicht auf ihrer der Unterseite der Betonschwelle abgewandten Seite mit einer ein- oder mehrlagigen Kunststoffplatte verbunden werden, und zwar entweder vor oder nach der Verbindung der Wirrfaserschicht mit dem Betonkörper.

**[0013]** Aus der Erkenntnis, dass Frischbeton unter definierbaren Rezeptur- und Verarbeitungsbedingungen einen Hydratationssog entwickelt, sind also erfindungsgemäß die Wirrfaserschicht und der Beton so aufeinander abgestimmt, dass der Hydratationssog die verbindenden Faserstrukturen in den Frischbeton einsaugt.

**[0014]** Zur technischen Nutzung dieses Hydratationssoges sind die nachfolgenden betontechnologischen, zementchemischen, textiltechnischen und applikations-spezifischen Kriterien in ihrem zusammenhängenden Wirkprozess als erfindungsgemäße Lösung definiert.

**[0015]** Die Hydratation als Reaktion zwischen Wasser und Zement bewirkt die Bildung des Zementsteins. Eini-

ge der Hauptbestandteile des Zements, die beim Brennen der Ausgangsstoffe entstehen und in der Klinkerphase eine weitere Modifizierung erfahren, bewirken unterschiedliche Reaktionsabläufe zwischen dem Anmachwasser und eben diesen Zementbestandteilen.

**[0016]** Insbesondere bewirken Tricalciumaluminat und Tricalciumsilicat eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit und die Festigkeitsentwicklung des Zementsteins. Der Calciumsulfatanteil (Gips) beeinflusst bzw. verzögert die Wirkung des Tricalciumaluminats. Erfindungsgemäß ist bei der Eignungsprüfung für die Betonrezeptierung durch die Wahl der Zementsorte das Verfahren zu modifizieren bzw. zu optimieren.

**[0017]** Der Frischbeton erfährt durch einen hohen Gehalt an Tricalciumaluminat und dessen Zusammenwirken mit den Eigenschaften der anderen Klinkerbestandteile (im Wesentlichen Tricalciumsilikat, Dicalciumsilikat und Tetracalciumaluminatferrit) des noch nicht im Abbinde- und Erhärtungsstadium befindlichen Frischbetons die Eigenschaft, feine faser- und folienartige Calciumsilicathydrate und kleine Kristalle aus Calciumhydroxyd zu bilden.

**[0018]** Weiterhin entstehen bei Reaktion der Aluminate mit Calciumsulfat die Calciumaluminatsulfathydrate als nadelförmige Trisulfate, das so genannte Ettringit.

**[0019]** Die Reaktion des Tricalciumaluminats mit den Calciumsulfaten ist mit einer Volumenvergrößerung verbunden, die im noch nicht erstarrten Beton insoweit folgenlos ist, als ein Ettringittreiben nicht entsteht.

**[0020]** Die Volumenvergrößerung bewirkt jedoch in dem in der Bildung befindlichen Zementgel und den darin enthaltenen Kapillar- und Gelporen den als solchen bezeichneten Hydratationssog.

**[0021]** Dieser Hydratationssog wird, soweit bekannt, in keiner bekannten Betontechnologie als verfahrenstechnischer Vorteil genutzt. Ausschließlich bei der Applikation von Nachbehandlungsmitteln im Betonstraßenbau ist die Nutzung ähnliche Effekte bekannt.

**[0022]** Erfindungsgemäß wird für die gezielte Einbindung von Fasern in die Frischbetonoberfläche der betontechnologische Hydratationssog technisch und wirtschaftlich genutzt.

**[0023]** Die Gelporen sind mit einem Anteil von vorzugsweise etwa 25 % des Gelvolumens und einem Porenradius von  $10^{-7}$  mm bis  $10^{-5}$  mm geeignet, Fasern eines auf den Frischbeton aufgelegten Materials anzusaugen, wenn diese Fasern gegenüber den Kapillar- und Gelporen eine konkludente Struktur und Beschaffenheit aufweisen. Die Kapillar- und Gelporen weisen im Allgemeinen eine zylindrische Form auf und verzüngen sich mit zunehmender Porentiefe zu so genannten Flaschenporen. Die zur Nutzung des Hydratationssoges geeigneten Fasern müssen dahingehend konkludent sein, dass sie sowohl im zylindrischen, als auch im verzüngenden Teil der Poren erfindungsgemäß eindringen können. Die Kapillarporen mit Porenradien zwischen insbesondere  $10^{-5}$  mm bis  $10^{-1}$  mm ergänzen die Gelporen in der Porengröße nahezu ohne technisch nachteilig wirkenden

Übergang.

**[0024]** Bei den am Beispiel einer Schwellenbesohlung verwendeten Geotextilien wird eine Wirrfaserstruktur aus PE bzw. PET mit Faserdurchmessern von insbesondere ca. 20  $\mu$ m bis 40  $\mu$ m verwendet. Diese Faserdurchmesser und die verwendete Faserdichte von zweckmäßigerweise 40 bis 130 Fäden/mm<sup>2</sup> bietet die für das Ansaugen der Fasern erforderliche Kompatibilität zwischen Hydratationssog, Kapillar- und Gelporen, Faserdurchmesser und Faserdichte.

**[0025]** Als weitere Bedingungen zur Wirksamkeit der eigenständigen Aufnahme von Fasern definierter Faserstärke und Faserdichte infolge Hydratationssog sind die freie Faserlänge, die geometrische Form der Fasern und ihre Querschnittsgestaltung sowie deren Ausrichtung und Affinität gegenüber dem Anmachwasser sowie dem Zementgel erfindungsgemäß definierbar. Dies betrifft zum Beispiel solche Geotextilien oder andere Wirrfaserstrukturen bzw. Fasermaterialien, die in deren Herstellungsprozess hydrophob ausgestattet werden oder/und durch die Verdüsung einen der Hydratationsporengeometrie nicht verträglichen z.B. rechteckigen Querschnitt haben.

**[0026]** Danach sollten die für die Einbindung in den Beton verfügbaren Fasern in einem definierten Anteil von vorzugsweise 20% bis 50 % freie Enden besitzen. Nur ein begrenzter Anteil von vorzugsweise weniger als 50 % der Fasern sollte als Schlinge ausgebildet sein. Die freien Enden der Fasern sollten nicht ausschließlich gerade verlaufen; ein Anteil von z.B. 10 % bis 60 % sollte derart gekrümmt sein, dass der Krümmungswinkel mindestens 30°, jedoch nicht mehr als 90° beträgt.

**[0027]** Der Faserquerschnitt sollte kreisrund bis elliptisch sein, wobei das Seitenverhältnis der Ellipse nicht größer als 1:2 sein sollte.

**[0028]** Die Fasern selbst sollten von Rückständen der Faser- oder Gewirkherstellung befreit sein, die eine Affinität zum Zementleim, zum Gel oder zum Anmachwasser beeinträchtigen könnten. Als Materialien für die Fasern kommen die bekannten Kunststofffasermaterialien (z.B. Thermoplaste wie PE oder PET), Metalle (Metallfasern) oder auch nachwachsende bzw. pflanzliche Rohstoffe in Frage.

**[0029]** Nachfolgend wird anhand der Zeichnung, die einen Querschnitt durch eine Betonschwelle mit unterseitig über eine Wirrfaserschicht mechanisch angebundener elastischer Kunststoffplatte zeigt, ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

**[0030]** In der Zeichnung ist beispielhaft eine Betonschwelle 10 mit einem bewehrten, schlaff bewehrten oder nicht bewehrten Beton-(voll-)körper 12, der an seiner

**[0031]** Unterseite 14 eine teilweise in diese eingebettete Wirrfaserschicht 16 aufweist, die durch Verkleben oder Verschweißen oder auf andere Art mechanisch mit einer ein- oder mehrlagigen Kunststoffplatte 18 verbunden ist. Der in der Zeichnung aus Gründen der verständlicheren Darstellung eingezeichnete Abstand zwischen

der Unterseite 14 des Betonkörpers 12 und der Kunststoffplatte 18 braucht nicht notwendigerweise vorhanden zu sein.

**[0032]** Bei den als Schwellenbesohlung bezeichneten unterseitigen elastischen Beschichtungen von Bahnschwellen aus Beton bzw. Spannbeton werden in die elastischen Beschichtungsmaterialien Wirrfaserschichten mit definierten Fasereigenschaften eingeschmolzen.

**[0033]** Diese Wirrfaserschichten verfügen nach einseitig etwa hälftiger Einbindung in die elastischen Materialien über einen nicht eingebundenen, von den elastischen Materialien aufragenden Faseranteil zur Anbindung an die Betonschwellen.

**[0034]** Dieser freie Faseranteil besteht aus Faserenden und Faserschlingen. Die Faserschlingen werden beim Auflegen auf den Frischbeton einer in der Fertigung befindlichen Betonschwelle vom Zementleim umschlossen und führen zu einer Grundfestigkeit der Anbindung.

**[0035]** Mit dieser Grundfestigkeit lassen sich Abreißfestigkeiten zwischen dem Beton und der elastischen Beschichtung von etwa 0,3 N/mm<sup>2</sup> bis 0,5 N/mm<sup>2</sup> erreichen. Diese Werte liegen im Grenzbereich der technischen Anforderungen von Bahnbetreibern und deren Regelwerken.

**[0036]** Die technische Nutzung des Hydratationssooges zur kraftschlüssigen Einbindung freier Faserenden in den Frischbeton führt zu Abreißfestigkeiten von über 1,5 N/mm<sup>2</sup> und ermöglicht damit die Sicherung hoher Qualitätsansprüche der Bahnen und eine optimale Systemredundanz.

**[0037]** Bei Faserdurchmessern von ca. 25 µm bis ca. 40 µm und einer Faserdichte zwischen 40 und 130 Fasern je mm<sup>2</sup> sowie der Verwendung calciumsulfatarmer Zemente werden die freien Faserenden in den in der Bildung befindlichen Ettringit unter Nutzung des Hydratationssooges angesaugt. Die im Umfeld der hierdurch entstehenden Matrix aus Fasern und Zementleim unter atmosphärischem Druck befindliche Luft dient nur bedingt als Rezipient. Ein weiterer technischer Zusammenhang besteht zur Hydratationsenergie. Damit besteht auch die Möglichkeit unter Bedingungen geminderten Luftdrucks (z.B. Vakuumbeton) nach diesem Prinzip elastische Kunststoffe an Betonschwellen zu applizieren.

**[0038]** Die Erfindung wurde vorstehend anhand einer Betonschwelle als Anwendungsfall eines Betonbauteils erläutert. Es versteht sich von selbst, dass die Erfindung damit aber auf Betonschwellen nicht beschränkt ist, sondern Anwendung überall dort findet, wo der Betonkörper eines Betonbauteils mit einer Kunststoffplatte mechanisch verbunden werden muss.

#### Patentansprüche

1. Betonbauteil mit einer Kunststoffplatte, insbesondere Betonschwelle mit einer unterseitigen Kunststoff-Besohlung, mit

- einem Betonkörper (12), der eine Unterseite (14) aufweist, und

- einer Kunststoffplatte (18), die an der Unterseite (14) des Betonkörpers (12) angeordnet ist, - wobei die ein- oder mehrlagige Kunststoffplatte (18) mit dem Betonkörper (12) durch eine Wirrfaserschicht (16) verbunden ist, die Fasern aufweist, welche mit der Kunststoffplatte (18) verbunden und/oder in den Betonkörper (12) eingebettet sind,

**dadurch gekennzeichnet ,**

- **dass** die Wirrfaserschicht (16) Fasern mit einem Durchmesser zwischen 15 µm und 50 µm sowie mit einer Dichte von 20 bis 200 Fasern je Quadratmillimeter aufweist und

- **dass** etwa 20 % bis 60 % der Fasern mit in den Betonkörper (12) eingebetteten freien Enden und die eingebetteten Faserabschnitte der anderen Fasern als Schlingen ausgebildet sind, - wobei etwa 10 % bis 60 % der in dem Beton eingebetteten freien Faserenden relativ zur Unterseite (14) des Betonkörpers (12) um 30° bis 90° gekrümmt sind.

2. Betonbauten nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fasern einen im wesentlichen kreisförmigen oder elliptischen Querschnitt aufweisen, wobei das Seitenverhältnis der Ellipse nicht größer als 1:2 ist.

3. Betonbauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fasern affin zu den für den Betonkörper (12) bei dessen Herstellung verwendeten Komponenten sind.

#### Claims

1. A concrete component comprising a plastic panel, particularly a concrete sleeper with a plastic footing on its lower face, comprising:

- a concrete body (12) having a lower face (14), and

- a plastic panel (18) arranged on the lower face (14) of the concrete body (12),

- the single-layer or multi-layer plastic panel (18) being connected to the concrete body (12) by a random fiber layer (16) which comprises fibers connected to the plastic panel (18) and/or embedded in the concrete body (12),

**characterized in**

- **that** the random fiber layer (16) comprises fibers having a diameter from 15 µm to 50 µm and a density from 20 to 200 fibers per square millimeter, and

- **that** approximately 20% to 60% of the fibers have their free ends embedded in the concrete

body (12) and the embedded fiber sections of the other fibers are designed as loops,  
 - approximately 10% to 60% of said free fiber ends embedded in the concrete being curved by 30° to 90° relative to the lower face (14) of the concrete body (12). 5

les composants qui sont utilisés pour le corps de béton (12) lors de sa fabrication.

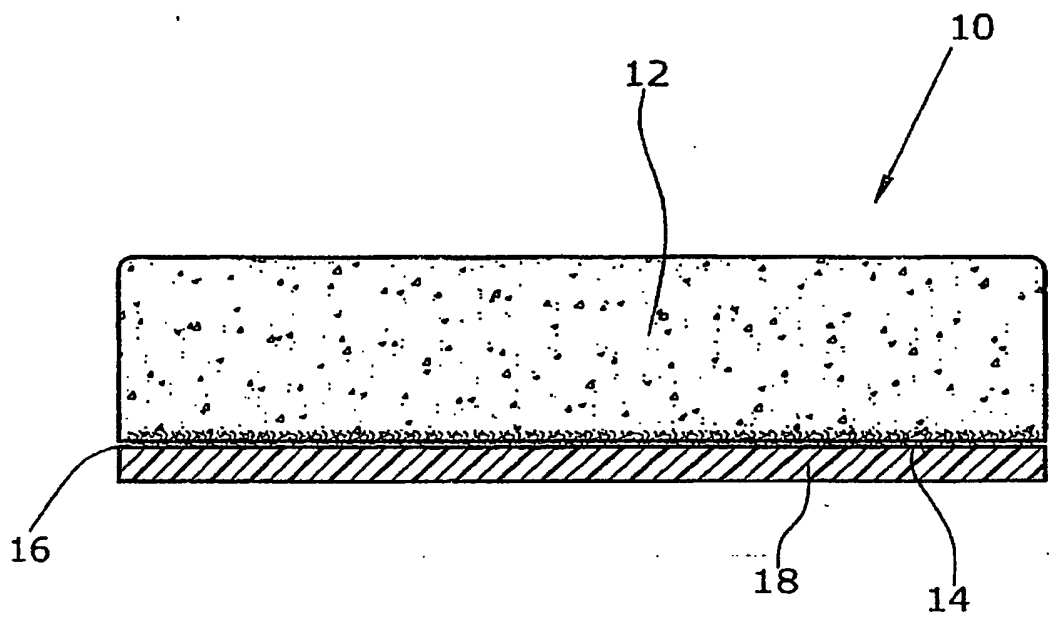
2. The concrete component according to claim 1, **characterized in that** the fibers have a substantially circular or elliptic cross section, the aspect ratio of the ellipse being not larger than 1:2. 10
3. The concrete component according to claim 1 or 2, **characterized in that** the fibers are affine to the components used for the concrete body (12) when producing the latter. 15

### Revendications 20

1. Élément de béton muni d'une plaque en matière plastique, en particulier traverse de béton munie d'une semelle en matière plastique sur sa face inférieure, comprenant 25
  - un corps de béton (12) qui présente une face inférieure (14), et
  - une plaque de matière plastique (18) qui est placée contre la face inférieure (14) du corps de béton (12), 30
  - dans lequel la plaque de matière plastique monocouche ou multicouche (18) est reliée au corps de béton (12) par une couche de fibres emmêlées (16) qui présente des fibres liées à la plaque de matière plastique (18) et/ou incorporées dans le corps de béton (12), 35
 

**caractérisé**

    - **en ce que** la couche de fibres emmêlées (16) présente des fibres ayant un diamètre compris entre 15 µm et 50 µm ainsi qu'une densité de 20 à 200 fibres par millimètre carré, et 40
    - **en ce qu'**environ 20 % à 60 % des fibres sont exécutées avec des extrémités libres incorporées dans le corps de béton (12) et en ce que les segments de fibres incorporés des autres fibres sont exécutés en tant que boucles, 45
    - environ 10 % à 60 % des extrémités de fibres libres incorporées dans le béton étant incurvées de 30° à 90° par rapport à la face inférieure (14) du corps de béton (12). 50
2. Élément de béton selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fibres présentent une section sensiblement circulaire ou elliptique, le rapport largeur-hauteur de l'ellipse n'étant pas supérieur à 1:2. 55
3. Élément de béton selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les fibres ont de l'affinité pour



**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**

- EP 1298252 B [0003]
- EP 1445378 A [0003]
- WO 2009108972 A [0003]