

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. März 2009 (19.03.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/034080 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C04B 28/02 (2006.01) C04B 18/08 (2006.01)
C04B 22/00 (2006.01) C04B 103/32 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)

(74) Anwalt: RÜGER, BARTHELT & ABEL; Webergasse 3,
73728 Esslingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/061937

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. September 2008 (09.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 043 270.6
11. September 2007 (11.09.2007) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): JÄHNIG GMBH FELSSICHERUNG UND ZA-
UNBAU [DE/DE]; Talstr. 11, 01738 Dorfhain (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÄHNIG, Jens
[DE/DE]; Talstr. 28, 01738 Dorfhain (DE).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

(54) Title: SEAWATER-RESISTANT CONCRETE COMPOSITION

(54) Bezeichnung: MEERWASSER BESTÄNDIGE BETONZUSAMMENSETZUNG

(57) Abstract: The invention relates to a seawater-resistant concrete composition that is suitable as underwater concrete for concrete structures in seawater or for concrete structures that come into contact with seawater. Rock particles are used as the aggregate, said rock particles consisting of shingle having a high percentage of sand, the shingle being admixed in a substantially unprocessed, except for drying and sieving off large grains, and unclassified form. Seawater is used as the mixing water. The seawater and the shingle are preferably taken from the same mineral deposit, preferably in the vicinity of the marine installation site. The concrete composition according to the invention is characterized by good working properties, flowability and pumpability of the green concrete and a high density and compressive strength of the hardened concrete.

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Meerwasser beständige Betonzusammensetzung offenbart, die sich als Unterwasserbeton für Betonbauten im Meerwasser bzw. Betonbauten, die mit Meerwasser in Berührung kommen, eignet. Als Zuschlagstoff wird eine Gesteinskörnung verwendet, die durch Meereskies mit hohem Sandanteil gebildet ist, wobei der Meereskies abgesehen von einer Trocknung und Aussiebung großer Körner im Wesentlichen unaufbereitet und unklassiert eingemischt wird. Außerdem wird als Anmachwasser Meerwasser verwendet. Das Meerwasser und der Meereskies sind vorzugsweise einer gemeinsamen Lagerstätte, vorzugsweise in der Nähe des Einsatzortes im Meer, entnommen. Die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung zeichnet sich durch eine gute Verarbeitbarkeit, Fließfähigkeit und Pumpfähigkeit des Frischbetons und eine hohe Dichte und Druckfestigkeit des Festbetons aus.

WO 2009/034080 A1

Meerwasser beständige Betonzusammensetzung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Betonzusammensetzung und insbesondere eine Betonzusammensetzung, die für Anwendungen geeignet ist, in denen ein Betonbauwerk mit Meerwasser in Berührung kommt oder im Meerwasser errichtet wird.

Eine Betonzusammensetzung wird durch Zugabe von Zement und Wasser sowie ggf. weiteren, die Eigenschaften des Frisch- oder Festbetons beeinflussenden Substanzen zu gekörnten, mineralischen Zuschlagstoffen, die als Gesteinskörnung bezeichnet werden, und Mischen der Mischung hergestellt. Gewöhnlich ist die Gesteinskörnung durch von Flusskies, Kiesgruben und in Steinbrüchen gewonnenen Kies gebildet. Der Kies wird zerkleinert und nach Korngröße klassiert. Die Körner werden in einem bestimmten Korngrößenverhältnis miteinander vermischt, wobei größere Körner mit einem Durchmesser von etwa 16 mm bis etwa 64 mm in der Regel einen großen Anteil bilden. Aufgrund knapper natürlicher Ressourcen werden in verstärktem Maße auch künstliche Gesteinskörnungen oder auch rezyklierte Baustoffe eingesetzt. Nichtsdestoweniger bleibt Beton auch aufgrund der teuren Zementherstellung ein kostspieliger Baustoff.

Beton wird zunehmend auch im Meerwasser sowohl in Ufernähe, bspw. zur Aufspülung von Land oder zur Bauwerkstabilisierung, als auch in größeren Entfernungen vom Ufer und in größeren Tiefen eingesetzt, um bspw. Pipelines zu sichern oder Seefahrtzeichen, Bojen, Sendemasten, Funktürme oder Offshore-Windkraftwerke auf See zu verankern. Es ist

bekannt, zu diesem Zweck Gründungskörper, z.B. Stahlkonstruktionen mit einer Schalung für einen Füllstoff, am Meeresboden mit Ortbeton zu füllen. Der Beton wird auf speziell dazu eingerichteten Schiffen auf See gemischt und auf den Meeresgrund gepumpt. Es müssen große Mengen an Beton bereitgestellt werden, wobei die Betonbestandteile, einschließlich des Zementes, der Gesteinskörnung und des als Anmachwasser verwendeten Süßwassers, zum Teil über sehr weite Strecken von ihrem Gewinnungs- bzw. Herstellungsort zu ihrem Einsatzort transportiert werden müssen. Der mit der Beschaffung, Bevorratung und Lieferung verbundene Aufwand und die Gesamtkosten einer Baumaßnahme sind hoch.

Beton, der mit Meerwasser in Berührung kommt oder im Meerwasser eingesetzt wird, muss besonderen Anforderungen genügen. Als Frischbeton muss er gut verarbeitbar, fließfähig und pumpfähig sein und sollte ein geringes Schwindverhalten aufweisen. Der Festbeton sollte er vor allem eine ausreichende Dichte, eine anwendungsbedingte hohe Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit haben. Für Stahlbeton ist eine hohe Korrosionsfestigkeit wichtig. Insbesondere sollte der Beton den chemischen, erosiven und biogenen Wirkungen des Meeres standhalten können. Hier sind vor allem ein hoher Widerstand des Betons gegen schädliches Sulfattreiben, das durch Bildung von Thaumasit und Ettringit bei der Hydratation des Zementes entsteht, und eine geringe Empfindlichkeit auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion oder den Algenbefall erwünscht.

Zahlreiche internationale und nationale Normen, bspw. die DIN-Norm 1045-2:2002-07, regeln die an bestimmte Betonarten, einschließlich Stahlbeton und Beton, der mit Meerwasser in Berührung kommt, gestellten Anforderungen und schreiben Rahmenbedingungen, wie Mindestzementgehalt, höchstzulässigen Wasser/Zement-Wert (w/z-Wert) oder zuläs-

sige Zuschlagstoffe und Zusatzmittel vor. Dadurch wird für eine spezielle Anwendung, z.B. für Unterwasserbeton, eine ausreichende Qualität sichergestellt. Allerdings sind Betonzusammensetzungen nach den Vorschriften für die hier vorgesehenen anspruchsvollen Anwendungen in tiefem Meerwasser und in einiger Entfernung zur Küste nur mit hohem Aufwand in Bezug auf die Bereitstellung der geforderten Komponenten einsetzbar. Das macht sie z.B. für die Verankerung von Offshore-Windkraftanlagen ungeeignet. Außerdem führen die Regelwerke zu einer Vereinheitlichung der jeweiligen Betonrezepturen und zu hohen Kosten des Betons und der geschaffenen Anlagen. Es besteht aber stets der Wunsch, die Wirtschaftlichkeit einer Anlage zu erhöhen.

DE 35 11 044 A1 beschreibt einen Beton, der aus einer verdichteten Mischung eines Erdaushubs aus einer beliebigen Baugrube, auch aus Sand, Meersand, Flugasche, Schlick und dgl., mit Portlandzement unter Zusatz anorganischer Substanzen hergestellt ist. Der Beton soll als biologischer Beton Lehmörtel ersetzen und insbesondere als Isolierbeton zur Herstellung von Hohlblocksteinen, Ziegeln, Zwischenwandplatten, Straßenbelag oder Isolieraußenputz verwendet werden.

DE 691 18 723 T2 beschreibt eine auf Portlandzementklinker beruhende Zusammensetzung, die zur Erhöhung der Schlagfestigkeit durch Eisenmetallfasern verstärkt ist. Die Zementzusammensetzung wird zur Beschichtung von Schweißbereichen zwischen aneinander geschweißten Stahlrohrabschnitten verwendet. Hierzu wird der Schweißbereich in eine Form eingebracht und der Formraum mit der Zementzusammensetzung, die mit Wasser angemacht ist, gefüllt. Es ist erwähnt, dass für die Anmachzwecke auch Seewasser verwendet werden kann. Nach Abbindung der Zusammensetzung wird die Form entfernt, und die Rohre können unter Wasser verlegt werden.

Für die hier vorgesehenen anspruchsvollen Anwendungen im Meerwasser, insbesondere den Einbau am Meeresgrund, z.B. zum Herstellen von Fundamenten für Offshore-Windkraftanlagen, Sendemasten oder dgl., sind die aus den vorstehenden Druckschriften bekannten Betonzusammensetzungen weder vorgesehen noch geeignet. Sie sind nur mit hohem Aufwand und hohen Kosten einsetzbar.

Es ist deshalb eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine neue Meerwasser beständige Betonzusammensetzung zu schaffen, die sich zur Verankerung von Offshore-Windkraftanlagen oder für sonstige hier angegebene Anwendungen eignet. Insbesondere sollte die Betonzusammensetzung, die für diese Anwendungen erforderlichen Eigenschaften des Betons, wie hohe Dichte und Druckfestigkeit, ermöglichen und für einen längeren Nutzungszeitraum dauerhaft sein.

Außerdem ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine derartige Betonzusammensetzung zu schaffen, die mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand hergestellt werden kann und unter den besonderen Bedingungen für den Einbau im bzw. unter Meerwasser geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch die Betonzusammensetzung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung weist in herkömmlicher Weise eine Gesteinskörnung als Zuschlagstoff, ein Zement als Bindemittel und Anmachwasser auf. Diese Bestandteile werden in einem bestimmten Verhältnis miteinander vermischt. Gemäß der Erfindung weist die Gesteinskörnung Meereskies mit hohem Sandanteil und das Anmachwasser Meerwasser auf. Dabei handelt es sich bei dem Meereskies um am Meeresgrund befindlichen Kies, der, wie festgestellt

wurde, eine sehr sandhaltige, feinkörnige Zusammensetzung aufweist. Unter „Meer“ oder „See“ werden hier die miteinander verbundenen Gewässer der Erde, die die Kontinente umgeben, im Gegensatz zu den auf Landflächen liegenden Binnengewässern verstanden. Insofern weist das Meer- bzw. Seewasser im Vergleich zu normalerweise für Betonzusammensetzungen verwendetem Süßwasser einen hohen Salzgehalt auf.

Es hat sich überraschender Weise herausgestellt, dass sowohl Meereskies, trotz seines hohen Sandanteils und darin enthaltener Salze, als auch salzhaltiges Meerwasser in Kombination miteinander als Betonbestandteile verwendbar sind und gute Eigenschaften sowohl des Frischbetons als auch des Festbetons ergeben. Der Frischbeton lässt sich gut verarbeiten, ist fließ- und pumpfähig und erosionsfest. Er ist für die Förderung und den Einbau unter Wasser gut geeignet. Es kann eine geringe Hydratationswärmefreisetzung erzielt werden, was eine geringe und kontrollierte Rissbildung sowie reduziertes Sulfattreiben zur Folge hat. Der Festbeton ist sehr dicht, druck- und zugfest und weist einen hohen Elastizitätsmodul auf. Untersuchungsergebnisse lassen darauf schließen, dass die Betonzusammensetzung relativ alkaliunempfindlich und gegen chemischen und biogenen Angriff aus dem Meer widerstandsbeständig ist. Somit ist die Grundlage für eine hohe Dauerhaftigkeit und lange Lebensdauer gegeben.

Durch die Erfindung kann ein erheblicher, bisher für Betonzusammensetzungen nicht verwendeter Vorrat einer natürlichen Gesteinskörnung verwendet werden, so dass natürliche Kiesvorräte an Land sowie teure Recyclingstoffe eingespart werden können. Es ist möglich, den Zuschlagstoff in der Nähe des Einsatzortes oder sogar unmittelbar am Einsatzort zu gewinnen, was insbesondere in größerer Entfernung vom Ufer von Vorteil ist. Der Meereskies kann dort

bspw. mit einem Spülbaggerschiff gefördert werden. Die gewöhnlich sehr hohen Kosten für Beschaffung und Transport können deutlich verringert werden. Dies gilt auch für das Anmachwasser, das ebenfalls direkt vor Ort gewonnen und verwendet werden kann.

In einer insbesondere für Offshore-Anwendungen geeigneten Ausführungsform der Erfindung ist die Gesteinskörnung allein durch Meereskies gebildet, während das Anmachwasser allein durch Meerwasser gebildet ist. Eine Beimischung an Land gewonnener Kiese, Recyclingstoffe und/oder Süßwasser ist, sofern nicht erforderlich, nicht vorgesehen. Der Meereskies und das Meerwasser werden vorzugsweise der gleichen Lagerstätte entnommen. Hierunter ist ein räumlich begrenzter Bereich eines Meeres bzw. einer See zu verstehen, in dem die Wassereigenschaften, insbesondere der Salzgehalt, annähernd konstant sind. Die einzelnen Gewinnungsorte können zwar mehrere Kilometer voneinander entfernt liegen, an beiden Orten sollte aber im Wesentlichen das gleiche Meerwasser vorliegen. Ein Beispiel für eine gemeinsame Lagerstätte bildet die Ostsee. Jedenfalls ist festgestellt worden, dass Meereskies und Meerwasser aus einer gemeinsamen Lagerstätte gut miteinander verträglich sind. Obwohl die Zusammenhänge schwer zu erforschen sind, wird angenommen, dass sich in diesem Fall hinsichtlich der chemischen und biogenen Reaktionen zwischen dem Meerwasser und dem Meereskies über Jahrzehnte oder Jahrhunderte hinweg ein Gleichgewicht eingestellt hat, der den positiven Eigenschaften des Betons zugute kommt. Bspw. werden Salzkonzentrationsgefälle im Beton vermieden, und die Empfindlichkeit auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion ist vermindert. Trotz hoher Chlorid- und Sulfatgehalte erweist sich der Beton als weitgehend korrosionsfest und ist als Stahlbeton verwendbar.

In einer vorteilhaften Ausführungsform wird eine un-

klassierte Gesteinskörnung eingesetzt. Entgegen der gängigen Praxis wird der Meereskies unaufbereitet, so wie er dem Meeresboden entnommen wird, verwendet. Der Aufwand, den Kies nach Norm aufzubereiten, zu klassieren und zu mischen, und die damit verbundenen Aufbereitungsanlagen können vermieden werden. Vorteilhafterweise ist festgestellt worden, dass in dem Meereskies enthaltene organische Bestandteile, Muschelschalen und dgl. die Eigenschaften des Betons nicht beeinträchtigen.

Die Gesteinskörnung ist vorzugsweise auf eine bestimmte maximale Größe begrenzt. Der maximale Korndurchmesser kann bspw. 32 mm betragen, vorzugsweise ist er sogar kleiner als 16 mm. Dadurch wird ein gleichmäßiger Verbund des Betons erzielt. Größere Gesteinskörner können bereits bei Förderung ausgesiebt werden.

Es wird vorzugsweise ein getrockneter Meereskies verwendet, da er sich besser verarbeiten lässt und einen kontrollierbaren Abbindeprozess ermöglicht. Der Wassergehalt sollte maximal 10 Masse-%, bezogen auf die Gesamtmasse der Gesteinskörnung, betragen. Vorzugsweise beträgt er weniger als 8 Masse-%.

Die Gesteinskörnung kann einen Sandanteil mit der Korngröße bis 4 mm von wenigstens 70 Masse-%, vorzugsweise wenigstens 80 Masse-%, bezogen auf die Gesamtmasse der Gesteinskörnung, aufweisen. In einer Ausführungsform beträgt er sogar annähernd 90 %. Damit wird eine extrem sandreiche Zusammensetzung und somit ein Sandbeton erhalten. Die Sandkörner weisen eine im Wesentlichen kugelförmige Struktur mit einer glatten Oberfläche auf. Eventuell ist die Sandstruktur für die besonders hohe Dichte und Druckfestigkeit des Betons mitursächlich.

Das Anmachwasser sollte einen Salzgehalt von maximal 3 % aufweisen. Vorzugsweise beträgt der Salzgehalt weniger als 2 %. Ostseewasser mit einem Sulfat- und Chlorid-Gehalt von weniger als 1,5 % hat sich für die vorliegende Anwendung als besonders gut geeignet erwiesen. Das sowohl im Meerwasser als auch im Sand enthaltene Chlorid wird in der erfindungsgemäßen Zusammensetzung größtenteils dauerhaft gebunden. Das Eindringen von Chlorid aus dem Meerwasser in den Beton kommt, wie festgestellt wurde, bei dem dichten Gefüge des erfindungsgemäßen Betons schnell zum Erliegen. Auch der Sulfat-Gehalt hat sich hinsichtlich der Korrosion als relativ unbedenklich erwiesen, so dass die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung zur Verwendung als Stahlbeton geeignet ist.

Der verwendete Zement ist vorzugsweise speziell ausgewählt, damit er eine geringe Hydratationswirkung aufweist. Damit werden Spannungen im Abbindeprozess vermieden, was eine geringe Rissbildung und Korrosionsanfälligkeit für eine Bewehrung oder Stahlkonstruktion zur Folge hat. Trotz der festgestellten geringen Alkaliempfindlichkeit der Gesteinskörnung sollte der Zement ferner einen niedrigen wirksamen Alkaligehalt und einen hohen Sulfatwiderstand aufweisen. Bevorzugterweise werden hüttensandhaltige Zemente eingesetzt, mit denen besonders rissarme, dichte Gefüge des Betons erzielt werden können. Hierzu haben sich insbesondere CEM II/A- oder CEM II/B-Portlandzementarten bei Untersuchungen als geeignet erwiesen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein CEM III/B-Hochofenzement mit einem Hüttensandanteil von vorzugsweise etwa 70% bis 75% eingesetzt. Dieser zeichnet sich dadurch aus, dass er HS-Qualität (nach DIN 1164) aufweist, d.h. sulfatbeständig ist, so dass er den Widerstand des Betons gegen die Traumasitreaktion deutlich erhöht, und au-

ßerdem dadurch, dass das Beton-Kapillargefüge gerade durch die Hüttensandkomponente stark reduziert wird, so dass eine Diffusion von Sulfationen erschwert wird. Außerdem weist er einen besonders niedrigen wirksamen Alkaligehalt auf. Ferner ist bei der Verwendung eines CEM III-Zementes die besonders langsame und geringe Wärmeentwicklung beim Erhärten von Vorteil, weil damit niedrigere Bauteiltemperaturen und infolgedessen geringere Zwangskräfte und Spannungen sowie eine reduzierte Rissbildung in einem Bauteil zu erwarten sind. Auch für den Fall, dass Meerwasser in Risse eindringen könnte, ist ein CEM III-Zement aufgrund seiner vorerwähnten Eigenschaften einem CEM II-Zement vorzuziehen. Insgesamt stellt ein CEM III/B-Zement, insbesondere ein Zement des Typs CEM III/B 32,5 N HW/HS/NA die Grundlage zur Sicherstellung einer guten Dauerhaftigkeit von im Meerwasser errichteten Betonbauwerken.

Außerdem ist festgestellt worden, dass der Zementgehalt zum Teil geringer gewählt werden kann, als dies einschlägige Normen, bspw. die DIN-Norm 1045-2:2002-07 für Stahlbeton und für Beton, der mit Meerwasser in Berührung kommt, vorschreiben. Der in diesem Fall vorgeschriebene Zementgehalt von wenigstens 280 kg/m^3 kann bei einem CEM II/B-Zement ohne Qualitätsverlust des Betons unterschritten werden. Insbesondere kann der Zementgehalt weniger als 250 kg/m^3 betragen. Vorteilhafterweise hat ein verringerter Zementanteil eine verringerte Hydratationswärmeentwicklung und damit geringere Verformungen und Spannungen im Bauteil zur Folge und erhöht außerdem die Wirtschaftlichkeit. Bei Verwendung eines CEM III-Zementes hat sich jedoch ein Zementgehalt gemäß der DIN-Norm 1045-2 von wenigstens 280 kg/m^3 , insbesondere ein Gehalt von etwa 300 kg/m^3 , als besonders geeignet erwiesen.

Die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung weist als

weiteres Bindemittel vorzugsweise Flugasche auf, die besonders gewählt ist, um eine hohe Dichteerhöhung bei möglichst großer Volumenreduktion zu erzielen. Vorzugsweise wird Steinkohlefilterasche verwendet, die durch elektrostatische oder mechanische Abscheidung von staubartigen Partikeln aus Rauchgasen von Feuerungen erhalten wird, die mit fein gemahlener Steinkohle befeuert werden. Es kann auch eine hochqualitative Braunkohlenfilterasche verwendet werden. Jedenfalls wird ein kostengünstiges Industrieabprodukt genutzt, um den Zementeinsatz zu verringern. Vorteilhafterweise bindet Flugasche wie Hüttensand Alkalien und vermindert deren Konzentration in der Porenlösung des Betons.

Überraschenderweise ist festgestellt worden, dass die Wirksamkeit der Flug- bzw. Filterasche bei der erfindungsgemäßen Betonzusammensetzung weit größer ist als in den gängigen Vorschriften, z.B. DIN EN 206-1 oder DIN 1045-2, spezifiziert. Die erzielte Dichte und Festigkeit ist viel höher als erwartet. Es wird angenommen, dass dies auf neue Wirkprinzipien, wahrscheinlich auf eine bislang unbekannte Wechselwirkung der Flugasche mit dem Meerwasser oder mit dem Zementleim aus Zement und Meerwasser zurückzuführen ist. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass es hierfür auch andere Ursachen dafür gibt. Mit dem äquivalenten Wasser/Zement-Wert alleine lässt sich der hohe Wirkungsgrad der Flugasche jedenfalls nicht erklären.

Aufgrund des erhöhten Wirkungsgrads der Flugasche kann auch deren Wirkungsmenge im Vergleich zu den Normvorschriften deutlich erhöht und im Gegenzug der Zementanteil verringert werden. Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung ein Verhältnis zwischen Flugasche und Zement von wenigstens 1:2 oder sogar bis zu 1:1 auf. Bei Verwendung eines CEM II-Zementes könnte eventuell sogar doppelt so viel Flugasche wie Zement enthalten sein. In ei-

ner bevorzugten Ausführungsform mit einem CEM III/B-Zement beträgt das Verhältnis etwa 0,8. Jedenfalls können durch den erhöhten Einsatz von Flugaschen Herstellungskosten der Betonzusammensetzung werden weiter verringert.

Die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung kann weitere Zuschlagstoffe und Zusatzmittel aufweisen. Für die Unterwasseranwendung wird vorzugsweise ein Unterwassercompoundmittel, also ein Stabilisator, der den Zusammenhalt von Beton unter Wasser in starkem Maße erhöht, zugegeben. Für den Transport- oder Pumpbeton sollte ein Fließmittel, vorzugsweise ein Hochleistungsverflüssiger hinzugefügt werden, der den Wasseranspruch des Betons vermindert und dadurch seine Verarbeitbarkeit und die Fließwirkung über einen längeren Zeitraum verbessert. Derartige Unterwassercompoundmittel und Fließmittel sind an sich aus der Technik bekannt.

Weitere vorteilhafte Einzelheiten von Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen. Die vorliegende Erfindung wird nun in den folgenden Beispielen und durch sie erläutert.

Die Beispiele betreffen eine erfindungsgemäße Betonzusammensetzung, die als Füllstoff für ein Verankerungselement von Offshore-Windkraftanlagen, Seefahrtzeichen, Sendemasten und dgl. entwickelt worden ist. Das Verankerungselement besteht aus einer Stahlkonstruktion, die von einem Gewebe umgeben ist, das als Schalung für den Füllstoff dient. Der zu verwendende Füllstoff sollte die erforderliche Dichte haben, die statisch notwendigen mechanischen Kenngrößen aufweisen, für den Nutzungszeitraum von vorzugsweise über 20 Jahren dauerhaft sein und mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand hergestellt werden können. Ferner sollte der Füllstoff unter den besonderen Bedingungen für einen

Einbau unter Wasser geeignet sein und eine Herstellung unter Offshore-Bedingungen ermöglichen.

Tabelle 1 zeigt drei beispielhafte Rezepturen für die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung. Wie zu ersehen, ist hierzu vor allem Ostseesand bzw. -kies als Gesteinskörnung, Ostseewasser als Anmachwasser und Flugasche als Bindemittel verwendet worden.

Komponenten	Rezeptur 1	Rezeptur 2	Rezeptur 3
Ostseesand	1319 kg	1373 kg	
Zement Deuna	360 kg CEM II/A-S 42,5 R	240 kg CEM II/B-M(S- LL) 32,5 R AZ	300 kg CEM III/B 32,5 N NW/HS/NA
Ostseewasser	230 l	200 l	200 l
Flugasche Arzberg (Filter- asche)	140 kg	260 kg	240 kg
Zusatzmittel BV (Verflüs- siger)	9 kg	6 kg	
Zusatzmittel ST (Stabili- sator)	0,11 kg	0,07 kg	
(w/z) eq	0,57	0,64	0,50
Flugasche k(f)-Wert	0,7	0,4	0,4

Tabelle 1

Der Ostseekies stammte aus dem Gewinnungsgebiet Kühlungsborn und wurde unaufbereitet von der Halde entnommen. In einem Prüflabor wurden sedimentpetrographische und bodenmechanische Prüfungen vorgenommen. Die Untersuchung und Bewertung erfolgte unter anderem nach der DIN EN 12620:2003-04 und der DIN V 2000-103:2004-04. Die Prüfung der Kornzusammensetzung ergab einen Sandanteil der Korngröße bis 4 mm von 90 % und einen Anteil der Korngröße zwischen 4 und 16 mm von 10 %, also eine extrem sandreiche Zusammensetzung. Die Untersuchung der Gesteinskörnung auf alkaliempfindliche Bestandteile nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ ergab für Opalsandstein und für Opalsandstein und Flint in den Korngrößenklassen 1/1, 2/4, 4/8, 8/16 und 16/32 die Bewertung „unbedenklich“ (EI-O und EI-OF).

Das Ostseewasser wurde aus der Warnowmündung entnommen. Analysen ergaben, dass hinsichtlich des Sulfatgehaltes ein schwacher chemischer Angriff vorliegt. Insofern wird zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit und zur Reduzierung des Sulfattreibens empfohlen, einen HS-Zement mit hohem Sulfatwiderstand zu verwenden. Es wurden auch Natrium- und Chloridanteile festgestellt. Natrium ist für Beton nicht aggressiv. Der Chloridgehalt liegt unter den bisher bekannten Werten.

Es wurden auch betontechnologische Untersuchungen an dem Sandbeton, und zwar sowohl am Frischbeton als auch am Festbeton für die Rezepturen 1 und 2 nach Tabelle 1 durchgeführt. Der Frischbeton zeigte in beiden Fällen ein gutes Zusammenhaltevermögen, eine gute Fließfähigkeit und ein Erstarrungsverhalten, das den Erfordernissen beim Einbau unter Wasser entspricht. Die Frischbetonrohddichte mit etwa $2,10 \text{ kg/m}^3$ ist verhältnismäßig hoch. Die Schwindneigung des

Betons ist gering. Berechnungen und erste Untersuchungen lassen auf ähnlich günstige Eigenschaften der Rezeptur 3 schließen.

Ferner wurden an dem Festbeton die Druckfestigkeit am Würfel und am Zylinder, die zentrische Zugfestigkeit, die Biegezugfestigkeit, der Elastizitätsmodul, die Wassereindringtiefe und der Chloridgehalt geprüft. Die Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfung sind für die Rezeptur 1 und die Rezeptur 2 in Abhängigkeit von der Erhärtungstemperatur bei 5°C bzw. 20°C in Tabelle 2 angegeben. Die Ergebnisse weiterer Prüfungen für diese Rezepturen zeigt Tabelle 3.

Druckfestigkeit (N/mm²)	Rezeptur 1	Rezeptur 1	Rezeptur 2	Rezeptur 2
Würfel- druckfestigkeit	20°C	5°C	20°C	5°C
0 Tage	0	0	0	0
1 Tag	17,5	0	2,8	0
2 Tage	30	10	4,8	1,5
7 Tage	44,3	27,3	30,8	13,3
28 Tage	62,5	54,3	45	35
56 Tage	77,5	75,5	62	54
Zylinder- druckfestigkeit				
7 Tage	-	27,5	-	20,9
28 Tage	60,9	55,2	52,4	41,3

Tabelle 2

Prüfung	Rezeptur 1	Rezeptur 2
Festbetonrohddichte	2,20 / 2,17 kg/dm ³	2,18 / 2,18 kg/dm ³
Zentrische Zugfestigkeit	3,84 N/mm ²	2,95 N/mm ²
Elastizitätsmodul	31600 N/mm ² bei 20°C 28000 N/mm ² bei 5°C	27300 bei 20°C 22010 bei 5°C
Wassereindringtiefe	16 mm	5 mm
Schwindrinne	+0,04 / -0,07	+0,10 / -0,15
Erosionsprüfung Turbulenzgerät Bauart BAW Karlsruhe	1,90 M-%	0,20 M-%
Chloridgehalt am Festbeton	0,45%	0,20%

Tabelle 3

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind bspw. nach 28 Tagen Würfeldruckfestigkeiten für die Rezeptur 1 von 62,5 N/mm² bei einer Erhärtungstemperatur von 20°C bzw. von 54,3 N/mm² bei 5°C und für die Rezeptur 2 von 45 N/mm² bei einer Erhärtungstemperatur von 20°C und von 35 N/mm² bei 5°C ermittelt worden. Die 56-Tage-Werte der Würfeldruckfestigkeiten betragen mehr als 75 N/mm² für die Rezeptur 1. Die Zylinderdruckfestigkeiten liegen im ähnlichen Bereich, vgl. Tabelle 2.

Simulationen und Berechnungen zeigen bei der Rezeptur 3 ähnliche Betondruckfestigkeitswerte, die sich jedoch erst

nach längeren, vertretbaren Erhärungszeiten einstellen.

Die ermittelten Druckfestigkeiten sind unerwartet hoch. Sie lassen sich nicht mit den geltenden Regeln der Betontechnologie, also dem generellen funktionalen Zusammenhang zwischen dem äquivalenten Wasser/Zement-Wert und der Betondruckfestigkeit erklären. Eine mögliche Erklärung ist, dass hier die Flugasche eine wesentlich höhere Wirksamkeit hat, die wahrscheinlich auf eine bisher unbekannte Wechselwirkung zwischen der Flugasche und dem Meerwasser oder dem Zementleim zurückzuführen ist. Es ist jedoch nicht gänzlich geklärt, ob nicht andere Gegebenheiten für die erhöhte Wirksamkeit der Flugasche bei der erfindungsgemäßen Betonzusammensetzung alleine oder mit ursächlich sind.

Der Einfluss der Erhärungstemperatur auf die Festigkeitsentwicklung geht ebenfalls zum Teil aus der Tabelle 2 hervor. Untersuchungen haben gezeigt, dass im jungen Alter des Betons die höhere Temperatur (hier 20°C) den Erhärtungsvorgang beschleunigt, während eine Erhärtung bei niedrigeren Temperaturen (hier 5°C) zu höheren Festigkeiten führt.

Auch die Zugfestigkeit mit 3,84 N/mm² (Rezeptur 1) bzw. 2,95 N/mm² (Rezeptur 2) hat sich als ausreichend erwiesen. Ähnliche Werte werden für die Rezeptur 3 erwartet.

Die Erosionsfestigkeit des Frischbetons wurde in einem Turbulenzgerät mit positivem Ergebnis geprüft. Der Materialverlust durch Abspülung beträgt bei der Rezeptur 1 nicht mehr als 1,90 Masse-% und bei der Rezeptur 2 sogar nicht mehr als 0,20 Masse-%. Die Ergebnisse lassen auf eine für eine freie Fallhöhe des Frischbetons im Wasser von wenigstens zwei Metern, sogar mehr als 3 Metern ausreichende Erosionsbeständigkeit schließen. Mit einem Verpressversuch un-

ter Druck von 6 bar ist eine ausreichende Pumpfähigkeit für Tiefen über 50 m nachgewiesen worden. Die Ergebnisse sind auch auf die Rezeptur 3 übertragbar. Es wird angenommen, dass mit der erfindungsgemäßen Betonzusammensetzung eine Pumpfähigkeit bis zu 150 m sichergestellt werden kann. Somit eignet sich die Betonzusammensetzung gut für Offshore-Anwendungen, um bspw. Windkraftanlagen, Sendemasten und dgl. auf hoher See zu verankern.

Die hohe Wirksamkeit der Flugasche ermöglicht es, den Anteil der Flugasche zu vergrößern. Bspw. ist der Anteil der Flugasche bei der Rezeptur 2 sogar höher als der des Zementes. Untersuchungen zeigen, dass im letzteren Fall das Verhältnis zwischen Flugasche und Zement ggfs. noch weiter, bis auf 2:1 erhöht werden könnte, ohne an den guten Eigenschaften des erfindungsgemäßen Betons einzubüßen. Dabei können die Herstellungskosten weiter reduziert werden.

Außerdem weist der Festbeton bei den Rezepturen 1 und 2 eine sehr hohe Festbetonrohddichte von etwa $2,20 \text{ kg/dm}^3$ auf, vgl. Tabelle 3, die auch bei der Rezeptur berechnet worden ist. Ein ausreichend dichter und fester Verbund des erfindungsgemäßen Betons ist für die Rezepturen 1 und 2 auch durch mikroskopische Untersuchungen an der Betonstruktur mittels Dünnschliffverfahren und der Bindemittelstruktur mittels Rasterelektronenmikroskopie bestätigt worden. Die Rezeptur 3 sollte ebenfalls ein dichtes Gefüge ergeben.

Wie weiter der Tabelle 3 entnehmbar, ist der Chloridgehalt im Festbeton bei 0,45 % für die Rezeptur 1 und bei 0,20 % für die Rezeptur 2 ermittelt worden. Bei der Rezeptur 3 ist ein Wert von 0,4 % ermittelt worden. Dieser Chloridgehalt ist auf das sowohl im Meerwasser als auch im Meersand vorhandene Chlorid zurückzuführen. Es ist auch zu beachten, dass bei Einbau im Meer Chlorid von außen in den

Beton eindringen kann. Jedoch ist festgestellt worden, dass ein Teil des Chlorids dauerhaft gebunden ist. Außerdem weist der Beton ein derart dichtes Gefüge auf, dass das Eindringen des Chlorids zum Erliegen kommt. Eine Diffusion erfolgt sehr langsam, da das Porengefüge mit Wasser gefüllt ist und kein Druck vorhanden ist. Insgesamt hat sich die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung, was den Chloridgehalt anbetrifft, als für Meerwasser-Betonbauten geeignet erwiesen.

Die hohe Dichte und Druckfestigkeit der erfindungsgemäßen Betonzusammensetzung bilden eine Grundlage für eine hohe Dauerhaftigkeit des Betons. Vorteilhafterweise haben die Untersuchungsergebnisse auch keine Empfindlichkeit der Gesteinskörnungen auf die Alkali-Kieselsäure-Reaktion gezeigt. Erfindungsgemäß wird aber gezielt Flugasche, insbesondere aus Steinkohleabfeuerung gewonnene und gefilterte Flugasche, sowie ein Zement mit niedrigem wirksamen Alkali-gehalt, sog. Na-Zement, vorzugsweise ein hüttensandhaltiger Zement, verwendet, weil die Filterasche und der Hüttensand Alkalien gut binden und deren Konzentration in der Porenlösung vermindern. Außerdem aktiviert Na-Zement die Filterasche nur in sehr geringem Umfang. Darüber hinaus kann durch den Einsatz von Filterasche und eines hüttensandhaltigen Zementes auch der Thaumasitbildung und der Spätbildung von Ettringit im erhärteten Beton und somit einem Sulfatreiben auch beim Einsatz im sulfathaltigen Meerwasser wirksam vorgebeugt werden. Zu diesem Zweck verwendet die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung vorzugsweise einen Zement, der sich durch einen hohen Sulfatwiderstand und eine möglichst geringe Hydratationswärmefreigabe auszeichnet. Vorteilhaft in diesem Zusammenhang ist auch der geringe Zementanteil, durch den die Wärmeentwicklung in dem Bauteil verringert wird. Auf die Hydratationswärme zurückzuführende Verformungen und Spannungen können deutlich reduziert wer-

den. Die Rissbildung wird minimiert bzw. ist kontrollierbar. Insgesamt sind die Voraussetzungen gegeben, damit der erfindungsgemäße Festbeton für eine Lebensdauer von wenigstens 20 Jahren dauerhaft ist.

Obwohl noch weitere Untersuchungen nötig sind, wird aufgrund bisheriger Erkenntnisse angenommen, dass sich mit dem CEM III-Zement die vorteilhafteste Betonzusammensetzung erzielen lässt, wenn dessen Bestandteile aufeinander und hinsichtlich der Reaktionen mit der Steinkohleflugasche und dem Fließmittel, bspw. Polycarboxylatether oder dgl., abgestimmt werden. Bspw. werden hierzu die maximalen Hüttensandanteile zu 70-75% sowie günstige Mahlfeinheiten festgelegt. Ein nach der Rezeptur 3 hergestellter Beton weist ein besonders dichtes Gefüge auf, das eine sehr geringe Kapillarporosität besitzt. Damit wird der Ionenaustausch mit dem umgebenden Meerwasser deutlich verlangsamt, was die auf die Zusammensetzung des Meerwassers zurückzuführenden Schadenspotentiale deutlich reduziert. Zudem wird wegen der langsameren und niedrigeren Temperaturentwicklung eines ein CEM III-Zement verwendenden Betons ein reduziertes Rissbildungsrisiko und ein verminderter Eintritt von Schadstoffen in den Beton erwartet.

Ein hüttensandreicher CEM III/B NA-Zement bringt einen sehr niedrigen Alkalieintrag in den Beton mit sich, so dass eine Beton schädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion ausgeschlossen oder zumindest auf ein Minimum reduziert werden kann. Dies, selbst wenn vor Ort aus dem Meer gewonnene Sande und Gesteinskörnungen, die Flint- und Opalsand-Fragmente enthalten, und alkalireiches Meerwasser als Anmachwasser verwendet wird, die den Reaktionsprozess fördern.

Ferner kann durch den Einsatz eines sulfatbeständigen CEM III/-Betons mit HS-Qualität, durch das dichte Betonge-

füge, das damit erreicht werden kann, und durch die gezielte Zugabe von Steinkohleflugasche der Thaumasitbildung äußerst wirksam entgegengewirkt werden.

Nicht zuletzt wird durch den Einsatz von CEM III/B-Zement und Flugasche eine Chlormigration in den Beton besonders stark, z.B. gegenüber Normalbetonen bei vergleichbaren w/z-Werten um mehr als das Zwanzigfache, reduziert.

Die erfindungsgemäßen Vorteile lassen sich aber auch mit anderen hüttensandhaltigen Zementarten, insbesondere z.B. mit einem CEM II/B-Zement, erzielen.

Durch die Erfindung ist eine Meerwasser beständige Betonzusammensetzung geschaffen, die sich zur Verwendung als Unterwasserbeton oder für Betonbauten, die mit Meerwasser in Berührung kommen, gut eignet. Es können Betonbauten hoher Feststoffdichte und Druckfestigkeit geschaffen werden, die den chemischen, erosiven und biogenen Angriffen aus dem Meer während der Lebensdauer standhalten. Durch den Zuschlagstoffeinsatz von aus dem Meer gewonnenen, unaufbereiteten Kiesen und Salzen sowie den Einsatz von Meerwasser als Anmachwasser ist ein kostengünstiger, kontinuierlicher Herstell- und Einbauprozess unter Offshore-Bedingungen möglich. Natürliche Rohstoffe werden geschont und die Kosten für die Betonzusammensetzung sowie die Baumaßnahme werden deutlich gesenkt.

Es ist verständlich, dass die vorstehende Beschreibung lediglich der Erläuterung der wesentlichen Aspekte der Erfindung dient. Insbesondere sind die angegebenen Rezepturen und ermittelten Kennwerte nur beispielhafter Natur und schränken die Erfindung in keiner Weise ein. Es ist klar, dass verschiedene Abwandlungen und Modifikationen möglich sind. Bspw. können sich die je nach Anforderung speziell

gewählten Rezepturen von den hier angegebenen mehr oder weniger unterscheiden. Insbesondere kann anstelle von Ostseekies und Ostseewasser auch Kies und Wasser aus anderen Meeren, bspw. der Nordsee, eingesetzt werden. Die Lagerstätte des Meerkieses sollte jedoch vorzugsweise mit der Lagerstätte des Meerwassers übereinstimmen, da ein sich über Jahrhunderte hinweg eingestelltes chemisches Gleichgewicht den positiven Eigenschaften des Betons zugute kommt. Vorzugsweise ist die Lagerstätte in der Nähe des Einsatzortes gelegen, weil dann auch die chemischen Reaktionen zwischen dem Beton und der Umgebung verringert sind. Der relative Anteil von Filterasche in Bezug auf den Zement kann weiter vergrößert werden. Während die Rezepturen nach Tabelle 1 ein Unterwassercompoundmittel und ein Fließmittel enthalten, können diese Mittel z.B. bei Einbau auf Land anteilmäßig verringert oder weggelassen werden. Es können auch andere Zusatzmittel und Zusatzstoffe, wie Beschleuniger, Verzögerer, Luftporenbildner oder Dichtungsmittel, je nach Anwendung hinzugefügt werden, um bestimmte Eigenschaften des Frisch- bzw. Festbetons zu erzielen. Insofern ist ersichtlich, dass die Erfindung nicht durch die hier angegebenen Beispiele beschränkt ist, sondern durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Es ist eine Meerwasser beständige Betonzusammensetzung offenbart, die sich als Unterwasserbeton für Betonbauten im Meerwasser bzw. Betonbauten, die mit Meerwasser in Berührung kommen, eignet. Als Zuschlagstoff wird eine Gesteinskörnung verwendet, die durch Meereskies mit hohem Sandanteil gebildet ist, wobei der Meereskies abgesehen von einer Trocknung und Aussiebung großer Körner im Wesentlichen unaufbereitet und unklassiert eingemischt wird. Außerdem wird als Anmachwasser Meerwasser verwendet. Das Meerwasser und der Meereskies sind vorzugsweise einer gemeinsamen Lagerstätte, vorzugsweise in der Nähe des Einsatzortes im Meer,

entnommen. Die erfindungsgemäße Betonzusammensetzung zeichnet sich durch eine gute Verarbeitbarkeit, Fließfähigkeit und Pumpfähigkeit des Frischbetons und eine hohe Dichte und Druckfestigkeit des Festbetons aus.

Patentansprüche:

1. Betonzusammensetzung, insbesondere Meerwasser beständige Betonzusammensetzung, mit einer Gesteinskörnung als Zuschlagstoff, mit Zement als Bindemittel und mit Anmachwasser, die in einem bestimmten Verhältnis miteinander vermischt werden, wobei die Gesteinskörnung Meereskies mit hohem Sandanteil und das Anmachwasser Meerwasser aufweist.

2. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Meereskies und das Meerwasser eine gemeinsame Lagerstätte aufweisen, der sie entnommen werden.

3. Betonzusammensetzung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerstätte des Meereskieses und des Meerwassers sich in der Nähe des Einsatzortes der Betonzusammensetzung befindet.

4. Betonzusammensetzung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie Ostseekies und Ostseewasser aufweist.

5. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesteinskörnung im Wesentlichen unaufbereitet und unklassiert eingemischt wird.

6. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesteinskörner eine im Wesentlichen kugelförmige Gestalt mit glatter Oberfläche aufweisen.

7. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesteinskörnung einen Korndurchmesser von maximal 32 mm, vorzugsweise maximal 24 mm, aufweist.

8. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wassergehalt der Gesteinskörnung

weniger als 10 Masse-%, vorzugsweise weniger als 8 Masse-%, bezogen auf die Gesamtmasse der Gesteinskörnung, beträgt.

9. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesteinskörnung einen Sandanteil mit der Korngröße bis 4 mm von wenigstens 70 Masse-%, vorzugsweise wenigstens 80 Masse-%, bezogen auf die Gesamtmasse der Gesteinskörnung, aufweist.

10. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anmachwasser einen Salzgehalt von weniger als 3 %, vorzugsweise weniger als 2 %, aufweist.

11. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zement derart gewählt ist, dass er eine geringe Hydratationswirkung und einen hohen Sulfatwiderstand aufweist.

12. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zement ein CEM II/A- oder ein CEM II/B-Zement ist.

13. Betonzusammensetzung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Zementgehalt zur Verwendung als Unterwasserstahlbeton weniger als 280 kg/m^3 , vorzugsweise weniger als 250 kg/m^3 , beträgt.

14. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zement ein CEM III/B-Zement, insbesondere der Qualität HS und NA, ist

15. Betonzusammensetzung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Zementgehalt zur Verwendung als Unterwasserstahlbeton mehr als 280 kg/m^3 , vorzugsweise etwa 300 kg/m^3 , beträgt.

16. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie Flugasche aufweist.

17. Betonzusammensetzung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Flugasche durch Steinkohlefilterasche gebildet ist.

18. Betonzusammensetzung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Flugasche und der Zement in einem Verhältnis von wenigstens 1:2 enthalten sind.

19. Betonzusammensetzung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Flugasche und der Zement in einem Verhältnis von etwa 0,8 enthalten sind.

20. Betonzusammensetzung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Flugasche und der Zement in einem Verhältnis von wenigstens 1:1 enthalten sind.

21. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Anteil eines Stabilisators, insbesondere eines Unterwassercompoundmittels, enthält.

22. Betonzusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Anteil eines Fließmittels, insbesondere eines Hochleistungsverflüssigers, aufweist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/061937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C04B28/02 C04B22/00 C04B14/06
 ADD. C04B18/08 C04B103/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 C04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/14170 A (SVECHINSKY GREGORY [IL]; BORTNIK SHALO [IL]; BORTNIK LEV [IL]) 25 March 1999 (1999-03-25) page 3, last paragraph; claims 1,4; examples 1,3	1-22
X	----- DATABASE WPI Week 200031 Thomson Scientific, London, GB; AN 2000-351257 XP002506162 & CN 1 247 172 A (UNIV QINGHUA) 15 March 2000 (2000-03-15)	1,16,17
A	abstract	18-20
X	US 2007/142506 A1 (BINH NGUYEN H [VN] ET AL) 21 June 2007 (2007-06-21)	1
A	claim 5	2-22
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 Dezember 2008

Date of mailing of the international search report

29/12/2008

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

 Theodoridou, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/061937

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 439 372 A (BLUE CIRCLE IND PLC [GB]; ALH SYST LTD [GB]) 31 July 1991 (1991-07-31) page 3, lines 27-30,37,38 page 5, lines 45-56 page 4, line 51 - page 5, line 8	1-22
A	& DE 691 18 723 T2 (BLUE CIRCLE IND PLC [GB]; ALH SYST LTD [GB]) 28 November 1996 (1996-11-28) cited in the application	
A	JP 2001 261419 A (KUMAGAI GUMI CO LTD) 26 September 2001 (2001-09-26)	1,22
A	EDITED BY P.C.HEWLETT: "THE CHEMISTRY OF CEMENT AND CONCRETE" LEA'S CHEMISTRY OF CEMENT AND CONCRETE, 1998, pages 312-319, XP002506204 4rth Edition, BUTTERWIRTH-HEINEMANN, Oxford, GB	
A	EP 1 496 029 A (CIE DU SOL [FR]) 12 January 2005 (2005-01-12) paragraphs [0009], [0016] - [0019], [0021]	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2008/061937

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9914170	A	25-03-1999	AU 9093698 A	05-04-1999
CN 1247172	A	15-03-2000	NONE	
US 2007142506	A1	21-06-2007	NONE	
EP 0439372	A	31-07-1991	AT 136875 T	15-05-1996
			DE 69118723 D1	23-05-1996
			DE 69118723 T2	28-11-1996
			DK 439372 T3	13-05-1996
			SG 64853 A1	25-05-1999
			US 5114487 A	19-05-1992
DE 69118723	T2	28-11-1996	AT 136875 T	15-05-1996
			DE 69118723 D1	23-05-1996
			DK 439372 T3	13-05-1996
			EP 0439372 A2	31-07-1991
			SG 64853 A1	25-05-1999
			US 5114487 A	19-05-1992
JP 2001261419	A	26-09-2001	NONE	
EP 1496029	A	12-01-2005	GB 2403720 A	12-01-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/061937

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C04B28/02 C04B22/00 C04B14/06
ADD. C04B18/08 C04B103/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C04B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/14170 A (SVECHINSKY GREGORY [IL]; BORTNIK SHALO [IL]; BORTNIK LEV [IL]) 25. März 1999 (1999-03-25) Seite 3, letzter Absatz; Ansprüche 1,4; Beispiele 1,3	1-22
X	DATABASE WPI Week 200031 Thomson Scientific, London, GB; AN 2000-351257 XP002506162 & CN 1 247 172 A (UNIV QINGHUA) 15. März 2000 (2000-03-15)	1,16,17
A	Zusammenfassung	18-20
X	US 2007/142506 A1 (BINH NGUYEN H [VN] ET AL) 21. Juni 2007 (2007-06-21)	1
A	Anspruch 5	2-22
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Dezember 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/12/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Theodoridou, K

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 439 372 A (BLUE CIRCLE IND. PLC [GB]; ALH SYST LTD [GB]) 31. Juli 1991 (1991-07-31) Seite 3, Zeilen 27-30,37,38 Seite 5, Zeilen 45-56 Seite 4, Zeile 51 - Seite 5, Zeile 8	1-22
A	& DE 691 18 723 T2 (BLUE CIRCLE IND PLC [GB]; ALH SYST LTD [GB]) 28. November 1996 (1996-11-28) in der Anmeldung erwähnt	
A	JP 2001 261419 A (KUMAGAI GUMI CO LTD) 26. September 2001 (2001-09-26)	1,22
A	EDITED BY P.C.HEWLETT: "THE CHEMISTRY OF CEMENT AND CONCRETE" LEA'S CHEMISTRY OF CEMENT AND CONCRETE, 1998, Seiten 312-319, XP002506204 4rth Edition, BUTTERWIRTH-HEINEMANN, Oxford, GB	
A	EP 1 496 029 A (CIE DU SOL [FR]) 12. Januar 2005 (2005-01-12) Absätze [0009], [0016] - [0019], [0021]	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/061937

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9914170	A	25-03-1999 AU 9093698 A	05-04-1999
CN 1247172	A	15-03-2000 KEINE	
US 2007142506	A1	21-06-2007 KEINE	
EP 0439372	A	31-07-1991 AT 136875 T DE 69118723 D1 DE 69118723 T2 DK 439372 T3 SG 64853 A1 US 5114487 A	15-05-1996 23-05-1996 28-11-1996 13-05-1996 25-05-1999 19-05-1992
DE 69118723	T2	28-11-1996 AT 136875 T DE 69118723 D1 DK 439372 T3 EP 0439372 A2 SG 64853 A1 US 5114487 A	15-05-1996 23-05-1996 13-05-1996 31-07-1991 25-05-1999 19-05-1992
JP 2001261419	A	26-09-2001 KEINE	
EP 1496029	A	12-01-2005 GB 2403720 A	12-01-2005