



(11) **EP 2 030 956 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.03.2009 Patentblatt 2009/10

(51) Int Cl.:
C04B 28/02^(2006.01) C04B 40/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08162336.5**

(22) Anmeldetag: **13.08.2008**

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

(30) Priorität: **27.08.2007 DE 102007040349**

(71) Anmelder: **Dyckerhoff AG**
65203 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:
• **Parker, Frank**
65205 Wiesbaden (DE)
• **Strunge, Josef**
65203 Wiesbaden (DE)
• **Deuse, Thomas**
63075 Offenbach (DE)

(74) Vertreter: **Solf, Alexander**
Patentanwälte Dr. Solf & Zapf
Candidplatz 15
81543 München (DE)

(54) **Mineralisches Bindemittel sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft ein mineralisches, hydraulisches Bindemittel, insbesondere zur Herstellung von Beton oder Mörteln oder Zementsuspensionen auf Basis von zumindest einem Zement, wobei der Zement Klinkerphasen wie insbesondere C_3S , C_2S , C_3A , C_4AF sowie ggf. Nebenbestandteile aufweist, die mit Wasser zu Zementstein erhärtende Hydratphasen bilden, und wobei der Zement nach dem Anmachen mit Wasser eine Ruhephase von z.B. 4 bis 8 Stunden aufweist, in der

keine beachtlichen Erhärtungsreaktionen stattfinden, wobei zusätzlich mindestens eine feinteilige SiO_2 -Komponente und mindestens eine feinteilige CaO -Komponente, die mit Anmachwasser während der Ruhephase aufgrund einer puzzolanischen Reaktion erhärtende, eine Frühfestigkeit bewirkende Calciumsilikathydratphasen bilden.

EP 2 030 956 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein mineralisches Bindemittel sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung auf Basis insbesondere genormter Zemente, insbesondere zur Herstellung von frühfesten und/oder hochfesten Betonen oder Mörteln oder Zementsuspensionen.

[0002] Frühfeste und/oder hochfeste Betone bezeichnet man auch als Hochleistungsbetone, die schnell erstarren und erhärten (schnell Betone) oder höhere Festigkeiten erbringen und besonders beständig gegen aggressive Medien sind (hochfeste Betone).

[0003] Schnelle Betone werden in der Regel mit sogenannten Schnellzementen aus besonderen Klinkern, die z.B. im wesentlichen Calciumsulfoaluminate aufweisen, oder aus Tonerdeschmelzzementen oder Gemischen aus Tonerdeschmelzzement mit Portlandzement oder den besonderen Klinkern hergestellt, wobei die Frühfestigkeit in der Regel mit organischen Zusatzmitteln angesteuert werden kann. Derartige Zusatzmittel sind Fremdbestandteile in diesen mineralischen Gemengen, können unerwünschte Nebenwirkungen haben und reagieren unkontrollierbar bei Temperaturunterschieden und/oder Rohstoffschwankungen bis hin zu gegenteiligen Wirkungen wie langsamer Erstarren und Erhärten oder sogar Ausfall des Erstarrens und Erhärtens. Insofern ist diese Schnellzementkonzeption insbesondere zur Herstellung von Transportbeton relativ ungeeignet.

[0004] Ein anderes Schnellzementkonzept sieht ein hydraulisches Bindemittel mit einer nach Wasserzugabe fließ- und erstarrungsfähigen Bindemittelkomponente und einer zum Beschleunigen des Erstarrens dienenden Beschleunigerkomponente vor, wobei die Beschleunigerkomponente hochfeines Calciumhydroxid mit bestimmten spezifischen Oberflächen und/oder Teilchengrößen sein soll (DE 10 2005 018 100 A1). In diesem Dokument ist der derzeit bekannte Stand der Technik auf dem Sachgebiet zusammengefasst dargestellt, wobei darauf hingewiesen wird, dass für die Festigkeitsbildung die beschleunigte Bildung der Calciumsilikathydratphasen aus den Calciumsilikaten der Zementpartikel maßgeblich ist. Demgemäß soll das zugesetzte hochfeine Calciumhydroxid die nach etwa 6 bis 8 Stunden beginnende Calciumsilikathydratbildung (CSH-Bildung) durch Keimbildung beschleunigen.

[0005] Bei Schnellzementen mit Calciumhydroxid als Beschleunigerkomponente gemäß DE 10 2005 018 100 A1 besteht die Gefahr einer unzureichenden Lagerstabilität. Calciumhydroxid karbonatisiert bekanntlich bei Zutritt von Luftkohlendioxid. In der Folge ist das Reaktionsverhalten dieser Schnellzemente nicht konstant. Damit kann das hohe Frühfestigkeitspotenzial nicht immer ausgeschöpft werden.

[0006] Für hochfeste und besonders beständig Betone werden meist C₃A-arme Portlandzemente der Festigkeitsklasse 42,5 bzw. 52, 5 R in Kombination mit Mikrosilika, das bei der Ferrosiliziumherstellung als Flugstaub abgeschieden wird und z.B. zu 85 bis 98 Gew.-% aus amorphem SiO₂ besteht, eingesetzt. Ziel ist dabei, bereits in der trockenen Phase eine möglichst dichte Kugelpackung zu realisieren, die nach Wasserzugabe dann auch zu einem partikeldicht gelagerten Zementleim führt. Zudem soll das Mikrosilika mit dem Calciumhydroxid (Ca(OH)₂), das erst nach etwa 6 bis 8 Stunden aus der Reaktion der Zementklinkerphasen (Calciumsilikatphasen, insbesondere C₃S) mit Wasser freigesetzt wird, reagieren.

[0007] Während sich die Hydratphasen aus z.B. dem C₃A und C₃S der Klinkerpartikel bilden, bilden Mikrosilika und Ca(OH)₂ zusätzliche C-S-H-Phasen, die dann in die noch vorhandenen Freiräume hineinwachsen und damit die erhärtende Zementsteinmatrix dichter werden lassen. Im Ergebnis entstehen aufgrund dieser puzzolanischen Reaktion zwischen dem Mikrosilika und dem Ca(OH)₂ besonders dichte und damit widerstandsfähige und dauerhafte Betone mit zum Teil extrem hoher Druckfestigkeit. Nachteilig ist bei Einsatz von Mikrosilika (Silikastaub aus der Eisensilicid-Gewinnung) die für Sichtbeton meist zu dunkle und ungleichmäßige Betonfarbe sowie die Notwendigkeit einer separaten aufwendigen und komplizierten Dosiereinrichtung.

[0008] Das Reaktionsprinzip der puzzolanischen Reaktion mit z.B. Mikrosilika und Ca(OH)₂ ergibt sich schematisch aus Fig. 1a, b, c. Zunächst liegt eine trockene Mischung aus Zementteilchen 1 und Mikrosilikateilchen 2 vor (Fig. 1a). Nach dem Anmischen mit Wasser ergibt sich nach dem Erstarren die dem Fachmann bekannte Ruhephase der Mischung ohne beachtliche bzw. weitergehende Erhärtung. Erst nach z.B. etwa 6 bis 8 Stunden erfolgt eine Erhärtungsreaktion der Silikat- und Aluminatphasen mit Wasser unter Bildung von z.B. nadelförmigen CSH-Phasenkristallen 3, wobei Ca(OH)₂ 4, freigesetzt wird (Fig. 1b). Das Ca(OH)₂ reagiert mit den Mikrosilikateilchen 2 und bildet zusätzlich feine C-S-H-Phasenkristalle 5. Diese verdichten die Struktur des erhärtenden Zementsteins und schaffen durch diese puzzolanische Reaktion ein dichteres Gefüge mit höheren Festigkeiten und Dauerhaftigkeiten (Fig. 1c).

[0009] Für das bekannte puzzolanische Reaktionsprinzip steht nicht nur Mikrosilika zur Verfügung, sondern es werden auch andere SiO₂-Komponenten wie Silikastaub, Nanosilika, Metakaolin oder Flugasche verwendet.

[0010] Eine weitergehende Technologie zur Herstellung von Hochleistungsbetonen, die ebenfalls lediglich auf mineralischer Basis die Frühfestigkeitssteigerung ermöglicht und ohne puzzolanische Reaktionen auskommen kann, basiert auf lediglich granulometrisch optimierten Bindemitteln. Zum Einsatz komme Normalzemente in Kombination mit Feinstzementen; die Herstellung letzterer ist z.B. aus der EP 0 696 558 B1 bekannt. Die Feinstzemente haben eine Feinheit der Körnung unter 20 µm und können großtechnisch bis Feinheiten der Körnungen von 2 µm wirtschaftlich hergestellt werden.

[0011] Nach dieser Technologie können rezepturabhängig Hochleistungzemente für frühhochfeste Betone, Zement für hochfeste Betone, insbesondere auch für hochfeste Sichtbetone, und Zemente mit besonderer Beständigkeit z.B. bezüglich aggressiver Medien gewährleistet werden. Dabei handelt es sich um Normzemente mit außergewöhnlichen Eigenschaften, die lediglich zur Einstellung der Verarbeitbarkeit noch Zusatzmittel erfordern.

[0012] Fig. 2 verdeutlicht schematisch das Prinzip dieser Technologie. Man erkennt die relativ groben Körner 6 des Normalzements mit Korngrößen z.B. d_{95} zwischen 25 und 30 μm und in den Zwickeln der groben Körner 6 die relativ kleinen Körner 7 des Feinstzements mit Korngrößen z.B. d_{95} zwischen 2 und 20 μm . Eine Ergänzung und Steigerung der Frühfestigkeit nach z.B. 6 bis 8 Stunden kann dieses Prinzip durch den Zusatz von $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (DE 10 2005 018 100 A1) oder von feinteiliger Kieselsäure erfahren.

[0013] Damit ist dieses Prinzip ausgereizt, ohne dass aber die Endfestigkeiten gesteigert (siehe DE 10 2005 018 100 A1, Tabelle 1: Druckfestigkeiten nach 28 Tagen) und die Frühfestigkeiten früher eingestellt und geregelt werden können.

[0014] Aufgabe der Erfindung ist, ein hydraulisches, insbesondere lagerstabiles Bindemittel auf lediglich mineralischer Basis mit früheren hohen Frühfestigkeiten und gesteigerten Endfestigkeiten im Vergleich zu bekannte, derartigen hydraulischen Bindemitteln zu schaffen, das insbesondere zur Herstellung sowohl schneller als auch hochfeste als auch besonders beständige Betone geeignet ist, wobei die Höhe der Festigkeiten auf einfache Weise regelbar sein soll.

[0015] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0016] Mit den neuen erfindungsgemäßen hydraulischen Bindemitteln können nimmehr frühere hohe Frühfestigkeiten bereits in der Ruhephase der wasserhaltigen Gemische erzeugt werden, weil das System unabhängig von der späteren Festigkeitsentwicklung der zementmineralphasen ist. Insofern ist das System auch relativ unabhängig von der $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Entwicklung aus der späteren Zementmineralphasenentwicklung, insbesondere aus dem C_3S . Mithin kann eine Vielzahl von Zementsorten bzw. Zementtypen verwendet werden, die unterschiedliche Reaktionsmechanismen zur Erhärtung nach der Ruhephase aufweisen. Vorzugsweise aber werden zur Herstellung der erfindungsgemäßen hydraulischen Bindemittel Portlandzemente, Portlandkompositzemente und Hochofenzemente verwendet, deren normale Erhärtung aufgrund der Reaktion der Zementmineralphasen meist erst nach Ruhephase nach z.B. etwa 6 bis 8 Stunden einsetzt. Es gibt aber auch Zemente mit kürzeren Ruhephasen, z.B. 2 bis 6 Stunden. Die Erfindung sieht vor, die frühe puzzolanische Reaktion zeitlich so abzustimmen, dass sie in die Ruhephase des jeweiligen Zements fällt.

[0017] Das erfindungsgemäße Prinzip wird in Fig. 3a, b, c verdeutlicht. Die Ausgangstrockenmischung des erfindungsgemäßen hydraulischen Bindemittels enthält relativ grobe Zementpartikel 8. In den Zwickeln dieser Zementpartikel 8 befinden sich Partikel 9 einer zugesetzten, feinteiligen (mehlfeinen) SiO_2 -Komponente und Partikel 10 einer zugesetzten, feinteiligen (mehlfeinen) CaO -Komponente (Fig. 3a). Nach Zugabe von Wasser beginnt insbesondere in der Ruhephase, in jedem Fall aber vor der Entwicklung der CSH-Phasen aus den Zementmineralen, die Reaktion zwischen der SiO_2 -Komponente und der CaO -Komponente. Es bilden sich schon nach z.B. ca. 1 Stunde ausreichend feinteilige, erhärtende Calciumsilikatphasen 11 (Fig. 3b), ohne dass die Verarbeitbarkeit (Rheologie) beeinträchtigt wird. Im Anschluss daran oder auch schon gegen Ende dieser ersten puzzolanischen Erhärtungsphase bildet sich aus den Zementpartikeln 8 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 12 und schließlich die C-S-H-Phasen 13, wobei letztere in das bereits vorhandene C-S-H-Phasengefüge 11 der vorläufigen puzzolanischen Reaktion hineinwachsen (Fig. 3c).

[0018] Es hat sich gezeigt, dass die spätere Erhärtungsreaktionen der Zementpartikel frühzeitiger bezüglich der Ruhephase beginnt und damit die Ruhephase verkürzt wird, wenn erfindungsgemäß bereits die vorläufig entwickelten puzzolanischen Erhärtungsphasen vorliegen. Insofern wirkt das frühere puzzolanische System synergistisch.

[0019] Es ist überraschend, dass die puzzolanische Reaktion keinen nachteiligen Einfluß auf die Verarbeitbarkeit und die nachfolgenden Erhärtungsreaktionen der Zementminerale nach der Ruhephase hat.

[0020] Überraschend ist auch, dass erfindungsgemäß nicht nur Frühfestigkeiten zu einem sehr viel früheren Zeitpunkt, nämlich während der Ruhephase, erzielbar sind, sondern dass auch die Endfestigkeiten nach 28 Tagen erheblich gesteigert werden können.

[0021] Eine Ausführungsform der Erfindung sieht vor, Normalzemente mit Körnungen d_{95} zwischen 20 und 70, insbesondere d_{95} zwischen 25 und 35 μm mit der SiO_2 -Komponente und der CaO -Komponente zu kombinieren. Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden Normalzemente mit Feinstzementen mit Körnungen d_{95} zwischen 2 und 20 μm , insbesondere d_{95} zwischen 6 und 16 μm zusammengemischt und mit der SiO_2 - und der CaO -Komponente für die frühe puzzolanische Reaktion kombiniert. Schließlich sieht eine dritte Ausführungsform der Erfindung vor, für die SiO_2 -Komponente mindestens zwei verschiedene SiO_2 -Komponenten zu verwenden, die sich bezüglich ihres Korngrößenpektrums und vorzugsweise auch aufgrund ihrer Herstellung unterscheiden. Dabei wird eine erste SiO_2 -Komponente z.B. gefällte synthetische Kieselsäure mit Agglomerat-Korngrößen d_{95} zwischen 3 und 15, insbesondere d_{95} zwischen 3 und 5 μm (mittlere Teilchengröße, gemessen mit einem Multisizer mit einer 100 μm Kapillare in Anlehnung an ASTM C 690-1992) und eine zweite SiO_2 -Komponente z.B. pyrogene synthetische Kieselsäure mit Primärteilchengrößen bzw. mittlerer Größe der Primärteilchen zwischen 0,007 und 0,04 μm (7 bis 40 nm), insbesondere zwischen 0,01 und 0,02 μm verwendet. Mit dem Mengenverhältnis dieser beiden Komponenten kann auf einfache Weise die Festigkeitsentwicklung der puzzolanischen Reaktion geregelt bzw. gesteuert werden, weil die feinen Bestandteile der

feineren SiO₂-Komponente schneller reagieren.

[0022] Feinteilig im Sinne der Erfindung und auf dem Sachgebiet meint Korngrößen < 15 µm; feinstteilig meint nanoskaliert mit Teilchengrößen z. B. Primärteilchengrößen < 0,04 µm. Die Normalelemente weisen Korngrößen d₉₅ zwischen 20 und 70 µm und spezifische Oberflächen zwischen 0,3 und 0,8 m²/g nach Blaine und Feinstzemente Korngrößen d₉₅ zwischen 2 und 20 µm sowie spezifische Oberflächen zwischen 1 und 5 m²/g gemessen nach BET auf.

[0023] Eine weitere einfache Regelbarkeit ergibt sich durch die Verwendung unterschiedlicher CaO-Komponenten, indem die Verwendung von CaO (Brantkalk) eine schnellere Reaktion und höhere Frühfestigkeiten und Endfestigkeiten erbringt als die Verwendung von Ca(OH)₂ (Kalkhydrat). Offenbar spielt dabei die Ablöschreaktion des Brantkalks bei Zutritt des Anmachwassers eine wesentliche Rolle, indem das daraus resultierende Ca(OH)₂ im stadium naszendi besonders günstige Reaktionsbedingungen mit der SiO₂-Komponente schafft.

[0024] Besonders effektive Zusammensetzungen erfindungsgemäßer hydraulischer Bindemittel ergibt sich aus Tabelle 1.

Tabelle 1

	Korngröße (µm) d ₉₅	Mengenanteil [Gewichtsteile]
Normalzement	20 bis 70 insbes. 25 bis 35	0 bis 100 vorzugsw. 40 bis 90 insbes. 50 bis 80
Feinstzement und/od.Klinkerfeinstmehl und/od. Hüttensandfeinstmehl	2 bis 20 insbes. 6 bis 16	0 bis 100 vorzugsw. 1 bis 50 insbes. 25 bis 30
Erste SiO₂-Komponente (Agglomeratteilchen)	3 bis 15 insbes. 3 bis 5	0 bis 5 vorzugsw.0,1 bis 5 insbes. 0,1 bis 5
Zweite SiO₂-Komponente (Primärteilchen)	0,007 bis 0,04 insbes. 0,01 bis 0,02	0 bis 5 vorzugsw. 0,1 bis 5 insbes. 0,1 bis 3
CaO-Komponente	0,5 bis 100 insbes. 20 bis 80	0 bis 15 vorzugsw.0,1 bis 15 insbes. 0,1 bis 5
Ca(OH)₂-Koinponente	0,7 bis 100 insbes. 0,7 bis 35	0 bis 15 vorsugsw.0,1 bis 15 insbes. 0,1 bis 5

[0025] Als Normalzemente werden bevorzugt verwendet genormte Portlandzemente, Portlandkompositzemente und Hochofensemente, wobei vornehmlich Portlandzemente verwendet werden. Vorzugsweise werden Feinstzemente verwendet, die gemäß EP 0 696 558 B1 hergestellt sind.

[0026] Die erste nanoskalierte SiO₂-Komponente ist insbesondere eine gefällte, synthetische Kieselsäure (z.B. SI-PEREIAT der Firma Degussa) mit der spezifischen Oberfläche (Spezifische Oberfläche in N₂-Atmosphäre) gemessen mit Areameter in Anlehnung an ISO 5794-1, Annex D) zwischen 50 und 750, insbesondere zwischen 50 und 200 m²/g und die zweite nanoskalierte SiO₂-Komponente insbesondere eine pyrogene Kieselsäure (z.B. AEROSIL der Firma Degussa) mit einer spezifischen Oberfläche nach BET gemäß nach DIN 66136 zwischen 30 und 380, insbesondere zwischen 50 und 200 m²/g.

[0027] Diese nanoskalierten synthetischen Kieselsäuren können pyrogen aus der Verdampfung von Silicium-Tetrachlorid in einer Knallgasflamme oder durch einen nasschemischen Fällungsprozess aus Wasserglas und Schwefelsäure gewonnen werden. Bei beiden Prozessen entstehen Primärpartikel im Bereich weniger Nanometer: z.B. 5 bis 50 Nanometer bei pyrogenen synthetischen Kieselsäuren (Aerosil) und 5 bis 100 Nanometer bei gefällten synthetischen Kieselsäuren (Sipernat). Diese Primärpartikel bilden im Herstellungsprozess unmittelbar über Feststoffbrücken verbundene Aggregate, die anschließend agglomerieren. Diese Agglomerate können durch scherintensive Einarbeitung in andere Materialien dann wieder zu Aggregaten dispergiert werden. Die Aggregatgröße liegt bei den pyrogenen Kieselsäuren unterhalb 200 Nanometer (z.B. < 0,2 µm) und bei den gefällten synthetischen Kieselsäuren jedoch schon im Mikrometerbereich (z.B. > 3 µm),

[0028] Die CaO-Komponente ist vorzugsweise gebrannter Kalk, wie Weißfeinkalk und/oder gebrannter hydraulischer

Kalk, oder ein Kalkhydrat wie Meißfeinkalkhydrat und/oder hydraulisches Kalkhydrat. Die spezifische Oberfläche des Branntkalks liegt vorzugsweise zwischen 1 und 3 m²/g (BET). Die spezifische Oberfläche des Kalkhydrats liegt vorzugsweise zwischen 18 und 25 m²/g oder größer (BET).

[0029] Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann auf einfache Weise eine besonders hohe Lagerstabilität der erfindungsgemäßen Mischungen erreicht werden, indem eine Vormischung mindestens einer sehr leichten synthetischen Kieselsäuren mit dem vergleichsweise schweren Branntkalk und/oder Kalkhydrat vorgenommen wird. Offenbar schützt die Kieselsäurekomponente die sehr hydrophilen CaO-Komponenten vor vorzeitigen Reaktionen mit Luftfeuchtigkeit und Kohlendioxid aus der Luft.

[0030] Etwa eine Stunde nach Wasserzugabe beginnt erfindungsgemäß als frühe bzw. vorgezogene puzzolanische Reaktion die Bildung von C-S-H-Phasen 27 aus Ca(OH)₂ und synthetischer Kieselsäure, die z.B. dann etwa 3 Stunden nach Wasserzugabe weitgehend abgeschlossen ist. Diese puzzolanische Reaktion kann aber auch länger andauern, z.B. bis zu 6 Stunden, weil sie abhängig ist von der Reaktivität der Reaktionspartner.

[0031] Nach z.B. etwa 6 bis 8 Stunden durchwachsen dann C-S-H-Phasen aus der Zementmineralreaktion mit Wasser das Konglomerat aus C-S-H-Phasen der früheren puzzolanischen Reaktion.

Patentansprüche

1. Mineralisches, hydraulisches Bindemittel, insbesondere zur Herstellung von Beton oder Mörteln oder Zementsuspensionen auf Basis von zumindest einem Zement, wobei der Zement Klinkerphasen wie insbesondere C₃S, C₂S, C₃A, C₄AF sowie ggf. Nebenbestandteile aufweist, die mit Wasser zu Zementstein erhärtende Hydratphasen bilden, und wobei der Zement nach dem Anmachen mit Wasser eine Ruhephase von einigen Stunden, z.B. 4 bis 8 Stunden, aufweist, in der keine beachtlichen Erhärtungsreaktionen stattfinden,

gekennzeichnet durch

zusätzlich mindestens eine feinteilige SiO₂-Komponente und mindestens eine feinteilige CaO-Komponente, die mit Anmachwasser während der Ruhephase, z.B. etwa eine Stunden nach einer Wasserzugabe bis z.B. etwa drei Stunden danach, aufgrund einer puzzolanischen Reaktion erhärtende, eine Frühfestigkeit bewirkende Calciumsilikathydratphasen bilden.

2. Bindemittel nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die SiO₂-Komponente 0,1 bis 5 Ges.-%, insbesondere 0,1 bis 3 Gew.-% SiO₂ aufweist.

3. Bindemittel nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die SiO₂-Korponente Korngrößen zwischen 0,007 und 15, insbesondere zwischen 0,02 und 5 µm aufweist.

4. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch**

mindestens zwei herstellungsbedingt unterschiedliche SiO₂-Komponenten mit unterschiedlichen Korngrößenbereichen, wobei die eine SiO₂-Komponente sehr fein ist mit Korngrößen zwischen 0,007 und 0,04 µm und die andere SiO₂-Komponente gröber ist mit Korngrößen zwischen 3 und 15 µm, wobei das Mengenverhältnis in Gew.-%, vorzugsweise von 1:1 bis 1:50, insbesondere von 1:2 bis 1:5 beträgt.

5. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die SiO₂-Komponente Korngrößen zwischen 3 und 15 µm aufweist und eine gefällte Kieselsäure ist, die 94 bis 99 Ges.-% SiO₂ enthält.

6. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die SiO₂-Komponente Primärteilchengrößen zwischen 0,007 und 0,04, insbesondere zwischen 0,01 und 0,02 µm ausweist und eine pyrogene Kieselsäure ist, die 96 bis 100 Gew.-% SiO₂ enthält.

7. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die SiO₂-Komponente in Mengen von 0,1 bis 5, insbesondere von 0,1 bis 3 Gew.-%, bezogen auf den Zementanteil im Bindemittel enthalten ist.

8. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die CaO-Komponente Calciumoxid ist und 90 bis 99, insbesondere 95 bis 98 Gew.-% CaO aufweist.

EP 2 030 956 A2

9. Bindemittel nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die CaO-Komponente Korngrößen zwischen 0,5 und 100, insbesondere zwischen 20 und 80 μm aufweist.
- 5 10. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die CaO-Komponente Kalkhydrat mit CaO-Gehalten zwischen 60 und 75, insbesondere zwischen 70 und 75 Gew.-% ist und Korngrößen zwischen 0,7 und 100 μm aufweist.
- 10 11. Bindemittel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Zement ein genormter Zement nach EN 197 und/oder DIN 1164 ist und eine normale Feinheit mit Korngrößen d_{95} zwischen 20 und 70 μm sowie spezifische Oberflächen zwischen 0,3 und 0,8 m^2/g aufweist.
- 15 12. Bindemittel nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Zement ein Portlandzement oder Portlandkompositzement oder Hochofenzement ist.
- 20 13. Bindemittel nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Feinstzement insbesondere zusätzlich mit Feinheiten d_{95} zwischen 2 und 20 μm Korngröße sowie 1 und 5 m^2/g spezifischer Oberfläche enthalten ist, wobei der Feinstzement auf der Basis von Portlandzementklinker und/oder Hüttensandfeinstmehl hergestellt ist.
- 25 14. Bindemittel nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gewichtsverhältnis zwischen Normalzement und Feinstzement 0:100 oder 100:0 bis 20:1, insbesondere 3:1 bis 5:1 beträgt.
- 30 15. Verfahren zur Herstellung eines Bindemittels nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 durch trockenes Mischen der Bestandteile,
dadurch gekennzeichnet, dass
durch eine Vormischung mindestens eine SiO_2 -Komponente mit mindestens einer CaO-Komponente vorgemischt und anschließend die Vormischung mit der Zement enthaltenden Mischung gemischt wird.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

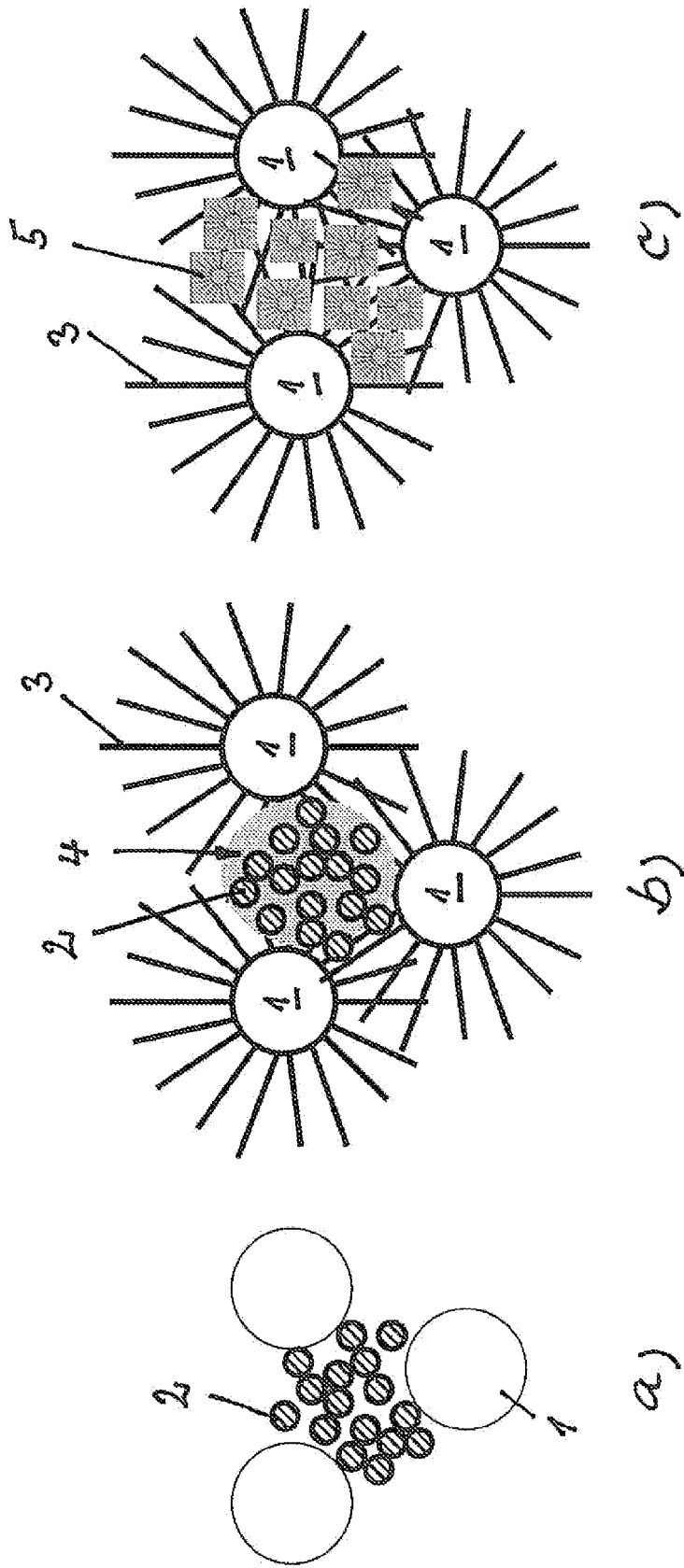


Fig. 1

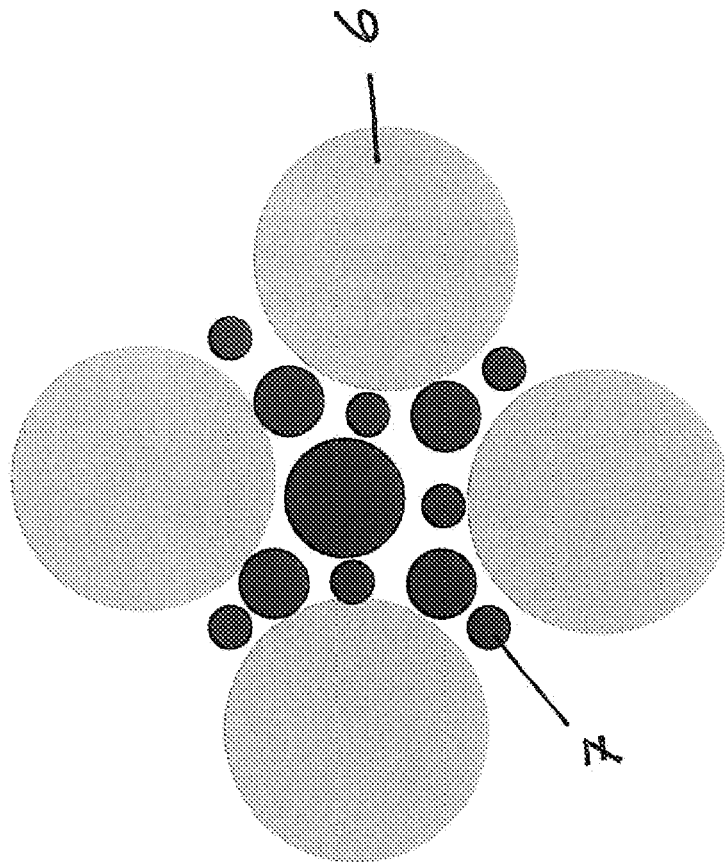


Fig. 2

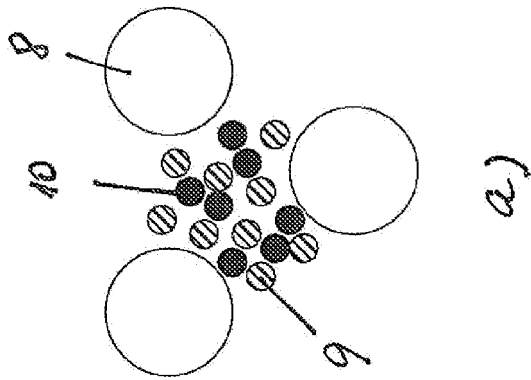
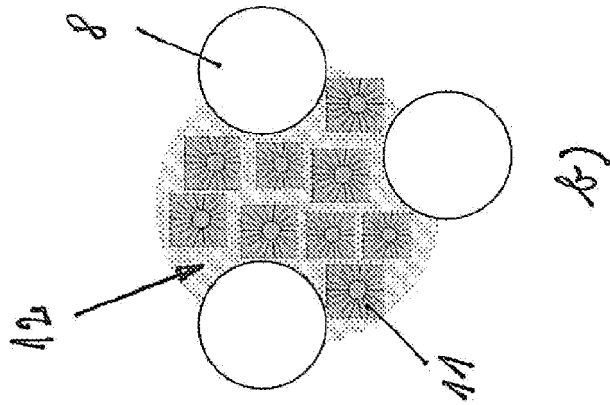
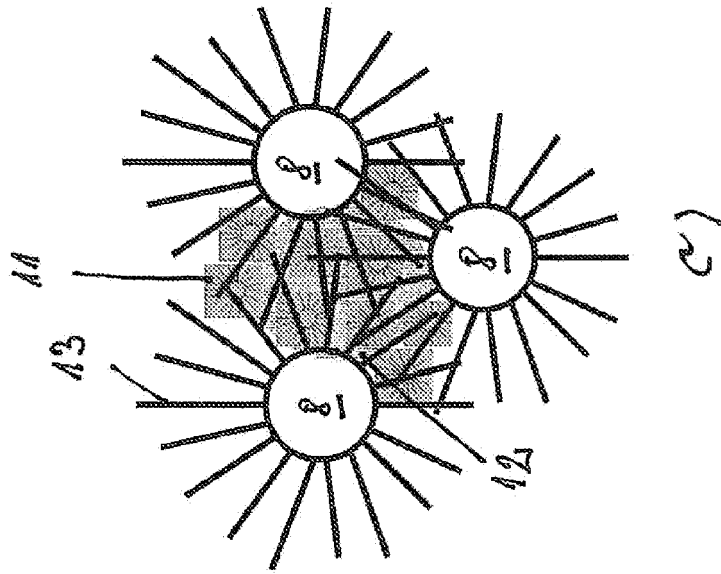


Fig. 3

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

- DE 102005018100 A1 [0004] [0005] [0012] [0013]
- EP 0696558 B1 [0010] [0025]