

(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  
30. August 2018 (30.08.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2018/154012 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C04B 22/00 (2006.01) C04B 28/02 (2006.01)  
C04B 14/04 (2006.01)

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,  
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/054430

(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Februar 2018 (22.02.2018)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
17157418.9 22. Februar 2017 (22.02.2017) EP

(71) Anmelder: BASF SE [DE/DE]; Carl-Bosch-Strasse 38,  
67056 Ludwigshafen am Rhein (DE).

(72) Erfinder: HESSE, Christoph; Dr.-Albert-Frank-Straße  
32, 83308 Trostberg (DE). DIETZSCH, Michael; Dr.-Al-  
bert-Frank-Straße 32, 83308 Trostberg (DE). DAL, Attila;  
Flaesheimer Str. 605, 45721 Haltern am See (DE). BE-  
CKER, Maria; Flaesheimer Str. 605, 45721 Haltern am See  
(DE).

(74) Anwalt: BASF IP ASSOCIATION; BASF SE, G-FLP -  
C006, 67056 Ludwigshafen (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,  
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: COMPOSITION CONTAINING A SEMI-ORDERED CALCIUM SILICATE HYDRATE

(54) Bezeichnung: SEMIGEORDNETES CALCIUMSILIKATHYDRAT ENTHALTENDE ZUSAMMENSETZUNG

(57) Abstract: The invention relates to a hardening accelerator composition for construction chemical mixtures, comprising a mineral component and a polymeric water-soluble dispersing agent. The mineral component contains a semi-ordered calcium silicate hydrate having an apparent crystallite size of 15 nm or less and less than 35 wt. % of semi-ordered calcium silicate hydrate of different crystalline phases. The composition has a more pronounced acceleration action compared to reference compositions, wherein the mineral part comprises a calcium silicate hydrate with higher degree of crystallinity.

(57) Zusammenfassung: Eine Härtungsbeschleuniger-Zusammensetzung für bauchemische Mischungen umfasst einen mineralischen Bestandteil und ein polymeres wasserlösliches Dispergiemittel. Der mineralische Bestandteil enthält ein semigeordnetes Calciumsilikathydrat mit einer scheinbaren Kristallitgröße von 15 nm oder weniger und weniger als 35 Gew.-% vom semigeordneten Calciumsilikathydrat verschiedene kristalline Phasen. Die Zusammensetzung zeigt eine ausgeprägtere Beschleunigungswirkung als Vergleichszusammensetzungen, worin der mineralische Anteil ein Calciumsilikathydrat mit höherem Kristallinitätsgrad umfasst.



WO 2018/154012 A1

## Semigeordnetes Calciumsilikathydrat enthaltende Zusammensetzung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Calciumsilikathydrat enthaltende Zusammensetzung, die insbesondere als Härtingsbeschleuniger für hydraulische Bindemittel geeignet ist, ein  
5 Verfahren zur Herstellung der Zusammensetzung sowie deren Verwendung.

Bei der Zementhydratation reagieren die verschiedenen Zementklinkerphasen mit Wasser im Wesentlichen zu den Hydratphasen Calciumsilikathydrat, Ettringit, Calcium-Aluminat-Ferrit-Phasen, Monosulfat (Kuzelit) und Portlandit.

10

Aus der WO 2010/026155 ist bekannt, die Zementhydratation durch Zugabe von Calciumsilikathydrat-Keimen zu Zement beschleunigen. Somit lässt sich die Festigkeitsentwicklung eines Zements durch die Zugabe von derartigen Calciumsilikathydrat-Keimen beschleunigen. Die Calciumsilikathydrat-Keime sind erhältlich durch Umsetzung  
15 einer wasserlöslichen Calciumkomponente mit einer wasserlöslichen Siliziumkomponente in wässriger Lösung oder durch Umsetzung einer Calciumverbindung mit Siliciumdioxid, jeweils in Anwesenheit eines wasserlöslichen Kammpolymers, welches als Fließmittel für hydraulische Bindemittel geeignet ist. Die dabei erhaltenen Zusammensetzungen besitzen eine ausgezeichnete Beschleunigungswirkung, aber auch eine relativ hohe Viskosität,  
20 welche die Anwendung erschweren kann, beispielsweise, wenn die Zusammensetzung gepumpt oder versprüht werden muss. Außerdem enthalten die durch Umsetzung einer wasserlöslichen Calciumkomponente mit einer wasserlöslichen Siliziumkomponente erhaltenen Zusammensetzungen Fremdionen, wie Chlorid und Nitrat, die anwendungs-technische Nachteile, wie Korrosivität, mit sich bringen.

25

Aus der WO 95/04007 ist ein Erstarrungs- und Härtingsbeschleuniger für silikatische, hydraulische Bindemittel bekannt, der insbesondere aus der Hydratation von Portland-Zementen, zerkleinerten Portland-Klinkern oder zusammengesetzten Portland-Zementen oder Mischungen der vorgenannten Ausgangsmaterialien durch Hydratisierung bei <90 °C  
30 und anschließendes Vermahlen erhalten wird.

Die WO 2013/017391 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines rasch abbindenden hydraulischen Bindemittels durch Vermahlen eines Zementklinkers mit 0.1 bis 5 Gew.-% eines Materials, das mehr als 15 Gew.-% Calciumsilikathydrat enthält. Dabei können auch  
35 Wasserreduzierer mitvermahlen werden, bei denen es sich um Polyoxyalkylenpolyarboxylate handelt. Als Calciumsilikathydrat enthaltendes Material wird dabei das kommerziell erhältliche, kristalline Circolit® eingesetzt.

40

G. Land and D. Stephan, Cement & Concrete Composites 57 (2015) 64-67 beschreiben die Verwendung von Tobermorit-Partikeln (630 nm) und Xonotlit-Partikeln (420 nm) zur Beschleunigung der Zementhydratation durch Zugabe einer wässrigen Dispersion der

Partikel zu CEM I Weißzement. Es hat sich gezeigt, dass der Beschleunigungseffekt der Xonotlit-Partikel größer ist als der der Tobermorit-Partikel.

Die EP 2 243 754 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines belithaltigen Bindemittels, bei dem man ein Ausgangsmaterial, das Calcium-, Silizium- und Sauerstoffatome enthält, mit Wasser versetzt, bei einer Temperatur von 120 °C bis 250 °C hydrothermal behandelt und das erhaltene Zwischenprodukt einem Reaktionsmahlen bei einer Temperatur von 100 °C bis 200 °C über einen Zeitraum von 5 bis 30 Minuten unterwirft. Dabei wird unter Reaktion und Entwässerung das belithaltige Bindemittel gebildet, das wie Portlandzement eingesetzt werden kann.

Die EP 2 801 557 B9 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines hochreaktiven Bindemittels, wobei man ein Ausgangsmaterial aus einem oder mehreren Rohstoffen, die CaO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder andere Verbindungen dieser Elemente enthalten, vermischt. Die Mischung, die zwingend Mg und Al enthält, wird hydrothermal bei 100 bis 300 °C und einer Verweilzeit von 0,1 bis 24 h behandelt und das erhaltene Zwischenprodukt wird bei 350 bis 600 °C getempert. Das erhaltene Produkt enthält mindestens ein Calciumsilikat und mindestens ein Calciumaluminat.

Die EP 2 801 558 A1 beschreibt ein ähnliches Verfahren, wobei das Verfahrensprodukt jedoch als Beschleuniger des Ansteifens/Erstarrens und/oder der Erhärtung von Portlandzement verwendet wird.

Die EP 2 801 559 A1 beschreibt ein Verfahren zur Verstärkung der latent hydraulischen und/oder puzzolanischen Reaktivität von Materialien, wie Abfall- und Nebenprodukten, wobei ein Ausgangsmaterial, das eine CaO-Quelle und eine Quelle für SiO<sub>2</sub> und/oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> enthält, mit Wasser vermischt und hydrothermal bei 100 °C bis 300 °C und einer Verweilzeit von 0,1 bis 50 h behandelt. Das erhaltene Produkt besitzt hydraulische, puzzolanische oder latent hydraulische Reaktivität.

Die WO 2017/032719 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Zusammensetzung, welche sich als Beschleuniger für die Aushärtung von Zement eignet. Das Verfahren umfasst das in Kontakt bringen eines hydraulischen oder latent hydraulischen Bindemittels mit einem Dispergiermittel, welches für die Dispergierung anorganischer Partikel in Wasser geeignet ist.

TASHIRO et al., 23rd general Meeting of Cement Association Japan, 1. Januar 1969, Seiten 136-141, untersuchen den Einfluss von synthetischem Calciumsilikathydrat auf die Festigkeit von Zementleim. Das synthetische Calciumsilikathydrat wurde bei 130 °C 5 Tage bei 5-10 atms hergestellt. Aus dem Röntgenbeugungsdiagramm ist ersichtlich, dass das synthetische Calciumsilikathydrat erhebliche Mengen Quarz enthält.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Beschleuniger auf Calciumsilikathydrat-Basis besitzen entweder eine nicht zufriedenstellende Beschleunigungswirkung oder bringen anwendungstechnische Nachteile mit sich (zu hohe Viskosität, Korrosivität), so dass die wirtschaftlich sinnvollen Einsatzmöglichkeiten begrenzt sind.

5

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Calciumsilikathydrat enthaltende Zusammensetzung bereitzustellen, welche insbesondere eine zufriedenstellende Beschleunigungswirkung auf die Erhärtung von hydraulischen bzw. latent hydraulischen Bindemitteln besitzt und verbesserte anwendungstechnische Eigenschaften aufweist. Insbesondere soll die Zusammensetzung einfach zu handhaben sein, insbesondere eine Viskosität aufweisen, die ein leichtes Pumpen und Versprühen der Zusammensetzung erlaubt, und sich als Erhärtungsbeschleuniger für hydraulisch bzw. latent hydraulisch abbindende Bindemittel eignen und somit die Frühfestigkeit der hydraulisch bzw. latent hydraulisch abbindenden Bindemittel, insbesondere von Portland-Zement, verbessern.

10

15 Weiterhin soll die Zusammensetzung mit billigen und leicht verfügbaren Rohstoffen wirtschaftlich günstig herstellbar sein.

10

15

Unter Frühfestigkeit ist hier bei hydraulisch abbindenden Bindemitteln die Druckfestigkeit 6 Stunden nach dem Anmischen des hydraulisch abbindenden Bindemittels mit Wasser zu verstehen. Bei latent hydraulisch abbindenden Bindemitteln ist unter Frühfestigkeit die Druckfestigkeit 7 Tage nach dem Anmischen des hydraulisch abbindenden Bindemittels mit Wasser zu verstehen.

20

25

Überraschenderweise wurde gefunden, dass diese Aufgabe gelöst wird durch eine Zusammensetzung, welche einen mineralischen Bestandteil und ein polymeres wasserlösliches Dispergiermittel umfasst, wobei der mineralische Bestandteil ein semigeordnetes Calciumsilikathydrat mit einer scheinbaren Kristallitgröße von 15 nm oder weniger und weniger als 35 Gew.-% vom semigeordneten Calciumsilikathydrat verschiedene kristalline Phasen enthält.

30

Es wurde gefunden, dass die erfindungsgemäße Zusammensetzung eine ausgeprägtere Beschleunigungswirkung auf die Erhärtung von hydraulischen bzw. latent hydraulischen Bindemitteln besitzt als Vergleichszusammensetzungen, worin der mineralische Anteil ein Calciumsilikathydrat mit höherem Kristallinitätsgrad umfasst. Andererseits bleiben erfindungsgemäße Zusammensetzungen im Gegensatz zu solchen auf der Basis von Calciumsilikathydrat-Gelen bzw. vollständig amorphen Calciumsilikathydraten auch bei hohen Feststoffgehalten pumpfähig.

35

Der hier verwendete Ausdruck "umfassend" oder "umfasst" beinhaltet auch die Ausdrücke "im Wesentlichen bestehend aus" und "bestehend aus" ohne mit diesen Ausdrücken synonym zu sein.

40

Mineralischer Bestandteil

Der mineralische Bestandteil der erfindungsgemäßen Zusammensetzung umfasst vorzugsweise mindestens 95 Gew.-%, bevorzugt mindestens 98 Gew.-%, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils, Calciumoxid (CaO) und Siliciumoxid (SiO<sub>2</sub>).  
5 Das molare Verhältnis Ca/Si im mineralischen Bestandteil liegt vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 2,5, bevorzugt 0,8 bis 2,2, besonders bevorzugt 1,0 bis 2,0 oder 1,6 bis 2,0.

Aufgrund herstellungsbedingter Unreinheiten kann der mineralische Bestandteil geringe  
10 Mengen Aluminium-Ionen enthalten, wobei das molare Verhältnis von Silicium / Aluminium im mineralischen Bestandteil bei 10000 : 1 bis 2 : 1, bevorzugt bei 1000 : 1 bis 5 : 1, und besonders bevorzugt bei 100 : 1 bis 10 : 1 liegt.

Der mineralische Bestandteil ist im Wesentlichen frei von Zement, Zementklinker und/oder  
15 Ettringit. "Im Wesentlichen frei" bedeutet hier weniger als 10 Gew.-% oder weniger als 5 Gew.-%, bevorzugt weniger als 1 Gew.-% und insbesondere 0 Gew.-%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des mineralischen Bestandteils.

Der mineralische Bestandteil der erfindungsgemäßen Zusammensetzung umfasst ein  
20 semigeordnetes Calciumsilikathydrat. Unter "semigeordnet" wird verstanden, dass das Calciumsilikathydrat (1) einen geringeren Ordnungsgrad aufweist als ein makroskopisches kristallines Calciumsilikathydrat und (2) einen höheren Ordnungsgrad als amorphes Calciumsilikathydrat. Semigeordnetes Calciumsilikathydrat weist physikalische  
Eigenschaften auf, die sich sowohl von der reinen kristallinen Form als auch der reinen  
25 amorphen Form unterscheiden.

Eine geeignete Methode zur Bestimmung, ob ein Calciumsilikathydrat semigeordnet vorliegt, bedient sich der Röntgenbeugung. Beugungsdiagramme des Calciumsilikathydrats können mit einem handelsüblichen Pulverdiffraktometer aufgenommen werden. Das  
30 Röntgenbeugungsdiagramm des semigeordneten Calciumsilikathydrats unterscheidet sich vom Röntgenbeugungsdiagramm eines kristallinen Calciumsilikathydrats. Semigeordnetes Calciumsilikathydrat zeigt ein Beugungsdiagramm, bei dem die Reflexe bzw. Beugungslinien oder "Peaks" im Vergleich zum Beugungsdiagramm der kristallinen Form breiter bzw.  
weniger definiert und/oder teilweise abwesend sind. Unter "Peak" wird im Folgenden ein  
35 Maximum in der Auftragung der Röntgenbeugungsintensität gegen den Beugungswinkel verstanden. Der Hauptbeugungspeak des semigeordneten Calciumsilikathydrats weist zum Beispiel eine Halbwertsbreite auf, die wenigstens das 1,25-fache, meist wenigstens 2-fache oder wenigstens 3-fache der Halbwertsbreite des entsprechenden Hauptbeugungspeaks der kristallinen Form mit einer Kristallitgröße von 50 nm oder größer beträgt.

40 Andererseits unterscheidet sich das Röntgenbeugungsdiagramm des semigeordneten Calciumsilikathydrats auch von der rein röntgenamorphen Form. Das

Röntgenbeugungsdiagramm des semigeordneten Calciumsilikathydrats zeigt wenige breite phasenspezifische Röntgenbeugungsmaxima, die auf eine gewisse Ordnung des Calciumsilikathydrats hindeuten, während die röntgenamorphe Form keine unterscheidbaren Röntgenbeugungsmaxima zeigt. Der röntgenamorphen Form kann keine Calciumsilikathydratphase eindeutig zugeordnet werden.

5

Das semigeordnete Calciumsilikathydrat weist eine Fernordnung von weniger als 100 Wiederholungseinheiten, meist weniger als 20 Wiederholungseinheiten, der Elementarzelle in wenigstens einer Raumrichtung auf. Sind die kohärent streuenden Bereiche (Kristallite), welche den Wiederholungseinheiten der Elementarzelle entsprechen, in einer Probe sehr klein, so sind die einzelnen Kristallite, die sich eigentlich in Reflexlage befinden, oft schwach gegeneinander verkippt. Außerdem kommt es durch die Störung der Struktur an den Korngrenzen zu Veränderungen im Beugungsverhalten. Dadurch verbreitert sich der Winkelbereich, in dem es noch zu Reflexen und damit zu einem Beugungssignal kommt. Eine "scheinbare" Kristallitgröße kann nach Scherrer aus den Halbwertsbreiten von Röntgenbeugungssignalen berechnet werden:

10

15

$$\beta = \lambda / \varepsilon \cos \theta$$

$\beta$  = Halbwertsbreite

20

$\lambda$  = Wellenlänge

$\varepsilon$  = scheinbare Kristallitgröße

$\theta$  = Bragg-Winkel

25

In der Praxis hat sich zur Auswertung des Beugungsdiagramms die "Whole-Pattern-Fitting-Structure-Refinement (PFSR)", von Hugo Rietveld bewährt ("Rietveld-Analyse"). Dieses Software-Verfahren dient zur Verfeinerung einer Vielzahl von Messparametern, einschließlich Gitterparametern, Signalbreite und -form. So können theoretische Beugungsmuster errechnet werden. Sobald das berechnete Beugungsmuster nahezu identisch mit den Daten einer unbekannt Probe ist, können präzise quantitative Informationen zu Kristallitgröße und amorphen Anteilen bestimmt werden.

30

Erfindungsgemäß weist das semigeordnete Calciumsilikathydrat eine scheinbare Kristallitgröße von 15 nm oder weniger, insbesondere 10 nm oder weniger, vorzugsweise 5 nm oder weniger auf, bestimmt mittels Röntgenbeugungsanalyse und anschließender Rietveld-Analyse. Die scheinbare Kristallitgröße beträgt im Allgemeinen wenigstens 1 nm, z. B. 1 bis 15 nm, oder 1 bis 10 nm und besonders bevorzugt 1 nm bis 5 nm.

35

40

Die Elementarzellen der geordneten Bereiche des semigeordneten Calciumsilikathydrats, deren Größe in der vorliegenden Anmeldung anhand ihrer scheinbaren Kristallitgröße beschrieben wird, leiten sich von kristallinen Calciumsilikathydrat-Phasen (C-S-H) ab. Kristalline Calciumsilikathydrat-Phasen sind insbesondere Foshagit, Hillebrandit, Xonotlit (Belov), Xonotlit (Kudoh), Nekoit, Clinotobermorit, 9Å - Tobermorit (Riversiderit), 10Å -

Tobermorit, 11Å – Tobermorit (C/S 0,75 und 0,66), 14 Å – Tobermorit (Plombierit), Jennit, Metajennit, Calcium Chondrodit, Afwillit,  $\alpha$  – C<sub>2</sub>SH, Dellait, Jaffeit, Rosenhahnit, Killalait, Bultfonteininit, Reinhardbraunsit, Kilchoanit, C<sub>8</sub>S<sub>5</sub>, Okenit, Reyerit, Gyrolith, Truscottit, K-Phase, Z-Phase, Scawtit, Fukalit, Tylleit, Spurrit und/oder Suolunit vor, bevorzugt als  
5 Xonotlit, 9Å-Tobermorit (Riversiderit), 11Å - Tobermorit, 14 Å – Tobermorit (Plombierit), Jennit, Metajennit, Afwillit und/oder Jaffeit.

Bevorzugt leiten sich die Elementarzellen der geordneten Bereiche von 9Å - Tobermorit (Riversiderit), 10Å - Tobermorit, 11Å – Tobermorit (C/S 0,75 und 0,66), 14 Å – Tobermorit  
10 (Plombierit), Scawtit und/oder Xonotlit oder Gemischen ab.

Es hat sich für die vorliegenden Zwecke als ausreichende Näherung erwiesen, für die Bestimmung der scheinbaren Kristallitgröße ausschließlich die Elementarzelle von 14 Å – Tobermorit (Plombierit) heranzuziehen.  
15

Der mineralische Bestandteil enthält weniger als 35 Gew.-%, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils, an kristallinen Phasen, die vom semigeordneten Calciumsilikathydrat verschieden sind, d.h. kristallinen Phasen, die keine Calciumsilikathydrat-Phase (C-S-H) sind (im Folgenden auch: "kristalline Fremdphasen").  
20 Kristalline Fremdphasen sind Portlandit (Ca(OH)<sub>2</sub>), Calcit (CaCO<sub>3</sub>), Aragonit (CaCO<sub>3</sub>), Vaterit (CaCO<sub>3</sub>) und  $\alpha$ -Quarz (SiO<sub>2</sub>). Der Gehalt kristalliner Fremdphasen kann im Bereich von 0,1 bis weniger als 35 Gew.-%, bevorzugt 1 bis 25 Gew.-%, liegen, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils. Das Trockengewicht wird durch Trocknung des mineralischen Bestandteils bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz bestimmt.  
25

Im Falle von Verunreinigungen mit Aluminium kann der mineralische Bestandteil auch Aluminium-haltige Phasen wie z.B. Gibbsit (Al(OH)<sub>3</sub>) enthalten.

Typischerweise enthält der mineralische Bestandteil neben dem semigeordneten Calciumsilikathydrat (und gegebenenfalls kristallinen Fremdphasen) außerdem eine röntgenamorphe Phase. Gemäß einer Ausführungsform weist der mineralische Bestandteil mindestens  $\geq 10$  Gew.-%, bevorzugt  $\geq 40$  Gew.-%, besonders bevorzugt  $\geq 60$  Gew.-%, und insbesondere 10 bis 99,9 Gew.-% oder 10 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise 40 bis 80 Gew.-%, röntgenamorphe Phase, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils,  
35 auf, bestimmt mittels Röntgenbeugungsanalyse und anschließender Rietveld-Analyse.

Die Summe an semigeordnetem Calciumsilikathydrat und röntgenamorpher Phase beträgt vorzugsweise wenigstens 65 Gew.-%, z.B. 65 bis 99 Gew.-%, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils, bestimmt mittels Röntgenbeugungsanalyse und anschließender Rietveld-Analyse.  
40

Vorzugsweise werden über den mineralischen Bestandteil keine oder nur eine sehr geringe Menge Fremdionen, wie Alkali, Chlorid- oder Nitrationen in die erfindungsgemäße Zusammensetzung eingebracht. In einer Ausführungsform enthält die erfindungsgemäße Zusammensetzung 2 Gew.-% oder weniger Alkalimetalle, bezogen auf das Trockengewicht des mineralischen Bestandteils.

Der mineralische Bestandteil kann durch ein hydrothermales Verfahren unter Einhaltung bestimmter Bedingungen erhalten werden, d.h. durch Umsetzung einer Calciumhydroxidquelle, wie Calciumoxid bzw. Calciumhydroxid, mit einer Siliciumdioxidquelle, wie Siliciumdioxid, in Anwesenheit von Wasser und bei erhöhter Temperatur von mindestens 100 °C und erhöhtem Druck, zweckmäßigerweise in einem Autoklaven. Dabei fällt der mineralische Bestandteil als Festkörper mit physikalisch adsorbiertem Wasser an. Abgesehen von einem optionalen Trocknen bei einer Temperatur bis etwa 105 °C wird er keiner weiteren thermischen Behandlung unterworfen. Der so hergestellte mineralische Bestandteil enthält semigeordnetes Calciumsilikathydrat, kristalline Fremdphasen einschließlich der unumgesetzten oder bei der Umsetzung gebildeten kristallinen Fremdphasen, wie Quarz, Portlandit, Calcit etc., sowie röntgenamorphe Phasen.

Die Herstellung des mineralischen Bestandteils erfolgt zweckmäßigerweise in einem geschlossenen Behälter, beispielsweise einem Autoklaven, bevorzugt bei einer Temperatur im Bereich von 100 °C bis 400 °C, insbesondere 110 bis 300 °C oder 110 bis 230 °C oder 130 bis 200°C oder 130 bis 180 °C oder 155 bis 180 oder 160 bis 180 °C und einem sich daraus ergebenden Druck. Als Calciumoxid bzw. Calciumhydroxid können zum Beispiel von Branntkalk, Löschkalk etc. verwendet werden. Als Siliciumdioxid sind beispielsweise Quarzsand bzw. Quarzmehl, Mikrosilica etc. geeignet. Weiterhin können als Ausgangsstoffe auch puzzolanische Bindemittel wie z.B. Flugaschen, Schlacken, wie Hochofenschlacke, und/oder Metakaoline eingesetzt werden. Um die Reaktion zu erleichtern und die Reaktionszeit zu verkürzen, werden die Ausgangsstoffe im Allgemeinen mit einer mittleren Teilchengröße von < 1 mm eingesetzt. Die Siliciumdioxidquelle hat im Allgemeinen eine Teilchengröße d(99-Wert) im Bereich von 1 bis 100 µm, insbesondere 1 bis 90 µm. Die Menge an Calciumoxid bzw. Calciumhydroxid und Siliciumdioxid wird im Allgemeinen so gewählt, dass das Molverhältnis von Ca/Si im mineralischen Bestandteil im Bereich von 0,5 bis 2,5, bevorzugt 0,8 bis 2,2, besonders bevorzugt 1,0 bis 2,0 liegt.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, bei der hydrothermalen Herstellung des mineralischen Bestandteils ein Schäumungsmittel, insbesondere Aluminiumpulver oder eine metallisches Aluminium enthaltende Paste, einzusetzen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den mineralischen Bestandteil nach der Hydrothermalsynthese zu zerkleinern. Hierzu sind übliche Vorrichtungen geeignet, wie Brecher und Kugelmöhlen. Die Zerkleinerung erfolgt bis eine Teilchengröße von (d(97)-Wert) von ≤ 5 mm, bevorzugt ≤ 2 mm und insbesondere eine Teilchengröße (d(97)-Wert) im

Bereich von 0,05 mm bis 5 mm, bevorzugt 0,1 mm bis 2 mm, insbesondere 0,3 mm bis 1 mm, aufweist. Die Zerkleinerung erfolgt bei einer Temperatur von  $\leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , insbesondere  $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bevorzugt  $\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- 5 Der nach der Hydrothermalsynthese erhaltene mineralische Bestandteil wird vorzugsweise zunächst einer mechanischen Zerkleinerung bei einer Temperatur von  $\leq 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , insbesondere  $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bevorzugt  $\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unterworfen.

- 10 Der mineralische Bestandteil weist nach der mechanischen Zerkleinerung eine Teilchengröße (d(97)-Wert) von  $\leq 5\text{ mm}$ , bevorzugt  $\leq 2,5\text{ mm}$  und insbesondere  $\leq 1\text{ mm}$  auf. Z. B. liegt die Teilchengröße (d(97)-Wert) des mineralischen Bestandteils nach der mechanischen Zerkleinerung im Bereich von 0,05 mm bis 5 mm, bevorzugt 0,1 mm bis 2 mm, insbesondere 0,3 mm bis 1 mm.

- 15 Vorzugsweise weist der mineralische Bestandteil, der mit dem polymeren Dispergiermittel in Kontakt gebracht wird, eine spezifische BET-Oberfläche im Bereich von 30 bis 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , bevorzugt 80 bis 150, insbesondere 90 bis 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , besonders bevorzugt 100 bis 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , bestimmt nach DIN ISO 9277:2003-05, auf.

- 20 Wasserlösliches polymeres Dispergiermittel

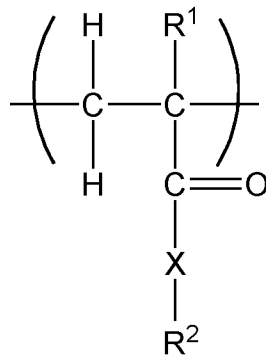
- Unter „wasserlöslichem polymerem Dispergiermittel“ wird hier ein organisches wasserlösliches polymeres Dispergiermittel verstanden, d.h. es handelt sich um ein organisches Polymer, welches in Wasser bei  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  und Normaldruck eine Löslichkeit von  
25 mindestens 1 Gramm pro Liter, insbesondere mindestens 10 Gramm pro Liter und besonders bevorzugt von mindestens 100 Gramm pro Liter aufweist.

- Das Dispergiermittel ist insbesondere ein Kammpolymer mit Polyether-Seitenketten,  
bevorzugt Polyalkylenoxid-Seitenketten.

- 30 Vorzugsweise ist das polymere Dispergiermittel ein Copolymer, das an der Hauptkette Säurefunktionen und Polyether-Seitenketten aufweist.

- In einer Ausführungsform weist das polymere Dispergiermittel zumindest eine Struktureinheit  
35 der allgemeinen Formeln (Ia), (Ib), (Ic) und/oder (Id) auf, wobei die Struktureinheiten (Ia), (Ib), (Ic) und (Id) sowohl innerhalb einzelner Polymermoleküle, als auch zwischen verschiedenen Polymermolekülen gleich oder verschieden sein können.:

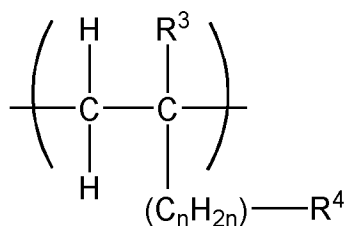
(Ia)



worin

- 5 R<sup>1</sup> für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe, CH<sub>2</sub>COOH oder CH<sub>2</sub>CO-X-R<sup>2</sup>, vorzugsweise für H oder CH<sub>3</sub>, steht;
- X für NH-(C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), O(C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>) mit n = 1, 2, 3 oder 4, wobei das Stickstoffatom bzw. das Sauerstoffatom an die CO-Gruppe gebunden ist, oder für eine chemische Bindung, vorzugsweise für X = chemische Bindung oder O(C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), steht;
- 10 R<sup>2</sup> für OM, PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, O-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub> oder SO<sub>3</sub>M steht; mit der Maßgabe, dass X für eine chemische Bindung steht, wenn R<sup>2</sup> für OM steht;

(Ib)

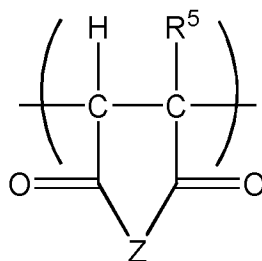


15 worin

- R<sup>3</sup> für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe, vorzugsweise für H oder CH<sub>3</sub>, steht;
- n für 0, 1, 2, 3 oder 4, vorzugsweise für 0 oder 1, steht;
- R<sup>4</sup> für PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, O-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub> oder SO<sub>3</sub>M steht;

20

(Ic)



worin

- 25 R<sup>5</sup> für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe, vorzugsweise für H,

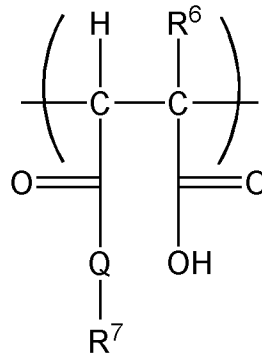
steht;

Z für O oder NR<sup>7</sup>, vorzugsweise für O, steht;

R<sup>7</sup> für H, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-OH, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-OPO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-OPO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-SO<sub>3</sub>M oder (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-SO<sub>3</sub>M steht, und

5 n für 1, 2, 3 oder 4, vorzugsweise für 1, 2 oder 3, steht;

(Id)



10 worin

R<sup>6</sup> für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe, vorzugsweise für H, steht;

Q für NR<sup>7</sup> oder O, vorzugsweise für O, steht;

R<sup>7</sup> für H, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-OH, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-OPO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-OPO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>)-SO<sub>3</sub>M oder (C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)-SO<sub>3</sub>M steht,

15

n für 1, 2, 3 oder 4, vorzugsweise für 1, 2 oder 3, steht; und

jedes M in den obigen Formeln unabhängig voneinander für H oder ein Kationäquivalent steht.

20

Vorzugsweise weist das Kammpolymer mindestens eine Struktureinheit der Formel (Ia) auf, worin R<sup>1</sup> für H oder CH<sub>3</sub> steht; und/oder mindestens eine Struktureinheit der Formel (Ib), worin R<sub>3</sub> für H oder CH<sub>3</sub> steht; und/oder mindestens eine Struktureinheit der Formel (Ic), worin R<sup>5</sup> für H oder CH<sub>3</sub> steht und Z für O steht; und/oder mindestens eine Struktureinheit der Formel (Id), worin R<sup>6</sup> für H steht und Q für O steht.

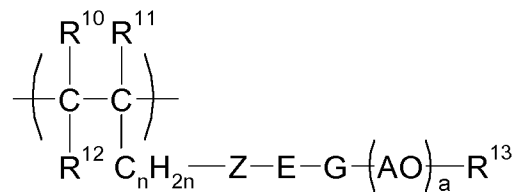
25

Vorzugsweise weist das Kammpolymer mindestens eine Struktureinheit der Formel (Ia) auf, worin R<sup>1</sup> für H oder CH<sub>3</sub> steht und XR<sup>2</sup> für OM oder X für O(C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>) mit n = 1, 2, 3 oder 4, insbesondere 2, steht und R<sup>2</sup> für O-PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub> steht.

30

Vorzugsweise weist das Kammpolymer als Polyether-Seitenkette zumindest eine Struktureinheit der allgemeinen Formeln (IIa), (IIb), (IIc) und/oder (IId) auf:

(IIa)



worin

R<sup>10</sup>, R<sup>11</sup> und R<sup>12</sup> unabhängig voneinander für H oder eine unverzweigte oder verzweigte5 C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe stehen;

Z für O oder S steht;

E für eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkylengruppe, eine Cyclohexylengruppe, CH<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>, 1,2-Phenylen, 1,3-Phenylen, oder 1,4-Phenylen steht;

G für O, NH oder CO-NH steht; oder

10 E und G gemeinsam für eine chemische Bindung stehen;

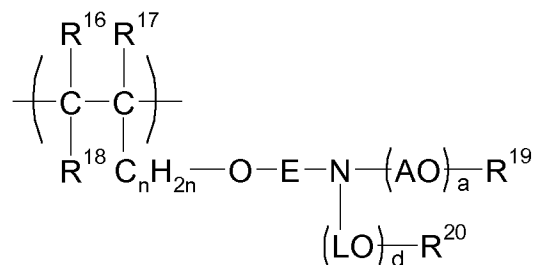
A für C<sub>x</sub>H<sub>2x</sub> mit x = 2, 3, 4 oder 5 oder CH<sub>2</sub>CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), vorzugsweise für 2 oder 3, steht;

n für 0, 1, 2, 3, 4 oder 5, vorzugsweise für 0, 1 oder 2, steht;

a für eine ganze Zahl von 2 bis 350, vorzugsweise 5 bis 150, steht;

15 R<sup>13</sup> für H, eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe, CO-NH<sub>2</sub> und/oder COCH<sub>3</sub> steht;

(IIb)



20 worin

R<sup>16</sup>, R<sup>17</sup> und R<sup>18</sup> unabhängig voneinander für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe stehen;E für eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkylengruppe, eine Cyclohexylengruppe, CH<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>, 1,2-Phenylen, 1,3-Phenylen, oder 1,4-Phenylen steht oder für eine  
25 chemische Bindung steht;A für C<sub>x</sub>H<sub>2x</sub> mit x = 2, 3, 4 oder 5 oder CH<sub>2</sub>CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), vorzugsweise für 2 oder 3, steht;

n für 0, 1, 2, 3, 4 und/oder 5, vorzugsweise für 0, 1 oder 2, steht;

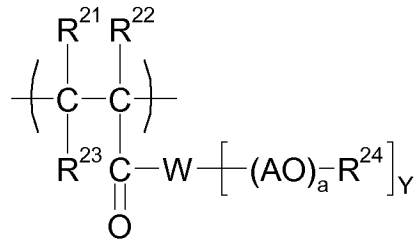
L für C<sub>x</sub>H<sub>2x</sub> mit x = 2, 3, 4 oder 5 oder CH<sub>2</sub>-CH(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>), vorzugsweise für 2 oder 3, steht;

a für eine ganze Zahl von 2 bis 350, vorzugsweise 5 bis 150, steht;

30 d für eine ganze Zahl von 1 bis 350, vorzugsweise 5 bis 150, steht;

R<sup>19</sup> für H oder eine unverzweigte oder verzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe steht;R<sup>20</sup> für H oder eine unverzweigte C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylgruppe steht;

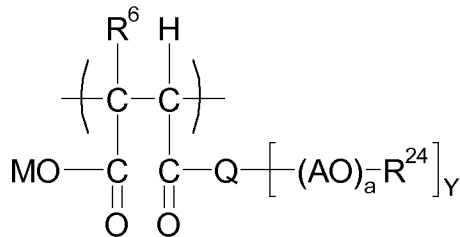
(IIC)



worin

- 5  $\text{R}^{21}$ ,  $\text{R}^{22}$  und  $\text{R}^{23}$  unabhängig voneinander für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe stehen;
- W für O,  $\text{NR}^{25}$  oder N steht
- Y für 1 steht, wenn  $\text{W} = \text{O}$  oder  $\text{NR}^{25}$ , und für 2 steht, wenn  $\text{W} = \text{N}$ ;
- A für  $\text{C}_x\text{H}_{2x}$  mit  $x = 2, 3, 4$  oder 5 oder  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$ , vorzugsweise für 2 oder 3, steht;
- 10 a für eine ganze Zahl von 2 bis 350, vorzugsweise 5 bis 150, steht;
- $\text{R}^{24}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe steht; und
- $\text{R}^{25}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe steht;

(IID)



15

worin

- $\text{R}^6$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe steht;
- Q für  $\text{NR}^{10}$ , N oder O steht;
- V für 1 steht, wenn  $\text{W} = \text{O}$  oder  $\text{NR}^{10}$  und für 2 steht, wenn  $\text{W} = \text{N}$ ;
- 20  $\text{R}^{10}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe steht; und
- A für  $\text{C}_x\text{H}_{2x}$  mit  $x = 2, 3, 4$  oder 5, oder  $\text{CH}_2\text{C}(\text{C}_6\text{H}_5)\text{H}$ , vorzugsweise für 2 oder 3, steht;
- $\text{R}^{24}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkylgruppe steht;
- M für H oder ein Kationäquivalent steht; und
- a für eine ganze Zahl von 2 bis 350, vorzugsweise 5 bis 150, steht.

25

Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Struktureinheit nach Formel Ia um eine Methacrylsäure- oder Acrylsäure-Einheit, bei der Struktureinheit nach Formel Ic um eine Maleinsäureanhydrid-Einheit und bei der Struktureinheit nach Formel Id um eine Maleinsäure- oder eine Maleinsäuremonoester-Einheit.

30

Soweit die Monomere (I) Phosphorsäureester oder Phosphonsäureester sind, können sie auch die entsprechenden Di- und Triester sowie den Monoester der Diphosphorsäure

umfassen. Diese entstehen im Allgemeinen bei der Veresterung von organischen Alkoholen mit Phosphorsäure, Polyphosphorsäure, Phosphoroxiden, Phosphorhalogeniden oder Phosphoroxyhalogeniden bzw. den entsprechenden Phosphonsäureverbindungen neben dem Monoester in unterschiedlichen Anteilen, beispielsweise 5-30 Mol-% Diester und 1-15 Mol-% Triester sowie 2-20 Mol-% des Monoesters der Diphosphorsäure.

Vorzugsweise weist das Kammpolymer als Polyether-Seitenkette auf:

- (a) mindestens eine Struktureinheit der Formel (IIa), worin  $R^{10}$  und  $R^{12}$  für H stehen,  $R^{11}$  für H oder  $CH_3$  steht, E und G gemeinsam für eine chemische Bindung stehen, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3, a für 3 bis 150 steht, und  $R^{13}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppe steht; und/oder
- (b) mindestens eine Struktureinheit der Formel (IIb), worin  $R^{16}$  und  $R^{18}$  für H stehen,  $R^{17}$  für H oder  $CH_3$  steht, E für eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_6$ -Alkylengruppe steht, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3 steht, L für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3 steht, a für eine ganze Zahl von 2 bis 150 steht, d für eine ganze Zahl von 1 bis 150 steht,  $R^{19}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppe steht, und  $R^{20}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppe steht; und/oder
- (c) mindestens eine Struktureinheit der Formel (IIc), worin  $R^{21}$  und  $R^{23}$  für H stehen,  $R^{22}$  für H oder  $CH_3$  steht, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3 steht, a für eine ganze Zahl von 2 bis 150 steht, und  $R^{24}$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppe steht; und/oder
- (d) mindestens eine Struktureinheit der Formel (IId), worin  $R^6$  für H steht, Q für O steht,  $R^7$  für  $(C_nH_{2n})_n-O-(AO)_a-R^9$  steht, n für 2 und/oder 3 steht, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3, a für eine ganze Zahl von 1 bis 150 steht und  $R^9$  für H oder eine unverzweigte oder verzweigte  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppe steht.

Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Struktureinheit nach Formel IIa um eine alkoxylierte Isoprenyl-, alkoxylierte Hydroxybutylvinylether-, alkoxylierte (Meth)allylalkohol-, oder um eine vinylierte Methylpolyalkylenglykol-Einheit, jeweils vorzugsweise mit einem arithmetischen Mittel von 2 bis 350 Oxyalkylengruppen.

Vorzugsweise umfasst das Kammpolymer mindestens eine Struktureinheit der Formel (IIa) und/oder (IIc), insbesondere der Formel (IIa).

Neben den Struktureinheiten der Formeln (I) und (II) kann das polymere Dispergiermittel auch weitere Struktureinheiten enthalten, die sich von radikalisch polymerisierbaren Monomeren ableiten, wie Hydroxyethyl(meth)acrylat, Hydroxy-propyl(meth)acrylat, (Meth)acrylamid,  $(C_1$ - $C_4$ )-alkyl(meth)acrylate, Styrol, Styrolsulfonsäure, 2-Acrylamido-2-

methylpropansulfonsäure, (Meth)allylsulfonsäure, Vinylsulfonsäure, Vinylacetat, Acrolein, N-Vinylformamid, Vinylpyrrolidon, (Meth)allylalkohol, Isoprenol, 1-Butylvinylether, Isobutylvinylether, Aminopropylvinylether, Ethylenglykolmonovinylether, 4-Hydroxybutylmonovinylether, (Meth)acrolein, Crotonaldehyd, Dibutylmaleat, Dimethylmaleat, Diethylmaleat, Dipropylmaleat, etc.

Die Herstellung der Kammpolymere, welche die Struktureinheiten (I) und (II) enthalten, erfolgt in üblicher Weise, beispielsweise durch radikalische Polymerisation. Sie ist z. B. beschrieben in EP0894811, EP1851256, EP2463314, EP0753488.

Vorzugsweise weist das Kammpolymer Einheiten der Formeln (I) und (II), insbesondere der Formeln (Ia) und (IIa) auf.

Vorzugsweise weist das Kammpolymer Struktureinheiten der Formeln (Ia) und (IIc) auf.

Vorzugsweise weist das Kammpolymer Struktureinheiten der Formeln (Ic) und (IIa) auf.

Vorzugsweise weist das Kammpolymer Struktureinheiten der Formeln (Ia), (Ic) und (IIa) auf.

Vorzugsweise ist das Kammpolymer aufgebaut aus (i) anionischen oder anionogenen Struktureinheiten, die abgeleitet sind von Acrylsäure, Methacrylsäure, Maleinsäure, Hydroxyethylacrylatphosphorsäureester, und/oder Hydroxyethylmethacrylatphosphorsäureester, Hydroxyethylacrylat-Phosphorsäurediester, und/oder Hydroxyethylmethacrylat-Phosphorsäurediester und (ii) Struktureinheiten mit Polyetherseitenketten, wobei die Struktureinheiten abgeleitet sind von C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylpolyethylenglykolacrylsäureester, Polyethylenglykolacrylsäureester, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylpolyethylenglykolmethacrylsäureester, Polyethylenglykolmethacrylsäureester, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylpolyethylenglykolacrylsäureester, Polyethylenglykolacrylsäureester, Vinyloxy-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylenpolyethylenglykol, Vinyloxy-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylenpolyethylenglykol-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkylether, Allyloxypolyethylenglykol, Allyloxy-polyethylenglykol-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkylether, Methallyloxypolyethylen-glykol, Methallyloxypolyethylenglykol-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkylether, Isoprenyloxypolyethylenglykol und/oder Isoprenyloxypolyethylenglykol-C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-alkylether

Vorzugsweise ist das Kammpolymer aufgebaut aus Struktureinheiten (i) und (ii), die abgeleitet sind von

(i) Hydroxyethylacrylatphosphorsäureester und/oder Hydroxyethylmethacrylatphosphorsäureester und (ii) C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-polyethylenglykolacrylsäureester und/oder C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-polyethylenglykolmethacrylsäureester; oder

(i) Acrylsäure und/oder Methacrylsäure und (ii) C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-polyethylenglykolacrylsäureester und/oder C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-

polyethylenglycolmethacrylsäureester; oder

- (i) Acrylsäure Methacrylsäure und/oder Maleinsäure und (ii) Vinyloxy-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylen-polyethylenglykol, Allyloxy-polyethylenglykol, Methallyloxy-polyethylenglykol und/oder Isoprenyloxy-polyethylenglykol.

Vorzugsweise ist das Kammpolymer aufgebaut aus Struktureinheiten (i) und (ii), die abgeleitet sind von

- (i) Hydroxyethylmethacrylatphosphorsäureester und (ii) C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-polyethylenglycolmethacrylsäureester oder Polyethylenglycolmethacrylsäureester; oder

- (i) Methacrylsäure und (ii) C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-polyethylenglycolmethacrylsäureester oder Polyethylenglycolmethacrylsäureester; oder

- (i) Acrylsäure und Maleinsäure und (ii) Vinyloxy-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylen-polyethylenglykol oder

- (i) Acrylsäure und Maleinsäure und (ii) Isoprenyloxy-polyethylenglykol oder

- (i) Acrylsäure und (ii) Vinyloxy-C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>-alkylen-polyethylenglykol oder

- (i) Acrylsäure und (ii) Isoprenyloxy-polyethylenglykol oder

- (i) Acrylsäure und (ii) Methallyloxy-polyethylenglykol oder

- (i) Maleinsäure und (ii) Isoprenyloxy-polyethylenglykol oder

- (i) Maleinsäure und (ii) Allyloxy-polyethylenglykol oder

- (i) Maleinsäure und (ii) Methallyloxy-polyethylenglykol

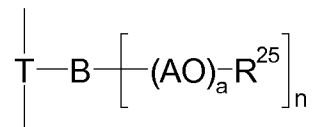
Vorzugsweise beträgt das Molverhältnis der Struktureinheiten (I) : (II) 1 : 4 bis 15 : 1, insbesondere 1 : 1 bis 10 : 1.

Vorzugsweise ist das Molgewicht der Polyether-Seitenketten >500 g/mol, bevorzugt >3000 g/mol und <8000 g/mol, vorzugsweise <6000 g/mol.

Vorzugsweise liegt das Molgewicht der Polyether-Seitenketten im Bereich von 2000-8000 g/mol, insbesondere 4000-6000 g/mol, liegt.

In einer Ausführungsform ist das Kammpolymer ein Polykondensationsprodukt, das Struktureinheiten (III) und (IV) umfasst:

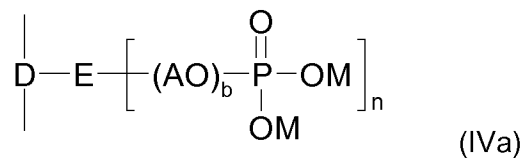
(III)



worin

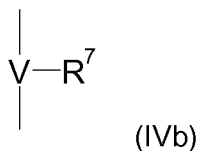
- 5 T für einen substituierten oder unsubstituierten Phenylrest, substituierten oder unsubstituierten Naphthylrest oder einen substituierten oder unsubstituierten heteroaromatischen Rest mit 5 bis 10 Ringatomen, wovon 1 oder 2 Atome Heteroatome sind, die ausgewählt sind unter N, O und S, steht;
- n für 1 oder 2 steht;
- 10 B für N, NH oder O steht, mit der Maßgabe, dass n für 2 steht, wenn B für N steht und der Maßgabe, dass n für 1 steht, wenn B für NH oder O steht;
- A für  $\text{C}_x\text{H}_{2x}$  mit  $x = 2, 3, 4$  oder  $5$  oder  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$  steht;
- a für eine ganze Zahl von 1 bis 300, vorzugsweise 5 bis 150, steht;
- 15  $\text{R}^{25}$  für H, einen verzweigten oder unverzweigten  $\text{C}_1$ - bis  $\text{C}_{10}$ -Alkylrest,  $\text{C}_5$ - bis  $\text{C}_8$ -Cycloalkylrest, Arylrest, oder Heteroarylrest mit 5 bis 10 Ringatomen, wovon 1 oder 2 Atome Heteroatome sind, die ausgewählt sind unter N, O und S, steht;

wobei die Struktureinheit (IV) ausgewählt ist unter den Struktureinheiten (IVa) und (IVb)



20 worin

- D für einen substituierten oder unsubstituierten Phenylrest, substituierten oder unsubstituierten Naphthylrest oder für einen substituierten oder unsubstituierten heteroaromatischen Rest mit 5 bis 10 Ringatomen, wovon 1 oder 2 Atome Heteroatome sind, die ausgewählt sind unter N, O und S, steht;
- 25 E für N, NH oder O steht, mit der Maßgabe, dass m für 2 steht, wenn E für N steht und der Maßgabe, dass m für 1 steht, wenn E für NH oder O steht;
- A für  $\text{C}_x\text{H}_{2x}$  mit  $x = 2, 3, 4$  oder  $5$  oder  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)$  steht;
- b für eine ganze Zahl von 1 bis 300, vorzugsweise 1 bis 50, steht;
- M unabhängig voneinander für H, ein Kationäquivalent steht; und



30

worin

- V für einen substituierten oder unsubstituierten Phenylrest oder substituierten oder unsubstituierten Naphthylrest steht, wobei V gegebenenfalls durch 1 oder zwei Reste

substituiert ist, die unabhängig voneinander ausgewählt sind unter  $R^8$ , OH,  $OR^8$ ,  $(CO)R^8$ , COOM,  $COOR^8$ ,  $SO_3R^8$  und  $NO_2$ , vorzugsweise OH, ;  $OC_1-C_4$ -Alkyl und  $C_1-C_4$ -Alkyl;

$R^7$  für COOM,  $OCH_2COOM$ ,  $SO_3M$  oder  $OPO_3M_2$  steht;

5 M für H oder ein Kationäquivalent steht;

wobei die erwähnten Phenyl-, Naphthyl- oder heteroaromatischen Reste gegebenenfalls durch 1 oder zwei Reste substituiert sind, die ausgewählt sind unter  $R^8$ , OH,  $OR^8$ ,  $(CO)R^8$ , COOM,  $COOR^8$ ,  $SO_3R^8$  und  $NO_2$ ; und

$R^8$  für  $C_1-C_4$ -Alkyl, Phenyl, Naphthyl, Phenyl- $C_1-C_4$ -alkyl oder  $C_1-C_4$ -Alkylphenyl steht.

10

In der allgemeinen Formel (III) steht a vorzugsweise für eine ganze Zahl von 1 bis 300 und insbesondere 5 bis 150, und in der allgemeinen Formel (IV) steht b vorzugsweise für eine ganze Zahl von 1 bis 300, insbesondere 1 bis 50 und besonders bevorzugt 1 bis 10.

15 Weiterhin können die Reste der allgemeinen Formeln (III) oder (IV) unabhängig voneinander jeweils die gleiche Kettenlänge besitzen, wobei a und b jeweils durch eine Zahl repräsentiert wird. Es wird dabei in der Regel zweckmäßig sein, wenn jeweils Mischungen mit unterschiedlichen Kettenlängen vorliegen, so dass die Reste der Struktureinheiten im Polykondensationsprodukt für a und unabhängig für b unterschiedliche Zahlenwerte aufweisen.

20

Vorzugsweise steht in Formel III T für einen substituierten oder unsubstituierten Phenylrest oder Naphthylrest, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3 steht, a für eine ganze Zahl von 1 bis 150 steht, und  $R^{25}$  für H, oder einen verzweigten oder unverzweigten  $C_1$ - bis  $C_{10}$ -Alkylrest steht.

25 Vorzugsweise steht in Formel IVa D für einen substituierten oder unsubstituierten Phenylrest oder Naphthylrest, E für NH oder O steht, A für  $C_xH_{2x}$  mit  $x = 2$  und/oder 3 steht, und b für eine ganze Zahl von 1 bis 150 steht.

30 Vorzugsweise stehen T und/oder D für Phenyl oder Naphthyl, das durch 1 oder 2  $C_1-C_4$ -Alkyl-, Hydroxy- oder 2  $C_1-C_4$ -Alkoxygruppen substituiert ist.

Vorzugsweise steht V für Phenyl oder Naphthyl, das durch 1 oder 2  $C_1-C_4$ -Alkyl, OH,  $OCH_3$  oder COOM substituiert ist, und  $R^7$  für COOM oder  $OCH_2COOM$ .

35 Die Struktureinheiten T und D in den allgemeinen Formeln (III) und (IV) des Polykondensationsprodukts sind vorzugsweise abgeleitet von Phenyl, 2-Hydroxyphenyl, 3-Hydroxyphenyl, 4-Hydroxyphenyl, 2-Methoxyphenyl, 3-Methoxyphenyl, 4-Methoxyphenyl, Naphthyl, 2-Hydroxynaphthyl, 4-Hydroxynaphthyl, 2-Methoxynaphthyl, 4-Methoxynaphthyl, Phenoxyessigsäure, Salicylsäure, vorzugsweise von Phenyl, wobei T und D unabhängig  
40 voneinander gewählt werden können und auch jeweils von einer Mischung der genannten Reste abgeleitet sein können. Die Gruppen B und E stehen unabhängig voneinander vorzugsweise für O. Alle Struktureinheiten A können sowohl innerhalb einzelner

Polyetherseitenketten, als auch zwischen verschiedenen Polyetherseitenketten gleich oder verschieden sein. A steht in einer besonders bevorzugten Ausführungsform für C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

Es ist vorteilhaft, über einen relativ hohen Anteil an Struktureinheiten (IV) im

- 5 Polykondensationsprodukt zu verfügen, da eine verhältnismäßig hohe negative Ladung der Polymere einen guten Einfluss auf die Stabilität der wässrigen kolloid-dispersen Zubereitung hat. Das Molverhältnis der Struktureinheiten (IVa):(IVb), wenn beide enthalten sind, beträgt typischerweise 1 : 10 bis 10 : 1 und vorzugsweise 1 : 3 bis 3 : 1.
- 10 In bestimmten Ausführungsformen umfasst das Polykondensationsprodukt eine weitere Struktureinheit (V) der Formel



worin

- 15 R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> gleich oder verschieden sein können und für H, CH<sub>3</sub>, COOH oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenyl- oder Naphthylgruppe oder für eine substituierte oder unsubstituierte heteroaromatische Gruppe mit 5 bis 10 Ringatomen, wovon 1 oder 2 Atome Heteroatome sind, die ausgewählt sind unter N, O und S.
- 20 R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> können gleich oder verschieden sein und für H, CH<sub>3</sub>, oder COOH, insbesondere für H oder einer der Reste R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> für H und der andere für CH<sub>3</sub>, stehen. Typischerweise sind R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> in Struktureinheit (V) gleich oder verschieden und stehen für H, COOH und/oder Methyl. Ganz besonders bevorzugt ist H.
- 25 Die Polykondensate werden typischerweise nach einem Verfahren hergestellt, bei dem man die Verbindungen miteinander umsetzt, die den Struktureinheiten (III), (IV) und (V) zugrundeliegen. Die Herstellung der Polykondensate ist beispielsweise beschrieben in WO 2006/042709 und WO 2010/026155.
- 30 Vorzugsweise ist das Monomer mit einer Ketogruppe ein Aldehyd oder Keton. Beispiele für Monomere der Formel (V) sind Formaldehyd, Acetaldehyd, Aceton, Glyoxylsäure und/oder Benzaldehyd. Formaldehyd ist bevorzugt.
- 35 Im allgemeinen weist das Polykondensationsprodukt ein gewichtsmittleres Molekulargewicht von 5.000 g/mol bis 200.000 g/mol, vorzugsweise 10.000 bis 100.000 g/mol und besonders bevorzugt 15.000 bis 55.000 g/mol auf.

Vorzugsweise beträgt das Molverhältnis der Struktureinheiten (III) : (IV) 4 : 1 bis 1 : 15, insbesondere 2 : 1 bis 1 : 10,.

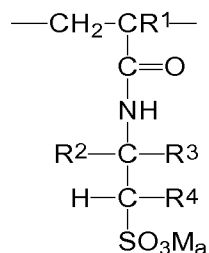
Vorzugsweise beträgt das Molverhältnis der Struktureinheiten (III + IV) : (V) 2:1 bis 1:3, insbesondere 1:0,8 bis 1:2,.

In bevorzugte Ausführungsformen ist das Kammpolymer aufgebaut aus Struktureinheiten der Formeln (III) und (IV), worin T und D für Phenyl oder Naphthyl steht, wobei das Phenyl oder Naphthyl die gegebenenfalls durch 1 oder 2 C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl-, Hydroxy- oder 2 C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxygruppen substituiert ist, B und E für O stehen, A für C<sub>x</sub>H<sub>2x</sub> mit x = 2 steht, a für 3 bis 150, insbesondere 10 bis 150, steht und b für 1, 2 oder 3 steht.

In bestimmten Ausführungsformen verwendet man als polymeres Dispergiermittel ein Homopolymer, das Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten oder Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten, oder ein Copolymer, das Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten und Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten umfasst.

Z. B. sind die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltenden Einheiten Vinylsulfonsäure-, Allylsulfonsäure-, Methallylsulfonsäure-, 4-Vinylphenylsulfonsäureeinheiten oder Struktureinheiten der Formel (VI)

(VI)



, worin

R<sup>1</sup> für H oder CH<sub>3</sub> steht,

R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> unabhängig voneinander für H oder geradkettiges oder verzweigtes C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl oder C<sub>6</sub>-C<sub>14</sub>-Aryl stehen,

M für H oder ein Kation, insbesondere ein Metallkation, vorzugsweise ein einwertiges oder zweiwertiges Metallkation, oder ein Ammoniumkation steht,

a für 1 oder 1/Wertigkeit des Kations, insbesondere für 1/2 oder 1 steht.

Vorzugsweise sind die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltenden Einheiten Vinylsulfonsäure-, Methallylsulfonsäure- und/oder 2-Acrylamido-2-methylpropylsulfonsäureeinheiten, insbesondere 2-Acrylamido-2-methylpropylsulfonsäureeinheiten.

Vorzugsweise sind die Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltenden Einheiten Acrylsäure-, Methacrylsäure-, 2-Ethylacrylsäure-, Vinyllessigsäure-, Crotonsäure-, Maleinsäure-, Fumarsäure-, Itaconsäure- und/oder Citraconsäureeinheiten und insbesondere Acrylsäure- und/oder Methacrylsäureeinheiten.

Das Molekulargewicht  $M_w$  des Copolymers liegt vorzugsweise im Bereich von 1.000 bis 50.000, bestimmt mittels wässriger Gelpermeationschromatographie.

5 In besonders geeigneten Ausführungsformen ist das Dispergiermittel ausgewählt unter:

Copolymeren, die Struktureinheiten der Formeln (Ia) und (IIa) umfassen, insbesondere Copolymeren, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure und ethoxylierten Hydroxyalkylvinylethern, wie ethoxyliertem Hydroxybutylvinylether;

10

Copolymeren, die Struktureinheiten der Formeln (Ia), (Id) und (IIa) umfassen, insbesondere Copolymeren, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure, Maleinsäure und ethoxylierten Hydroxyalkylvinylethern, wie ethoxyliertem Hydroxybutylvinylether;

15

Copolymeren, die Struktureinheiten der Formeln (Ia) und (IIc) umfassen, insbesondere Copolymeren, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure und Estern der Acrylsäure oder Methacrylsäure mit Polyethylenglykol oder Polyethylenglykol, das mit  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl endverschlossen ist;

20

Polykondensationsprodukten, die Struktureinheiten (III), (IVa) und (V) umfassen, insbesondere Kondensationsprodukten aus ethoxyliertem Phenol, Phenoxy- $C_2$ - $C_6$ -alkanolphosphat und Formaldehyd;

25

Homopolymeren, die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten oder Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten umfassen;

Copolymeren, die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten und Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten umfassen; und/oder

30

Polyacrylsäure;

und den Salzen davon und Kombinationen von zwei oder mehreren dieser Dispergiermittel.

35

In einer Ausführungsform verwendet man zusätzlich mindestens ein weiteres Dispergiermittel verwendet, das ausgewählt ist unter Lignosulfonaten, Melamin-Formaldehydsulfonat-Kondensaten,  $\beta$ -Naphthalinsulfonsäure-Kondensaten, Phenolsulfonsäure-Kondensaten und sulfonierten Keton-Formaldehyd-Kondensaten.

40

Das Molverhältnis der Struktureinheiten (III) : (IV) beträgt typischerweise 4 : 1 bis 1 : 15 und vorzugsweise 2 : 1 bis 1 : 10.

In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Polykondensationsprodukt eine weitere Struktureinheit (V), die durch die folgende Formel repräsentiert wird:



5

worin

R<sup>5</sup> für H, CH<sub>3</sub>, COOH oder substituiertes oder unsubstituiertes Phenyl oder substituiertes oder unsubstituiertes Naphthyl steht;

10 R<sup>6</sup> H, CH<sub>3</sub>, COOH oder substituiertes oder unsubstituiertes Phenyl oder substituiertes oder unsubstituiertes Naphthyl steht.

Das Kammpolymer kann auch in Form seiner Salze, wie beispielsweise des Natrium-, Kalium-, organischen Ammonium-, Ammonium- und/oder Calciumsalzes, vorzugsweise als Natrium- und/oder Calciumsalz, vorliegen.

15

Das Molgewicht des polymeren Dispergiermittels, bestimmt mittels Gelchromatographie mit Polystyrol als Standard, liegt im Allgemeinen im Bereich von 5.000 bis 100.000. Das Molgewicht der Seitenketten liegt dabei im Allgemeinen im Bereich von 1.000 bis 10.000.

20 Die Ladungsdichte der Polymere liegt im Allgemeinen im Bereich von 500 µeq/g bis 1.500 µeq/g.

Bevorzugte polymere Dispergiermittel sind:

25 Copolymere, die Struktureinheiten der Formeln (Ia) und (IIa) umfassen, insbesondere Copolymere, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure und ethoxylierten Hydroxyalkylvinylethern, wie ethoxyliertem Hydroxybutylvinylether;

30 Copolymere, die Struktureinheiten der Formeln (Ia), (Id) und (IIa) umfassen, insbesondere Copolymere, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure, Maleinsäure und ethoxylierten Hydroxyalkylvinylethern, wie ethoxyliertem Hydroxybutylvinylether;

35 Copolymere, die Struktureinheiten der Formeln (Ia) und (IIc) umfassen, insbesondere Copolymere, die Struktureinheiten umfassen, die abgeleitet sind von Acrylsäure und/oder Methacrylsäure und Estern der Acrylsäure oder Methacrylsäure mit Polyethylenglykol oder Polyethylenglykol, das mit C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>-Alkyl endverschlossen ist;

Polykondensationsprodukten, die Struktureinheiten (III), (IVa) und (V) umfassen, insbesondere Kondensationsprodukte aus ethoxyliertem Phenol, Phenoxy-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-alkanolphosphat und Formaldehyd;

- 5 Homopolymeren, die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten oder Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten umfassen;

Copolymeren, die Sulfo- und/oder Sulfonatgruppen-enthaltende Einheiten und Carbonsäure- und/oder Carboxylatgruppen-enthaltende Einheiten umfassen; und/oder

10

Polyacrylsäure;

und die Salze davon und Kombinationen von zwei oder mehreren dieser Dispergiermittel.

- 15 In Kontakt bringen des mineralischen Bestandteils mit dem wasserlöslichen polymeren Dispergiermittel

Zur Herstellung der Calciumsilikathydrat enthaltenden Zusammensetzung bringt man den mineralischen Bestandteil in einem wässrigen Medium mit mindestens einem

20 wasserlöslichen polymeren Dispergiermittel in Kontakt.

Für das in Kontakt bringen mit dem polymeren Dispergiermittel kann der mineralische Bestandteil in Form einer Suspension oder als Trockenpulver eingesetzt werden. Das polymere Dispergiermittel wird dann auf einmal oder in zwei oder mehreren Portionen zu der

25 Suspension, welche den mineralischen Bestandteil enthält, gegeben, entweder als Feststoff oder in Form einer wässrigen Lösung. Vorzugsweise wird jedoch der mineralische Bestandteil auf einmal oder in zwei oder mehreren Portionen als Feststoff oder als wässrige Suspension in eine wässrige Lösung des polymeren Dispergiermittels gegeben.

- 30 In einer Ausführungsform liegt das Gewichtsverhältnis des mineralischen Bestandteils (berechnet als Trockenkomponente) zu polymerem Dispergiermittel im Bereich von 15 : 1 bis 1 : 2, insbesondere im Bereich von 10 : 1 bis 1 : 1,5, insbesondere bevorzugt im Bereich von 5 : 1 bis 1 : 1. In einer Ausführungsform liegt das Gewichtsverhältnis von mineralischem Bestandteil (berechnet als Trockenkomponente) zu Wasser im Bereich von 3 : 1 bis 1 : 20,
- 35 insbesondere im Bereich 1 : 1 bis 1 : 10, insbesondere bevorzugt 2 : 3 bis 1 : 5.

Die Bestimmung der Trockenkomponente des mineralischen Bestandteils erfolgt durch Trocknen des Materials bei 105 °C im Laborofen bis zur Gewichtskonstanz und dem sich daraus ergebenden Trocknungsverlustes an Gewicht.

40

Der Wassergehalt der Suspension (ermittelt durch Trocknung der Suspension bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz) beim in Kontaktbringen des mineralischen Bestandteils mit dem

polymeren Dispergiermittel liegt geeigneterweise im Bereich von 25 Gew.-% bis 95 Gew.-%, insbesondere im Bereich 50 Gew.-% bis 90 Gew.-%, insbesondere bevorzugt 60 Gew.-% bis 80 Gew.-%.

5 Gewünschtenfalls kann man das Verfahren unter Zusatz von Portland-Zement, Portland-Zementklinker, und/oder einem latent hydraulischen Bindemittel durchzuführen, wobei der Massenanteil an Portland-Zement, Portland-Zementklinker und/oder latent hydraulischem Bindemittel, bezogen auf die Summe der Menge an mineralischem Bestandteil bei 0,01 bis 10 Gew.-%, bevorzugt bei 0,01 bis 5 Gew.-%, liegt. Der Zusatz kann vor dem in Kontakt  
10 bringen mit dem polymeren Dispergiermittel erfolgen, oder nach der mechanischen Zerkleinerung des mineralischen Bestandteils.

In bevorzugten Ausführungsformen wird das Verfahren im Wesentlichen ohne Zusatz anderer Bestandteile und insbesondere im Wesentlichen ohne Zusatz von Portland-Zement,  
15 Portland-Zementklinker und/oder Ettringit durchgeführt.

Das in Kontakt bringen des mineralischen Bestandteils mit dem polymeren Dispergiermittel erfolgt unter Eintrag von kinetischer Energie, beispielsweise durch Vermischen oder Vermahlen. Hierzu sind praktisch alle dem Fachmann bekannten Einrichtungen geeignet.  
20

Unter Vermischen oder Mischen ist im Rahmen dieser Erfindung ein Vermengen oder Homogenisieren zu verstehen, das den Kontakt der zu vermischenden Komponenten intensiviert und damit eine gleichmäßige und/oder rasche Bildung des gewünschten Produktes ermöglicht.  
25

Methoden, die ein Vermischen bewirken sind beispielsweise Rühren, Schütteln, das Eindüsen von Gasen oder Flüssigkeiten und das Bestrahlen mit Ultraschall. Geeignete Verfahren und Vorrichtungen, die ein Vermischen bewirken, sind dem Fachmann bekannt. Geeignete Mischapparaturen sind beispielsweise Rührkessel, dynamische und statische  
30 Mischer, einwellige Rührwerke, beispielsweise Rührwerke mit Abstreifvorrichtungen, insbesondere sogenannte Pastenrührwerke, mehrwellige Rührwerke, insbesondere PDSM-Mischer, Feststoffmischer sowie Misch-/Knetreaktoren.

In einer bevorzugten Ausführungsform findet das in Kontakt bringen unter Einbringen von Scherenergie statt, wobei mehr als 50 kWh, insbesondere mehr als 200 kWh, bevorzugt  
35 mehr als 400 kWh, besonders 100 bis 5.000 kWh, insbesondere 200 bis 3.000 kWh, insbesondere bevorzugt 300 bis 1.000 kWh Scherenergie pro Tonne der Zusammensetzung eingebracht werden.

40 Die Scherenergie ist definiert als Wirkarbeit  $WW$ , die sich aus der für die Mahlung aufgewendeten Scherleistung  $PW$  und der Mahldauer  $t$  entsprechend nachfolgender Gleichung (1) ergibt:

Gleichung (1):  $W_W = P_W \cdot t$

Die Scherleistung, die dabei auf die Suspension einwirkt, ergibt sich aus der Differenz  
 5 zwischen Wirkleistung  $P_P$  (Leistungsaufnahme des Geräts während der Vermahlung der  
 Suspension) und der Nullleistung  $P_0$  (Leistungsaufnahmen des Geräts im Leerlauf ohne  
 Suspension und ggf. ohne Mahlkugeln z..B. im Falle einer Perlmühle, Kugelmühle oder  
 Zahnkolloidmühle) mittels nachfolgender Gleichung (2):

10 Gleichung (2):  $P_W = P_P - P_0$

Die Nullleistung (Gleichung (3a)) bzw. die Wirkleistung (Gleichung (3b)) ergeben sich aus  
 der Wirkspannung  $U$  und der Wirkstromstärke  $I$ , die mittels Strommessgerät an Gerät im  
 Betrieb gemessen wird:

15

Gleichung (3a):  $P_0 = U_0 \cdot I_0 \cdot \cos \varphi$ ;  $\cos \varphi = 1$

Gleichung (3b):  $P_P = U_P \cdot I_P \cdot \cos \varphi$ ;  $\cos \varphi = 1$

20 Das Verhältnis von Wirkleistung  $P_P$  zur Scheinleistung  $P_S$  des Geräts wird durch  $\cos \varphi$  nach  
 Gleichung (4) beschrieben:

Gleichung (4):  $\cos \varphi = P_P / P_S$

25 Da die Scheinleistung sehr gerätespezifisch ist und die Wirkleistung einfach gemessen  
 werden kann (durch Messung der Wirkspannung und der Wirkstromstärke) wird zur  
 Vereinfach der  $\cos \varphi = 1$  angenommen.

Bevorzugt sind daher Verfahren, die eine hohe Scherenergie einbringen. Insbesondere  
 30 bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren deshalb zumindest zeitweise unter  
 Verwendung einer Vorrichtung aus der Reihe Mühlen, Ultraschall-Geräte, Rotor-Stator-  
 Mischer (z..B. IKA Ultra-Turrax) und Dissolver durchgeführt. Insbesondere kann das  
 Einbringen von Scherenergie durch Vermahlen, wie in einer Zahnkolloidmühle, Perlmühle,  
 Kugelmühle oder vorzugsweise Rührwerkskugelmühle, durchgeführt werden. Die  
 35 Rührwerkskugelmühle umfasst eine die Mahlkörper enthaltende Mahlkammer, einem Stator  
 und einem Rotor, welche in der Mahlkammer angeordnet sind. Weiterhin bevorzugt umfasst  
 die Rührwerkskugelmühle eine Mahlgut-Einlassöffnung und eine Mahlgut-Auslassöffnung  
 zum Zuführen und Abführen von Mahlgut in die bzw. aus der Mahlkammer, sowie einer in  
 der Mahlkammer stromauf von der Auslassöffnung angeordneten Mahlkörper-  
 40 Trenneinrichtung, die dazu dient, in dem Mahlgut mitgeführte Mahlkörper aus dem Mahlgut  
 abzutrennen, bevor dieses durch die Auslassöffnung aus dem Mahlraum abgeführt wird.

Um die in das Mahlgut in der Mahlkammer eingetragene mechanische Mahlleistung zu steigern, sind bevorzugt am Rotor und/oder am Stator Stifte vorhanden, die in den Mahlraum ragen. Im Betrieb wird somit einerseits auf direktem Wege durch Stöße zwischen dem Mahlgut und den Stiften ein Beitrag zur Mahlleistung erbracht. Andererseits erfolgt ein  
5 weiterer Beitrag zur Mahlleistung auf indirektem Wege, durch Stöße zwischen den Stiften und den im Mahlgut mitgeführten Mahlkörpern und den dann wiederum erfolgenden Stößen zwischen dem Mahlgut und den Mahlkörpern. Schließlich tragen auch noch auf das Mahlgut einwirkende Scherkräfte und Dehnkräfte zur Zerkleinerung der suspendierten Mahlgutpartikel bei.

10

In einer Ausführungsform erfolgt das in Kontakt bringen mit dem polymeren Dispergiermittel in zwei Stufen. In der ersten Stufe erfolgt das in Kontakt bringen so lange, bis die Teilchengröße  $d(99)$  des mineralischen Bestandteils  $\leq 300 \mu\text{m}$  ist und insbesondere im Bereich von 0,5 bis  $300 \mu\text{m}$  liegt. Dies kann unter Verwendung einer Vorrichtung erfolgen,  
15 die ausgewählt ist unter einer Mahlvorrichtung, einem Ultraschallgerät, einem Rotor-Stator-Mischsystem, und einer Dissolver-Scheibe.

20

In der zweiten Stufe erfolgt das in Kontakt bringen so lange, bis der mineralische Bestandteil eine  $d(50)$ -Teilchengröße von  $\leq 800 \text{ nm}$ , bevorzugt  $\leq 400 \text{ nm}$ , besonders bevorzugt  $\leq 300 \text{ nm}$ , bestimmt mittels statischer Lichtstreuung, aufweist. Dies erfolgt insbesondere unter Verwendung einer Mahlvorrichtung.

25

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, vor dem Einbringen von kinetischer Energie eine Ruhezeit der Suspension von 0,01 h bis 48 h, bevorzugt 4 h bis 24 h, besonders bevorzugt 6 h bis 16 h, eingehalten wird, während der die Suspension ohne Einwirkung von hoher Scherenergie, d.h. Scherenergien von  $< 50 \text{ kWh pro Tonne Suspension}$ , in einem Rührkessel ruht bzw. gerührt wird, um eine Sedimentation zu unterbinden. Wenn das in Kontakt bringen mit dem polymeren Dispergiermittel in zwei Stufen erfolgt, kann die Ruhezeit vor der ersten Stufe oder zwischen den beiden Stufen erfolgen.

30

Vor, während oder nach dem in Kontaktbringen des mineralischen Bestandteils mit dem Dispergiermittel kann eine saure Verbindung mit einem Molekulargewicht von höchstens  $200 \text{ g/mol}$ , insbesondere  $40 - 100 \text{ g/mol}$  zugegeben werden. Vorzugsweise erfolgt die Zugabe der sauren Verbindung nach dem in Kontaktbringen des mineralischen Bestandteils mit dem  
35 Dispergiermittel erfolgt Die saure Verbindung ist z.B. ausgewählt unter Salpetersäure, Sulfaminsäure, Methansulfonsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Schwefelsäure sowie Mischungen davon, bevorzugt Sulfaminsäure, Methansulfonsäure, Essigsäure sowie Mischungen davon. Geeigneterweise wird die Menge der sauren Verbindung so gewählt, dass sich unmittelbar nach der Säurezugabe (10 bis 60 Sekunden) bzw. nach vollständiger  
40 Homogenisierung ein pH-Wert der Suspension von  $11,0 - 13,0$ , bevorzugt  $11,4 - 12,5$ , besonders bevorzugt  $11,8 - 12,4$ , ergibt.

Baustoffmischung

Die Erfindung betrifft auch eine Baustoffmischung, umfassend die erfindungsgemäße Calciumsilikathydrat enthaltende Zusammensetzung sowie gegebenenfalls ein hydraulisches  
5 oder latent hydraulisches Bindemittel, insbesondere Portland-Zement, Schlacke, vorzugsweise granuliert  
Hochfenschlacke, Flugasche, Silikamehl, Metakaolin, natürliche Puzzolane, kalzinierten Ölschiefer, Calciumsulfoaluminatzemente und/oder Calciumaluminatzemente.

10 Die erfindungsgemäße Baustoffmischung kann auch weitere Additive enthalten, die typischerweise auf dem Gebiet der Bauchemikalien verwendet werden, wie andere Erhärtungsbeschleuniger, Dispergiermittel, Verflüssiger, Wasserreduktionsmittel, Erstarrungsverzögerer, Entschäumer, Luftporenbildner, Verzögerer,  
15 schwindungsverringende Mittel, redispergierbare Pulver, Frostschutzmittel und/oder Antiausblühmittel.

Geeignete andere Erhärtungsbeschleuniger sind Alkanolamine, bevorzugt Triisopropanolamin und/oder Tetrahydroxyethylethyldiamin (THEED). Vorzugsweise werden die Alkanolamine in einer Dosierung von 0,01 bis 2,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des  
20 hydraulischen Bindemittels, eingesetzt. Bei Verwendung von Aminen, insbesondere Triisopropanolamin und Tetrahydroxyethylethyldiamin, können synergistische Effekte bezüglich der Frühfestigkeitsentwicklung von hydraulischen Bindemittelsystemen, insbesondere zementartigen Systemen, gefunden werden.

25 Weitere geeignete andere Erhärtungsbeschleuniger sind beispielsweise Calciumchlorid, Calciumformiat, Calciumnitrat, anorganische Karbonate (wie Natriumkarbonat, Kaliumkarbonat), 1,3-Dioxolan-2-on und 4-Methyl-1,3-dioxolan-2-on. Vorzugsweise werden Calciumformiat und Calciumnitrat in einer Dosierung von 0,1 bis 4 Ma.-% bezogen auf das hydraulische Bindemittel eingesetzt.

30 Geeignete Dispergiermittel, Verflüssiger, Wasserreduktionsmittel sind beispielsweise:  
a) sulfonierte Melamin-Formaldehyd Kondensate, b) Lignosulfonate, c) sulfonierte Ketone-Formaldehyde Kondensate, d) sulfonierte Naphthalin-Formaldehyd Kondensate (BNS), e) Polycarboxylatether (PCE), f) nicht-ionische Copolymere zur Verlängerung der  
35 Verarbeitbarkeit einer zementären Mischung, die Zement und Wasser enthält, wobei das Copolymer Einheiten umfasst, die von wenigstens den folgenden Monomerkomponenten abgeleitet sind: Komponente A, nämlich ein ethylenisch ungesättigtes Carbonsäureestermonomer mit einer in der zementären Mischung hydrolysierbaren Einheit; und Komponente B, nämlich ein ethylenisch ungesättigtes Carbonsäureestermonomer oder  
40 Alkenylethermonomer, umfassend wenigstens eine Poly-C<sub>2-4</sub>-oxyalkylenseitenkette mit 1 to 350 Oxyalkyleneinheiten oder g) Phosphonatgruppen-enthaltende Dispergiermittel der

Formel  $R-(OA)_n-N-[CH_2-PO(OM_2)_2]_2$ , worin R für H oder einen gesättigten oder ungesättigten Kohlenwasserstoffrest, vorzugsweise einen  $C_1$  bis  $C_{15}$ -Alkylrest steht;

A gleich oder verschieden sein kann und für Alkylene mit 2 bis 18 Kohlenstoffatomen, vorzugsweise für Ethylen und/oder Propylen, insbesondere Ethylen, steht;

5 n für 5 bis 500, vorzugsweise 10 bis 200, insbesondere 10 bis 100 steht und

M für H, ein Alkalimetall, 1/2 Erdalkalimetall und/oder ein Amin steht,

wobei jede Kombination der genannten Dispergiermittel a) bis g) umfasst ist.

Geeignete Erstarrungsverzögerer sind Zitronensäure, Weinsäure, Glukonsäure,

10 Phosphonsäure, Aminotrimethylenphosphonsäure, Ethylendiaminotetra-

(methylenphosphon)säure, Diethylentriaminopenta(methylen-phosphon)säure, jeweils

einschließlich der jeweiligen Salze der Säuren, Pyrophosphate, Pentaborate, Metaborate

und/oder Zucker (z. B. Glukose, Melassen) enthalten. Der Vorteil der Zugabe von

Erstarrungsverzögerern besteht darin, dass die offene Zeit gesteuert und insbesondere

15 gegebenenfalls verlängert werden kann. Vorzugsweise werden die Erstarrungsverzögerer in

einer Dosierung von 0,01 Gew.-% bis 0,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des

hydraulischen Bindemittels, vorzugsweise Zement, eingesetzt.

Die Calciumsilikathydrat enthaltende Zusammensetzung zeigt insbesondere eine

20 überraschend starke Beschleunigungswirkung auf die Erhärtung von hydraulischen bzw.

latent hydraulischen Bindemitteln, insbesondere Portland-Zement. Durch Verwendung der

Calciumsilikathydrat enthaltenden Zusammensetzung lässt sich die Frühfestigkeit der

hydraulisch bzw. latent hydraulisch abbindenden Bindemittel, insbesondere Portland-

Zement, verbessern. Weiter besitzt die Zusammensetzung verbesserte

25 anwendungstechnische Eigenschaften, wie eine niedrige Viskosität in den für die

Anwendung relevanten Konzentrationsbereichen. Sie ist daher einfach zu handhaben und

erlaubt ein leichtes Pumpen und Versprühen.

Die Erfindung betrifft weiter die Verwendung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen

30 zur Erhärtungsbeschleunigung von bauchemischen Mischungen, enthaltend ein

hydraulisches oder latent hydraulisches Bindemittel, insbesondere Zement, Schlacke,

vorzugsweise granuliert Hochofenschlacke, Flugasche, Silikamehl, Metakaolin, natürliche

Puzzolane, kalzinierten Ölschiefer, Kalziumsulfaluminatzemente und/oder

Kalziumaluminatzemente, vorzugsweise von bauchemischen Mischungen, die überwiegend

35 Zement als hydraulisches Bindemittel enthalten.

Die Dosierung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen beträgt vorzugsweise von

0,01 Gew.-% bis 15 Gew.-%, bevorzugt 0,1 Gew.-% bis 10 Gew.-%, besonders bevorzugt

0,1 Gew.-% bis 5 Gew.-% des Feststoffes der Zusammensetzungen, bezogen auf das

40 hydraulische oder latent hydraulische Bindemittel.

Die Erfindung wird durch die beigefügten Zeichnungen und die nachfolgenden Beispiele näher veranschaulicht.

Fig. 1 zeigt Röntgenbeugungsspektren von Proben, die (i) kristallinen Tobermorit 14 Å  
 5 (Kristallitgröße 50 nm), (ii) amorphes Calciumsilicathydrat (Tobermorit 14 Å; Kristallitgröße 0,5 nm) enthalten und ein Röntgenbeugungsspektrum eines erfindungsgemäß geeigneten semigeordneten Calciumsilikathydrats (htCSH3) nach Rietveld-Analyse.

Fig. 2 zeigt Röntgenbeugungsspektren eines hydrothermalen Calciumsilicathydrats (htCSH1, Vergleich) und zweier erfindungsgemäß geeigneter semigeordneter Calciumsilikathydrate (htCSH2 und htCSH3).

Die unterscheidbaren Peaks bzw. Maxima wurden den Phasen zugeordnet; die Abkürzungen bedeuten:

15

P - Portlandit

Cc - Calcit

Qz - alpha-Quarz

T - Tobermorit 14 Å

20

sCSH - semigeordnetes Calciumsilicathydrat

aCSH - amorphes Calciumsilicathydrat

Xo - Xonotlit

Gemäß Fig. 1 zeigt kristalliner Tobermorit ein gut aufgelöstes Spektrum mit scharfen Peaks;  
 25 im Spektrum des amorphen Calciumsilicathydrats sind keine einer kristallinen Calciumsilicathydrat-Phase zuordenbaren Maxima vorhanden. Der Beitrag des amorphen Calciumsilicathydrats zum Röntgenbeugungsspektrum macht sich durch einen erhöhten Untergrund insbesondere im  $2\theta$ -Bereich zwischen  $25^\circ$  und  $35^\circ$  (Cu  $K\alpha$ ) bemerkbar. Das erfindungsgemäß geeignete semigeordnete Calciumsilikathydrat zeigt eine Verbreiterung und Überlagerung der Tobermorit-Maxima um  $2\theta = 30^\circ$ , die einzelnen Peaks sind nicht mehr aufgelöst.  
 30

Gemäß Fig. 2 zeigt das hydrothermale Calciumsilicathydrat htCSH1 ein gut aufgelöstes Spektrum mit scharfen Xonotlit-Peaks. Die erfindungsgemäß geeigneten semigeordneten Calciumsilikathydrate htCSH2 und htCSH3 zeigen breite Maxima um  $2\theta = 30^\circ$ .  
 35

Beispiele

Bestimmungsmethoden

40

(i) Partikelgröße des Rohstoffs (Mineralischer Bestandteil)

Die Partikelgröße des Rohstoffs für die Nassmahlung wurde mittels statischer

Lichtstreuung charakterisiert. Dazu wurde das Gerät Mastersizer 2000 der Firma Malvern verwendet.

(ii) Bestimmung der spezifischen Oberfläche nach BET

5 Die spezifische Oberfläche nach BET des Rohstoffs für die Nassmahlung wurde mittels Stickstoffadsorption ermittelt. Hierfür wurde das Gerät „NOVA 4000e Surface Area and Pore Size Analyzer“ der Firma Quantachrome verwendet. Für die Messungen wurden die Proben im Vorfeld bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

10 (iii) Röntgenbeugungsanalyse (XRD) und Rietveld-Analyse zur Bestimmung des röntgenamorphen Anteils und der Kristallitgröße vom Calcium-Silikat-Hydrats:

Die XRDs wurden mit einem Bruker AXS D4 ENDEAVOR (CuK<sub>α</sub>-Strahlung, 40 kV, 40 mA) und die Rietveld-Messungen mit der Software Topas 4.2 von Bruker durchgeführt.

15

Für die XRD-Analyse wurde das hydrothermale C-S-H aus dem Autoklavenprozess mittels Backenbrecher und Gegenprallmühle auf eine Partikelgröße mit einem d(95)-Wert von ≤ 1 mm zerkleinert. Anschließend wurden 5 g des Pulvers bei 105 °C für 1 h im Laborofen getrocknet.

20

Für die XRD-Analyse wurden je 2 g des getrockneten Pulvers im Achatmörser so lange zerkleinert, bis die Probe vollständig durch ein Sieb mit einer Maschenweite von 36 µm gestrichen werden konnte.

25 Die Probe zur Bestimmung des Anteils der röntgenamorphen Phase war ein homogen vermisches Pulver, das die Probe und eine bekannte Menge eines internen kristallinen Standards enthielt. Für diese Untersuchungen wurden 15 Ma.-% bis 30 Ma.-% Fluorit (CaF<sub>2</sub>) mit der Probe (Partikelgröße < 36 µm) im Achatmörser homogen verrieben. Anschließend wurde das homogenisierte Pulver, welches Fluorit als internen Standard enthält, mittels  
30 „Front Loading“ präpariert und vermessen. Voraussetzung für die Verwendung von Fluorit als internen Standard ist, dass Fluorit nicht in der originalen Probe enthalten ist. Es ist ein Standard mit einem Massenschwächungskoeffizienten (mass attenuation coefficient, MAC) zu wählen, der dem der Probe ähnlich ist, um den Röntgenadsorptionskontrast zu minimieren. Die Proben haben einen MAC-Wert für Cu K<sub>α</sub>-Strahlung zwischen 75 und  
35 80 cm<sup>2</sup>/g. Deshalb wurde CaF<sub>2</sub> mit einem MAC-Wert von 94.96 cm<sup>2</sup>/g gewählt. Entsprechend der wissenschaftlichen Literatur werden für die Menge an internem Standard etwa 20 Ma.-% für einen amorphen Anteil der zu bestimmenden Probe zwischen 30 bis 90 % empfohlen (Scrivener, Snellings, and Lothenbach. "Chapter 4. X-Ray Powder Diffraction Applied to Cement." *A Practical Guide to Microstructural Analysis of Cementitious Materials*.  
40 CRC/Taylor & Francis Group, 2016. 107-176). Die untersuchten Proben enthalten 10 Ma.-% bis 70 Ma.-% an röntgenamorphen bzw. nanokristallinen Phasen mit Kristallitgrößen < 5 nm, so dass 15 Ma.-% und 30 Ma.-% an internem Standard verwendet wurden.

- Die mittels Röntgenbeugungsanalyse aufgezeichneten Röntgenbeugungsdiagramme (Diffraktogramme) wurden anschließend mittels Rietveld-Analyse mit der Software Topas 4.0 ausgewertet. Die Rietveld-Methode ist ein Standard-Verfahren zur Auswertung von
- 5 Diffraktogrammen, die durch Röntgenbeugungsanalyse an Pulverproben gewonnen wurden. Die Methode ist ausführlich beschrieben z.B. in G. Will (2006): Powder Diffraction – The Rietveld method and the two-stage method, Springer Verlag, sowie R. Young (1995): The Rietveld method, IUCr Monographs on Crystallography, vol. 5, Oxford University Press.
- 10 Für die Rietveld-Analyse der vorliegenden Proben wurden folgende Strukturdaten entsprechend der Inorganic Crystal Structure Database (ICSD) verwendet:
- Tobermorit (Mineral der Calcium-Silikat-Hydrate): ICSD-Nummer 152489  
Calcit: ICSD-Nummer 79674
- 15 Quarz: ICSD-Nummer 174  
Portlandit: ICSD-Nummer 15471  
Fluorit: ICSD-Nummer 60368
- Mittels Rietveld-Analyse wurde neben dem Phasengehalt der Einzelphasen auch die
- 20 Kristallitgröße der Calcium-Silikat-Hydrat-Phase Tobermorit ermittelt. Die Kristallitgröße spiegelt sich in der Halbwertsbreite der Reflexe einer Phase wieder und wird bei der Verfeinerung während der Rietveld-Analyse ermittelt. Der Zusammenhang zwischen Halbwertsbreite eines Reflexes im Diffraktogramm und der Kristallitgröße ist beschrieben z. B. in Kapitel 5.4.1 ab Seite 142 in R. Dinnebier, S. Billinge (2008): Powder Diffraction –
- 25 Theory and Practice, RSC Publishing sowie auf Seite 113 in G. Will (2006): Powder Diffraction – The Rietveld method and the two-stage method, Springer Verlag, sowie R. Young (1995): The Rietveld method, IUCr Monographs on Crystallography, vol. 5, Oxford University Press.
- 30 Die Bestimmung des Anteils der röntgenamorphen Phase mittels internem Standard dient zur Quantifizierung der absoluten Menge der kristallinen Phasen und der röntgenamorphen Phasen und wurde entsprechend der Publikation von I. Madsen, N. Scarlett und A. Kern, "Description and survey of methodologies for the determination of amorphous content via X-ray powder diffraction." *Zeitschrift für Kristallographie Crystalline Materials* 226.12 (2011):
- 35 944-955 durchgeführt. Dabei wird während der Rietveld-Verfeinerung der bekannte Anteil des internen Standards vorgegeben und die anderen Phasen darauf bezogen. Der Differenz der Summe der kristallinen Phasen (Tobermorit, Calcit, Quarz, Portlandit, Fluorit) zu 100 Ma.-% entspricht dem röntgenamorphen Anteil der Probe.
- 40 (iv) Die Ladungsdichte wird bestimmt durch Titration mit poly-DADMAC (poly(diallyldimethylammonium chloride) oder Natrium-polyethylensulfonat mit einem Mettler Toledo DL 28 Titriergerät, kombiniert mit einem BTG Mütek

Partikelladungsdetektor.

(v) Zur Bestimmung der Viskosität wurden die Suspensionen nach Ende der Vermahlung für 24 h bei Raumtemperatur verschlossen gelagert. Anschließend wurde an einem Brookfield-Viskosimeter DV-II+ bei 12 rpm mit Spindel 62 die Viskosität bestimmt.

(vi) Die Bestimmung des gewichtsmittleren Molgewichts des polymeren Dispergiermittels erfolgte mittels Gelpermeationschromatographie (GPC) (Säulenkombinationen: OH-Pak SB-G, OH-Pak SB 804 HQ und OH-Pak SB 802.5 HQ von Shodex, Japan; Elutionsmittel: 80 Vol.-% wässrige Lösung von  $\text{HCO}_2\text{NH}_4$  (0,05 mol/l) und 20 Vol.-% Acetonitril; Injektionsvolumen 100  $\mu\text{l}$ ; Durchflussrate 0,5 ml/min). Die Kalibrierung zur Bestimmung der mittleren Molmasse erfolgte mit linearen Poly(ethylenoxid)- und Polyethylenglykol-Standards.

15 Herstellung von polymeren Dispergiermitteln:

Polymere 1, 2 und 7

In einem 1-Liter Vierhalskolben mit Thermometer, Rückflusskühler und einem Anschluss für zwei Zuläufe werden 875 g einer 40%igen wässrigen Lösung von

Polyethylenglycolhydroxybutyl-monovinylether und NaOH (20 %) vorgelegt. Bezüglich der Molmassen der jeweiligen Polyethylenglycolhydroxybutyl-monovinylether sind die Details in der Tabelle 2 zu finden. Danach wird die Lösung auf 20 °C abgekühlt. Auf die

Polyethylenglycol-hydroxybutyl-monovinylether-Lösung im Vorlagekolben wird nun langsam Acrylsäure (99 %) gegeben. Der pH-Wert nimmt dabei auf ca. 4-5 ab. Darauf werden dann

0,5 g Eisen(II)sulfat-Heptahydrat sowie 5 g Rongalit und Mercaptoethanol gegeben. Nach kurzem Einrühren werden weiterhin 3 g 50%iges Wasserstoffperoxid zudosiert. Die

Temperatur steigt dabei von 20 °C auf ca. 30 °C bis 65 °C an. Die Lösung wird anschließend 10 Minuten gerührt, bevor sie mit Natronlauge (20 %) neutralisiert wurde. Man erhält eine leichtgelb gefärbte, klare wässrige Polymerlösung mit einem Feststoffgehalt von ca.

40 Gew.-%. Die Mengenangaben der verwendeten Chemikalien (NaOH, Mercaptoethanol und Acrylsäure) sowie die Molmassen des jeweiligen Polyethylenglycol-hydroxybutyl-monovinylethers (PEG-HBVE), gewichtsmittlere Molmasse und die Ladungsdichte des Polymers (Molzahl Carboxylat- und/oder Carboxylgruppen/ Gesamtmol-masse des PCEs) (mol/(g/mol)) sind den untenstehenden Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Details zur Herstellung der P1, P2 und P7

Polymer	NaOH (20 %) [g]	Mercaptoethanol [g]	Acrylsäure (99 %) [g]
P1	40	1,5	30,8
P2	10	1,7	42,4
P7	0	0,9	21,9

Tabelle 2: Übersicht der strukturellen Parameter der Polymere

Polymer	Ladungsdichte ( $\mu\text{eq/g}$ )	$M_w$ (g/mol)	Molmasse PEG- HBVE (g/mol)
P1	1110	28537	5800
P2	1488	28659	3000
P7	811	35665	5800

## Polymer P3

Das Polymer P3 ist ein Kammpolymer und basiert auf den Monomeren Maleinsäure, Acrylsäure und Vinyloxybutylpolyethyleneglykol – 5.800. Das molare Verhältnis von Acrylsäure zu Maleinsäure beträgt 7. Das Molgewicht  $M_w$  beträgt 40.000 g/mol und wurde über GPC bestimmt. Der Feststoffgehalt beträgt 45 Gew. %. Die Synthese ist zum Beispiel in EP 0894811 beschrieben. Die Ladungsdichte ist 930  $\mu\text{eq/g}$ .

## 10 Polymer P4

Das Polymer P4 ist ein Kondensat aus den Bausteinen PhenolPEG5000, Phenoxyethanolphosphat und Formaldehyd. Das Molekulargewicht  $M_w$  beträgt 25.730 g/mol. Das Polymer wurde entsprechend Polymer 7 der WO 2015/091461 (Tabelle 1 und 2) hergestellt.

15

## Polymer P5

Das Polymer P5 ist ein Kammpolymer polymerisiert aus einem Hydroxyethylmethacrylat-Phosphorsäureester und einem Ester von Methacrylsäure und Methylpolyethylenglykol mit einem Molekulargewicht von 5.000 g/mol. Die Synthese wurde entsprechend der Herstellung von P1 aus der WO 2014/026938 durchgeführt. Das Molekulargewicht  $M_w$  beträgt 3.660 g/mol. Der Feststoffgehalt der Polymerlösung beträgt 29 Ma.-%.

20

## Polymer P6

Das Polymer 6 ist ein kommerziell erhältliches, mit NaOH teilneutralisiertes Polyacrylat (Neutralisationsgrad 80 %). Das mittlere Molgewicht  $M_w$  beträgt 5.000 – 10.000 g/mol. Der Feststoffgehalt der Polymerlösung beträgt 45 Ma.-%.

25

## Hydrothermales Calciumsilikathydrat (htCSH)

30 htCSH1: Circolit, erhältlich von der Cirkel GmbH & Co. KG, Haltern am See.

## htCSH2:

Für die Herstellung von htCSH2 wurden 153 kg Quarzmehl ( $d(95) < 63 \mu\text{m}$ ,  $\text{SiO}_2$ -Gehalt > 95 Ma.-%), 150 kg Branntkalk ( $d(95) < 90 \mu\text{m}$ , CaO-Gehalt > 90 Ma.-%), 222 g Aluminiumpaste (Wassergehalt = 40 %,  $d(50) = 15 \mu\text{m}$ ) und 340 kg Wasser vermischt. Diese Suspension wurde 3 h bei einer Temperatur von 20 °C stehen gelassen. Anschließend

35

wurde das Material 8 h in einem Autoklaven bei 150 °C (ca. 5 bar) gehalten. Danach wurde das Material auf Raumtemperatur abgekühlt und weiter mittels Brecher und Kugelmühlen auf eine Partikelgröße  $d(95) < 1$  mm sowie  $d(50) < 500$   $\mu\text{m}$  zerkleinert. Der Feuchtegehalt (bestimmt durch Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz) war 36,6 Ma.-%.

5

htCSH3:

Für die Herstellung von htCSH3 wurden 100 kg Quarzmehl ( $d(95) < 63$   $\mu\text{m}$ ,  $\text{SiO}_2$ -Gehalt  $> 95$  Ma.-%), 200 kg Branntkalk ( $d(95) < 90$   $\mu\text{m}$ , CaO-Gehalt  $> 90$  Ma.-%), 222 g Aluminiumpaste (Wassergehalt = 40 %,  $d(50) = 15$   $\mu\text{m}$ ) und 410 kg Wasser vermischt. Diese Suspension wurde 3 h bei einer Temperatur von 20 °C stehen gelassen. Anschließend wurde das Material 12 h in einem Autoklaven bei 170 °C (ca. 8 bar) gehalten. Danach wurde das Material auf Raumtemperatur abgekühlt und weiter mittels Brecher und Kugelmühlen auf eine Partikelgröße  $d(95) < 1$  mm sowie  $d(50) < 500$   $\mu\text{m}$  zerkleinert. Der Feuchtegehalt (bestimmt durch Trocknung bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz) war 40,0 Ma.-%.

15

Die verwendeten Ausgangsmaterialien weisen folgende Eigenschaften auf (Tabelle 3):

Tabelle 3

Typ	htCSH1	htCSH2	htCSH3
Zusammensetzung (in Ma.-%) <sup>(1)</sup>			
C-S-H-Komponente			
C-S-H-Phase	Xonotlit	Tobermorit 14Å (zugrundegelegte C-S-H-Phase)	Tobermorit 14Å (zugrundegelegte C-S-H-Phase)
	84,5	14,6	23,3
Röntgenamorpher Anteil	12,5	51,1	60,6
Kristalline Fremdstoffkomponente			
Quarz	n.d.	27,3	4,5
Portlandit	n.d.	2,6	7,0
Calcit	3,0	2,7	4,6
Eigenschaften			
Kristallitgröße C-S-H-Phase	33 nm	3,6 nm	3,6 nm
Partikelgrößenverteilung			
$d(10)$ in $\mu\text{m}$	1	7	6
$d(50)$ in $\mu\text{m}$	7	101	109
$d(90)$ in $\mu\text{m}$	21	217	227
BET Oberfläche	38 $\text{cm}^2/\text{g}$	113 $\text{cm}^2/\text{g}$	113 $\text{cm}^2/\text{g}$
molares Verhältnis Ca/Si <sup>(3)</sup>	1,09 *	0,89 <sup>(2)</sup>	1,77 <sup>(2)</sup>

20 n.d.: nicht bestimmbar (Gehalt ist kleiner der Nachweisgrenze)

\* ermittelt aus Produktdatenblättern

<sup>(1)</sup> Aus der XRD mit anschließender Rietveld-Analyse

<sup>(2)</sup> Ermittelt mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (XRF)

<sup>(3)</sup> aus der Gesamtmenge der anorganischen Bestandteile des hydrothermalen CSH

Die Nassmahlung des hydrothermal hergestellten Calciumsilikathydrats wurde mittels Schüttelsetup (Rüttler SK 300 von Fast & Fluid Management) durchgeführt. Die  
5 Bedingungen für die einzelnen Nassmahlungen sind in Tabelle 4 aufgelistet. Für die Vermahlung wurden 100 g der Suspension entsprechend der Parameter in Tabelle 4 in 250 ml Glasflaschen, die mit 500 g Mahlperlen aus  $ZrO_2$  mit einem Durchmesser von 1 mm gefüllt waren, gegeben. Die Mahlung fand statt auf Stufe 3 bei einer Wirkleistung  $I_0$  von 1281,1 W statt. Zwischen der Herstellung der Suspensionen (Vermischen von  
10 hydrothermale C-S-H, Wasser und wasserlöslichem Polymer) und der eigentlichen Nassmahlung unter hoher Scherenergie wurden die Suspension 30 Minuten ohne zusätzliche mechanische Schereinwirkung ruhen gelassen. Nach der Mahlung wurden die Suspension durch ein Sieb von den Mahlperlen abgetrennt und teilweise mit destillierten Wasser nachgespült. Der Feststoffgehalt der Suspension wurde anschließend durch  
15 Trocknen der Suspension bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

Für den Vergleich zum Stand der Technik wurden 3 Suspensionen durch Fällung gemäß WO 2010/026155 hergestellt (pptCSH). Diese enthalten amorphe CSH-Keime, die durch das Polymer stabilisiert sind.

Tabelle 4

Beispiel	Ausgangs- material	Gehalt hydro- thermales CSH (Ma.-%)	Polymer	Polymergehalt (Fest- stoff) in Suspension (Ma.-%)	Feststoffgehalt nach Mahlung ( <sup>(1)</sup> (Ma.-%)	Mahldauer (min)	Scherenergie (kWh/t)
S1*	htCSH1	15	-	-	15.26	180	604
S2*	htCSH1	15	P4	2,5	17.67	180	604
S3*	htCSH1	15	P1	2,5	17.63	180	604
S4*	htCSH1	15	P3	2,5	17.69	180	604
S5*	htCSH1	15	P6	2,5	17.48	180	604
S6*	htCSH1	15	P5	2,5	17.73	180	604
S7	htCSH2	15	P1	2,5	11.22	180	604
S8	htCSH2	15	P1	3,5	12.38	180	604
S9	htCSH2	15	P1	7,5	15.79	180	604
S10	htCSH3	15	P1	2,5	11.56	180	604
S11	htCSH3	15	P1	3,5	12.70	180	604
S12	htCSH3	15	P1	7,5	16.27	180	604
S13	htCSH3	13,91	P7	2,8	15.22	20	67
S14	htCSH3	13,91	P7	2,8	16.72	60	201
S15	htCSH3	13,91	P7	2,8	16.86	120	402
S16*	pptCSH	--	P7	2,8	17.92 <sup>(2)</sup>	20	67
S17*	pptCSH	--	P7	2,8	18.01 <sup>(2)</sup>	60	201
S18*	pptCSH	--	P7	2,8	18.22 <sup>(2)</sup>	120	402

(1) Der Feststoffgehalt der Suspension nach der Mahlung wurde durch Trocknen von 1 g Suspension bei 60 °C im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

(2) vor der Viskositätsmessung wurden die Proben auf einen Feststoffgehalt von 15 Ma.-% mit Wasser verdünnt.

5 \* Vergleichsbeispiel.

Für den Vergleich zum Stand der Technik gemäß WO 2010/026155 wurden 3 Suspensionen (S16, S17, S18) sowie 3 erfindungsgemäße Suspensionen (S13, S14, S15) hergestellt, wobei bei den Beispielen S13 bis S18 194 g Suspension in den 250 ml Flaschen bei einer  
10 Mahlkugelmenge von 500 g vermahlen wurden.

Für die Herstellung von S16 bis S18 wurden 15,5 g  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Merck, CAS 1305-62-0, Reinheit > 97 %) und 12,1 g  $\text{SiO}_2$  (Silica, fumed; CAS 112945-52-5, Sigma Aldrich, Reinheit > 99,9 %) mit Wasser und Polymer (siehe Tabelle 2 oben) vermischt, so dass die  
15 Gesamtmasse der Suspension 194 g ergab.

Zur Bestimmung der Scherenergie wurde während des Betriebs des Rüttler SK 300 mittels AC-Vielfachmesszange MX 350 der Firma Metrix die Stromstärke im Leerbetrieb  $I_0$  (Rüttelbewegung ohne Mahlperlen und Mahlgut) sowie die Stromstärke im Mahlbetrieb  $I_P$  (Rüttelbewegung bei gefüllten Glasflaschen mit Mahlperlen und Mahlgut) gemessen. Die  
20 Wirkspannung lag in beiden Fällen 230 V.

Die sich aus den gemessenen Stromstärken ergebene Wirkleistung  $I_0$  lag bei 1281,1 W während die Wirkleistung im Mahlbetrieb  $I_P$  für die Mahlung von 400 g Suspension bei  
25 1361,6 W lag. Daraus ergibt sich eine notwendige Wirkleistung  $P_W$  von 201,25 W bei der Mahlung von 1 kg Suspension.

Der Polymergehalt in der Suspension bezieht sich immer auf den Feststoffgehalt des verwendeten Polymers.  
30

Die Suspensionen wurden hinsichtlich Beschleunigungswirkung mittels Wärmeflusskalorimetrie und hinsichtlich Viskosität mittels Brookfield-Viskosimeter charakterisiert.

35 Wärmeflusskalorimetrie:

Zur Bestimmung der Beschleunigungsleistung der Beschleunigersuspensionen wurden Zementpasten, die die Beschleunigersuspensionen enthalten, hergestellt und deren Hydratationskinetik mittels isothermer Wärmeflusskalorimetrie gemessen. Dazu wurden  
40 100 g Portland-Zement (CEM I 52.5 R) mit 40 g Wasser mittels Überkopfrührer für 90 Sekunden bei 500 rpm vermischt. Die zu prüfenden Suspension wurde mit dem Anmachwasser zu dem Zement gegeben, wobei dann die Anmachwassermenge auf die in

der Suspension enthaltenen Wassermenge korrigiert wurde, so dass bei jedem Versuch ein Wasser/Zement-Wert von 0.4 eingestellt wurde. Die Zugabemengen der zu prüfenden Suspension sind in Tabelle 5 erfasst.

- 5 Jeweils 6 g Mörtel oder Zementpaste wurden dann in das Messgefäß eingefüllt und dieses in das Kalorimeter eingeführt. Die isotherme Wärmeflusskalorimetrie wurde mit dem Kalorimeter TAMAir von TA Instruments bei 20 °C durchgeführt.

- 10 Es wurde die kumulierte Hydratationswärme nach 6 h ermittelt. Weiterhin wurden zum Vergleich der Proben jeweils die maximalen Steigungen im Wärmefluss zwischen 2 und 8 Stunden ermittelt und diese auf die Steigung der Vergleichsmessung (Zement + Wasser) bezogen. Die Bestimmung der relativen Steigung wurde entsprechend der Veröffentlichung von L. Nicoleau (2012) durchgeführt (L. Nicoleau: The acceleration of cement hydration by seeding: Influence of the cement mineralogy. Ibausil 18. Internationale Baustofftagung in  
15 Weimar (2012), Tagungsband Seiten 1-0330 - 1-0337). Die Ergebnisse der kalorimetrischen Messungen sind in der nachfolgenden Tabelle 5 zusammengestellt:

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 erfasst.

20 Tabelle 5

Beschleunigersuspension	Viskosität Suspension (mPas)	Zugabemenge Suspension bezogen auf Zement (Ma.%)	Zugabemenge CSH-Ausgangsmaterial, bezogen auf Zement	HoH nach 6 h [J/g Zement]	Beschleunigungsfaktor
ohne		-		23,25	1,00
S1	>100.000	3,28	0,5 Ma.-%	38,08	1,11
S1	>100.000	6,55	1,0 Ma.-%	46,89	1,11
S2	85	3,30	0,5 Ma.-%	41,52	1,30
S2	85	6,60	1,0 Ma.-%	49,83	1,54
S3	30	3,31	0,5 Ma.-%	42,07	1,39
S3	30	6,62	1,0 Ma.-%	53,18	1,83
S4	20	3,30	0,5 Ma.-%	41,82	1,37
S4	20	6,60	1,0 Ma.-%	51,87	1,65
S5	3	3,34	0,5 Ma.-%	33,41	1,35
S5	3	6,68	1,0 Ma.-%	36,38	1,61
S6	7.5	3,29	0,5 Ma.-%	33,83	1,20
S6	7.5	6,58	1,0 Ma.-%	41,04	1,41
S7	10	5,20	0,5 Ma.-%	48,32	1,85
S7	10	10,40	1,0 Ma.-%	59,95	2,37
S8	20	4,98	0,5 Ma.-%	44,66	1,87
S8	20	9,96	1,0 Ma.-%	54,99	2,26

S9	30	4,75	0,5 Ma.-%	33,32	1,50
S9	30	9,50	1,0 Ma.-%	36,27	1,70
S10	15	5,05	0,5 Ma.-%	57,74	2,13
S10	15	10,09	1,0 Ma.-%	69,02	2,70
S11	15	4,85	0,5 Ma.-%	55,01	2,22
S11	15	9,71	1,0 Ma.-%	67,23	2,65
S12	20	4,61	0,5 Ma.-%	41,01	2,26
S12	20	9,22	1,0 Ma.-%	45,66	2,52
S13	18	9,86	1,25 Ma.-%	51,30	1,42
S14	20	8,97	1,25 Ma.-%	59,42	1,67
S15	35	8,90	1,25 Ma.-%	65,31	1,79
S16	>100.000	8,37	1,25 Ma.-%	64,91	1,65
S17	>100.000	8,33	1,25 Ma.-%	68,95	1,80
S18	>100.000	8,23	1,25 Ma.-%	66,58	1,69

HoH: kumulierte Hydratationswärme ab 0,5 h Hydratation.

5 Eine Viskosität von > 100.000 bedeutet, dass die Viskosität nicht messbar war, weil sich ein festes Gel ausgebildet hat.

## Patentansprüche

1. Zusammensetzung, umfassend einen mineralischen Bestandteil und ein polymeres wasserlösliches Dispergiermittel, wobei der mineralische Bestandteil ein semigeordnetes Calciumsilikathydrat mit einer scheinbaren Kristallitgröße von 5  
15 nm oder weniger und weniger als 35 Gew.-% vom semigeordneten Calciumsilikathydrat verschiedene kristalline Phasen enthält.
2. Zusammensetzung nach Anspruch 1, wobei das molare Verhältnis von Calcium zu Silicium im mineralischen Bestandteil im Bereich von 0,5 bis 2,5, bevorzugt 0,8 bis 2,2, besonders bevorzugt 1,0 bis 2,0 oder 1,6 bis 2,0 liegt.
3. Zusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, enthaltend 2 Gew.-% oder weniger Alkalimetalle, bezogen auf den mineralischen Bestandteil.
- 15 4. Zusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die spezifische BET-Oberfläche des mineralischen Bestandteils im Bereich von 30 bis 150 m<sup>2</sup>/g, bevorzugt 80 bis 150 m<sup>2</sup>/g, insbesondere 90 bis 150 m<sup>2</sup>/g, besonders bevorzugt 100 bis 150 m<sup>2</sup>/g, bestimmt nach DIN ISO 9277:2003-05, liegt.
- 20 5. Verfahren zur Herstellung einer Calciumsilikathydrat-enthaltenden Zusammensetzung, wobei man einen mineralischen Bestandteil in einem wässrigen Medium mit mindestens einem wasserlöslichen polymeren Dispergiermittel durch Einbringen von kinetischer Energie in Kontakt bringt, wobei der mineralische Bestandteil ein semigeordnetes Calciumsilikathydrat mit einer scheinbaren Kristallitgröße von 25  
15 nm oder weniger und weniger als 35 Gew.-% vom semigeordneten Calciumsilikathydrat verschiedene kristalline Phasen enthält.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der mineralische Bestandteil durch Umsetzung von Calciumoxid oder Calciumhydroxid mit Siliciumdioxid in Anwesenheit von Wasser unter hydrothermalen Bedingungen bei einer Temperatur im Bereich von 30  
100 °C bis 400 °C über einen Zeitraum von 5 h bis 30 h hergestellt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der mineralische Bestandteil in Anwesenheit eines Schäumungsmittels hergestellt ist.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei das in Kontakt bringen des mineralischen Bestandteils mit dem wasserlöslichen polymeren Dispergiermittel

durch Einbringen von Misch- oder Scherenergie erfolgt.

- 5 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das in Kontakt bringen des mineralischen Bestandteils mit dem wasserlöslichen polymeren Dispergiermittel durch Vermahlen erfolgt.
- 10 10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Vermahlen bis zu einer Teilchengröße  $d(50)$  des mineralischen Bestandteils von  $\leq 400$  nm, bevorzugt  $\leq 300$  nm, besonders bevorzugt  $\leq 200$  nm erfolgt, bestimmt mittels statischer Lichtstreuung.
11. Verfahren einem der Ansprüche 5 bis 10, wobei als polymeres Dispergiermittel ein Kammpolymer mit Polyalkylenoxid-Seitenketten verwendet wird.
- 15 12. Baustoffmischung, umfassend die Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, sowie gegebenenfalls ein hydraulisches oder latent hydraulisches Bindemittel, insbesondere Zement, Schlacke, vorzugsweise granuliert Hochofenschlacke, Flugasche, Silikamehl, Metakaolin, natürliche Puzzolane, kalzinierten Ölschiefer, Calciumsulfoaluminat-zemente und/oder Calciumaluminatzemente.
- 20 13. Verwendung einer Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 zur Erhärtungsbeschleunigung von bauchemischen Mischungen, enthaltend ein hydraulisches oder latent hydraulisches Bindemittel, insbesondere Zement, Schlacke, vorzugsweise granuliert Hochofenschlacke, Flugasche, Silikamehl, Metakaolin, natürliche Puzzolane, kalzinierten Ölschiefer, Calciumsulfoaluminatzemente
- 25 und/oder Calciumaluminatzemente, vorzugsweise von bauchemischen Mischungen, die überwiegend Zement als hydraulisches Bindemittel enthalten.

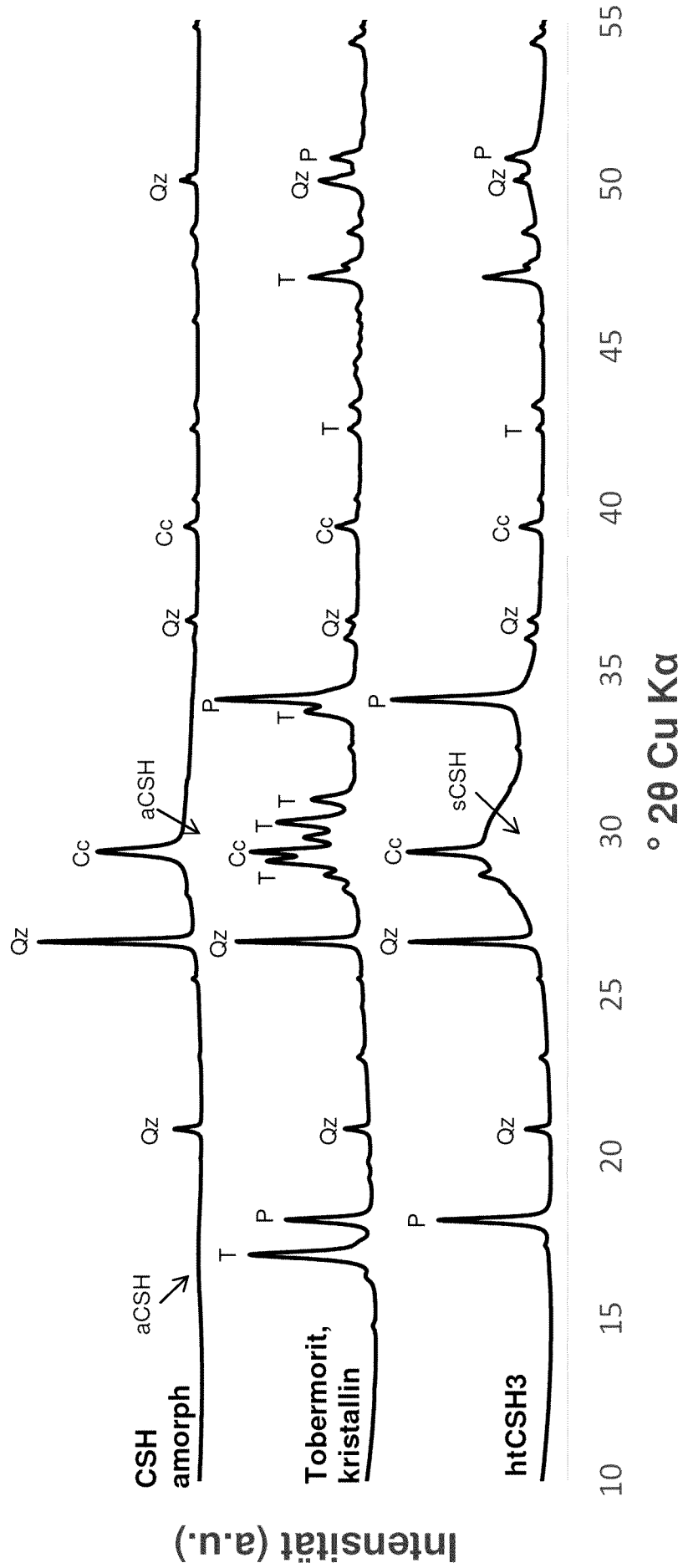


Fig. 1

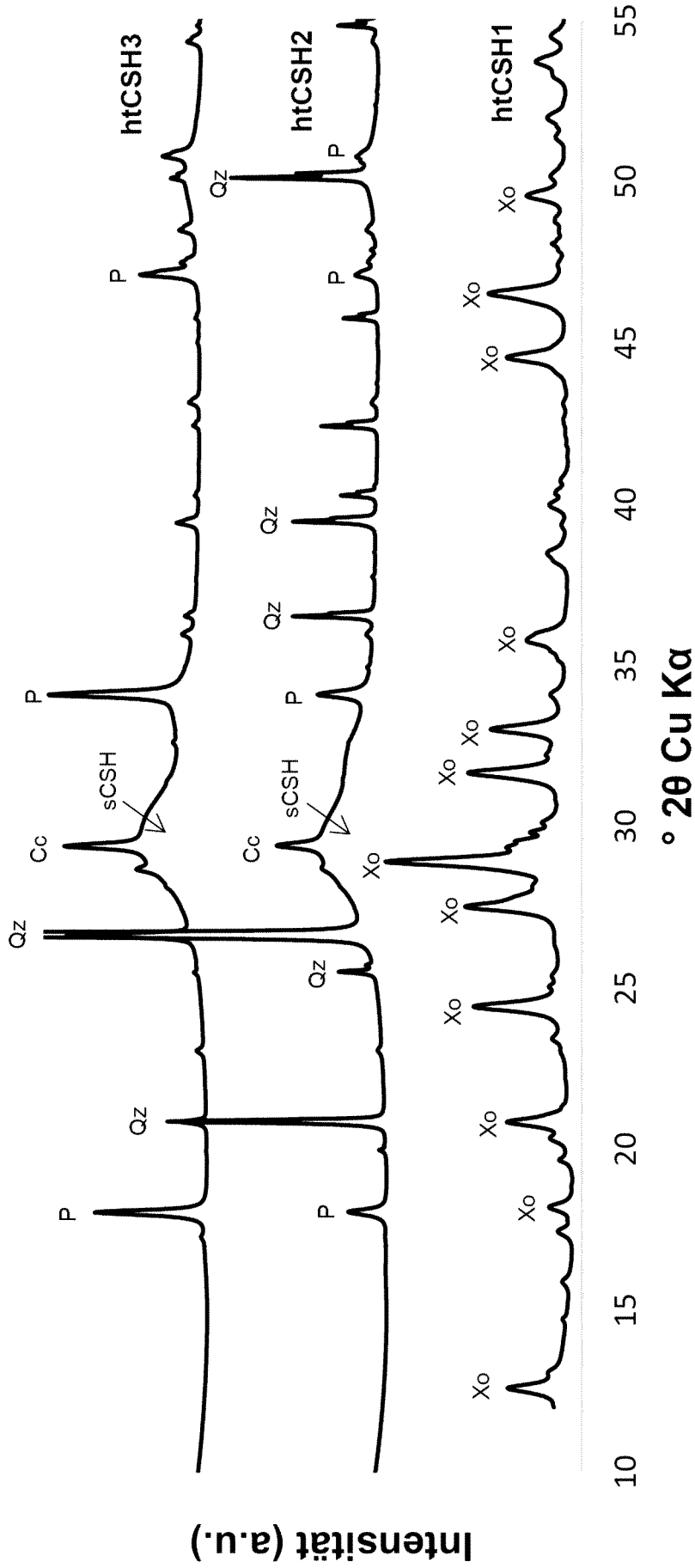


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2018/054430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C04B22/00 C04B14/04 C04B28/02  
ADD.  
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 practicable, 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	EP 2 607 329 A1 (SIKA TECHNOLOGY AG [CH]) 26 June 2013 (2013-06-26) example B9 paragraphs [0007] - [0034], [0053]	1-13
X	WO 2013/017391 A1 (LAFARGE SA [FR]; PARDAL XIAOLIN [FR]; DION PASCAL [FR]) 7 February 2013 (2013-02-07) cited in the application example 4	1-13
X	WO 2010/026155 A1 (CONSTR RES & TECH GMBH [DE]; NICOLEAU LUC [DE]; JETZLSPERGER EVA [DE];) 11 March 2010 (2010-03-11) cited in the application page 9, lines 6-17 page 42	1-13
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search  17 May 2018	Date of mailing of the international search report  28/05/2018
--	--

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  Gattinger, Irene
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2018/054430

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/192745 A1 (FUND TECNALIA RES & INNOVATION [ES]) 8 December 2016 (2016-12-08) the whole document	1-13
A	----- TASHIRO ET AL: "Effect upon strength of cement paste by addition of cement hydrates", 23RD GENERAL MEETING OF CEMENT ASSOCIATION JAPAN,, 1 January 1969 (1969-01-01), pages 136-141, XP009195221, the whole document	1-13
A	----- WO 95/04007 A1 (LAFARGE COPPEE [FR]; LETURE PHILIPPE [FR]; CHAPPUIS JACQUES [FR]; LATR) 9 February 1995 (1995-02-09) cited in the application the whole document	1-13
A	----- WO 2015/086453 A1 (MAPEI SPA [IT]) 18 June 2015 (2015-06-18) the whole document -----	1-13

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/054430

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
EP 2607329	A1	26-06-2013	CN 103958432 A	30-07-2014	
			EP 2607329 A1	26-06-2013	
			EP 2794507 A1	29-10-2014	
			US 2014331899 A1	13-11-2014	
			WO 2013093034 A1	27-06-2013	
-----					
WO 2013017391	A1	07-02-2013	CA 2842918 A1	07-02-2013	
			EP 2739583 A1	11-06-2014	
			FR 2978761 A1	08-02-2013	
			US 2014174325 A1	26-06-2014	
			WO 2013017391 A1	07-02-2013	
-----					
WO 2010026155	A1	11-03-2010	AU 2009289267 A1	11-03-2010	
			BR PI0918283 A2	15-12-2015	
			CA 2735705 A1	11-03-2010	
			CN 102216234 A	12-10-2011	
			DE 202009017741 U1	20-05-2010	
			EP 2321235 A1	18-05-2011	
			EP 2664595 A2	20-11-2013	
			EP 2664596 A2	20-11-2013	
			EP 3153482 A1	12-04-2017	
			JP 6071199 B2	01-02-2017	
			JP 6133355 B2	24-05-2017	
			JP 2012501293 A	19-01-2012	
			JP 2015147939 A	20-08-2015	
			JP 2016000695 A	07-01-2016	
			RU 2011112305 A	10-10-2012	
			TW 201016629 A	01-05-2010	
			US 2011269875 A1	03-11-2011	
			WO 2010026155 A1	11-03-2010	
-----					
WO 2016192745	A1	08-12-2016	AR 104790 A1	16-08-2017	
			AU 2015396917 A1	04-01-2018	
			CA 2987482 A1	08-12-2016	
			CN 107848816 A	27-03-2018	
			WO 2016192745 A1	08-12-2016	
-----					
WO 9504007	A1	09-02-1995	AT 161245 T	15-01-1998	
			CA 2168253 A1	09-02-1995	
			DE 69407418 D1	29-01-1998	
			DE 69407418 T2	14-05-1998	
			DK 0711259 T3	24-08-1998	
			EP 0711259 A1	15-05-1996	
			ES 2110245 T3	01-02-1998	
			FR 2708592 A1	10-02-1995	
			JP 3607291 B2	05-01-2005	
			JP H09500605 A	21-01-1997	
			US 5709743 A	20-01-1998	
			WO 9504007 A1	09-02-1995	
-----					
WO 2015086453	A1	18-06-2015	AU 2014363778 A1	30-06-2016	
			CA 2933109 A1	18-06-2015	
			EP 3080052 A1	19-10-2016	
			JP 2016539906 A	22-12-2016	
			US 2016318802 A1	03-11-2016	
			WO 2015086453 A1	18-06-2015	
			ZA 201603888 B	27-09-2017	
-----					

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C04B22/00 C04B14/04 C04B28/02 ADD.		
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	EP 2 607 329 A1 (SIKA TECHNOLOGY AG [CH]) 26. Juni 2013 (2013-06-26) Beispiel B9 Absätze [0007] - [0034], [0053] -----	1-13
X	WO 2013/017391 A1 (LAFARGE SA [FR]; PARDAL XIAOLIN [FR]; DION PASCAL [FR]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) in der Anmeldung erwähnt Beispiel 4 -----	1-13
X	WO 2010/026155 A1 (CONSTR RES & TECH GMBH [DE]; NICOLEAU LUC [DE]; JETZLSPERGER EVA [DE];) 11. März 2010 (2010-03-11) in der Anmeldung erwähnt Seite 9, Zeilen 6-17 Seite 42 ----- -/--	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
17. Mai 2018		28/05/2018
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  Gattinger, Irene

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2016/192745 A1 (FUND TECNALIA RES & INNOVATION [ES]) 8. Dezember 2016 (2016-12-08) das ganze Dokument	1-13
A	TASHIRO ET AL: "Effect upon strength of cement paste by addition of cement hydrates", 23RD GENERAL MEETING OF CEMENT ASSOCIATION JAPAN,, 1. Januar 1969 (1969-01-01), Seiten 136-141, XP009195221, das ganze Dokument	1-13
A	WO 95/04007 A1 (LAFARGE COPPEE [FR]; LETURE PHILIPPE [FR]; CHAPPUIS JACQUES [FR]; LATR) 9. Februar 1995 (1995-02-09) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	WO 2015/086453 A1 (MAPEI SPA [IT]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) das ganze Dokument	1-13

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/054430

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2607329	A1	26-06-2013	CN 103958432 A	30-07-2014
			EP 2607329 A1	26-06-2013
			EP 2794507 A1	29-10-2014
			US 2014331899 A1	13-11-2014
			WO 2013093034 A1	27-06-2013
-----				
WO 2013017391	A1	07-02-2013	CA 2842918 A1	07-02-2013
			EP 2739583 A1	11-06-2014
			FR 2978761 A1	08-02-2013
			US 2014174325 A1	26-06-2014
			WO 2013017391 A1	07-02-2013
-----				
WO 2010026155	A1	11-03-2010	AU 2009289267 A1	11-03-2010
			BR PI0918283 A2	15-12-2015
			CA 2735705 A1	11-03-2010
			CN 102216234 A	12-10-2011
			DE 202009017741 U1	20-05-2010
			EP 2321235 A1	18-05-2011
			EP 2664595 A2	20-11-2013
			EP 2664596 A2	20-11-2013
			EP 3153482 A1	12-04-2017
			JP 6071199 B2	01-02-2017
			JP 6133355 B2	24-05-2017
			JP 2012501293 A	19-01-2012
			JP 2015147939 A	20-08-2015
			JP 2016000695 A	07-01-2016
			RU 2011112305 A	10-10-2012
			TW 201016629 A	01-05-2010
			US 2011269875 A1	03-11-2011
WO 2010026155 A1	11-03-2010			
-----				
WO 2016192745	A1	08-12-2016	AR 104790 A1	16-08-2017
			AU 2015396917 A1	04-01-2018
			CA 2987482 A1	08-12-2016
			CN 107848816 A	27-03-2018
			WO 2016192745 A1	08-12-2016
-----				
WO 9504007	A1	09-02-1995	AT 161245 T	15-01-1998
			CA 2168253 A1	09-02-1995
			DE 69407418 D1	29-01-1998
			DE 69407418 T2	14-05-1998
			DK 0711259 T3	24-08-1998
			EP 0711259 A1	15-05-1996
			ES 2110245 T3	01-02-1998
			FR 2708592 A1	10-02-1995
			JP 3607291 B2	05-01-2005
			JP H09500605 A	21-01-1997
			US 5709743 A	20-01-1998
			WO 9504007 A1	09-02-1995
-----				
WO 2015086453	A1	18-06-2015	AU 2014363778 A1	30-06-2016
			CA 2933109 A1	18-06-2015
			EP 3080052 A1	19-10-2016
			JP 2016539906 A	22-12-2016
			US 2016318802 A1	03-11-2016
			WO 2015086453 A1	18-06-2015
			ZA 201603888 B	27-09-2017
-----				