



①9



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 CH 693 231 A5

⑤1 Int. Cl.⁷: C 04 B 028/30
C 04 B 028/34
E 04 G 023/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

①2 PATENTSCHRIFT A5

②1 Gesuchsnummer: 01991/98

②2 Anmeldungsdatum: 30.09.1998

③0 Priorität: 09.10.1997 US 08/946,744

②4 Patent erteilt: 30.04.2003

④5 Patentschrift veröffentlicht: 30.04.2003

⑦3 Inhaber:
MBT Holding AG, Vulkanstrasse 110,
8048 Zürich (CH)

⑦2 Erfinder:
Stephen A. Farrington, 228, North Hambden Street,
Chardon, Ohio (US)

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Schaad, Balass, Menzl & Partner AG,
Dufourstrasse 101, 8034 Zürich (CH)

⑤4 Rasch abbindende, eine hohe Frühfestigkeit aufweisende Bindemittel.

⑤7 Beschrieben wird ein Verfahren zur Herstellung eines Zementmaterials durch Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Herstellen des Gemisches im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung erfolgt. Ein Verfahren zur Reparatur eines Risses in einer Zementstruktur umfasst das Applizieren des so hergestellten Zementbindemittels auf den Riss.

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft zementartige bzw. zementhaltige Bindemittel (im folgenden Zementbindemittel genannt). Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung rasch abbindende, eine hohe Frühfestigkeit aufweisende Bindemittel zur Verwendung als Zementreparaturmaterialien, die Phosphatzemente enthalten.

Eine hohe Frühfestigkeit aufweisende Zementbindemittel wurden in der Vergangenheit zur Reparatur von Zementstrukturen oder als Komponenten von Zementzusammensetzungen zur Herstellung von Strukturen verwendet. In einer Klasse dieser Materialien werden Ammoniumphosphate zur Herstellung von Bindemittelmaterien bei der Umsetzung mit Magnesiumionen liefernden Materialien, wie MgO, verwendet. In der internationalen Patentveröffentlichung WO 96/35 647 ist ein Mechanismus beschrieben, nach dem aus einem Ammoniumphosphatausgangsmaterial Kaliumstruvit hergestellt wurde. Von einigen wurde die Verwendung anderer Metallphosphate in Verbindung mit oder als Ersatz für Ammoniumphosphat, beispielsweise die Verwendung von Al-, Ca-, Mg- oder Na-Phosphorsäuresalzen, vorgeschlagen.

Aus der US-A-2 522 548 ist die Herstellung von feuerfesten Gussformen für das Giessen von Metall, die mit aus einem Metalloxid oder -hydroxid (Ca, Mg oder Zn), einem primären Metallphosphat (Mg, Ca, Zn, Mn, Al oder Fe) und einem primären Alkalimetallphosphat (Na oder K) hergestellten Phosphatbindemitteln hergestellt wurden, beschrieben. Das Bindemittel kann mit Füllstoffen und Verzögerern kombiniert werden.

In der US-A-4 444 594 sind durch Säure gehärtete anorganische Zusammensetzungen mit Eignung für ein Bindemittelmateriel, das mit Mineralwolle verträglich ist, zur Verwendung bei Dachziegeln beschrieben. Das Bindemittel wird durch Umsetzen von MgO, eines sauren Phosphat-, Chlorid- oder Sulfatsalzes, eines Aminoalkohols und von Wasser hergestellt. Füllstoffe können dem Bindemittel zugesetzt werden. Das saure Phosphat kann Ammoniumphosphat (bevorzugt), Natriumphosphat oder Kaliumphosphat sein.

Ein bei der Verwendung herkömmlicher Reparaturbindemittel oder Mörtel auftretendes Problem besteht darin, dass sie üblicherweise Ammoniumphosphathydrat als Komponente zur Umsetzung mit einem Erdalkalioxid oder -hydroxid, wie MgO oder MgOH, in Wasser zur Bildung von Struvit enthalten. Die Umsetzung des Ammoniumphosphatsalzes mit dem Erdalkalimetall führt zum Entweichen von Ammoniak in Gasform, wodurch es zu einem Aufschäumen und der Erzeugung eines unangenehmen Geruchs in der Umgebung kommt. Die Verwendung derartiger Bindemittel oder Zemente in Innenräumen ist somit stark eingeschränkt.

Ein weiteres Problem bei herkömmlichen Materialien besteht darin, dass die Umsetzung des Erdalkalimetallions mit dem Ammoniumphosphatsalz so schnell abläuft, dass das Bindemittel sich nahezu augenblicklich verfestigt. Dies schränkt die Möglichkeiten ein, die der Arbeiter besitzt, um das Produkt am gewünschten Ort «fertigzustellen». Festigungs- bzw. Abbindungsverzögerer sind folglich erforderlich, um das Verarbeiten des Gemisches zur wirksamen Bearbeitung der reparaturbedürftigen Struktur zu gewährleisten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, ein eine hohe Frühfestigkeit aufweisendes Bindemittel auf der Basis von Phosphatzement bereitzustellen, das das Entweichen von gasförmigem Ammoniak bei seiner Herstellung vermeidet.

Weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein eine hohe Frühfestigkeit aufweisendes Bindemittel bereitzustellen, das eine Verfestigungszeit besitzt, die der Verarbeitbarkeit des Bindemittels und Fertigstellvorgängen förderlich ist.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zementbindemittels mit Eignung in einem eine hohe Festigkeit aufweisenden, rasch abbindenden Mörtel, das sich auch als Reparaturmaterial für Zementstrukturen verwenden lässt. Das Bindungssystem basiert auf der Bildung von Kaliumstruvit durch Umsetzen einer Magnesiumquelle mit Kaliumphosphat und Wasser. Trotz eines noch schnellen Abbindens ist die Verfestigungszeit dieses Bindemittels langsamer als die Verfestigungszeit von Struvit. In dieses Material enthaltenden Mörteln sind inerte Füllstoffe enthalten. Die Rezeptur kann auch Verzögerer enthalten, um die Verarbeitbarkeitszeit vor Abbinden bzw. Verfestigen zu verlängern.

Ein merklicher Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Elimination der herkömmlicherweise verwendeten, Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Materialien, die in der Industrie für rasch abbindende Mörtel auf der Basis von Struvit verwendet werden. Die Vermeidung der Ammoniakentwicklung bei der Verwendung der Mörtel vergrößert deren Einsetzbarkeit stark.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Zementmaterials durch Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung hergestellt wird. In einer Ausführungsform ist die Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen MgO und die Kaliumphosphatverbindung KH_2PO_4 .

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist des Weiteren ein Verfahren zur Reparatur eines Risses in

einer Zementstruktur durch Applizieren eines Zementbindemittels auf den Riss, wobei das Zementbindemittel durch Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung hergestellt wurde, hergestellt wurde.

In einer Ausführungsform wird das erfindungsgemässe Zementbindemittel in einem Gemisch hergestellt, um einen Mörtel zuzubereiten, wobei das Herstellen des Gemisches das Zusetzen eines im Wesentlichen inerten Füllstoffs umfasst.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Reparatur eines Risses in einer Zementstruktur durch Applizieren eines Mörtels auf den Riss, wobei der Mörtel durch Herstellen eines Gemisches aus einem inerten Füllstoff, Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Herstellen des Gemisches im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung erfolgt, hergestellt wurde.

Die vorliegende Erfindung liefert ein Verfahren und Bindemittelrezepturen zur Herstellung hochfester, rasch abbindender Zementzusammensetzungen mit der Eignung für Betone, Bodenbeläge, Einpressmörtel und Reparatur- oder Flickmaterialien für Zementstrukturen und dgl. Das Verfahren und die Zusammensetzungen gemäss der vorliegenden Erfindung eignen sich in Baumaterialien, die mit Wasser nahe der Stelle, an der sie gegossen oder angeordnet werden sollen, vermischt werden.

Es ist wünschenswert, dass die erfindungsgemässen Materialien in Innenräumen verwendbar sind, wodurch die möglichen Komponenten der zur Herstellung der Materialien verwendeten Rezeptur eingeschränkt sind. Beispielsweise entweicht aus den als Reparaturmaterialien verwendeten, Ammoniumionen enthaltenden Rezepturen des Standes der Technik während der durch Wasser initiierten Reaktion gasförmiger Ammoniak, sodass diese Rezepturen im Allgemeinen nicht in Innenräumen verwendet werden können.

Die vorliegende Erfindung eliminiert die Entstehung von gasförmigem Ammoniak durch Bereitstellen einer Rezeptur und eines Verfahrens, die die Bildung eines hochfesten Zementbindemittels im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung gewährleisten.

Das erfindungsgemässe Bindungssystem basiert auf der Bildung von Kaliumstruvit ($\text{MgKPO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) durch Umsetzen einer Magnesiumquelle mit einer Kaliumphosphatverbindung, wie KH_2PO_4 und Wasser. Das Verfahren umfasst das Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung und ii) einer Kaliumphosphatverbindung bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung hergestellt wird. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen MgO und die Kaliumphosphatverbindung KH_2PO_4 .

Weitere Magnesiumionenquellen, die im erfindungsgemässen Verfahren verwendet werden können, umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Magnesiumhydroxid, Magnesiumphosphathydrat, Magnesiumacetat, Magnesiumsulfat, Magnesiumthiosulfat, Magnesiumnitrit, Magnesiumthiocyanat, Magnesiumphosphat (einbasig), Magnesiumbromid, Magnesiumcitrat, Magnesiumnitrat und verträgliche Gemische hiervon.

Bezogen auf die aktiven Bestandteile (d.h. Magnesiumquelle, Kaliumphosphatverbindung, Verzögerer, weitere Phosphatquelle und Wasser), enthält die Zementzusammensetzung zweckmässigerweise etwa 10 bis 35 Gew.-% einer oder mehrerer eine Magnesiumquelle darstellender Verbindungen, vorzugsweise 13 bis 30 Gew.-%, und zweckmässigerweise 30 bis 60 Gew.-% der Kaliumphosphatverbindung, vorzugsweise 30 bis 56 Gew.-%. Wasser wird im Allgemeinen in einer Menge von 15 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise von 16 bis 39 Gew.-%, zugesetzt, um die Reaktion zwischen den anderen Komponenten der Zementzusammensetzung zu initiieren.

Das so hergestellte Zementbindemittel kann als Einpressmörtel oder als Flick- oder Reparaturmaterial durch Applizieren des Bindemittels vor Abbinden auf die Zieloberfläche verwendet werden.

Obwohl noch ein rasches Abbinden erfolgt, ist die Verfestigungszeit dieses Bindemittels länger als die Verfestigungszeit von Struvit. Dies ermöglicht ein Verarbeiten des Bindemittels zu einer Guss-, Press-, Flick- oder anderen Struktur, während es sich noch in einem plastischen Zustand befindet.

Gewünschtenfalls kann die Verfestigungszeit durch die optionale Zugabe eines Verzögerers zu dem Gemisch, im Allgemeinen in einer Menge von bis zu 3 Gew.-%, weiter verlangsamt werden. Beispiele für geeignete Verzögerer sind, ohne darauf begrenzt zu sein, Oxyborverbindungen, Polyphosphonsäure, Salze von Polyphosphonsäure, Carbonsäuren, Carbonsäuresalze, Polycarbonsäuren, Polycarbonsäuresalze, Hydroxycarbonsäuren, Hydroxycarbonsäuresalze, Alkalimetallsalze von Halogeniden, Nitraten, Nitriten oder Sulfaten, Alkalimetallhydroxide, Alkalimetallcarbonate und Gemische hiervon.

Weitere Beispiele für geeignete Verzögerer für die erfindungsgemässen Zementbindemittel umfassen, ohne darauf begrenzt zu sein, Borsäure, Alkalimetallborate, wie Natriumborat, Natriumtetraboratdecahydrat, Trialkoxyborate, wie Trimethylborat, Triarylborate, Nitrilotris(methylen)tris(phosphon)säure und das Pentanatriumsalz hiervon, Citronensäure, Natriumcitrat (einbasig oder zweibasig), Trimellitsäure (wasser-

haltig), Nitrilotriessigsäuretrinitriumsalz (Monohydrat), Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Natriumsilicofluorid, Natriumnitrat, Kaliumnitrat, Natriumnitrit, Kaliumnitrit, Natriumsulfat, Kaliumsulfat, Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Natriumcarbonat, Kaliumcarbonat und dgl.

Weitere Phosphatquellen für das Bindemittel können optional neben oder als Ersatz eines Teils des Kaliumphosphats verwendet werden. Die weiteren Phosphatquellen können darüber hinaus als Dispergiermittel für das Bindemittel und/oder als Beschleuniger für die Reaktion wirken und zur Festigkeitsentwicklung des Materials beitragen. Beispiele für derartige Phosphatquellen umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, Natriumtripolyphosphat, Kaliumtripolyphosphat und Natriumkaliumtripolyphosphat. Die weitere Phosphatquelle kann den anderen aktiven Bestandteilen im Gemisch in einer Menge von bis zu etwa 20 Gew.-%, vorzugsweise von bis zu etwa 15 Gew.-%, zugesetzt werden.

Beispiele für erfindungsgemässe Zementbindemittel und das erfindungsgemässe Verfahren wurden im Vergleich mit ammoniumionenhaltigen Rezepturen des Standes der Technik durchgeführt. Eine Magnesiumquelle, eine Phosphatquelle, Wasser und gegebenenfalls ein Verzögerer wurden vermischt, in eine Form eingebracht und verfestigen gelassen. Spezielle Bindemittelgemischkomponenten und ihre Mengen sind in der folgenden Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Beispiel	Bindemittelgemischrezeptur
V1.	MgO(38%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (43%), H_2O (19%)
2.	MgO(28%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (17%)
V3.	MgO(33%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (32%), K_2CO_3 (18%), H_2O (17%)
V4.	MgO(39%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (44%), H_2O (17%)
5.	MgO(28%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (17%)
V6.	MgO(33%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (32%), K_2CO_3 (18%), H_2O (17%)
V7.	MgO(39%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (44%), H_2O (17%)
8.	MgO(28%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (17%)
V9.	MgO(33%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (32%), K_2CO_3 (18%), H_2O (17%)

Die Gemische 4–6 enthielten 0,2 Gew.-% Borsäure.

Die Gemische 7–9 enthielten 0,5 Gew.-% Borsäure.

Die Fließfähigkeiten der anfänglichen Gemische wurden bestimmt, die Abbindungszeiten unter Verwendung der in ASTM C–191 beschriebenen Vicat-Vorrichtungen gemessen und die Druckfestigkeiten der Formkörper nach 24 h gemäss Beschreibung in ASTM C–109 untersucht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Beispiel	Fließfähigkeit	Abbindungszeit (min)	Druckfestigkeit nach 24 h (MPa)
V1.	sehr flüssig	5	nicht bestimmt: Die Prüflinge wurden während des Abbindens beschädigt
2.	verarbeitbar	12	7,6
V3.	flüssig	6	nicht bestimmt: Die Prüflinge wurden während des Abbindens beschädigt
V4.	verarbeitbar	6	1,9
5.	verarbeitbar	26	6,7
V6.	verarbeitbar	12	nicht bestimmt: Die Prüflinge wurden während des Abbindens beschädigt
V7.	verarbeitbar	7	6,4
8.	verarbeitbar	47	6,5
V9.	flüssig	15	nicht bestimmt: Die Prüflinge wurden während des Abbindens beschädigt

Bei den Vergleichsbeispielen 1, 4 und 7 entwickelten sich beim Abbinden grosse Mengen an gasförmigem Ammoniak, sodass sich die Prüflinge für die Druckfestigkeitsmessung aus ihren Formen ausdehnten. Bei den Vergleichsbeispielen 3, 6 und 9 entwich während des Vermischens und während

mehrere min nach Giessen der Prüflinge für die Druckfestigkeitsmessung gasförmiger Ammoniak. Dies führte zu einem Herausfließen des Materials aus den Formen und zu einem anschliessenden Zurückschrumpfen, wodurch sich halb ausgeformte Kuben hoher Porosität bildeten. Der Grossteil der Vergleichsproben wurde durch die Gasentwicklung während ihres raschen Abbindens beschädigt, sodass der Druckfestigkeitstest nach 24 h mit diesen Proben nicht durchgeführt werden konnte.

Diese Probleme traten bei den Bindemitteln der erfindungsgemässen Beispiele nicht auf. Diese verfestigten sich langsamer als die Vergleichsmaterialien, obwohl sie sich noch ziemlich rasch in weniger als etwa einer 3/4 h verfestigten. Die Druckfestigkeiten nach 24 h aller erfindungsgemässer Prüflinge entsprachen den besten Werten der Vergleichsproben, die den Test überlebten, oder waren besser als diese.

Eine zweite Testreihe wurde wie oben beschrieben durchgeführt, um die erfindungsgemässen Beispiele mit Zementbindemitteln des Standes der Technik zu vergleichen. Bei diesen Tests wurde die Verzögerermenge variiert, um den Abgleich der Abbindungszeiten der unterschiedlichen Rezepturen zu versuchen. Die Bindemittelrezepturen sind in der folgenden Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Beispiel	Bindemittelgemischrezeptur
V10.	MgO(38%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (43%), H_2O (15%) + Borsäure (4%)
11.	MgO(29%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (16%)
V12.	MgO(33%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (31%), K_2CO_3 (18%), H_2O (15%) + Borsäure (2,5%)
13.	MgO(28%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (16%) + Borsäure (0,3%)
14.	MgO(28%), KH_2PO_4 (55%), H_2O (16%) + Borsäure (0,5%)
V15.	MgO(37%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (41%), H_2O (14%) + Borsäure (8%)
V16.	MgO(35%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (39%), H_2O (14%) + Borsäure (12,5%)
V17.	MgO(34%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (32%), K_2CO_3 (18%), H_2O (15%) + Borsäure (0,5%)
V18.	MgO(34%), $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (32%), K_2CO_3 (18%), H_2O (15%) + Borsäure (1%)

Abermals wurden die Fließfähigkeiten der anfänglichen Gemische bestimmt, die Abbindungszeiten gemessen und die Druckfestigkeiten der Formkörper nach 24 h untersucht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4

Beispiel	Fließfähigkeit	Abbindungszeit (min)	Druckfestigkeit nach 24 h (MPa)
V10.	verarbeitbar	17	10,9
11.	verarbeitbar	16	10,9
V12.	flüssig	58	30,3
13.	verarbeitbar	44	5,1
14.	verarbeitbar	44	5,2
V15.	verarbeitbar	29	19,6
V16.	verarbeitbar	41	20,7
V17.	verarbeitbar	25	52,6
V18.	flüssig	22	19,4

Bei den Vergleichsbeispielen 10, 15 und 16 entwickelten sich so grosse Mengen an gasförmigem Ammoniak beim Abbinden, dass sich die Festigkeitsprüflinge aus ihren Formen heraus ausdehnten.

Im Vergleichsbeispiel 12 liess man das $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, Wasser und K_2CO_3 mehr als 30 min im Wechsel wirken, sodass das Entweichen des Gases vor Zugabe von MgO und Borsäure erfolgen konnte. Gas entwich jedoch dennoch während des Abbindevorgangs, wodurch die Herstellung der Prüflinge für eine Festigkeitsmessung schwierig war.

In Vergleichsbeispiel 17 wurde das K_2CO_3 auf eine Grösse von weniger als 500 μm vermahlen, worauf man das $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, Wasser und K_2CO_3 etwa 30 min wechselwirken liess, sodass die Gasentwicklung vor Zugabe von MgO und Borsäure erfolgen konnte.

In Vergleichsbeispiel 18 wurde das K_2CO_3 im Gemischwasser gelöst, worauf man das $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$,

Wasser und K_2CO_3 mehr als 30 min wechselwirken liess, sodass das Entweichen des Gases vor Zugabe von MgO und Borsäure erfolgen konnte. Gas entwich jedoch noch während des Abbindungsprozesses, wodurch die Herstellung von Prüflingen zur Bestimmung der Festigkeit schwierig war.

Die mit dem Entweichen von gasförmigem Ammoniak verbundenen Probleme wurden bei den erfindungsgemässen Beispielen vermieden, wobei akzeptable Abbindungszeiten und Druckfestigkeiten erreicht wurden.

Das erfindungsgemässe Zementbindemittel eignet sich in Mörtelrezepturen, die im Wesentlichen inerte Füllstoffe, einschliesslich – ohne darauf begrenzt zu sein – Quarzsand, Flugasche der Klasse F, Talkum, Sand auf Tonbasis, Quarzstaub und Gemische hiervon enthalten.

Der inerte Füllstoff kann dem Zementbindemittel in einer Menge von etwa 60 bis etwa 85, vorzugsweise etwa 70 bis etwa 80%, bezogen auf das Gesamtgewicht des erhaltenen Mörtels, zugesetzt werden, um die erfindungsgemässe Mörtelzusammensetzung herzustellen.

Zementmörtel wurden nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellt und auf die anfängliche Abbindungszeit sowie auf die Druckfestigkeit nach 24 h und 7 Tagen untersucht. Die Rezepturen und Testergebnisse sind in den folgenden Beispielen 19 bis 24 angegeben.

Beispiel 19

20	Reaktives Pulver (29% MgO, 60% KH_2PO_4 , 11% Natriumtriamphosphat)	553 g
	Flugasche	392 g
	Quarzsand	2354
25	Wasser	345 ml

Anfängliche Verfestigungszeit: 18 min
Druckfestigkeit nach 24 h: 28,0 MPa
Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 29,8 MPa

30

Beispiel 20

35	Reaktives Pulver (21,8% MgO, 72% KH_2PO_4 , 0,9% Borsäure, 5,3% Natriumtriamphosphat)	553 g
	Flugasche	392 g
	Quarzsand	2354 g
40	Wasser	345 ml

Anfängliche Verfestigungszeit: 38 min
Druckfestigkeit nach 24 h: 14,2 MPa
Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 25,5 MPa

Beispiel 21

45	Reaktives Pulver (45% MgO, 55% KH_2PO_4)	553 g
	Flugasche	392 g
50	Quarzsand	2354 g
	Wasser	345 ml

Anfängliche Verfestigungszeit: 24 min
Druckfestigkeit nach 24 h: 21,9 MPa
Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 22,0 MPa

60

65

Beispiel 22

5	Reaktives Pulver (45% MgO, 50% KH ₂ PO ₄ , 5% Natriumtripolyphosphat)	553 g
	Flugasche	392 g
	Quarzsand	2354 g
	Wasser	345 ml
10	Anfängliche Verfestigungszeit: 14 min Druckfestigkeit nach 24 h: 19,2 MPa Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 25,1 MPa	

15 Beispiel 23

20	Reaktives Pulver (33,2% MgO, 50% KH ₂ PO ₄ , 3,5% Borsäure, 13,3% Natriumtripolyphosphat)	553 g
	Flugasche	392 g
	Quarzsand	2354 g
	Wasser	345 ml
25	Anfängliche Verfestigungszeit: 37 min Druckfestigkeit nach 24 h: 24,7 MPa Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 35,1 MPa	

Beispiel 24

30	Reaktives Pulver (21,5% MgO, 50% KH ₂ PO ₄ , 3,5% Borsäure, 25% Natriumtripolyphosphat)	553 g
	Flugasche	392 g
35	Quarzsand	2354 g
	Wasser	345 ml
40	Anfängliche Verfestigungszeit: 89 min Druckfestigkeit nach 24 h: 4,1 MPa Druckfestigkeit nach 7 Tagen: 14,7 MPa	

Der erfindungsgemässe Mörtel liefert ähnliche Eigenschaften wie Mörtel, die durch Struvit abgebunden werden, nämlich ein rasches Abbinden, eine hohe Frühfestigkeit, eine hohe Volumenstabilität und eine ausgezeichnete Bindung an den meisten Substraten. Der erfindungsgemässe Kaliumstruvitmörtel eliminiert jedoch das Entweichen von gasförmigem Ammoniak als Reaktionsnebenprodukt, liefert ein Abbinden, das in wünschenswerter Weise langsamer, jedoch noch rasch genug abläuft, und führt zu einer geringeren Wärmeentwicklung beim Abbinden. Diese Vorteile erlauben die Verwendung des Mörtels in Innenräumen, Beschichtung mit einem Überzug und Vollenden an Ort und Stelle.

Die oben beschriebenen erfindungsgemässen Zementzusammensetzungsgemische können in trockener Form formuliert und durch Zugabe von Wasser zum Gemisch aktiviert werden. Folglich umfasst eine derartige Zementzusammensetzung vorzugsweise wirksame Bestandteile, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen keine Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltende Verbindung aufweist. Die aktiven Bestandteile sind vorzugsweise in Mengen von 10 bis 35 Teilen der Magnesiumionen liefernden Verbindung, etwa 30 bis 60 Teilen der Kaliumphosphatverbindung und bis zu etwa 20 Teilen der weiteren Phosphatquelle vorhanden. Die Rezeptur kann des Weiteren einen im Wesentlichen inneren Füllstoff und gegebenenfalls einen Verzögerer umfassen.

Wie gezeigt wurde, wurde die Aufgabe der vorliegenden Erfindung gelöst. Die oben angeführten Beispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und schränken die vorliegende Erfindung in keinsten Weise ein. Selbstverständlich können andere aktive Bestandteile, Füllstoffe, Verzögerer, Dispergiemittel, Beschleuniger und andere Mischungsbestandteile und dgl. in den erfindungsgemässen Zementmaterialien enthalten sein, ohne von der hier offenbarten und beschriebenen Lehre der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zementmaterials durch Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen MgO und die Kaliumphosphatverbindung KH_2PO_4 sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Herstellen des Gemisches das Zugabe eines im Wesentlichen inerten Füllstoffs umfasst.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Herstellen des Gemisches das Zugabe eines Verzögerers umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die aktiven Bestandteile in einer Menge von 10 bis 35 Gew.-% der Magnesiumionen bereitstellenden Verbindung und von 30 bis 60 Gew.-% der Kaliumphosphatverbindung, bezogen auf das Gewicht des Wassers und der aktiven Bestandteile, vorhanden sind.
6. Zementbindemittel, hergestellt nach dem Verfahren von Anspruch 1 oder 2.
7. Mörtel, hergestellt nach dem Verfahren von Anspruch 3.
8. Verfahren zur Reparatur eines Risses in einer Zementstruktur durch Applizieren eines Zementbindemittels auf den Riss, wobei das Zementbindemittel durch Herstellen eines Gemisches aus Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Herstellen des Gemisches im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung erfolgt, hergestellt wurde.
9. Verfahren zur Reparatur eines Risses in einer Zementstruktur durch Applizieren eines Mörtels auf den Riss, wobei der Mörtel durch Herstellen eines Gemisches aus einem inerten Füllstoff, Wasser und aktiven Bestandteilen, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei die Herstellung des Gemisches im Wesentlichen in Abwesenheit einer Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltenden Verbindung erfolgt, hergestellt wurde.
10. Zementzusammensetzung, die wirksame Bestandteile enthält, die im Wesentlichen aus i) einer Verbindung mit der Fähigkeit zur Bereitstellung von Magnesiumionen in wässriger Lösung, ii) einer Kaliumphosphatverbindung und iii) gegebenenfalls einer weiteren Phosphatquelle bestehen, wobei das Gemisch im Wesentlichen keine Ammoniak oder Ammoniumionen enthaltende Verbindung enthält, wobei die aktiven Bestandteile in einer Menge von 10 bis 35 Teilen der Magnesiumionen liefernden Verbindung, 30 bis 60 Teilen der Kaliumphosphatverbindung und bis zu 20 Teilen der weiteren Phosphatquelle vorhanden sind.