



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 393 381 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1119/90

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> : **C04B 28/02**

(22) Anmeldetag: 18. 5.1990

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 3.1991

(45) Ausgabetag: 10.10.1991

(56) Entgegenhaltungen:

AT-B 381696

(73) Patentinhaber:

PERLMOOSER ZEMENTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT  
A-1043 WIEN (AT).

(54) BINDEMittelGEMISCH ZUR HERSTELLUNG VON DICTHENDEN SCHICHTEN

(57) Beschrieben wird ein Bindemittelgemisch zur Herstellung von dichtenden Schichten, z.B. Dichtwänden, bestehend aus mindestens einem quellfähigen oder vorgequollenen Tonmineral sowie gegebenenfalls hydraulischem Bindemittel, insbesondere Zement, gegebenenfalls Hochofenschlacke, Flugasche, Trass und/oder anderen latent-hydraulischen oder puzzolanischen Zusätzen, weiteren, die Dichtigkeit erhöhenden Zusätzen, wie z.B. Stoffe mit Anteilen an feindisperser reaktiver Kieselsäure, Kunststoffen und dergleichen, und gegebenenfalls inerten Zuschlägen, insbesondere Steinmehl. Erfindungsgemäß enthält dieses Bindemittelgemisch neben dem quellfähigen Tonmineral einen feinteilarmen grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder feinteilarmen grobkörnigen Zement. Der grobkörnige Zusatz ermöglicht in gezielter Weise eine Verzögerung der Erhärtungsreaktionen unter Beibehaltung eines günstigen Erhärtungsverlaufes der Massen unter Erzielung entsprechender Festigkeits- und Dichtigkeitswerte.

AT 393 381 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bindemittelgemisch zur Herstellung von dichtenden Schichten, beispielsweise von Dichtwänden.

Im Erdbau werden vielfach Dichtungsschichten auf mineralischer Basis vorgesehen, insbesondere unter Verwendung von Tonmineralien wie Kaolinit, Illit, Montmorillonit oder dergleichen. Besondere Bedeutung haben 5 derartige Dichtungsschichten bei der Sanierung und Sicherung von Altstandorten und Altablagerungen sowie im Deponiebau erlangt, etwa in Zusammenhang mit der Ummantelung von Deponien.

Aus der DE-A1-36 33 736 ist eine Trockenmischung zur einstufigen Herstellung von Dichtwandmassen, eine Dichtwandmasse für das Einphasenverfahren zur Herstellung von Dichtungsschlitzwänden, ein Verfahren zur 10 Herstellung der Dichtmasse sowie ein Verfahren zur Herstellung von Dichtungsschlitzwänden nach dem Einphasenverfahren bekannt. Demnach stellt die Trockenmischung eine feingemahlene Mischung von 20 bis 70 Gewichtsteilen eines quellfähigen Tonminerals, 20 bis 79,7 Gewichtsteilen Hochofenschlacke, 0,3 bis 8 Gewichtsteilen eines Hydroxylionen bildenden Anregers für die Hochofenschlacke und gegebenenfalls bis zu 3 Gewichtsteilen Soda und bis zu 25 Gewichtsteilen Kalksteinmehl oder anderen inerten Füllstoffen dar. Sämtliche Komponenten der Trockenmischung müssen in feingemahlener Form vorliegen, wobei für die 15 Hochofenschlacke eine Feinheit von mindestens  $1.000 \text{ cm}^2/\text{g}$  nach Blaine gefordert wird, um eine ausreichende Reaktionsfähigkeit sicherzustellen. Als Anreger für die Hochofenschlacke werden bekannte, Calciumhydroxid bildende Stoffe eingesetzt, insbesondere gleichfalls feingemahlener Portlandzementklinker, also feiner Portlandzement, sowie Calciumoxid bzw. Calciumhydroxid.

Die Herstellung von Dichtwandmassen erfolgt durch Vermischen der Komponenten in speziellen 20 Mischanlage auf der Baustelle. Hierzu werden quellfähige Tonminerale und Bindemittelmischung entweder, wie auf Baustellen allgemein üblich, getrennt voneinander, auch eine entsprechenden Vorquellzeit der Tonminerale in Wasser, zu einer verarbeitungsgerechten Frischmasse gemischt, oder eine trockene Bindemittel-Tonmineralmischung wird unter Zusatz von Wasser in ein entsprechendes Mischverfahren eingebracht. Die zweite Herstellungsvariante weist den Vorteil auf, daß nur eine Trockenkomponente eingesetzt werden muß, und daß 25 kein Vorquellen des Bentonits erforderlich ist.

Es ist bekannt, daß hochofenschlackenreiche Zemente mit entsprechend verringertem Portlandzement-Klinkergehalten die Anforderungen an die Dichtmassen besser erfüllen. Zu diesen Anforderungen zählen, daß die Masse eine gewisse Stabilität aufweisen muß, d. h., im Lauf der Zeit dürfen sich die feste und die flüssige Phase nicht trennen. Weiterhin muß die Masse eine entsprechend günstige Verarbeitbarkeit bei gleichzeitig 30 befriedigender Fließgrenze aufweisen. Schließlich soll eine Erhärtung der Masse nach Beendigung der Arbeiten einsetzen, sodaß die geforderten Festigkeiten und Durchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) erreicht werden.

Bei üblichen Bindemittelgemischen mit feingemahlenem Zement bzw. feingemahlenem Portlandzementklinker wirkt sich die Reduzierung des Zement- bzw. Klinkeranteils zwar günstig auf die rheologischen Eigenschaften aus, bedingt durch diese geringen Gehalte kommt es jedoch auch zu hohen Einbußen in der 35 Erhärtung. Die Reduzierung ist dadurch nur in einem beschränkten Ausmaß möglich.

Die vorliegende Erfindung zielt nun darauf ab, die Einschränkungen und Nachteile der bekannten Bindemittelgemische und Trockenmischungen zur Herstellung von dichten Schichten, insbesondere von Dichtwänden, zu überwinden.

Dieses Ziel wird erfindungsgemäß mit einem Bindemittelgemisch zur Herstellung von dichtenden Schichten, 40 z. B. Dichtwänden, bestehend aus mindestens einem quellfähigen oder vorgequollenen Tonmineral sowie gegebenenfalls hydraulischem Bindemittel, insbesondere Zement, gegebenenfalls Hochofenschlacke, Flugasche, Trass und/oder anderen latenthdraulischen oder puzzolanischen Zusätzen, weiteren, die Dichtigkeit erhöhenden Zusätzen, wie z. B. Stoffe mit Anteilen an feindisperser, reaktiver Kieselsäure, Kunststoffen und dergleichen, und gegebenenfalls inerten Zuschlägen, insbesondere Steinmehl, dadurch erreicht, daß das Bindemittelgemisch neben 45 dem quellfähigen oder vorgequollenen Tonmineral einen feinteilarmen grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder feinteilarmen grobkörnigen Zement enthält.

Zufolge des erfindungsgemäßen Zusatzes von grobkörnigem Portlandzementklinker und/oder grobkörnigem Zement können einerseits die chemischen Erhärtungsreaktionen und damit die Freisetzung von Calciumionen verzögert werden, was sich vorteilhaft auf die rheologischen Eigenschaften auswirkt; andererseits kommt es zufolge 50 des vorhandenen Potentials an Klinker zu einem günstigen Erhärtungsverlauf der Masse bzw. werden entsprechende Festigkeits- und Dichtigkeitswerte erreicht.

Das vorstehend beschriebene Verhalten kann durch Variationen in der Klinker- bzw. Zementkörnung bewußt in die eine oder die andere Richtung gelenkt werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bindemittelgemisches sieht daher vor, daß es als 55 grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement einen Klinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, der einen Anteil kleiner  $0,03 \text{ mm}$  von unter  $50 \%$ , insbesondere von unter  $30 \%$  und besonders bevorzugt von unter  $20 \%$ , bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zementes, aufweist.

Eine noch stärker bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bindemittelgemisches zeichnet sich 60 dadurch aus, daß es als grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement einen Klinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, der einen Anteil kleiner  $0,01 \text{ mm}$  von unter  $12 \%$ , insbesondere von

unter 5 % und besonders bevorzugt von unter 1 %, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zementes, aufweist.

Das Größtkorn des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zementes liegt zweckmäßigerweise bei etwa 1 mm, bevorzugt bei 0,5 mm. In vorteilhafter Weise wird der Anteil an  
5 Portlandzementklinker bzw. Zement mit einer üblichen Feinheit von größer als  $2.500 \text{ cm}^2/\text{g}$  möglichst gering gehalten werden.

Der Anteil an grobkörnigem Klinker und/oder grobkörnigem Zement soll zweckmäßig 1 bis 40 %, insbesondere 2,5 bis 30 % und besonders bevorzugt 5 bis 20 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches, betragen.

10 Unter den zuvor genannten hydraulischen Bindemitteln sollen handelsübliche Portlandzemente, Eisenportlandzemente, Hochofenzemente, Trasszemente, Flugaschezemente, Kalksteinzemente, Kompositzemente, Tonerdezemente, Zemente auf Basis  $\text{C}_{11}\text{A}_7\text{CaF}_2$ , Quellzemente bzw. deren Klinker, gebrannter Kalk und/oder gebrannter Dolomit verstanden werden.

Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Bindemittelgemisch  
15 Zusatzstoffe auf, die die Dichtigkeit erhöhen, beispielsweise Stoffe mit Anteilen an feindisperser reaktiver Kieselsäure, Kunststoffe und dergleichen. Der Anteil an solchen dichtigkeitserhöhenden Zusatzstoffen kann bis zu 25 %, insbesondere bis 15 % und besonders bevorzugt bis 8 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches, betragen.

Eine zweckmäßige Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Bindemittelgemisches zeigt folgende Werte:

- 20 - quellfähige Tonminerale: 2 bis 79 %, insbesondere 4 bis 55 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
- Hochofenschlacke, Flugasche, Trass und/oder andere latenthdraulische oder puzzolanische Zusätze: 0 bis 89 %, insbesondere 10 bis 82 %, jeweils bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
- 25 - inerte Zuschläge, insbesondere Steinmehl: 0 bis 85 %, insbesondere 0 bis 65 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
- hydraulische Bindemittel: 0 bis 30 %, insbesondere 0 bis 10 %; besonders bevorzugt 0 bis 2 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
- grobkörniger Klinker und/oder grobkörniger Zement: 1 bis 40 %, insbesondere 2,5 bis 30 % und besonders bevorzugt 5 bis 20 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches.
- 30 - dichtigkeitserhöhende Zusatzstoffe: 0 bis 25 %, insbesondere 0 bis 15 % und besonders bevorzugt 0 bis 8 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;

wobei die Summe der Anteile der Komponenten 100 % ergeben muß.

Eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bindemittelgemisches sieht vor, daß es  
35 einen niedrigen Gehalt an Erstarrungsregler (Gips und/oder Anhydrit) enthält, vorzugsweise unter 3 %, insbesondere unter 1 %, besonders bevorzugt unter 0,5 %, jeweils bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches.

In vorteilhafter Weise enthält das erfindungsgemäße Bindemittelgemisch einen grobkörnigen Klinker und/oder grobkörnigen Zement, der einen Gehalt an Trikalziumaluminat von weniger als 5 %, insbesondere weniger als 3 % und besonders bevorzugt kein Trikalziumaluminat, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzement-  
40 klinkers und/oder grobkörnigen Zements, aufweist.

Gemäß einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform enthält das erfindungsgemäße Bindemittelgemisch einen grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement, dessen Anteil an Dikalziumsilikat über 25 %, insbesondere über 35 % und besonders bevorzugt über 45 %, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zements, beträgt. Bedingt durch die Empfindlichkeit von  
45 Na-Bentonit gegenüber Calciumionen kann es von Vorteil sein, wenn das erfindungsgemäße Bindemittelgemisch Zusatzstoffe enthält, die die Calciumionenkonzentration der flüssigen Phase absenken, wie z. B. Stoffe aus der Gruppe der Hydroxide, Karbonate, Bikarbonate, Fluoride, Silikofluoride, Aluminate, Aluminosulfate, Borate, Silikate, Chloride, Phosphate oder Nitrate des Natriums oder Kaliums, sowie  $\text{MgSiF}_6$ . Die nachfolgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern.

50

#### Beispiel 1

An einer Dichtwandmasse, bestehend aus -

- 55 - 240 kg trockenem Bindemittelgemisch, das erfindungsgemäß 7,7 % grobkörnigen Portlandzementklinker mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 10,5 % enthielt, und
- 920 Liter Wasser,

wurden im Vergleich zu Nullproben, die feingemahlene, handelsüblichen Portlandzement mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 58 % enthielten, folgende Werte gemessen:

60

AT 393 381 B

	Zusammensetzung:	A	B	C
5	Na-Bentonit (%)	16,3	16,3	16,3
10	Portlandzement (%)	7,7 PZ 1*)	0,5 PZ 1*)	7,7 PZ 2*)
15	Hochofenschlacke (3800 cm <sup>2</sup> /g) (%)	76,0	83,2	76,0
20	MARSH-Zeit (sec) nach - 0 min - 60 min	33 34,5	43 44	45,5 47
25	Filtratwasserabgabe (cm <sup>3</sup> ) nach - 0 min - 60 min	74 79	92 102	53 57
30	Dekantation (Vol.-%) nach 24 h	7,3	3,7	2,1
	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k (m/s) nach 56 d	3,8.10 <sup>-9</sup>	7,4.10 <sup>-8</sup>	2,0.10 <sup>-10</sup>

\*) PZ 1: handelsüblicher Portlandzement mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 58 %  
PZ 2: grobkörniger Portlandzement mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 10,5 %.

Beispiel 2

Aus Portlandzementen unterschiedlicher Feinheit sowie Na-Bentonit, Hochofenschlacke und Mikrosilika wurden verschiedene Bindemittelmischungen erstellt. An den daraus hergestellten Massen auf der Basis von 210 kg Bindemittel und 920 Liter Wasser wurden folgende Untersuchungen durchgeführt.

	Zusammensetzung:	D	E	F
50	Na-Bentonit (%)	18,5	18,5	18,5
55	Zement (%)	19,2 PZ I*)	19,2 PZ II*)	19,2 PZ III*)
	Hochofenschlacke (4.200 cm <sup>2</sup> /g) (%)	56,3	56,3	56,3

(Fortsetzung)

5	Zusammensetzung:	D	E	F
	Mikrosilika (%)	6,0	6,0	6,0
10	MARSH-Zeit (sec) nach - 0 h - 1 h	33 33,5	38 39	47 48
15	Filtratwasserabgabe (cm <sup>3</sup> ) nach - 0 h	137	93	65
20	Dekantation (Vol.-%) nach 24 h	15,6	7,3	2,4
25	k-Wert (m/s) nach 28 d	-	$3,4 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$

\*) PZ I = handelsüblicher Portlandzement mit einem Masseanteil unter 0,01 mm von 36 %

PZ II = Portlandzement mit einem Masseanteil unter 0,01 mm von 10 %

30 PZ III = Portlandzement mit einem Masseanteil unter 0,01 mm von 0,9 %

Beispiel 3

An Schmalwandmassen auf der Basis von

35

- 510 kg Bindemittelgemisch, bestehend aus: 6,9 % Na-Bentonit  
4,7 % grobkörniger Portlandzement  
0,9 % handelsüblicher Portlandzement  
25,8 % Hochofenschlacke  
61,7 % Steinmehl, und

40

- 820 Liter Wasser,

wurden bei verschiedenem Dicalciumsilikat (C<sub>2</sub>S)-Gehalt der eingesetzten grobkörnigen Portlandzemente folgende Werte gemessen:

45

50	Zusammensetzung:	G	H
	Na-Bentonit (%)	6,9	6,9
55	grobkörniger Portlandzement *) (%) (Zement mit:)	4,7 (19 % C <sub>2</sub> S)	4,7 (47 % C <sub>2</sub> S)

(Fortsetzung)

5	Zusammensetzung:	G	H
10	handelsüblicher Portlandzement **) (Zement mit:)	0,9 (16 % C <sub>2</sub> S)	0,9 (16 % C <sub>2</sub> S)
15	Hochofenschlacke (%) (4.100 cm <sup>2</sup> /g)	25,8	25,8
	Steinmehl (%)	61,7	61,7
20	MARSH-Zeit (sec) nach - 0 min - 60 min	43 45	47 48
25	Dekantation (Vol.-%) nach - 24 h	2,4	0,7
30	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k (m/s) nach - 28 d	9,6.10 <sup>-9</sup>	2,1.10 <sup>-9</sup>

\*) grobkörniger Portlandzement mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 18 %.

\*\*) handelsüblicher Portlandzement mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 75 %.

35

Beispiel 4

An Dichtwandmassen auf der Basis von 190 kg Bindemittelgemisch, bestehend aus Na-Bentonit, grobkörnigem Portlandzementklinker und Hochofenschlacke, sowie 935 kg Wasser wurden bei Zusatz von Trass bzw. Soda folgende Werte gegenüber der Nullprobe gemessen.

40

45	Zusammensetzung:	I	K	L
	Na-Bentonit (%)	16,3	16,3	16,3
50	grobkörniger Portlandzementklinker *) (%)	17,4	17,4	17,4
55	Hochofenschlacke (4.900 cm <sup>2</sup> /g) (%)	66,3	56,3	54,3
	Trass (%) Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (%)	- -	10,0 -	10,0 2,0

(Fortsetzung)

5	Zusammensetzung:	I	K	L
10	MARSH-Zeit (sec) nach - 0 min - 60 min	36 36,5	37 37	44 47
15	Fließgrenze (N/m <sup>2</sup> ) nach 0 min	15,2	23,6	28,4
20	Filtratwasserverlust (cm <sup>3</sup> ) nach - 0 min - 60 min	133 142	102 110	50 53
25	Dekantation (Vol.-%) nach - 24 h	4,5	3,9	0,9

\*) grobkörniger Portlandzementklinker mit einem Masseanteil kleiner 0,03 mm von 28 %.

## PATENTANSPRÜCHE

35

1. Bindemittelgemisch zur Herstellung von dichtenden Schichten, z. B. Dichtwänden, bestehend aus mindestens einem quellfähigen oder vorgequollenen Tonmineral sowie gegebenenfalls hydraulischem Bindemittel, insbesondere Zement, gegebenenfalls Hochofenschlacke, Flugasche, Trass und/oder anderen latenthdraulischen oder puzzolanischen Zusätzen, weiteren, die Dichtigkeit erhöhenden Zusätzen, wie z. B. Stoffe mit Anteilen an feindisperser reaktiver Kieselsäure, Kunststoffen und dergleichen, und gegebenenfalls inerten Zuschlägen, insbesondere Steinmehl, **dadurch gekennzeichnet**, daß es neben dem quellfähigen Tonmineral einen feinteil-

armen grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder feinteilarmen grobkörnigen Zement enthält.

2. Bindemittelgemisch nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß es als grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement einen Klinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, der einen Anteil kleiner 0,03 mm von unter 50 %, insbesondere von unter 30 % und besonders bevorzugt von unter 20 %, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zementes, aufweist.

3. Bindemittelgemisch nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß es als grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement einen Klinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, der einen Anteil kleiner 0,01 mm von unter 12 %, insbesondere von unter 5 % und besonders bevorzugt von unter 1 %, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zementes, aufweist.

4. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der grobkörnige Klinkeranteil und/oder grobkörnige Zementanteil 1 bis 40 %, insbesondere 2,5 bis 30 % und besonders bevorzugt 5 bis 20 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches, beträgt.

5. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anteil an Zusatzstoffen, die die Dichtigkeit erhöhen, wie z. B. Stoffe mit Anteilen an feindisperser reaktiver Kieselsäure,

Kunststoffen und dergleichen, 0 bis 25 %, insbesondere 0 bis 15 % und besonders bevorzugt 0 bis 8 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches, beträgt.

- 5 6. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** die folgende Zusammensetzung:
  - quellfähige Tonminerale: 2 bis 79 %, insbesondere 4 bis 55 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
  - Hochofenschlacke, Flugasche, Trass und/oder andere latenthdraulische oder puzzolanische Zusätze: 0 bis 89 %, insbesondere 10 bis 82 %, jeweils bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
  - 10 - inerte Zuschläge, insbesondere Steinmehl: 0 bis 90 %, insbesondere 0 bis 65 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
  - hydraulische Bindemittel: 0 bis 30 %, insbesondere 0 bis 10 %, besonders bevorzugt 0 bis 2 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
  - grobkörniger Klinker und/oder grobkörniger Zement: 1 bis 40 %, insbesondere 2,5 bis 30 % und besonders bevorzugt 5 bis 20 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;
  - 15 - dichtigkeitserhöhende Zusatzstoffe: 0 bis 25 %, insbesondere 0 bis 15 % und besonders bevorzugt 0 bis 8 %, bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches;wobei die Summe der Anteile der Komponenten 100 % ergeben muß.
- 20 7. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß es einen niedrigen Gehalt an Erstarrungsregler (Gips und/oder Anhydrit) enthält, vorzugsweise unter 3 %, insbesondere unter 1 %, besonders bevorzugt unter 0,5 %, jeweils bezogen auf die Masse des trockenen Bindemittelgemisches.
- 25 8. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß es einen grobkörnigen Klinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, der einen Gehalt an Trikalziumaluminat von weniger als 5 %, insbesondere weniger als 3 % und besonders bevorzugt kein Trikalziumaluminat, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zements, aufweist.
- 30 9. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß es einen grobkörnigen Portlandzementklinker und/oder grobkörnigen Zement enthält, dessen Anteil an Dikalziumsilikat über 25 %, insbesondere über 35 % und besonders bevorzugt über 45 %, bezogen auf die Masse des grobkörnigen Portlandzementklinkers und/oder grobkörnigen Zements, beträgt.
- 35 10. Bindemittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß Zusatzstoffe enthalten sind, die die Kalziumionenkonzentration der flüssigen Phase absenken, wie z. B. Stoffe aus der Gruppe der Hydroxide, Karbonate, Bikarbonate, Fluoride, Silikofluoride, Aluminate, Aluminosulfate, Borate, Silikate, Chloride, Phosphate oder Nitrate des Natriums oder Kaliums, sowie  $\text{MgSiF}_6$ .