



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2004 Patentblatt 2004/45

(51) Int Cl.7: **G01N 11/02, G01N 33/38**

(21) Anmeldenummer: **03405304.1**

(22) Anmeldetag: **30.04.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(72) Erfinder: **Bunge, Rainer, Prof.Dr.
8057 Zürich (CH)**

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

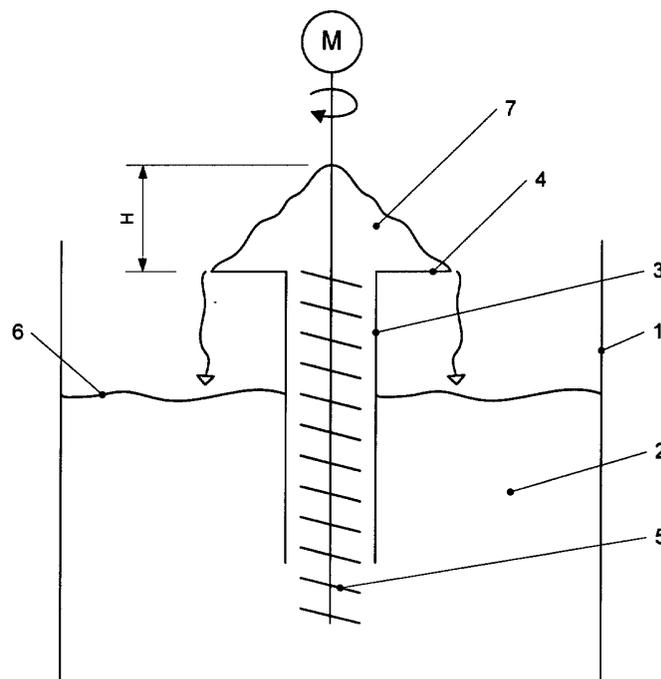
(71) Anmelder: **Hochschule Rapperswil,
Institut für angewandte Umwelttechnik
8640 Rapperswil (CH)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Konsistenz von wenig fliessfähigen Medien**

(57) Zur Bestimmung der Konsistenz von wenig fliessfähigen (zähflüssigen bis krümeligen) Medien (2), insbesondere zur Bestimmung der Konsistenz von frischem Beton oder Mörtel, die direkt abhängig ist vom Wasser/Zement-Faktor (W/Z) des Betons, wird das Medium (2) kontinuierlich zu einem quasi-stationären Fließskegel (7) aufgehäuft und es wird mindestens eine geometrische Eigenschaft dieses Fließskegels (7), bei-

spielsweise seine Höhe (H) bestimmt. Zur kontinuierlichen Erstellung des Fließskegel (7) wird das Medium (2) beispielsweise durch ein Förderrohr (3) aufwärts auf einen am oberen Förderrohrende montierten Rohrkragen (4) gefördert und fliesst über den Rand des Rohrkragens (4) wieder ab. Die Vorrichtung für die Bestimmung der Konsistenz wird beispielsweise direkt in einen Betonmischer montiert und ermöglicht die on-line Bestimmung des W/Z.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung fällt in das Gebiet der Konsistenzbestimmung. Sie betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der entsprechenden, unabhängigen Patentansprüche. Verfahren und Vorrichtung dienen zur Bestimmung der Konsistenz von wenig fließfähigen (zähflüssigen bis krümeligen) Medien, insbesondere von Frischbeton und Mörtel.

[0002] Frischbeton besteht im Wesentlichen aus Wasser, Zement, Kiessand und gegebenenfalls Betonzusatzmittel. Für die Eigenschaften von Beton ist insbesondere das Verhältnis der verwendeten Wassermenge und der verwendeten Zementmenge von grosser Bedeutung, der sogenannte "Wasser/Zement-Faktor" (W/Z). Durch Laborversuche kann ein "optimaler" W/Z ermittelt werden, z.B. durch die Bestimmung des Ausbreitmasses. Hierfür wird eine definierte Menge Frischbeton mit einer vorgeschriebenen Prozedur als Schüttkegel auf einer Platte abgelegt und der Kegel durch mehrere Erschütterungen der Platte ausgebreitet. Bei grossem W/Z ist der Durchmesser am Fuss des Betonkegels, also das Ausbreitmass, gross, bei kleinem W/Z klein. Im Mischwerk wird der so bestimmte optimale W/Z durch Einwiegen der den Frischbeton bildenden Komponenten, also Wasser, Zement, Kiessand und Betonzusatzmittel eingestellt.

[0003] Problematisch ist hierbei, dass der zur Betonproduktion angelieferte Kies im Allgemeinen einen Feuchtigkeitsgehalt hat, der stark variieren kann und der nicht bekannt ist, so dass der Wassergehalt des Frischbetons daher nicht allein von der zudosierten Wassermenge abhängt. Aus diesem Grunde kann der tatsächliche W/Z von der Vorgabe abweichen, was zu Problemen führen kann.

[0004] Zur Lösung dieser branchenbekannten Probleme enthält die Patentreliteratur zahlreiche Lösungsansätze. So wird in JP07280716A vorgeschlagen, die oben angesprochene, diskontinuierliche Bestimmung des Ausbreitmasses mit optischen Sensoren zu unterstützen. Zur kontinuierlichen Bestimmung des W/Z wird insbesondere vorgeschlagen, die Leistungsaufnahme beim Rühren des Frischbetons zu messen (US5541855; GB2092308A). Nachteilig ist hierbei, dass sich beispielsweise die Korrelation zwischen dem W/Z und der Leistungsaufnahme am Rührer mit dessen fortschreitendem Verschleiss ändert. Andere Verfahren beruhen auf elektronischen Verfahren, z.B. Ultraschallmessungen (JP01010167A), die jedoch entweder nicht präzise, oder nicht robust genug für den Einsatz unter Betriebsbedingungen sind.

[0005] Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die es erlauben, die Konsistenz von wenig fließfähigen (zähflüssigen bis krümeligen) Medien, insbesondere von Frischbeton, zu messen und zwar kontinuierlich, derart dass beispielsweise die Konsistenz von Frischbeton im Betonmischer direkt bestimmt und der optimale W/Z auf-

grund dieser Bestimmung eingestellt werden kann. Verfahren und Vorrichtung gemäss Erfindung sollen eine befriedigende Genauigkeit liefern, sollen aber trotzdem einfach und robust sein, damit sie auch unter Betriebsbedingungen einsetzbar sind.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren und die Vorrichtung, wie sie in den Patentansprüchen definiert sind.

[0007] Nach dem erfindungsgemässen Verfahren wird die Konsistenz von wenig fließfähigen Medien kontinuierlich bestimmt, indem an die konventionelle, diskontinuierliche Bestimmung des Ausbreitmasses eines statischen Schüttkegels anlehnend, ein quasistationärer Fließkegel in einer geeigneten Weise bezüglich seiner Form oder Geometrie vermessen wird. Unter dem Begriff Fließkegel wird eine im wesentlichen kegelförmige Anhäufung des wenig fließfähigen Mediums verstanden, welcher Anhäufung kontinuierlich Medium zugeführt wird und von welcher Anhäufung kontinuierlich Medium abfließt. Zur Bestimmung der Konsistenz wird beispielsweise die Höhe des Fließkegels oder sein Volumen bestimmt, wobei das Volumen indirekt durch Bestimmung des Gewichtes bestimmt werden kann.

[0008] Die erfindungsgemässe Vorrichtung weist ein Fördermittel, eine Fließkegelunterlage und Sensormittel auf. Das Fördermittel ist ausgerüstet für eine kontinuierliche Förderung des Mediums auf die Fließkegelunterlage. Die Fließkegelunterlage ist derart ausgebildet, dass das auf die Fließkegelunterlage geförderte Medium von dieser wieder kontinuierlich abfließen kann. Die Sensormittel sind zur direkten oder indirekten Bestimmung einer geometrischen Eigenschaft des sich durch kontinuierliche Förderung und kontinuierliches Abfließen auf der Fließkegelunterlage bildenden Fließkegels ausgerüstet.

[0009] Es zeigt sich, dass solche Fließkegel aus Frischbeton, die beispielsweise dadurch erzeugt werden, dass der Frischbeton durch ein senkrechtes Rohr auf einen um das obere Ende des Rohres angeordneten Kragen gefördert wird und vom Rand des Kragens wieder abfließt, sehr stabile und reproduzierbare Formen, insbesondere eine stabile, reproduzierbare Höhe haben, die im Falle von Frischbeton sehr genau mit dem diskontinuierlich gemessenen Ausbreitmass von stationären Kegeln, also auch mit dem W/Z-Faktor korreliert ist. Mit entsprechenden Eichmessungen muss diese Korrelation für jede Art von Medium, dessen Konsistenz zu bestimmen ist, experimentell ermittelt werden.

[0010] Ferner zeigen Versuche überraschenderweise, dass die Höhe des quasi-stationären Fließkegels nur sehr untergeordnet abhängt von der Fördergeschwindigkeit, mit der das Medium diesem zugeführt wird. Bei niedrigerer Fördergeschwindigkeit, beispielsweise aufgrund fortgeschrittenen Verschleisses der Fördereinrichtung, fließt der Kegel entsprechend langsamer ab, ohne dass sich seine Höhe nennenswert verändert. Die Höhe des Fließkegels verändert sich aber

im Falle von Frischbeton ausserordentlich sensibel bei einer Veränderung des W/Z. Sie ist daher ideal als Messparameter für die Bestimmung des W/Z geeignet.

[0011] Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich trotz hoher Präzision vor allem durch Einfachheit und Robustheit aus. Die Vorrichtung ist überdies leicht zu reinigen. Das Verfahren eignet sich sowohl zum Einsatz auf einem industriellen Betonmischer, als auch für Laborversuche beispielsweise zur Bestimmung des optimalen W/Z unter kontrollierten Bedingungen.

[0012] Das Verfahren gemäss Erfindung und zwei beispielhafte Ausführungsformen der entsprechenden Vorrichtung werden anhand der folgenden Figuren im Detail beschrieben. Dabei zeigen Figuren 1 und 2 eine erste und eine zweite beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung.

[0013] Figur 1 zeigt eine erste beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung. Diese Vorrichtung ist in einem mit dem Medium 2 gefüllten Behälter 1, beispielsweise in einem mit Frischbeton gefüllten Mischer, angeordnet und weist ein Förderrohr 3 mit einem an seinem oberen Ende angeordneten Rohrkragen 4 und eine im Förderrohr angeordnete Förderschnecke 5 zur Förderung des Mediums durch das Förderrohr 3 auf den Kragen 4 auf. Der Rohrkragen 4 ist also die Fliesskegelunterlage und das Förderrohr 3 zusammen mit der Förderschnecke 5 bilden das Fördermittel. Dieses wird von einem über dem Rohrkragen 4 angeordneten Motor (M) angetrieben. Die Vorrichtung ist derart im Behälter 1 montiert, dass sich das untere Ende des Förderrohres 3 unter der Mediumoberfläche 6 befindet und sein oberes Ende mit dem Rohrkragen 4 darüber.

[0014] Der Fliesskegel 7 bildet sich durch kontinuierliche Förderung des Mediums durch das Förderrohr 3 auf den Kragen 4. Das Medium fliesst über die Kragenkante ab, so dass sich an dieser Stelle der Fuss des Fliesskegels befindet.

[0015] Versuche zeigen, dass für eine in einem Betonmischer betriebene Vorrichtung gemäss Figur 1 der W/Z-Faktor des Betons in einem definierten Zusammenhang steht mit der Höhe (H) der Fliesskegelspitze über dem Rohrkragen 4. Bei besser fliessfähigen Mischungen (mit hohem W/Z) ist der Kegel niedrig, bei weniger fliessfähigen (steifen oder krümeligen) Mischungen (mit niedrigem W/Z) hingegen hoch.

[0016] Figur 2 zeigt eine zweite, beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung. Auch diese dient beispielsweise zur Bestimmung der Konsistenz von Frischbeton und ist dafür in einem Betonmischer montiert. Die Vorrichtung weist dieselben Elemente auf wie die Ausführungsform der Figur 1, die auch mit denselben Bezugswerten bezeichnet sind. Das Fördermittel ist auch hier eine Schneckenförderpumpe mit einem über dem Rohrkragen 4 angeordneten Motor M, einer Welle 8 und einer Förderschnecke 5, durch die der Frischbeton durch das Förderrohr 3 vertikal gefördert wird und aus der oberen Öffnung des Förderrohres

3 auf den Rohrkragen 4 ausfliesst. Über die Kante des Rohrkragens 4 läuft der Beton wieder zurück in den Mischer.

[0017] Zur Bestimmung der Höhe des sich auf dem Rohrkragen 4 ausbildenden quasi-stationären Fliesskegels 7 ist ein beispielsweise durch die Welle 8 vertikal zwangsgeführter Schwimmkörper 9 vorgesehen, wobei mit Hilfe beispielsweise einer stationären Ultraschall-Abstandmesssonde 10 der Abstand A zwischen dem Schwimmkörper 9 und der Sonde 10 und dadurch indirekt die Höhe H des Fliesskegels 7 über dem Rohrkragen 4 ermittelt wird. Das Signal der Sonde wird elektronisch verarbeitet und kann direkt zur Regulierung der Wasserzugabe in den Mischer verwendet werden.

[0018] Die Vorrichtung gemäss Figur 2 ist insbesondere ausgebildet für sehr wenig fliessfähige ("steife") hydraulisch abbindende Medien, deren W/Z derart klein ist, dass sie nicht mehr eigentlich flüssig sondern krümelig sind. Beispiele für solche Medien sind Frischbeton und Mörtel. Der Rohrkragen 4 ist angeschrägt, um das kontinuierliche Abfliessen des Mediums zu erleichtern (Vermeidung von "toten" Zonen). Zur Durcharbeitung des Fliesskegels sitzen auf der Antriebswelle 8 im Bereich des Fliesskegels mit der Welle rotierende Elemente, beispielsweise eine Querstrebe 12 und ein Abstreifer 13, wobei die Querstrebe 12 sich im Fliesskegel 7 (siehe auch Schnitt A-A) und der Abstreifer 13 sich unmittelbar über dem Rohrkragen 4 bewegt. Querstrebe 12 und Abstreifer 13 bewegen das Medium im Fliesskegel 7 und fördern die Bildung eines symmetrischen Fliesskegels mit möglichst stabilen Abmessungen. Ein ähnlicher Effekt wird durch Vibration des Fliesskegels 7 erreicht. Am unteren Ende der Antriebswelle 8 sind ferner Schaufeln 14 montiert (siehe auch Schnitt B-B), durch die ein sehr wenig fliessfähiges Medium (z.B. wasserarmer, krümeliger Frischbeton) kontinuierlich in den Einzugsbereich des Förderrohres 3 gefördert werden kann. Der untere Teil der Vorrichtung kann auch mit einem Schutzkorb 15 umgeben sein, der die Verstopfung der Förderschnecke 5 durch grobe Kiespartikel verhindert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Konsistenz wenig fliessfähiger Medien **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium (2) kontinuierlich zu einem quasi-stationären Fliesskegel (7) aufgehäuft wird und dass wenigstens eine geometrische Eigenschaft dieses Fliesskegels (7) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Medium (2) ein hydraulisches Bindemittel enthält, insbesondere einen Zement.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Eigenschaft die Höhe (H) des Fliesskegels (7) ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die geometrische Eigenschaft das Volumen des Fließkegels (7) ist, und dass das Volumen indirekt durch Bestimmung des Gewichtes des Fließkegels (7) bestimmt wird. 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fließkegel (7) mechanisch durchgearbeitet oder vibriert wird. 10
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand der bestimmten geometrischen Eigenschaften des Fließkegels (7) Steuerdaten erstellt werden, und dass mit Hilfe der Steuerdaten eine Zumischung von Flüssigkeit zum Medium (2) geregelt wird. 15
7. Vorrichtung zur Bestimmung der Konsistenz von wenig fließfähigen Medien **gekennzeichnet durch** ein Fördermittel zur kontinuierlichen Förderung des Mediums auf eine Fließkegelunterlage, wobei die Fließkegelunterlage derart ausgebildet ist, dass das auf die Fließkegelunterlage geförderte Medium von dieser wieder kontinuierlich abfließen kann, und **durch** Sensormittel zur Bestimmung einer geometrischen Eigenschaft eines sich **durch** kontinuierliche Förderung und kontinuierliches Abfließen auf der Fließkegelunterlage bildenden Fließkegels (7). 20
25
30
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fördermittel ein Förderrohr (3) aufweist und dass die Fließkegelunterlage ein an einem oberen Ende des Förderrohres (3) angeordneter Rohrkragen (4) ist. 35
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fördermittel ferner eine im Förderrohr (3) angeordnete Förderschnecke (5) aufweist, die über eine Welle (8) mit einem über dem Rohrkragen (4) angeordneten Antrieb (M) angetrieben wird. 40
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrkragen (4) von Innen nach Aussen schräg abwärts geneigt ist. 45
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensormittel einen auf der Welle (8) vertikal beweglich geführten Schwimmkörper (9) und einen stationären, auf den Schwimmkörper (9) gerichteten Abstandssensor (10) aufweisen. 50
55
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Fließkegel (7) durcharbeitende Elemente vorgesehen sind.

Fig. 1

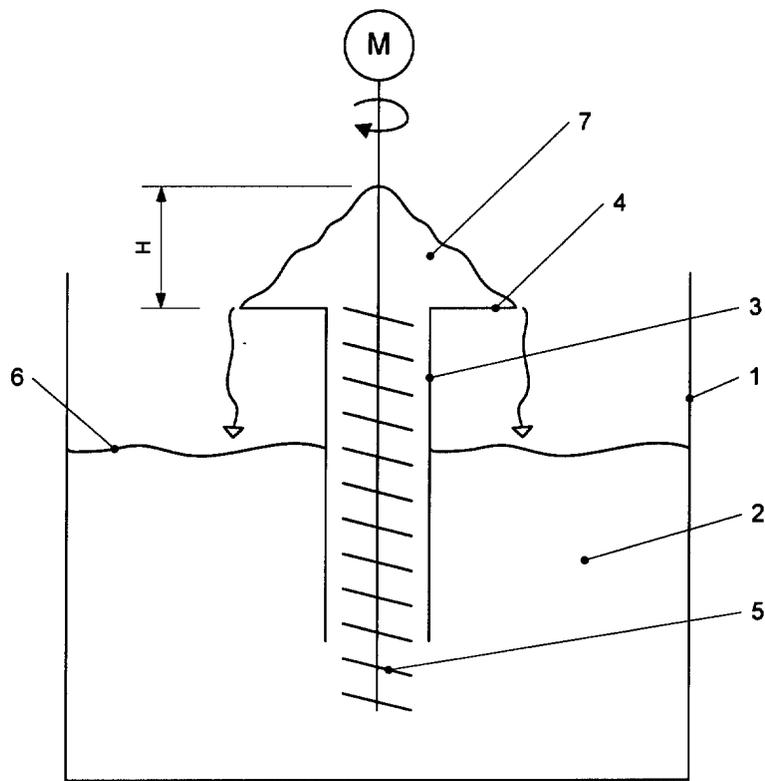
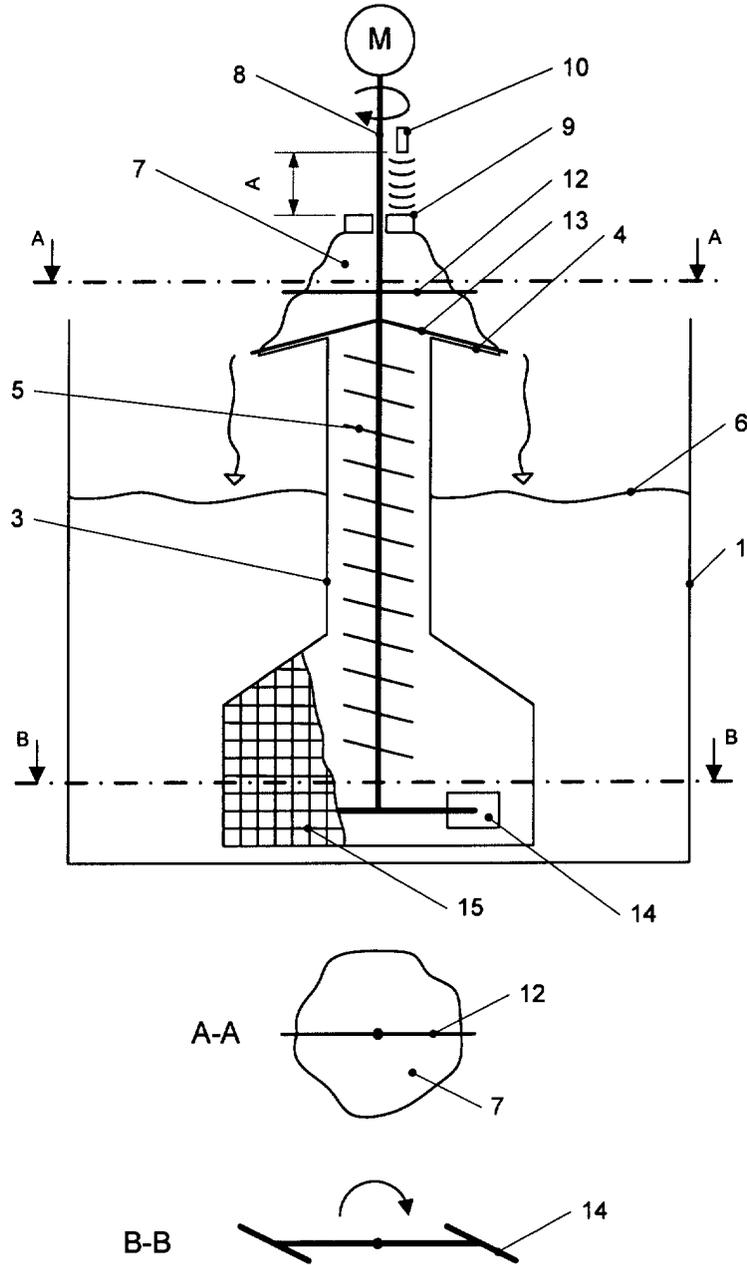


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 40 5304

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 43 15 167 A (FREDE WILHELM E) 27. Januar 1994 (1994-01-27)	1,7	G01N11/02 G01N33/38
Y	* Spalte 1, Zeile 37 - Zeile 50; Abbildung 2 *	2,5,12	
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 22, 9. März 2001 (2001-03-09) & JP 2001 133380 A (KAYABA IND CO LTD), 18. Mai 2001 (2001-05-18) * Zusammenfassung; Abbildung *	2,5,12	
A	--- MURATA J ET AL: "New method of testing the flowability of grout" MAG CONCR RES;MAGAZINE OF CONCRETE RESEARCH DEC 1997 THOMAS TELFORD SERVICES LTD, LONDON, ENGL, Bd. 49, Nr. 181, Dezember 1997 (1997-12), Seiten 269-276, XP008024915 * Seite 269 - Seite 272; Abbildungen 1,2 *	1,2,7,10	
A	--- EP 1 107 001 A (ARNOLD GERD H) 13. Juni 2001 (2001-06-13) * Absatz '0022! - Absatz '0029!; Abbildung 1 *	2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) G01N
A	--- WEIGAND J: "VISCOSITY MEASUREMENTS ON POWDERS WITH A NEW VISCOMETER" APPLIED RHEOLOGY, APPLIED RHEOLOGY, EDITORIAL OFFICE, ZURICH, CH, Bd. 9, Nr. 5, September 1999 (1999-09), Seiten 204-211, XP000930244 * Abbildung 8 *	4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	21. November 2003	Wilhelm, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie,übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03 82 (P04003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 40 5304

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-11-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4315167 A	27-01-1994	DE 4315167 A1	27-01-1994
JP 2001133380 A	18-05-2001	KEINE	
EP 1107001 A	13-06-2001	DE 10007612 A1 EP 1107001 A2	07-06-2001 13-06-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82