



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: C 04 B 15/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

637 358

②① Gesuchsnummer:	14495/77	⑦③ Inhaber:	Ytong Aktiengesellschaft, München 40 (DE)
②② Anmeldungsdatum:	25.11.1977		
③① Priorität(en):	31.08.1977 DE 2739188	⑦② Erfinder:	Armin Hartmann, Rheinau (DE) Dr. Dieter Hums, Schrobhausen (DE)
②④ Patent erteilt:	29.07.1983		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	29.07.1983	⑦④ Vertreter:	Brühwiler & Co., Zürich

⑤④ Verfahren zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern.

⑤⑦ Zur Herstellung eines Gasbeton-Formkörpers der Güteklasse G25 werden z.B. hochreaktiver Weiss-Feinkalk mit einem t_{60} -Wert von 5 Minuten und einem CaO-Gehalt von 96 Gew.-% sowie Portlandzement und Sand unter Rühren in einem mit Wasser gefüllten Mischer gefüllt. Es wird z.B. 60 Sekunden vorgemischt und dann wird Anhydrit mit einem SO_3 -Gehalt zur Vormischung gegeben und weitergemischt. Anschliessend wird dann Aluminiumpulver zugesetzt und wiederum gemischt. Danach kann die Masse vergossen werden und zeigt nach ihrer Härtung eine Dimensionsstabilität von 0,1 mm/m. Durch die Zugabe des Calciumsulfats erst nach Beginn der Reaktion des Feinkalks mit dem Wasser und wenn der Löschvorgang nahezu abgeschlossen ist, verliert es seine nachteiligen Wirkungen auf den Löschvorgang.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern, wobei man ein mindestens Kalk enthaltendes Bindemittel mit einer SiO_2 -Komponente sowie Calciumsulfat, Treibmittel und Wasser zu einer giessfähigen Masse mischt, die Masse in Form giesst, gären und ansteifen lässt, zu Formkörpern schneidet und die Formkörper hydrothermal härtet, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der giessfähigen Masse Feinkalk mit einem t_{60} -Wert unter 10 Minuten mit Wasser und der SiO_2 -Komponente vorgemischt wird, anschliessend eine das Calciumsulfat enthaltende Komponente zugesetzt und die Masse weitergemischt wird, danach das Treibmittel zugesetzt und die Masse nachgemischt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel Kalk und Zement enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Feinkalk mit Wasser, Sand, z.B. Quarzsand, und Zement, insbesondere sulfatarmer Zement, vorgemischt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass hochreaktiver Feinkalk mit t_{60} -Werten von 2 bis 6 Minuten zunächst mit Wasser vorgemengt, dann Sand und gegebenenfalls Zement zugesetzt werden und das Gemenge vorgemischt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass als Calciumsulfat enthaltende Komponente Gips und/oder Anhydrit und/oder Zement verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass kalkreiche Mischungen mit über 50 Gew.-%, insbesondere mit 52 bis 65 Gew.-% Feinkalk mit t_{60} -Werten unter 10 Minuten, insbesondere zwischen 2 und 6 Minuten, verwendet werden, denen 4,5 bis 12 Gew.-%, vorzugsweise von 6 bis 12 Gew.-%, SO_3 in Form von Calciumsulfat bezogen auf den freien CaO-Gehalt des Feinkalks zugesetzt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst Wasser in den Mischer gefüllt, anschliessend der Mischer in Gang gesetzt wird, dann Kalk, sulfatarmer Zement und Sand eingefüllt werden und 40 bis 80, insbesondere 50 bis 70 Sekunden, vorgemischt, danach die SO_3 enthaltende Komponente, vorzugsweise Anhydrit zugesetzt, 30 bis 35, vorzugsweise 32 bis 34 Sekunden, weitergemischt, im Anschluss daran das Treibmittel, vorzugsweise Aluminiumpulver, zugegeben, dann 14 bis 20, insbesondere 16 bis 18, Sekunden nachgemischt wird und anschliessend in Formen gefüllt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der giessfähigen Masse mit Wasser/Mehl-Werten über 0,58, vorzugsweise von 0,58 bis 0,62, gearbeitet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinkalk-Gehalt und der Wasser/Mehl-Wert so aufeinander abgestimmt werden, dass sich Endtemperaturen in der gärenden Masse von 75 bis 90, vorzugsweise von 80 bis 85°C, einstellen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Feinkalk mit Aluminiumpulver als Treibmittel gemischt wird.

11. Gasbeton-Formkörper, hergestellt mit dem Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Dimensionsstabilität von maximal 0,15 mm/m bei Einstellung einer Ausgleichsfeuchte von etwa 3 Gew.-% ausgehend von der Autoklavfeuchte.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern gemäss Oberbegriff des Anspruches 1 sowie einen Gasbeton-Formkörper.

Man ist bestrebt, den Gärprozess bei der Gasbetonherstellung langsam ablaufen zu lassen, um ein gleichmässiges rissfreies Wachsen der Masse zu erzielen und die Viskosität einer Masse während des Gärens derart einzustellen, dass sich die sich entwickelnden Gasblasen homogen verteilen können. Ferner soll die Gärgeschwindigkeit gering sein, um dem Zement zum Abbinden Zeit zu lassen und auf diese Weise die Stabilität der Masse zu gewährleisten. Darüber hinaus muss dafür gesorgt werden, dass sich eine optimale Reaktionstemperatur in der gärenden Masse einstellt. Ausserdem sind die gärenden Gasbetonmassen bei Erreichen der maximalen Steighöhe sehr empfindlich gegen mechanische Erschütterungen. Daher muss gewährleistet sein, dass die Formwagen ihren endgültigen Standplatz erreicht haben, bevor sich das Gärmaximum einstellt.

Diese wesentlichsten Bedingungen werden entscheidend von der Kalkhydrat-Entwicklung in der Masse beeinflusst, weshalb nicht jeder Feinkalk nach DIN 1060 verwendet werden kann. Zur Herstellung von Gasbeton wird daher in der Regel ein hartgebrannter Feinkalk, vorzugsweise Weiss-Feinkalk, verwendet. Diese Spezialkalke werden in Koks-Schachtöfen gebrannt. Ihre Reaktionsgeschwindigkeit gemessen nach der Nasslöschkurven-Methode gemäss dem Prüfverfahren des Bundesverbandes der Deutschen Kalkindustrie liegen bei t_{60} zwischen 10 bis 15 Minuten. Sie gewährleisten in der Regel einen langsam ablaufenden Gärprozess und die Einstellung des Gärmaximums zu dem gewünschten Zeitpunkt sowie die erforderliche Austrocknung der Masse. Die hartgebrannten Kalke werden auch im Gemisch mit Zement verwendet. Dabei tragen sie dazu bei, dass der Zement mit Ablauf des Gärprozesses ansteift und dadurch die Masse mittragen kann.

Ein wesentlicher Vorteil der hartgebrannten Kalke ist, dass sie höhere Endtemperaturen als andere Kalke erreichen (Nasslöschkurve), was für die Austrocknung der Gasbetonmasse wichtig ist, um sie ohne Schwierigkeiten schneiden zu können.

Hartgebrannte Kalke sind jedoch extrem teuer und stehen nicht überall in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, weicher gebrannte Kalke aus z.B. Öl- oder Gasöfen mit t_{60} -Werten unter 10 Minuten einzusetzen. Diese relativ billigen Kalke, die in der Regel ein hohes Sedimentvolumen und eine hohe Ergiebigkeit aufweisen, haben jedoch zu hohe Reaktionsgeschwindigkeiten und dicken zu schnell an, so dass der Gärprozess gestört wird. Deshalb ist versucht worden, durch den Zusatz insbesondere organischer Stoffe die Hydratation dieser reaktiven Kalke zu verzögern, d.h. den Löschvorgang zeitlich zu verlängern. Dabei ändert sich jedoch die Charakteristik der Löschkurve derart, dass anfänglich eine Verzögerung der Temperaturentwicklung und damit eine Löschverzögerung, später jedoch eine Beschleunigung auftritt. Die Nasslöschkurve wird S-förmig, was bekanntlich für die Zwecke der Gasbetonherstellung ungünstig ist. Ausserdem bedingen die organischen Zusätze nicht unerhebliche Mehrkosten.

Es ist bereits versucht worden, durch einen Zusatz von Calciumsulfat zu den grünen Gasbetonmischungen die Löschgeschwindigkeit der Kalkkomponente zu regeln. Dabei hat sich jedoch herausgestellt, dass ein Zusatz von Calciumsulfat insbesondere die Festigkeit des aus einer vorwiegend Feinkalk als Bindemittel enthaltenden Mischung hergestellten Gasbetons erheblich mindert. Aus diesem Grunde wurde bei der Herstellung von Gasbeton ohne Zement auf einen Zusatz von Calciumsulfat verzichtet und stattdessen hartgebrannter Kalk verwendet.

Bei kalkreichen Mischungen mit Zement kann der Zusatz von Calciumsulfat entfallen, weil die Löschgeschwindigkeit des Kalkes durch den Zementzusatz reduziert werden kann. Jedoch führt in diesem Fall der Zement zu Festigkeitsminderungen. In zementreichen Mischungen kann nach der DT-PS 1 646 580 ein Zusatz von Calciumsulfat zur Mörtelmischung von über 2,5 Gew.-% SO_3 die Festigkeit, die – bedingt durch den Zement – gemindert ist, gesteigert werden.

In allen Fällen jedoch, in denen Kalk als Bindemittel allein oder im Gemisch mit Zement verwendet wird, ist der Zusatz von Calciumsulfat begleitet von einem Vergriessungsvorgang des Kalkes, so dass ein ungestörter Hydratationsvorgang nicht gewährleistet werden kann. Es treten Fehlgüsse und fehlerhafte Bauelemente auf. Die Sulfate werden bisher entweder beim Brennen oder beim Mahlen des Kalkes oder bei der Gasbetonproduktion zusammen mit den anderen Reaktionspartnern zugesetzt. Es hat sich allerdings herausgestellt, dass ein derartiger Zusatz von Sulfaten zu der starken Vergriessung der sich ausbildenden Kalkhydrate führt. Wenn man das Kalkhydrat auf sein Sedimentvolumen hin untersucht, so bilden sich im sulfatfreien Löschwasser sehr grosse Sedimentvolumina aus, während bei Anwesenheit von Sulfaten die Sedimentvolumina klein sind und das Kalkhydrat sich als Griess absetzt. Selbst ein Zusatz von Sulfatträgern nach dem Einführen und Ablöschen des Kalkes führt zur Vergriessung. Diese Griessbildung ist bei der Gasbetonproduktion extrem ungünstig, da die stabilisierende Wirkung der voluminösen Kalkhydrate in der gärenden Gasbetonmasse fehlt. Die Gasbetonmasse neigt daher zum Zurückfallen oder zum völligen Einfallen, insbesondere bei Massen mit geringen Feststoffgehalten. Die Hydratationskurve bzw. Nasslöschkurve wird durch Calciumsulfat in ähnlicher Weise beeinflusst wie bei einem Zusatz von organischen Stoffen. Ein Zusatz von Calciumsulfaten zur Gasbetonmasse konnte sich daher bislang nicht durchsetzen, weil u.a. auch die Eigenschaften der Gasbeton-Bauelemente, die unter Verwendung von hartgebrannten Kalken hergestellt werden, nicht erreicht werden konnten.

Aufgabe der Erfindung ist, weichgebrannte Kalke in Giessmassen zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern insbesondere mit t_{60} -Werten unter 10 Minuten derart zu verzögern, dass ihr Löschverhalten in der Gasbetonmasse dem der hartgebrannten Kalke entspricht und damit eine hohe Giesstabilität erzielt werden soll, ohne den Gärprozess ungünstig zu beeinflussen.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern der eingangs genannten Art erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass zur Herstellung der giessfähigen Masse Feinkalk mit einem t_{60} -Wert unter 10 Minuten mit Wasser und der SiO_2 -Komponente vorge-mischt wird, anschliessend eine das Calciumsulfat enthaltende Komponente zugesetzt und die Masse weitergemischt wird, danach das Treibmittel zugesetzt und die Masse nachgemischt wird. Durch die Vormischung ergibt sich eine überraschend günstige Ausbildung des Kalkhydrats und eine besonders homogene Verteilung des feindispersen Hydrats.

Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens nach der Erfindung können mit den Merkmalen der Ansprüche 2 bis 10 erreicht werden. So ist es von Vorteil, wenn z.B. Kalk, Wasser und Sand zusammen in einem Mischvorgang vorge-mischt und das Calciumsulfat anschliessend gegebenenfalls zusammen mit Zement zugesetzt werden. Wenn z.B. die Menge des im Zement vorhandenen Calciumsulfats zur Löschverzögerung ausreicht, ist es z.B. vorteilhaft, den Zement nach der Vormischung des Kalkes, Sandes und Wassers zuzusetzen. Werden z.B. sulfatarme Zemente verwendet, kann allerdings der Zement bereits zur Vormischung gegeben werden, und das zur Löschverzögerung erforderliche Calci-

umsulfat, insbesondere z.B. in Form von Gips und/oder Anhydrit, nach der Vormischung zugesetzt werden. Besonders vorteilhaft kann die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens bei reinen Kalkmischungen und kalk-reichen Mischungen sein.

Es ist überraschend, dass das Calciumsulfat seine nachteiligen Wirkungen auf den Löschvorgang verliert, wenn man es vorzugsweise erst zusetzt, wenn der Feinkalk mit dem Wasser zu reagieren beginnt und der Löschvorgang in Gang gesetzt ist. Offenbar ist z.B. die Affinität des Calciumhydroxids im stadium nascendi zu den in der Vormischung enthaltenen Reaktionspartnern stärker als die Wirkung der anschliessend zugesetzten Calciumsulfate. Vielmehr bewirken die Calciumsulfate, wenn sie vorzugsweise zum richtigen Zeitpunkt zugesetzt werden, eine derart günstige Verzögerung, dass z.B. das Ablöschverhalten des hochreaktiven Kalkes dem des hartgebrannten Kalkes gleicht. Während normalerweise z.B. ein Gipszusatz die Gasentwicklung derart bremst, dass der Gärprozess gehemmt abläuft und zu Fehlgüssen führt, kann nach dem erfindungsgemässen Verfahren die Masse schnell hoch steigen mit einer idealen Konsistenz, so dass insbesondere z.B. Bewehrungen ohne «Schattenbildung» umflossen werden. Die Taktzeiten können reduziert werden. Ausserdem ist z.B. weniger Aluminiumpulver als Treibmittel erforderlich.

Bei Zusatz von Sulfaten bereits zu Beginn des Löschprozesses kann das Aufgären der Masse sehr stark verzögert werden, d.h. es sind z.B. sehr lange Zeiten nötig, bis die Masse ihre endgültige Gärhöhe erreicht hat. Dies ist z.B. naturgemäss für den Produktionstakt ungünstig. Setzt man den Sulfatträger z.B. in dem oben beschriebenen geeigneten Zeitpunkt zu, so kann die Masse sehr schnell aufgären; praktisch in der gleichen Weise, in der sie z.B. ohne Zusatz von Sulfaten gärt. Erst z.B. nach Erreichen der maximalen Steighöhe beginnt die Verzögerungswirkung des Sulfates, die sich z.B. hauptsächlich in einem sehr langsamen weiteren Temperaturanstieg äussert. Bei z.B. der Produktion von Montagebauteilen ergibt sich damit der weitere Vorteil, dass vorzugsweise durch die schnell aufgärende, niedrig viskose Masse die Bewehrungseisen gut umschlossen werden, während sich z.B. durch langsam gärende zähe Massen, die sich z.B. bei hohen Sulfatzusätzen im Kalk ergeben, Hohlstellen (Schattenbildung) hinter den Bewehrungseisen in Gärriechung bilden.

Dieses Verhalten des hochreaktiven Kalkes lässt sich z.B. mit der Nasslöschkurve nicht nachvollziehen, weil bei dieser Messmethode die Reaktionspartner fehlen. Das nachträgliche Zusetzen des Calciumsulfats lag aber auch nicht nahe, weil z.B. die Zugabe sehr kleiner Mengen bei kurzen Mischzeiten mit geringen Scherkräften in allen Fällen problematisch ist und zu erwarten war, dass die konzentriert zugegebene Menge vor ihrer Verteilung durch den Mischvorgang örtlich zur Vergriessung des Kalkes führen kann. Dies bleibt wohl z.B. aus den oben vermuteten Gründen aus.

Hinzu kommt, dass überraschenderweise die Gasbeton-Formkörper, die Bauteile sein können, vorzugsweise hohe Festigkeiten vergleichbar mit den Festigkeiten, die z.B. von Gasbeton-Bauteilen, hergestellt aus Hartbrand, bekannt sind, aufweisen. Es war ferner überraschend, dass die mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Gasbeton-Formkörper wesentlich dimensionsstabiler sind als derzeit bekannte Gasbeton-Bauteile. Die Gasbeton-Formkörper nach der Erfindung besitzen eine Dimensionsstabilität, wie sie durch den Anspruch 11 beschrieben ist.

Die Zugabemenge des Calciumsulfats richtet sich z.B. nach dem freien CaO -Gehalt und der Reaktivität des Kalkes. Es ist auch möglich, z.B. grössere Mengen Calciumsulfat zuzusetzen, ohne dass die Dimensionsstabilität und Festigkeit der Gasbetonformteile negativ beeinflusst werden. Die Menge

wird z.B. empirisch ermittelt und ist z.B. abhängig von der Wirkung der Calciumsulfationen auf die Gär- und Giesseigenschaften der Masse. Auch z.B. der Zeitpunkt der Zugabe sowie die Vor- und Wetermischdauer sind von diesen Parametern abhängig. Dennoch hat sich herausgestellt, dass es bei kalkreichen Mischungen mit über 50 Gew.-% Kalkanteil, insbesondere mit 52 bis 65 Gew.-% Feinkalk mit t_{60} -Werten unter 10 Minuten, insbesondere zwischen 2 und 6 Minuten, im Bindemittel und über 4,5 Gew.-%, vorzugsweise von 6 bis 12 Gew.-% SO_3 -Gehalten in Form von Calciumsulfat bezogen auf den freien CaO-Gehalt des Kalkes besonders günstig sein kann, wenn z.B. zunächst Wasser in den Mischer gefüllt wird, anschliessend der Mischer in Gang gesetzt wird, dann Kalk, sulfatarmer Zement und Sand eingefüllt und 40 bis 80, insbesondere 50 bis 70 Sekunden, vorgemischt wird, danach die SO_3 enthaltende Komponente, vorzugsweise Anhydrit, zugesetzt, etwa 25 bis 40, vorzugsweise 30 bis 35 Sekunden, weitergemischt wird, im Anschluss daran das Gärmittel, vorzugsweise Aluminiumpulver, zugegeben, dann 20 bis 40, insbesondere 25 bis 30 Sekunden, nachgemischt wird.

Anhand des folgenden Beispiels wird die Erfindung näher erläutert.

Zur Herstellung eines Gasbeton-Formkörpers als Bauteil der Güteklasse G 25 werden 420 kg eines hochreaktiven Weiss-Feinkalks mit einem t_{60} -Wert von 5 Minuten und einem CaO-Gehalt von 96 Gew.-% und 280 kg Portlandzement PZ 350 sowie 1500 kg Sand unter Rühren in einen Mischer gefüllt, in dem sich bereits 1200 l Wasser befinden. Das Gemenge wird 60 Sekunden vorgemischt. Dann werden 60 kg Anhydrit mit einem SO_3 -Gehalt von 59 Gew.-% zur Vormischung gegeben und 32 Sekunden weitergemischt. Anschliessend werden 1,8 kg Aluminiumpulver zugesetzt und 30 Sekunden gemischt. Danach wird die Masse vergossen und in an sich bekannter Weise weiterverarbeitet. Die Giessmasse zeigt keinerlei Anomalie. Nach der Härtung ergibt sich ein Gasbeton-Formkörper mit einer Dimensionsstabilität von 0,1 mm/m. Die Dimensionsstabilität wurde ermittelt, indem der Formkörper sofort nach der Autoklavhärtung und nach einer 28tägigen Einwirkung einer Atmosphäre von 40% relativer Luftfeuchtigkeit bei 20°C, bei der sich eine Ausgleichsfeuchte von etwa 3 Gew.-% eingestellt hatte, vermessen wurde. Die Druckfestigkeit des Gasbeton-Formkörpers lag bei 35 kp/cm². Die optische Qualität war hervorragend.

Besonders günstig ist, wenn das erfindungsgemässe Verfahren zur Herstellung von Gasbeton-Formkörpern als Bauteile der Güteklasse G 25 mit hohen Wasser/Mehl-Werten über 0,58 durchgeführt wird. Vorzugsweise werden Wasser/Mehl-Werte der Giessmasse von 0,58 bis 0,62 gewählt.

Gleichzeitig ist dabei von Vorteil, wenn der Kalkgehalt und der Wasser/Mehl-Wert so aufeinander abgestimmt werden, dass sich Endtemperaturen der gärenden Masse von 75 bis 90, vorzugsweise von 80 bis 85°C, einstellen. Dadurch wird die Masse in üblichen Taktzeiten schneidreif und die Dimensionsstabilität des Fertigteils günstig beeinflusst. Ferner ist in diesem Zusammenhang von Vorteil, möglichst feine Aluminiumpulver zuzusetzen.

Wesentlich ist, dass die Giesstabilität der Masse bei Verwendung bisher unbekannter Calciumsulfat-Arten nicht gewährleistet werden kann, wenn die Verfahrensparameter nicht eingehalten werden und die Ausbildung des Kalkhydrats im Mischer durch die Anwesenheit von Sulfatkonzentrationen behindert wird.

Die folgende Tabelle verdeutlicht die Erfindung. Es werden Mischungen aus Hart- und Weichbrand miteinander verglichen in bezug auf maximale Gärtemperatur sowie die Festigkeit und Schwindung der autoklavgehärteten Formteile.

	Hartbrand	Weichbrand
Kalk (kg)	340	340
Zement (kg)	220	220
Sand (kg)	1790	1790
Anhydrit (kg)	–	60
Gärtemperatur (°C)	80	80
Druckfestigkeit (kp/cm ²)	25	35
Schwindung (mm/m)	0,4	0,09

Die Werte der Tabelle lassen erkennen, dass nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Produkte herkömmlichen sogar überlegen sind. Diese Überlegenheit betrifft auch das Verhalten der Masse während der Gärung insbesondere in bezug auf die Steighöhe, Steiggeschwindigkeit, Konsistenz, Temperaturentwicklung und Endtemperatur sowie Stabilität der Masse nach Erreichen der maximalen Steighöhe.

Mit der Erfindung wird trotz der Sulfatzugabe erreicht, dass die Masse schnell aufgärt und ohne Riss- und Schattensbildung stabil und sich selbsttragend ist und nicht zurücksinkt oder zusammenfällt. Es werden Standzeiten bis zur Schneidfähigkeit von 1 bis 4 Stunden erreicht, ohne dass Endtemperaturen von über 90°C eingestellt werden müssen, wie dies beispielsweise bei normalen zementarmen Mischungen der Fall ist, die Endtemperaturen über 90°C erfordern, um innerhalb von 4 Stunden auszutrocknen.