

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50486/2018 (51) Int. Cl.: **C04B 111/27** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 18.06.2018 **C04B 103/65** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2020 **C04B 28/04** (2006.01)

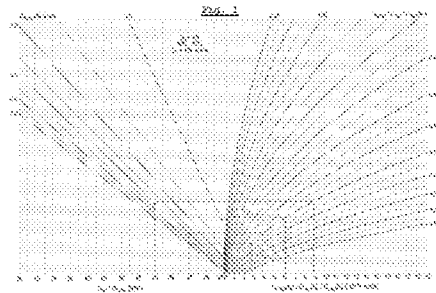
(56) Entgegenhaltungen:
AT 517528 A1
WO 2017156206 A1
WO 2009039234 A1
WO 2015034805 A1
EP 2292568 A1
US 2014090842 A1

(71) Patentanmelder:
Freilinger Beschichtungstechnik GmbH
80802 München (DE)

(74) Vertreter:
Burgstaller Peter Dr.
4020 Linz (AT)

(54) **Fahrbahnbelag**

(57) Die Erfindung betrifft einen Fahrbahnbelag aus Beton, welcher aus Zement und Zusatzmitteln gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei die Kristallisation mit Volumenzuwachs erfolgt, was zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt und der Beton zudem Nanosilica und Composite-Fasern enthält.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Fahrbahnbelag aus Beton, welcher aus Zement und Zusatzmitteln gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei die Kristallisation mit Volumenzuwachs erfolgt, was zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt und der Beton zudem Nanosilica und Composite-Fasern enthält.

Beschreibung

Fahrbahnbelag und Verfahren zur Errichtung eines Fahrbahnbelags.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Fahrbahnbelag sowie ein Verfahren zur Errichtung und Wartung eines Fahrbahnbelags aus einer zementösen Zusammensetzung, welche Zusatzmittel enthält, welche die Langzeitstabilität der zementösen Zusammensetzung bzw. des Betons verbessert.

Insbesondere betrifft die Erfindung den Fahrbahnbelag einer Brücke bzw. einen Brückenbelag bzw. Brückenfahrbahnbelag.

Als Brücke ist ein Bauwerk zu verstehen, das einen Aufbau aus Stahlbeton aufweist und als Deckschicht einen Fahrbahnbelag, sodass Fahrzeuge über die Brücke fahren können.

Nach dem Stand der Technik ist es bekannt, Brückenbeläge aus Asphalt auszuführen, also aus einer Mischung umfassend einer zementösen Zusammensetzung und Bitumen, mit dem Nachteil der geringen Nutzungsdauer von ca. 25 Jahren. Ein Asphaltbrückenbelag kostet in der Errichtung ca. 80€/m². Zudem ist es bekannt, diese Beläge aus Beton auszuführen, welcher als Zuschlag Kunststofffasern oder Stahlfasern aufweist, um eine sehr harte Oberfläche zu schaffen, was aber aufgrund der aufwendigen Mischung und der enormen Kosten pro Quadratmeter von ca. 200€/m² nachteilig ist.

Die genannten Brückenbelege sind relativ aufwendig in der Herstellung und dabei verschleißanfällig und/oder teuer.

Wünschenswert wäre die Errichtung eines Fahrbahnbelags aus Beton. Beton hat jedoch den Nachteil, dass herkömmlicher Beton die Anforderungen an chemische Beständigkeit, Abriebfestigkeit, Wasserdichtheit und Rissüberbrückung nur unzulänglich erfüllt.

Nach dem Stand der Technik ist es bekannt, dass Gebäude, Behausungen, Brückenköpfe, Brückenpfeiler, Hafenmolen, Staumauern, Abwasserkanäle, Tunnels, im Wasser stehende Fundamente oder andere Bauwerke aus Beton, bei welchen am Beton feuchtes Erdreich oder sogar Wasser ansteht, mit

Dichtmittelzusätzen so zu modifizieren, dass Feuchtigkeit weder eindringen kann, noch eine erhebliche Durchfeuchtung des Festbetons erfolgt.

Bei den heute bekannten Dichtmittelzusätzen unterscheidet man überwiegend zwischen hydrophobierenden und kristallisierenden Dichtmittelzusätzen.

Hydrophobierende Dichtmittel enthalten zum Beispiel Erdalkalimetallsalze von Fettsäuren, durch welche die kapillare Wasseraufnahme des Betons reduziert wird. Beispielsweise richten sich bei der Verwendung von Calciumsteraten oder Calciumoleaten die Moleküle aufgrund ihrer tensidischen Struktur an den Oberflächen des Betons, also auch an den Innenflächen von Rissen oder Kapillaren so aus, dass die langen unpolaren Kohlenwasserstoffketten von den Festkörperoberflächen weggerichtet sind und sich die polaren Carboxylatgruppen an den Festkörperoberflächen anlagern. Hierdurch wird die Benetzbarkeit der Betonoberflächen deutlich reduziert.

Im Falle kristallisierender Dichtmittelzusätze erfolgt ein Zuzusammen von löslichen Carbonaten und organischen Säuren, wie zum Beispiel Weinsäure oder Fumarsäure zum Frischbeton. Diese Verbindungen führen zur Ausbildung von Kristallstrukturen in den Kapillaren des Betons, wodurch diese verschlossen werden und hierdurch das Eindringen von Wasser vermindert wird. Das Zuschließen von Rissen im Beton durch Kristallisation setzt jedenfalls das Vorhandensein von Wasser oder Feuchtigkeit voraus, sodass diese erst erfolgt, wenn der Kontakt mit Wasser erfolgt. Dies erklärt, dass diese Zusätze nur bei Beton vorgesehen sind, der ausreichend Kontakt mit Wasser bzw. Feuchtigkeit hat, wie beispielsweise Staunässe aus dem Erdreich.

Aus der EP2292568A ist ein verbesserter Dichtmittelzusatz zur Herstellung von zementösen Zusammensetzungen bzw. Beton bekannt, welcher auch im Bereich von Wasserbauten eine gute Abdichtung des Bauwerks gewährleistet und die Gefahr eines Durchfeuchtens des Betons vermindert, wobei beschrieben ist, dass Risse von bis

zu 0,3 mm bei Wasserkontakt durch Kristallisation des Dichtzusatzmittels verschlossen werden.

Aus der AT 517528 B1 ist es bekannt den Fahrbahnbelag einer Tiefgarage aus Beton mit einer Schichtstärke von zumindest 2 cm zu errichten, wobei der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält.

Aufgabe der Erfindung ist es einen Fahrbahnbelag, insbesondere für Brücken, bereit zu stellen, welcher aus Beton gebildet ist und bei geringen Errichtungskosten eine lange Nutzungsdauer erlaubt.

Zur Lösung der Aufgabe wird vorgeschlagen den Fahrbahnbelag als eine Schicht Beton zu bilden, wobei der Beton ein rissheilendes Betonzusatzmittel, Additive zur Betonverdichtung und spezielle Composite-Fasern beinhaltet.

Die Composite-Fasern sind bevorzugt kunststoffverstärkte Glasfasern. Die Composite-Fasern weisen bevorzugt dieselbe Dichte wie der Beton auf.

Als Alternative zu einer Bitumenabdichtung mit den nachfolgenden Asphaltsschichten wurde die Idee geboren, einen Fahrbahnbelag aus Beton mit speziellen rissheilenden und verdichtenden Betonzusatzmittel als auch speziellen Composite Fasern zu versehen und einzubauen, sodass ein nachhaltiger Fahrbahnbelag insbesondere Brückenfahrbahnbelag erreicht wird. Der Belag ist hell, ölbeständig und höchst mechanisch belastbar, durch eine dicke Verschleißschicht aus Beton, zudem umweltfreundlich, ungiftig, wartungsarm, in der Entsorgung unproblematisch und preisgünstig. Falls Risse entstehen, heilt der Betonboden bis zu 0,4mm (und bei nicht durchgehenden Rissen bis 0,5mm) bei Feuchtigkeit wieder zu (Selbsteheilungseffekt); Es besteht auch durch die optimierte Betonrezeptur ein optimaler Schutz gegen die Chloridmigration. So kann eine 100jährige Beständigkeit erreicht werden. Es ist zu erwarten, dass so wie im Hochbau auch im Tiefbau in den nächsten Jahren eine stärkere Nachhaltigkeitsfokussierung kommen wird.

Bevorzugte Ausführungsvariante

Auf eine Tragwerksplatte wird in einer Schichtstärke von bevorzugt 3-4cm ein Betonboden (=Verbundbeton) aufgebracht der ein rissheilendes Betonzusatzmittel, Additive zur Betonverdichtung (Opticrete 450/250) und spezielle Composite Fasern beinhaltet. Die Betonrezeptur ist bevorzugt auf einen C70/85 ausgelegt (geeignet für Zugspannungen von 6-8MPa) und es werden zusätzlich bis zu 27kg/m^3 High Performance AR Glas-Composite Makrofasern mit einer Länge von 43 mm zur Verstärkung hinzugefügt. Falls überhaupt Risse entstehen heilen diese bis zu 0,4mm (bei nicht durchgehenden Rissen bis 0,5mm) bei Feuchtigkeit wieder zu (Selbstheilungseffekt). Es ist bekannt, dass die größten Zugspannungen ($6-8\text{N/mm}^2$) beim Erhärten auftreten. Die dabei auftretenden Schwindspannungen bzw. möglichen Risse werden zugeheilt. Von der Tragwerksplatte ausgehende Risse (Rissbreitenbeschränkung von 0,3mm) werden durch die Fasern verhindert bzw. bei Auftreten durch Feuchtigkeit zugeheilt. Solche Risse treten vor allem bei schlaff bewehrten Brücken auf. Bei Spannbetonbrücken sind keine bzw. nur sehr wenige Risse zu erwarten. Die Composite Fasern haben eine stark rissbrückende Funktion. Sie helfen deshalb allgemein die Entstehung und das Aufgehen von Rissen und im speziellen aufgrund des erhärtenden Verhaltens, das Wiederaufgehen von geheilten Rissen genau an der gleichen Stelle im nächsten Jahr zu verhindern. Somit wird gemeinsam mit der Rissheilungskraft eine hohe Sicherheit gewonnen.

Bevorzugtes Herstellungsverfahren

Aufbauend auf einer Tragwerksplatte werden folgende Schritte gesetzt:

- Schritt 1: Untergrundvorbehandlung der Tragwerksplatte um eine Haftung des nachfolgenden Betonbelages zu bekommen; (u.a. Kugelstrahlen, zementöse Haftbrücke)
- Schritt 2: Einbau eines mit Zusatzmittel vergüteten Betonbodens in einer Schichtstärke von 3 cm bis max. 10cm.

In der Praxis werden ca. 3 cm bis 4cm genommen werden.
(ohne Eisenbewehrung, aber mit speziellen Glasfasern verstärkt) Die dünne Schicht des Fahrbahnbelags begünstigt die Faserausrichtung in Querrichtung.

- Für einen laufenden Kristallisationseffekt braucht es ein gewisses Maß an Feuchtigkeit. In unseren Breitengraden regnet es genug sodass von einem ständigen Selbstheilungsprozess ausgegangen werden kann. Bei eventuell überdachten Brücken sollte zumindest eine Straßenreinigung mit Wasser zweimal im Jahr durchgeführt werden. Nachdem aber durch den normalen Straßenverkehr auch Feuchtigkeit auf den Brückenfahrbahnbelag gebracht wird ist auch bei überdachten Brücken von einem ständigen Selbstheilungsprozess auszugehen.

Schritt 1 besteht, wenn benötigt, in der Vorbehandlung des Untergrunds, welche in einer gründlichen Reinigung und Aufrauung der Oberfläche des Stahlbetons der Brücke besteht, um die Haftung des nachfolgenden Betonbelags zu verbessern. Zum Aufrauen wird der Untergrund bevorzugt gestrahlt, insbesondere durch Kugelstrahlen. Die Vorbehandlung umfasst weiters die Befeuchtung des Untergrunds mit ausreichend Wasser. Das Aufrauen und Befeuchten des Untergrunds hat sich in Versuchen als ausreichend herausgestellt, um eine ausgezeichnete Haftung des erfindungsgemäßen Betonbelags zu erreichen. Zur Vorbehandlung des Untergrunds eignet sich aber auch das Auftragen von Epoxidharz-Haftgrundierungen oder zementösen Haftgrundierungen.

Schritt 2 besteht im Auftrag des Betons auf den Untergrund mit einer Schichtstärke von mindestens 3 cm, bevorzugt mit einer Schichtdicke von 3 cm bis 10 cm.

In Versuchen der Materialprüfanstalt Hannover wurde ein Betonwürfel (15x15) komplett mit einem durchgehenden Riss von 0,4mm gespalten. Es wurde nachgewiesen, dass der Würfel innerhalb von 37 Tagen komplett zugeheilt war, obwohl bedingt durch den Versuchsaufbau, immer wieder frisch gebildete

Kristalle ausgeschwemmt wurden. Dies kommt in der Praxis so nicht vor, da im Fahrbahnbelag, insbesondere Brückenbelag, die Kristalle sich aufbauend von unten nach oben bilden können. (d.h. dass eine Heilung des Risses in der Praxis wesentlich schneller geht als im Versuchsaufbau)

Vorteile des erfindungsgemäßen Belags:

- Hell, dadurch erhöhte Verkehrssicherheit
- höchste mechanische Belastbarkeit durch eine dicke Verschleißschicht aus Beton (speziell im Winter bei eventuellen Spikereifen)
- Optimaler Schutz gegen Chloridmigration
- geprüft nach EN ISO 2812-1, Beständigkeit gegen Dieselkraftstoffe, Benzin und Motorenöl
- Kein Abblättern da mit Beton durch chemische Reaktion verbunden,
- Nachhaltig und günstiger als Bitumenabdichtung mit nachfolgenden Asphaltsschichten
- rissüberbrückend durch Selbstheilung bis 0,5mm
- umweltfreundlich, ungiftig, in Entsorgung unproblematisch

Betonzusatzmittel

Die Rezeptur wird bevorzugt durch spezielle Silica optimiert, um nicht nur einen rissheilenden Beton, sondern auch einen sehr dichten Beton zu erreichen. Dadurch kann der Elektrolytwiderstand des Betons zunehmen. Bei hohem Silica-Staub Gehalten ist die Korrosionswahrscheinlichkeit deshalb gering, weil die geringe elektrolytische Leitfähigkeit höhere Korrosionsraten praktisch ausschließen.

Für die Rissheilung wird ein Betonzusatzmittel der Betocrete C-Serie und für die Verdichtung verwendet. Zur Schließung der Kapillaren des Betons wird ein kolloidales Silica von Opticrete verwendet. Die kolloidalen Silica haben eine sehr hohe spezifische Oberfläche von 250 bis 500m²/g und eine sehr hohe Wasserbindekapazität.

Die kolloidalen Silica werden bevorzugt in Form einer alkalischen wasserbasierten Flüssigkeit mit 50% Feststoffanteil zugegeben. Alternativ können die Silica in einer mit Aluminat modifizierten wasserbasierten Flüssigkeit mit 15% Feststoffanteil enthalten sein.

Die amorphen Silica Partikel sind negativ geladen und sind so strukturiert, dass sie die Reaktivität der Flüssigkeit unterstützen. Die Flüssigkeit ist weißlich und fast so viskos wie Wasser. Bei Betonanwendungen funktioniert das kolloidale Silica ausgesprochen gut als Stabilisierer und Beschleuniger. Zudem wird die Betonmischung dadurch ausgesprochen beständig, verdichtet, stabil und das ganze freie Wasser gebunden. Die kolloidalen Silica Partikel reagieren vollständig mit dem freien Calcium Hydroxid, welches bei der Zementhydratation entsteht, um CSH (Calcium Silikat Hydrat) Verbindungen auszubilden. Diese Verbindungen verstärken die Dichte der Zementpaste, die Struktur zwischen den Gesteinskörnern und eliminieren das überschüssige Wasser. Bei selbstverdichtenden Betonen wird die Entmischung kontrolliert als auch das Betonbluten verhindert, sodass die Mischung stabil und bearbeitbar bleibt.

Zusätzlich werden bevorzugt geeignete Hochleistungsfließmittel zugegeben. Bevorzugt wird ein niedriger w/b-Wert (Wasserbindemittelwert).

Rissverhalten und Einsatz von speziellen Composite Fasern

Die verwendeten Composite Glasfasern haben im Gegensatz zu PPE (Kunststoff) Fasern den Vorteil, dass diese die gleiche Dichte wie Beton haben, daher verklumpen sie nicht und sind leichter zu verarbeiten. Auch ist das E-Modul um ein Vielfaches höher als bei PPE Fasern (43 bis 72 GPa im Gegensatz zu 1,5 bis 9,5 GPa) und auch höher als vom Beton selbst (Beton 30-40 GPa).

Die Zugfestigkeiten der Composite Fasern ist mit 1700 MPa sehr hoch.

Die verwendeten Composite Fasern zeigen bei der gewählten Dosierung und Betonklasse im Nachrissbiegezugversuch ein

erhärtendes Nachrissverhalten, so dass man hohe Nachrissbiegezugfestigkeiten selbst bei höheren Rissbreiten gewährleisten kann. (f_{r1m} bei 0,5mm Rissbreite=6,93 MPa und f_{r3m} bei 2,5mm =7,95 MPa)

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen den Fahrbahnbelag als eine Schicht Beton mit einer Schichtstärke von zumindest 2 cm zu bilden, wobei der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei die Kristallisation mit Volumenzuwachs erfolgt, was zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt und der Beton zudem Silica, insbesondere Nanosilica, und Composite-Fasern enthält.

Durch diese Kombination ergibt sich ein Betonbelag mit ausgezeichneter Oberflächenhärte und somit guter Abriebfestigkeit, der durch das kristalline Abdichtungsmittel zusätzlich Rissheilungseigenschaften aufweist. Durch diese Kombination kann eine lange Nutzungsdauer von bevorzugt über 50 Jahren erreicht werden. Bevorzugt weist der erfindungsgemäße Fahrbahnbelag, insbesondere Brückenbelag, keine Bewehrung auf. Weniger bevorzugt ragt die Bewehrung einer Stahlbetonbrücke in den erfindungsgemäßen Brückenbelag. Dies wird erreicht, indem Bewehrungselemente aus der Konstruktion der Stahlbetonbrücke nach oben herausragen und der erfindungsgemäße Brückenbelag um und über diese Bewehrungselemente aufgebracht wird. In diesem Fall weist der erfindungsgemäße Fahrbahnbelag bevorzugt eine Überdeckung von mindestens 3 bevorzugt mindestens 5 cm auf. Die Überdeckung gibt an, mit welchem Ausmaß der Fahrbahnbelag die Bewehrungselemente überragt bzw. überdeckt, also den Abstand von den Bewehrungselementen zur Oberfläche der Fahrbahn.

Der erfindungsgemäße Fahrbahnbelag weist bevorzugt eine Gesamtdicke von mindestens 3 cm auf, besonders bevorzugt zwischen 3 und 20 cm, insbesondere zwischen 3 und 10 cm.

Vorteilhaft an der gegenständlichen Erfindung ist die Verwendung von herkömmlichem Beton als Basis für den Fahrbahnbelag, welcher

einen kostengünstigen und einfach zu handhabenden Baustoff darstellt. Beton hat gegenüber Asphalt den Vorteil, dass dieser hell, bis hin zu weiß vorliegen kann und daher beliebig einfärbbar ist. Durch Verwendung des bevorzugt farblosen, bzw. durchsichtigen kristallinen Abdichtungsmittels wird die Optik des Betons nicht verändert bzw. beeinträchtigt. Vorteilhaft ist zudem, dass kristalline Rissüberbrückung über die gesamte Schichtdicke des Betonbelags erfolgt, was zur Folge hat, dass die Betonschicht bis hinunter zur Bewehrung bzw. zur Tragwerksplatte als Verschleißschicht ausgeführt ist. Besonders vorteilhaft ist, dass der Fahrbahnbelag als eine Schicht in einem Arbeitsgang aufgebracht werden kann.

Das Betonzusatzmittel für den erfindungsgemäßen Betonbelag enthält jedenfalls ein kristallines Abdichtungsmittel, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei durch die Kristallisation ein Volumenzuwachs entsteht, welcher zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt.

Besonders bevorzugt wird als Betonzusatzmittel ein flüssiges kristallines Abdichtungsmittel der SCHOMBURG GmbH mit dem Markennamen Betocrete® C-Series, insbesondere Betocrete C16 oder Betocrete C21 verwendet. Dabei handelt es sich um eine wässrige Salzlösung mit Metallseifen, enthaltend Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat oder Lithiumcarbonat.

Diese kristallinen Abdichtungsmittel sind unter anderem in der EP 2292568 A beschrieben, deren Inhalt in den folgenden Absätzen zusammengefasst ist.

Der bevorzugte Dichtmittelzusatz für zementöse Zusammensetzungen enthält demnach wenigstens ein synthetisches und/oder natürliches Wachs in wässriger Dispersion oder Emulsion. Unter "Wachs" oder "Wachsen" werden im Rahmen der Beschreibung der EP 2292568 A tierische und pflanzliche Wachse verstanden, zu denen zum Beispiel auch Lipide zählen. Die Hauptkomponenten solcher Wachse sind Ester von Fettsäuren mit langkettigen, aliphatischen, primären Alkoholen, den so genannten

Wachsalkoholen. Weiterhin werden unter "Wachsen" im Sinne der EP 2292568 A beispielsweise auch Jojobaöl oder ähnliche Substanzen verstanden, die nicht aus Triglyceriden bestehen und damit keine fetten Öle sind, sondern chemisch betrachtet flüssige Wachse darstellen. Darüber hinaus sind "Wachse" im Sinne der EP 2292568 A auch synthetische Wachse, die hauptsächlich aus Erdöl gewonnen werden und die zum Beispiel aus Paraffin bzw. Hartparaffin bestehen. Schließlich sind "Wachse" im Sinne der EP 2292568 A auch natürliche Wachse, die chemisch modifiziert oder vollständig synthetisiert wurden, wie zum Beispiel Polyethylene oder Copolymere oder beispielsweise auch aus Soja durch Hydrierung gewonnenes Sojawachs. Bevorzugt enthält das bzw. die Wachse, welche bei der Herstellung des vorteilhaften Dichtmittelzusatzes zur Verwendung kommen, wenigstens einen Ester höherer aliphatischer Fettsäuren, welche vorzugsweise C30 - C34 Alkohole aufweisen. Der vorteilhafte Dichtmittelzusatz enthält darüber hinaus bevorzugt auch wenigstens ein wasserlösliches oder in Wasser dispergierbares Metallsalz der C8 - C34 Fettsäuren. Vorzugsweise handelt es sich bei dem oder den Metallsalzen der C8 - C34 Fettsäuren um Alkalimetall-, Erdalkalimetall- und Aluminiumsalze. Besonders bevorzugt werden dabei aus der Gruppe der wasserlöslichen oder dispergierbaren Metallsalze der C8 - C34 Fettsäuren ausgewählt, wie zum Beispiel Kaliumcaprylat, Kaliumcaprinat, Calciumlaurat, Natriummyristat, Natriumpalmitat, Kaliumoleat, Lithiumstearat, Natriumstearat, Kaliumstearat, Calciumstearat, Magnesiumstearat, Aluminiumdi- und -tristearat.

Der vorteilhafte Dichtmittelzusatz erhält bevorzugt zusätzlich zu einer oder allen vorstehenden Komponenten auch wasserlösliche Carbonate. Durch die Zugabe solcher Carbonate wird der Effekt einer Rissheilung bei Wasserkontakt erzielt, was bislang speziell bei Wasserbauten vorteilhaft genutzt wurde.

Die zugegebenen wasserlöslichen Carbonate dienen dabei im Festbeton als Carbonatquellen, aus denen bei einem Wassereintritt durch Risse oder Kapillaren Carbonationen in

Lösung gehen und in die Risse und Kapillaren eindiffundieren. Dort erfolgt eine Carbonatisierung und damit ein Verschluss der Risse oder der Kapillaren.

Besonders bevorzugt sind die wasserlöslichen Carbonate und Hydrogencarbonate ausgewählt aus einer Gruppe welche Alkalikarbonate und Ammoniumcarbonate, wie zum Beispiel Natriumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, Kaliumcarbonat, Kaliumhydrogencarbonat, Lithiumcarbonat, Lithiumhydrogencarbonat und Ammoniumcarbonat, Ammoniumhydrogencarbonat sowie Kombinationen hiervon und dergleichen umfasst.

Bevorzugt ist Alkalikarbonat mit einem Anteil von 10-25 Gew.% im kristallinen Abdichtungsmittel enthalten.

Bevorzugt wird dem angemachten Beton, oder bereits dem Anmachwasser das kristalline Abdichtungsmittel in flüssiger Form mit einer Masse von 2 bis 3 % bezogen auf die Masse der Zementformulierung zugesetzt, mindestens jedoch 7 kg pro m³ des angemachten Betons.

Als Beton eignet sich beispielsweise Standardbeton wie C30/37 oder bevorzugt C70/85.

Bevorzugt wird als Zement CEM II verwendet, besonders bevorzugt CEM II/A-S oder CEM II/A-V. CEM II/A-S ist Portlandzement mit einem Flugascheanteil von 6 bis 20% und 0-5% Nebenbestandteilen. CEM 2 AS ist Portlandzement mit einem Hüttensandanteil (granulierte Hochofenschlacke) von 6 bis 20% und 0-5% Nebenbestandteilen.

Dem Beton ist zusätzlich zum kristallinen Abdichtungsmittel Nanosilica zugesetzt. Des Weiteren können weniger bevorzugt Luftporenbildner zugesetzt sein.

Das Nanosilica wird in Form von Nanopartikeln bevorzugt als Kolloid zugesetzt. Bevorzugt weist das Nanosilica eine Oberfläche von mindestens 250 m²/g auf. Als Nanosilica eignet sich insbesondere Opticrete Silica 250 A oder Opticrete Silica 450 A erhältlich bei der Firma Freilinger Beschichtungstechnik

GmbH. Bevorzugt weist das Nanosilicat eine mittlere Partikelgröße von 4nm bis 6nm, besonders bevorzugt 5nm auf.

Das Nanosilica schließt Kapillaren des Betons. Das Nanosilica reagiert mit freiem Calciumhydroxid und bindet freies Wasser des Betons. Vorteilhaft wird durch das Nanosilica auch der Elektrolythwiderstand erhöht, was die Oxidation Bewehrung verhindert bzw. verlangsamt. Der erfindungsgemäße Belag schützt somit die Bewehrung.

Die Verwendung von Nanosilica und von kristallinen Abdichtungsmitteln ist zwar in gewisser Weise ein Widerspruch in sich, da Nanosilica freies Calciumhydroxid bindet, aber das kristalline Abdichtungsmittel freies Calciumhydroxid benötigt, damit Risse im Beton zuheilen können. Überraschenderweise wurde festgestellt, dass durch Verwendung beider Mittel ein sehr harter und somit verschleißbeständiger Beton resultiert, der dennoch die Fähigkeit zur Rissheilung aufweist.

Bevorzugt wird das Nanosilica in einem Anteil von 0,5-5 Gew% des Zements zugegeben.

Besonders bevorzugt wird das Nanosilica in einem Anteil von 0,5-3 Gew% des Zements zugegeben.

Bevorzugt wird das Nanosilica mit einer Masse von 0,5 bis 5 % bezogen auf die Masse der Zementformulierung zugesetzt.

Bevorzugt erfolgt das Anmachen des Betons dadurch, dass zuerst Zement mit Anmachwasser vermengt wird und das kristalline Abdichtungsmittel bereits dem Anmachwasser zugesetzt ist oder danach in flüssiger Form dem bereits angemachten Zement zugesetzt wird.

Die Zugabe von Nanosilica erfolgt bevorzugt als Kolloid das als Flüssigkeit dem angemachten Zement zugegeben wird, bevorzugt nachdem das kristalline Abdichtungsmittel zugegeben wird.

Bevorzugt wird das Nanosilica dem Beton zugegeben, wenn alle anderen Bestandteile bereits gut vermischt sind.

Weniger bevorzugt ist es auch möglich, eine gesamte Brücke aus dem Material des erfindungsgemäßen Betonbelags herzustellen und zwar bereits im Zuge der Betonierarbeiten bei Errichtung des Bauwerks, sodass die Brückenkonstruktion selbst den erfindungsgemäßen Fahrbahnbelag bildet. Nachteilig daran sind die höheren Kosten, da anstelle eines zumindest 3 cm dicken Fahrbahnbelags die gesamte Brücke mit dem kristallinen Abdichtungsmittel dem Nanosilica und den Composite-Fasern zu versehen wäre.

Figur 1: zeigt als technischen Nachweis ein Nomogramm aus der Dissertation „Semiprobabilistisches Nachweiskonzept zur Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauteilen“ von Dr. Rahimi bei Prof. Gehlen an der TU München, BAW (Anhang D, Seite 202), 2016.

Fig. 1 zeigt ein Nomogramm bei 4 cm Schichtstärke, XD3, Zuverlässigkeitsindex von 0,5=31% Wahrscheinlichkeit von Korrosion, Alterungsexponent je nach Zementart zwischen 0,4 (CEM2A/S) bis 0,6 (CEM2 A/V), 100 Jahre Beständigkeit); Für Fahrbahnflächen bzw. dem Straßenverkehr ausgesetzte Flächen sind für Süddeutschland 3% Oberflächenchloridkonzentration anzunehmen, für Norddeutschland mit 2% etwas geringer; Bei Flächen die zugänglich und auf Risse zu kontrollieren sind, ist ein Zuverlässigkeitsindex von 0,5 anzunehmen bzw. zulässig.

Die Überdeckung im Nomogramm als auch die Zementart kann entweder Vorgabe vom Bauwerk sein oder auch bewusst gewählt werden. Für die erfindungsgemäße Betonrezeptur wurde der Chloridmigrationskoeffizienten nach BAW Testverfahren bestimmt, um im Nomogramm den technischen Gesamtnachweis erbringen zu können.

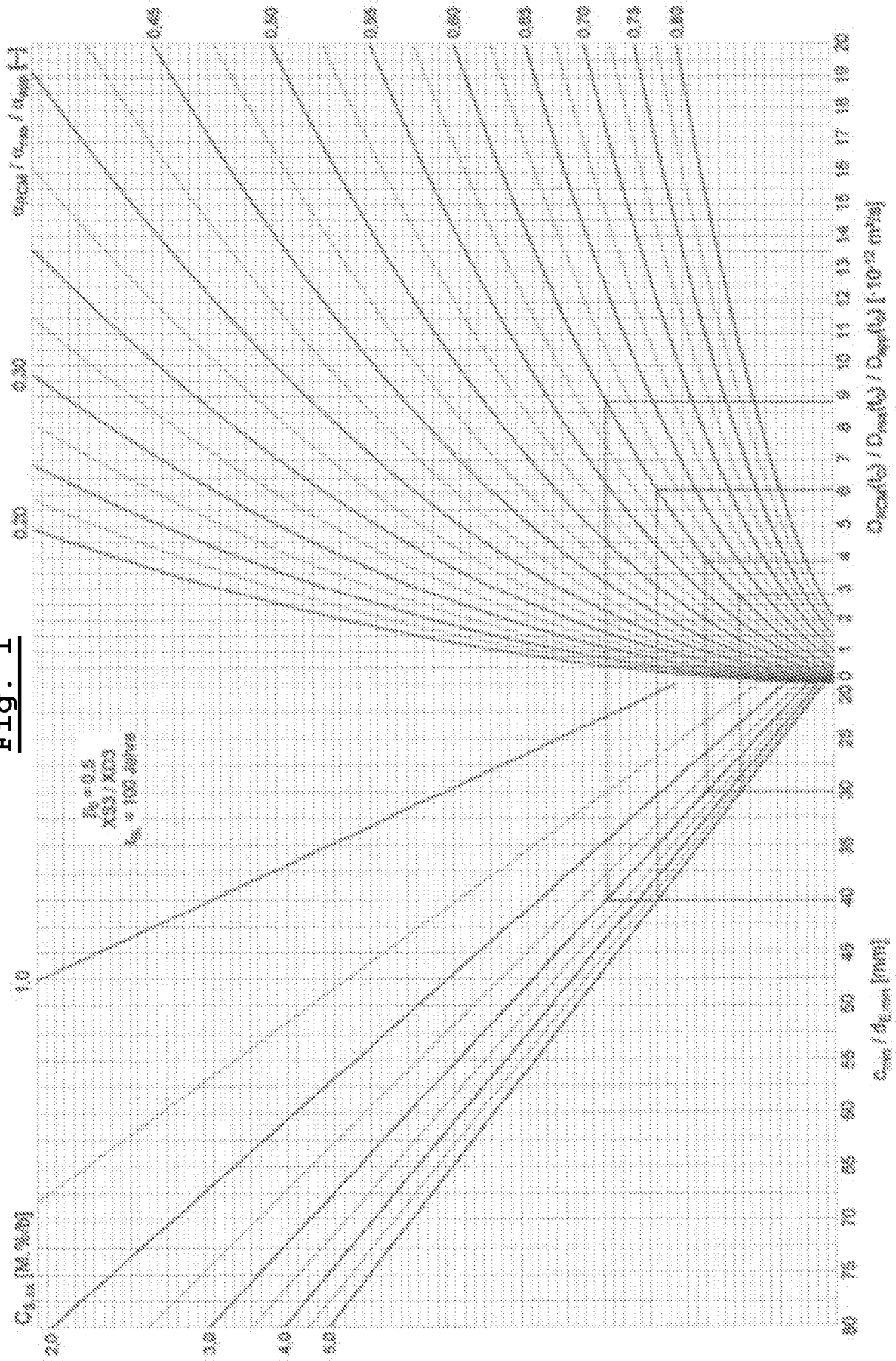
Abhängig von der Zementart als auch vom w/b Wert ergeben sich für den rissheilenden mit kolloidalen Silica verstärkten Beton-Fahrbahn- und/oder Brückenbelag ein Chloridmigrationskoeffizient von 3,4; (zum Vergleich: reine CEM 1 Zementrezepturen haben einen Chloridmigrationwert von 17-19); Somit ist die

gegenständliche Rezeptur bei einem 40mm starken Betonbelag selbst bei 5% Oberflächenchloridkonzentration (worst case) immer noch weit unter dem im Nomogramm geforderten Wert von 6. (bei 3% Oberflächenchloridkonzentration ist der geforderte Wert bei 9)

Patentansprüche

1. Fahrbahnbelag aus Beton, welcher aus Zement und Zusatzmitteln gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei die Kristallisation mit Volumenzuwachs erfolgt, was zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt und der Beton zudem Nanosilica und Composite-Fasern enthält.
2. Fahrbahnbelag nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Schichtstärke von 3-10 cm vorliegt.
3. Fahrbahnbelag nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zement CEM II/A-V oder CEM II/A-S ist.
4. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das kristalline Abdichtungsmittel mit 2 bis 3 Gew.% des Zements enthalten ist.
5. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Nanosilica mit 0,5 bis 3 Gew.% des Zements enthalten ist.
6. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Composite-Fasern ein E-Modul von 43 bis 72 GPa aufweisen.
7. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Composite-Fasern mit bis zu 27 kg/m³ enthalten sind.
8. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das kristalline Abdichtungsmittel eine wässrige Salzlösung mit Metallseifen ist, welche ein Alkalikarbonat enthält.
9. Verwendung eines Fahrbahnbelags nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er als Fahrbahnbelag einer Brücke verwendet wird.

Fig. 1



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC:
C04B 111/27 (2006.01); **C04B 103/65** (2006.01); **C04B 28/04** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC:
C04B 28/04 (2013.01); **C04B 28/02** (2013.01)

Recherchiertes Prüfverfahren (Klassifikation):
 C04B

Konsultierte Online-Datenbank:
 WPIAP, EPODOC, PAJ, PATDEW, PATENW, Espacenet

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **18.06.2018** eingereichten Ansprüchen **1-9** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	AT 517528 A1 (FREILINGER BESCHICHTUNGSTECHNIK UG) 15. Februar 2017 (15.02.2017) ganzes Dokument	1-9
Y	WO 2017156206 A1 (OCV INTELLECTUAL CAPITAL LLC) 14. September 2017 (14.09.2017) Ansprüche	1-9
Y	WO 2009039234 A1 (NOVA CHEM INC) 26. März 2009 (26.03.2009) Ansprüche	1-9
Y	WO 2015034805 A1 (OCV INTELLECTUAL CAPITAL LLC) 12. März 2015 (12.03.2015) Ansprüche	1-9
A	EP 2292568 A1 (SCHOMBURG GMBH & CO KG) 09. März 2011 (09.03.2011) Ansprüche	1-9
A	US 2014090842 A1 (PATIL et al.) 03. April 2014 (03.04.2014) Ansprüche	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:
 26.11.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
 STEPANOVSKY Martin

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche

1. Fahrbahnbelag aus Beton, welcher aus Zement und Zusatzmitteln gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Beton ein kristallines Abdichtungsmittel enthält, welches bei Kontakt mit Wasser zu einer Kristallisation führt, wobei die Kristallisation mit Volumenzuwachs erfolgt, was zum Verschluss von Hohlräumen und Rissen führt und der Beton zudem Nanosilica enthält.
2. Fahrbahnbelag nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er Composite-Fasern enthält.
3. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Schichtstärke von 3-10 cm vorliegt.
4. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Zement CEM II/A-V oder CEM II/A-S ist.
5. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kristallines Abdichtungsmittel mit 2 bis 3 Gew.% des Zements enthalten ist.
6. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Nanosilica mit 0,5 bis 3 Gew.% des Zements enthalten ist.
7. Fahrbahnbelag nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Composite-Fasern ein E-Modul von 43 bis 72 GPa aufweisen.
8. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 2 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Composite-Fasern mit bis zu 27 kg/m³ enthalten sind.
9. Fahrbahnbelag nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das kristalline Abdichtungsmittel eine wässrige Salzlösung mit Metallseifen ist, welche ein Alkalikarbonat enthält.

10. Verwendung eines Fahrbahnbelags nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass er als Fahrbahnbelag einer Brücke verwendet wird.