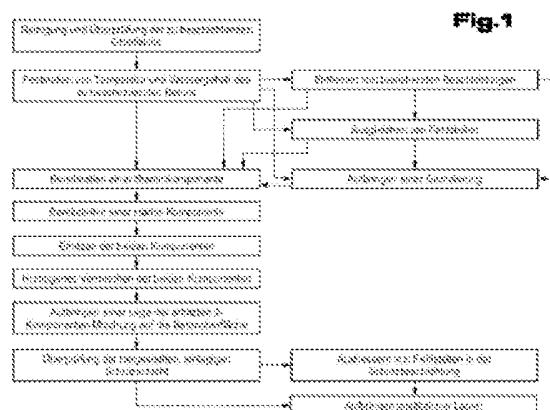


Gebrauchsmusterschrift

(51) Int. Cl.: **C04B 41/00** (2006.01)
C04B 28/02 (2006.01)
C04B 41/48 (2006.01)
C04B 41/63 (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger & Partner Rechtsanwalt GmbH
4580 WINDISCHGARSTEN (AT)

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Polyurethan- Schutzbeschichtung auf Betonoberflächen, insbesondere auf Tunnelwänden, durch kontrolliertes Aufspritzen und Aushärten einer chemisch reaktiven 2-Komponenten-Mischung. Das Verfahren umfasst unter anderem Schritte zur Bereitstellung von zwei flüssigen bzw. fließfähigen und lösungsmittelfreien Komponenten, welche jeweils Molekül mit 2 oder mehr chemisch reaktiven Funktionalitäten umfassen. Die beiden Komponenten werden vor dem Aufbringen auf die zu beschichtende Oberfläche erhitzt, und in einer Mischeinheit kontrolliert abgemischt. Die Auftragung auf die zu beschichtende Oberfläche erfolgt durch Aufspritzen der homogenen 2-Komponenten-Mischung. Die resultierende Schutzbeschichtung ist sofort regenbelastbar, ist leicht zu reinigen, und weist zahlreiche verbesserte Eigenschaften auf, welche den Anforderungen an Schutzbeschichtungen, insbesondere für die Anwendung im Inneren eines Verkehrstunnels genügen, bzw. diese Anforderungen sogar übertreffen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Polyurethan- Schutzbeschichtung auf umweltexponierten Oberflächen, wie zum Beispiel Betonwänden in Straßenverkehrstunnel. Insbesondere wird dabei eine chemisch reaktive 2-Komponenten-Mischung auf die Oberfläche aufgespritzt und zur Bildung der Schutzbeschichtung durch eine chemische Reaktion ausgehärtet.

[0002] Innenwände von Verkehrstunnel, insbesondere von Straßentunnel sind gegebenermaßen starken Witterungs- und Schadstoffbelastungen ausgesetzt. Einerseits kann es wetterbedingt zu hohen Schwankungen betreffend Temperatur und Wassergehalt in der Luft kommen. Aufgrund der Wasseraufnahmefähigkeit von Beton ist das Auftreten von Frost als besonders problematisch anzusehen, wobei die Eisbildung und das Auftauen des Eises zu Beschädigungen des Betons bzw. der Betonoberfläche führen kann, beispielsweise zu Loch- und/oder Rissbildung. Auch jahreszeitlich bedingte Frost-Tau-Zyklen tragen zur starken Belastung des Betonmaterials bei.

[0003] Andererseits bzw. zusätzlich treten natürlich auch verkehrsbedingte Einwirkungen auf. So kommt es beispielsweise offenkundig mit der Zeit zu einer Verschmutzung der Tunnelinnenwand-Oberfläche durch Abgase, Gummiabrieb, durch den Verkehrsfluss eingetragener Verschmutzungen und Dergleichen. Außerdem können im Inneren des Tunnels aggressive Chemikalien vorhanden sein bzw. können solche Chemikalien sich auch im Tunnel bilden. Als Beispiel sei Kohlensäure genannt, welche sich durch die überdurchschnittliche Konzentration von Kohlendioxid in erhöhtem Ausmaß bilden kann. Weiters sei beispielsweise Streusalz bzw. wässrige Sole genannt, welche Sole durch Fahrzeuge in den Tunnel eingebracht bzw. auf die Tunnelwand gespritzt wird. Infolge fehlender Bewitterung im Inneren des Tunnels können dabei zumindest zeitweilig sehr hohe Chloridgehalte auftreten, was sich vor allem auf die Bewehrung des Betons problematisch auswirken kann.

[0004] Verschmutzungen verursachen mit der Zeit einerseits eine Verschlechterung der optischen Qualität einer Tunnelwand, was vor allem hinsichtlich der Verkehrssicherheit ab einem gewissen Verschmutzungsgrad nicht mehr akzeptabel ist. Zusätzlich kann es durch diverse Einwirkungen von verkehrs- und/oder witterungsbedingten Stoffen, und aufgrund von mechanischen Auswirkungen wie etwa durch Steinschlag, zu Beschädigungen des Betons selbst kommen.

[0005] Aufgrund dieser Tatsachen müssen Tunnel und insbesondere Straßenverkehrstunnel in relativ kurzen Zeitintervallen wiederholt gereinigt, gewartet oder sogar saniert werden. Derartige Wartungsarbeiten sind in der Regel mit einem hohen Arbeits- und Materialaufwand verbunden, und daher sehr kostenintensiv. Dabei ist der Reinigungsaufwand für ungeschützte Betonoberflächen besonders hoch, bzw. sind in einem solchen Fall verhältnismäßig kurze Wartungs- und/oder Sanierungsintervalle anzusetzen.

[0006] Daher sind Maßnahmen zur zeitlichen Streckung der Wartungs- bzw. Reinigungsintervalle wünschenswert. Eine geeignete Maßnahme ist unter Anderem das Aufbringen einer Beschichtung auf die mineralische Oberfläche der Tunnelwand zum Schutz der Tunnelwand, wobei die aufgetragenen Beschichtungen mehrheitlich aus polymeren Materialien aufgebaut sind. Zurzeit erhältliche Materialien und derzeit bekannte Verfahren erzielen jedoch noch nicht die gewünschten Ergebnisse, bzw. weisen die mittels der derzeit angewandten Verfahren hergestellten Schutzbeschichtungen noch Defizite hinsichtlich der Anforderungen an solche Schutzbeschichtungen auf.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung war es daher, diese noch bestehenden Defizite betreffend die Eigenschaften für Schutzbeschichtungen für Tunnelwände zu beheben, bzw. ein Verfahren zur Herstellung einer Schutzbeschichtung für Betonoberflächen bereitzustellen, mittels welchem Verfahren eine Schutzbeschichtung mit verbesserten Eigenschaften erzielbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wurde durch die in Anspruch 1 angegebenen Verfahrensmaße gelöst.

Insbesondere wird die Aufgabe der Erfindung dadurch gelöst, dass ein Verfahren zur Herstellung einer Polyurethan-basierenden Schutzbeschichtung auf Betonoberflächen, insbesondere auf Tunnelwänden, durch kontrolliertes Aufspritzen und Aushärten einer chemisch reaktiven 2-Komponenten-Mischung bereitgestellt wird, welches Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- [0009]** - Reinigung und Überprüfung bzw. visuelle Kontrolle der zu beschichtenden Betonoberfläche;
- [0010]** - Feststellen von Temperatur und Wassergehalt des zu beschichtenden Betons;
- [0011]** - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Entfernen von bestehenden Beschichtungen;
- [0012]** - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Ausgleichen/Abdecken bzw. Ausfüllen von Fehlstellen, Löchern oder Rissen im Beton durch Applikation einer Spachtelmasse;
- [0013]** - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Aufbringen einer Grundierung auf die Betonoberfläche und/oder die Spachtelmasse;
- [0014]** - Bereitstellen einer ersten fließfähigen bzw. flüssigen, lösungsmittelfreien Komponente bzw. Stammkomponente, wobei die Stammkomponente Moleküle mit jeweils zumindest 2 chemisch reaktiven Funktionalitäten umfasst, welche chemisch reaktiven Funktionalitäten primär durch Hydroxyl-Gruppen gebildet sind, und wobei die Stammkomponente weiters Zuschlagstoffe bzw. Pigmente in einer Menge zwischen 2 und 80 Gew.% enthält;
- [0015]** - Bereitstellen einer zweiten fließfähigen bzw. flüssigen, lösungsmittelfreien Komponente bzw. Härter-Komponente, wobei die Härter-Komponente Moleküle mit jeweils mindestens 3 chemisch reaktiven Funktionalitäten umfasst, welche chemisch reaktiven Funktionalitäten durch Isocyanat-Gruppen gebildet sind;
- [0016]** - Erhitzen der beiden Komponenten;
- [0017]** - Kontrolliertes bzw. gesteuertes Zuführen der erhitzten Komponenten in eine Mischeinheit, und homogenes Vermischen der beiden Komponenten in der Mischeinheit;
- [0018]** - Aufbringen einer Lage der abgemischten, erhitzten 2-Komponenten-Mischung auf die Betonoberfläche, insbesondere auf die Tunnelwand in einem Arbeitsgang, durch Verspritzen der 2-Komponenten-Mischung unter Hochdruck, unter Überbrückung von Fehlstellen im Beton;
- [0019]** - Kontrolle bzw. Sichtprüfung der hergestellten, einlagigen Schutzschichtung;
- [0020]** - In Abhängigkeit des Ergebnisses des vorangegangenen Verfahrensschrittes der Sichtüberprüfung der Betonoberfläche nach dem Aufbringen der ersten Lage der Schutzbeschichtung, das Reparieren bzw. Ausbessern von Fehlstellen in der Schutzbeschichtung durch punktuell Aufspritzen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung auf bzw. über Fehlstellen, und
- [0021]** - In Abhängigkeit des Ergebnisses des vorangegangenen Verfahrensschrittes der Sichtüberprüfung der Betonoberfläche nach dem Aufbringen der ersten Lage der Schutzbeschichtung, das Aufspritzen einer oder mehrerer zusätzlicher Lagen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung.

[0022] An dieser Stelle sei festgehalten, dass das Verfahren zur Herstellung der Schutzbeschichtung zwar spezifisch für Betonoberflächen von Tunnel-Innenwänden entwickelt wurde. Das Verfahren eignet sich aber auch für andere Anwendungszwecke, insbesondere solche, welche stark bewitterte Beton- oder Stahloberflächen betreffen, bzw. generell Oberflächen betreffen, welche in einem hohen Ausmaß Verschmutzungen und aggressiven Chemikalien ausgesetzt sind. Beispiele für derartige Anwendungen sind Wasserbauwerke, Klärbecken,

Tank- und Silobauten, Waschanlagen, Anlagen der Chemie-, Erdöl- und Erdgasindustrie, bzw. generell Beton- oder Stahloberflächen, welche Umwelteinflüssen unmittelbar ausgesetzt sind.

[0023] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese ergänzend auch anhand der Figur 1 näher erläutert.

[0024] Es zeigt in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0025] Fig. 1 ein Ablaufschema des Verfahrens zur Herstellung einer Polyurethan- Schutzbeschichtung.

[0026] In der Fig. 1 sind jene Verfahrensschritte, welche in jedem Fall zur Herstellung der Schutzbeschichtung auf der zu beschichtenden Oberfläche auszuführen sind, auf der linken Seite angeordnet. Jene Verfahrensschritte, welche auf der rechten Seite angeordnet sind, sind Verfahrensschritte, welche lediglich bei Bedarf und aufgrund eines Ergebnisses eines jeweils vorher durchgeführten Verfahrensschrittes gegebenenfalls auszuführen sind. Zur besseren Übersicht sind außerdem jene Pfeile, welche auf diese gegebenenfalls auszuführenden Verfahrensschritte weisen, bzw. von diesen gegebenenfalls auszuführenden Verfahrensschritt auf den jeweils folgenden Verfahrensschritt weisen, zusätzlich in gestrichelter Form gezeichnet.

[0027] Als erster Verfahrensschritt wird wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, die zu beschichtende Oberfläche überprüft und gereinigt. Die Überprüfung wird primär als visuelle Begutachtung der Oberfläche durchgeführt, gegebenenfalls können aber auch Hilfsmittel herangezogen werden, um beispielsweise die Oberflächenrauigkeit oder Loch- und/oder Rissdimensionen beurteilen zu können. Der Untergrund bzw. die zu beschichtende Oberfläche muss tragfähig, formstabil, frei von losen Teilen, Staub, Ölrückständen, Fetten, Gummiabrieb und sonstigen Substanzen und Partikeln sein, welche einer ausreichenden Haftung der Aufzubringenden Schutzbeschichtung auf der Oberfläche entgegenwirken können bzw. trennend wirken können. In den meisten Fällen, insbesondere bei Einsatz des Verfahrens für die Herstellung einer Schutzbeschichtung auf Tunnelwänden, wird eine Reinigung der Oberfläche notwendig sein. Die Art und Intensität einer derartigen Reinigung richtet sich im Wesentlichen nach dem vorhandenen Verschmutzungsgrad.

[0028] Im nächsten Verfahrensschritt wird, wie aus Fig. 1 ersichtlich, vor dem Aufbringen der Schutzbeschichtung sowohl die oberflächennahe Temperatur als auch der Feuchtigkeitsgehalt des zu beschichtenden Betons gemessen. Beide Parameter sind vor allem hinsichtlich einer ausreichend schnellen und vollständigen Aushärtung der aufzuspritzenden 2-Komponenten-Mischung von Bedeutung. Insbesondere sollte der Feuchtigkeitsgehalt des Betons bzw. der oberflächennahen Bereiche des Betons 4 Gew.% nicht überschreiten. Die Oberflächentemperatur des Betons ist von vergleichsweise geringerer Bedeutung. Zu tiefe Temperaturen, insbesondere im Bereich des Gefrierpunktes von Wasser, können allerdings den Ablauf der chemischen Härtingsreaktion hinsichtlich Härtingsgeschwindigkeit und Härtingsumsatz negativ beeinflussen und/oder eine vollständige Aushärtung sogar verhindern. Die Bestimmung von Wassergehalt und oberflächennaher Temperatur ist auch hinsichtlich der Durchführbarkeit etwaiger der eigentlichen Beschichtung vorausgehender Ausbesserungs- bzw. Vorbereitungsarbeiten relevant. Je nach Zeitspanne zwischen derartigen vorbereitenden Arbeiten und dem eigentlichen Beschichtungsvorgang, kann eine nochmalige Überprüfung von Temperatur und Wassergehalt der zu beschichtenden Oberfläche zeitnah vor dem Beschichtungsvorgang zweckmäßig sein (im Ablaufschema der Fig. 1 aus Übersichtlichkeitsgründen nicht gezeigt).

[0029] Im Falle des Vorliegens von bereits vorhandenen Beschichtung(en) auf der Oberfläche der Tunnelwand bzw. des zu beschichtenden Bauteils, sind solche Beschichtungen allenfalls zu entfernen. Dies gilt besonders in jenen Fällen, in welchen eine weitere Vorbehandlung der mit der Schutzschicht zu versehenen Oberfläche nicht vorgesehen ist. Bei der Herstellung einer Schutzbeschichtung auf Beton, weist die Betonfläche bevorzugt eine Oberflächenzugfestigkeit von zumindest 1 N/mm² auf.

[0030] Sollte das Substrat, insbesondere die Tunnelwand bereits schwerwiegendere Beschädigungen, beispielsweise ausgedehnte Einschlagsmulden, und/oder ausgedehnte, tiefe Risse

oder Dergleichen aufweisen, kann es notwendig sein, derartige Fehlstellen auszugleichen bzw. auszufüllen. Dies kann zum Beispiel durch Aufbringen bzw. Einbringen einer geeigneten Spachtelmasse auf bzw. in die entsprechenden Fehlstellen des Betons erfolgen.

[0031] Weiters kann es je nach Ergebnis der Überprüfung der Betonoberfläche nötig sein vor der Applikation der eigentlichen Schutzbeschichtung eine Grundierung auf den Beton aufzubringen. Eine derartige Grundierung ist insbesondere dann durchzuführen, wenn eine ausreichende Haftung der Polyurethan-Schutzbeschichtung auf der bloßen Betonoberfläche nicht gewährleistet werden kann, also beispielsweise eine für den Beschichtungs- bzw. Aufspritzvorgang nicht geeignete Oberflächenrauigkeit vorliegt, oder aber nicht entfernbare, trennend wirkende Substanzen auf der Betonoberfläche verblieben sind. Bevorzugt, bzw. wenn möglich wird die eigentliche Polyurethan-Schutzbeschichtung direkt auf den mineralischen Untergrund bzw. die Betonoberfläche aufgebracht.

[0032] Wie es in Anspruch 1 angegeben und in Fig. 1 dargestellt ist, wird die eigentliche Schutzbeschichtung für die Betonoberfläche durch Aufspritzen einer chemisch reaktiven 2-Komponenten-Mischung hergestellt. Zu diesem Zweck werden eine erste und eine zweite Komponente bereitgestellt, welche erste Komponente im Folgenden als Stammkomponente bezeichnet wird, und welche zweite Komponente im Folgenden als Härter-Komponente benannt wird. Die beiden Komponenten zur Bildung der chemisch reaktiven 2-Komponenten-Mischung können dabei getrennt voneinander in geeigneten Behältnissen bzw. Gebinden bereitgestellt werden. Zum Mischen der beiden Komponenten sind die Behältnisse mit einer Mischeinheit leitungsverbunden.

[0033] Die Stammkomponente umfasst Makromoleküle mit jeweils zumindest 2 chemisch reaktiven Funktionalitäten, wobei die chemisch reaktiven Funktionalitäten primär durch Hydroxyl-Gruppen im jeweiligen Molekül gebildet sind. Die organischen Makromoleküle, aus welchen sich die Stammkomponente zum Großteil zusammensetzt, sind aus unverseifbaren, chemischen Komponenten aufgebaut.

[0034] Dadurch kann erreicht werden, dass nach der Herstellung der Schutzbeschichtung eine chemische Degradation bzw. Zersetzung der Schutzbeschichtung durch den Einfluss von Wasser bzw. insbesondere durch saure oder basische wässrige Milieus hintangehalten wird. Vor allem enthalten die Moleküle der Stammkomponente keine Ester-Funktionalitäten. Weiters ist es von Vorteil, wenn die Moleküle der Stammkomponente zumindest teilweise relativ langkettige, flexible, chemische Gruppen bzw. Molekülsegmente aufweisen, welche flexible Segmente der Schutzbeschichtung eine hohe Dauerelastizität und verbesserte riss-überbrückende Eigenschaften verleihen.

[0035] Die Stammkomponente umfasst weiterhin Zuschlagstoffe bzw. Pigmente, und zwar in einem Ausmaß bzw. einer Menge zwischen 2 und 80 Gew.%. Diese Zuschlagstoffe bzw. Pigmente dienen einerseits der Farbgebung der Schutzbeschichtung, und dienen auch zur Optimierung der mechanischen Eigenschaften der Schutzbeschichtung. Insbesondere wird die Verwendung heller bzw. weißer Farbpigmente, wie etwa Titandioxid bevorzugt. Durch die Verwendung von Titandioxid kann außerdem das Reflexionsvermögen der Schutzbeschichtung verbessert werden, was insbesondere hinsichtlich einer besseren Ausleuchtung eines Verkehrstunnels bei gleichzeitig geringerem Energiebedarf vorteilhaft ist. Damit einhergehend kann auch die Verkehrssicherheit im Tunnel erhöht werden.

[0036] Die Härter-Komponente umfasst Moleküle mit jeweils mindestens 3 chemisch reaktiven Funktionalitäten, wobei die chemisch reaktiven Funktionalitäten der Moleküle der Härter-Komponente durch Isocyanat-Gruppen gebildet sind. Dadurch wird ein hoher Vernetzungsgrad für die Ausgangskomponenten erreicht. Die chemische Struktur der Schutzbeschichtung nach deren Herstellung wird durch ein stabiles, 3-dimensionales Netzwerk gebildet, welches sich durch eine hohe chemische und mechanische Stabilität auszeichnet. Bevorzugt werden aromatische Isocyanate eingesetzt, da diese im Allgemeinen eine höhere Reaktivität als aliphatische Isocyanate aufweisen.

[0037] Beide Komponenten beinhalten erfindungsgemäß keine Lösungsmittel, was sowohl in ökologischer Hinsicht vorteilhaft ist, aber auch hinsichtlich der am Verarbeitungsort zu treffenden Schutzmaßnahmen für das Arbeitspersonal sinnvoll und zweckmäßig ist. Zusätzlich wird dadurch der Vorteil erzielt, dass beim Beschichten der Gesamtmaterialbedarf pro Flächeneinheit im Vergleich zu lösungsmittelhaltigen 2- oder Mehr-Komponenten-Mischungen deutlich reduziert werden kann. Dies wirkt sich unter Anderem positiv auf die Kosten für den Materialtransport an den Verarbeitungsort aus. Schließlich wird durch diese Maßnahme eine Verformung bzw. Schrumpfung der sich bildenden Oberflächenschutzschicht wirksam hintangehalten, da es zu keiner Volumens-Verkleinerung der Schutzschicht durch entweichende Lösungsmittel kommt. Dadurch kann die Bildung von Fehlstellen und insbesondere Rissen in der sich im Zuge der chemischen Härtingsreaktion bildenden Schutzbeschichtung wirksam hintangehalten werden.

[0038] Zusätzlich zu den oben angegebenen Substanzen für die Stammkomponente und die Härter-Komponente, können eine oder beide Komponenten auch weitere Substanzen bzw. Chemikalien enthalten. Diese weiteren Substanzen können dabei grundsätzlich Feststoffe, Flüssigkeiten oder gasförmige Substanzen sein. Die Auswahl solcher zusätzlichen Substanzen obliegt dem auf diesem Gebiet tätigen Durchschnittsfachmann, und richtet sich primär nach Anwendungszweck und der zu erwartenden Umweltbeeinflussung der Schutzbeschichtung. Beispiele für solche weiteren Substanzen wären etwa Katalysatoren, Kettenverlängerer, Vernetzer, diverse Füllstoffe, oberflächenaktive Substanzen, Brandschutzmittel, weitere Pigmente bzw. Farbstoffe, etc. Bevorzugt wird die Menge an solchen weiteren Substanzen möglichst gering gehalten, und beträgt ihre Menge weniger als 25 Gew.%, und besonders bevorzugt weniger als 15 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht der resultierenden Polyurethan-Schutzbeschichtung. Insbesondere wurde festgestellt, dass diverse Hilfsmittel und Additive für die chemische Härtingsreaktion, wie etwa Katalysatoren für das erfindungsgemäße Verfahren nicht benötigt werden, wie dies untenstehend noch näher erläutert wird. Weiters konnte gezeigt werden, dass sowohl die 2-Komponenten-Mischung, als auch die resultierende Polyurethan-Schutzbeschichtung eine ausgezeichnete Haftung auf dem beschichteten Untergrund zeigen, sodass auf ein Beimengen von haftvermittelnden Substanzen verzichtet werden kann. Dies unabhängig davon, ob es sich bei der zu beschichtenden Oberfläche um eine Betonoberfläche, oder eine Spachtelmasse bzw. Grundierung handelt.

[0039] Bei Lagerung in geeigneten Behältnissen sind die beiden Komponenten vor dem Mischvorgang chemisch weitestgehend stabil, bzw. nicht reaktiv. Insbesondere ist für die Härter-Komponente ein ausreichender Schutz vor Wassereintritt sicherzustellen. Die chemische Reaktion zur Bildung der Polyurethan-Schutzbeschichtung startet erst durch Mischen der beiden Komponenten, das heißt wenn die reaktiven Moleküle der Stammkomponente mit den chemisch reaktiven Molekülen der Härter-Komponente in Kontakt gebracht werden. Sowohl die oben beschriebenen Stammkomponente, als auch die Härter-Komponente sind zumindest soweit fließfähig, dass ihre Förderung in die Mischeinheit mittels geeigneter Fördermittel, wie etwa Kolbenpumpen ermöglicht ist.

[0040] Vor dem Mischvorgang zur Herstellung des chemisch reaktiven 2-Komponenten-Gemisches werden die beiden Komponenten mittels geeigneter Heizmittel erwärmt. Dies bringt für den Mischvorgang den Vorteil, dass aufgrund der - durch das Erhitzen - erreichbaren niedrigeren Viskosität der sich bildenden 2-Komponenten-Mischung, die Mischung besser bzw. effizienter förderbar bzw. umwälzbar wird. Dadurch ist eine gute Homogenität der 2-Komponenten-Mischung zeitlich betrachtet schneller erzielbar. Eine möglichst homogene Mischung ist besonders bei den oben beschriebenen 2-Komponenten-Mischungen essentiell, da nur so eine ausreichende, gegenseitliche Erreichbarkeit der zur chemischen Reaktion vorgesehenen Hydroxyl-Funktionalitäten der Stammkomponente mit den Isocyanat-Funktionalitäten der Härter-Komponente sichergestellt werden kann. Durch die hohe Homogenität der 2-Komponenten-Mischung wird eine Verbesserung der chemischen Reaktion der Reaktionspartner der beiden Komponenten erzielt. Insbesondere wird erreicht, dass die Reaktion möglichst vollständig abläuft. Dadurch ist die resultierende Schutzbeschichtung im Wesentlichen aus einem dreidimensionalen Netz-

werk bestehend aus Makromolekülen mit sehr hohem Molekulargewicht aufgebaut, was zu einer deutlichen Verbesserung der Eigenschaften der Schutzschicht, insbesondere zu einer hohen Beständigkeit bzw. Widerstandsfähigkeit der Schutzschicht gegenüber mechanischen und chemikalien-bedingten Belastungen führt.

[0041] Die Applikation auf die zu beschichtende Oberfläche - inkl. des Mischvorgangs für die beiden Komponenten - wird mittels einer 2-Komponenten-Spritzanlage unter Hochdruck-Verspritzen durchgeführt. Dabei werden die Stammkomponente und die Härter-Komponente zunächst mittels Dosierpumpen aus den jeweiligen Vorratsbehältnissen in einen Spritzschlauch oder ein Spritzrohr gefördert. Zwecks einer möglichst uneingeschränkten Bewegungsfreiheit für den Operator bzw. das Bedienungspersonal für die Spritzanlage ist es dabei vorteilhaft, wenn die Zufuhrleitungen für die beiden Komponenten in den Spritzschlauch flexibel ausgestaltet sind. Ebenso ist eine ausreichende Länge dieser Zufuhrleitungen zweckmäßig, wobei die Längen der Zufuhrleitungen beispielsweise etwa 10 bis 15 Meter betragen können. Die Zufuhrleitungen sind dabei wie bereits dargelegt beheizbar ausgeführt, wobei sich die eigentlichen Heizelemente sowohl im Inneren der Zufuhrleitungen befinden können, als auch als Heizummantelung um die Zufuhrleitungen ausgeführt sein können. Bevorzugt werden elektrische Heizelemente eingesetzt. Zusätzlich und/oder alternativ kann auch ein Erhitzen der beiden Komponenten in den jeweiligen Vorratsbehältnissen zweckmäßig sein.

[0042] Die Zuführ- bzw. Dosierpumpe für die Stammkomponente muss für die Förderung von hochviskosen Materialien geeignet sein. Dies vor allem deshalb, da wie bereits beschrieben die Stammkomponente polymere Substanzen, also Makromoleküle mit relativ hohem Molekulargewicht beinhaltet, sodass die Stammkomponente eine verhältnismäßig hohe Viskosität aufweist. Insbesondere wird die Stammkomponente bei einem hohen Prozentsatz an beigemengtem Pigmenten als pastöse Masse erhalten.

[0043] Es versteht sich von selbst, dass die jeweils eingesetzte Dosierpumpe für die Förderung der Stammkomponente bzw. der Härte-Komponente, für diese Flüssigkeiten geeignet sein müssen. Insbesondere sollen die mit den beiden flüssigen Komponenten in direktem Kontakt befindlichen Komponenten der Dosierpumpen durch die flüssigen Komponenten selbst nicht beschädigt werden.

[0044] Da die beiden Komponenten zur Bildung der 2-Komponenten-Mischung in gezielter bzw. kontrollierter Art und Weise in die Mischvorrichtung gefördert werden müssen, werden als Pumpen zur Förderung der beiden Komponenten hinsichtlich des Fördervolumens bzw. der Fördergeschwindigkeit regelbare bzw. verstellbare Dosierpumpen eingesetzt. Grundsätzlich sind hierfür die meisten Arten an Verdrängerpumpen, wie etwa Schlauchpumpen, Membranpumpen, Zahnradpumpen und Dergleichen geeignet. Bevorzugt werden Kolbenpumpen verwendet. Zur Kontrolle bzw. Regelung der zugeführten Mengen bzw. Volumina an Stammkomponente und Härter-Komponente sind Dosierüberwachungsmittel zweckmäßig. Die Dosier- bzw. Mengenüberwachung kann dabei beispielsweise via eine Drucküberwachung der beiden Komponenten, zum Beispiel via Manometer ausgeführt werden. Bei Erfassung einer Änderungen der Drücke der Stammkomponente und/oder der Härter-Komponente kann eine Nachjustierung der Dosierpumpen wahlweise händisch oder automatisiert erfolgen. Auf diese Art können Fehlmischungen effizient verhindert werden. Grundsätzlich können durch die Wahl der Fördermengen der Stammkomponente bzw. der Härter-Komponente auch die Eigenschaften der resultierenden Polyurethan-Beschichtung in gewissem Ausmaß beeinflusst werden. Beispielsweise werden bei einer relativen Erhöhung der Fördermengen der Stammkomponente im Vergleich zur Härter-Komponente, vergleichsweise elastische Schutzbeschichtungen erhalten. Umgekehrt können bei einer relativen Erhöhung der Fördermenge der Härter-Komponente im Vergleich zur Fördermenge der Stammkomponente, härtere und abriebfestere Polyurethanschichten generiert werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass ein allzu großes Abweichen vom einem stöchiometrischen 1:1 Verhältnis hinsichtlich der in der Stammkomponente enthaltenen reaktiven Hydroxyl-Gruppen und den in der Härter-Komponente enthaltenen Isocyanat-Gruppen, vermieden wird. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass bei einer allzu großen Abweichung von diesem stöchiometrischen Verhältnis eine erhöhte Wahrscheinlichkeit besteht, dass in der

resultierenden Polyurethan-Beschichtung niedermolekulare Substanzen aus den beiden Komponenten verbleiben, welche mangels Reaktionspartner während der chemischen Härungsreaktion nicht in das 3-dimensionale Polyurethan-Netzwerk eingebaut wurden.

[0045] Um eine möglichst fehlerfreie Durchführung des Beschichtungsvorgangs zu gewährleisten ist es weiters zweckmäßig, eine Umschaltvorrichtung vorzusehen, welche ein Umschalten zwischen der Förderung der beiden Komponenten in die Mischeinheit und einer Zirkulation der Komponenten über die Zufuhrleitungen in die jeweiligen Vorratsbehälter zurück, erlaubt. Dadurch kann vor allem bei Beginn des Beschichtungsvorgangs sichergestellt werden, dass die nötigen Start- Parametereinstellungen vorgenommen werden können, ohne die Komponenten miteinander in Kontakt zu bringen. Insbesondere können die Temperaturen und die Fördervolumina eingeregelt werden, ohne dass eine Gefahr einer zu früh einsetzenden chemischen Aushärtung besteht. Die Umschaltvorrichtung kann dabei in einfacher Art und Weise zum Beispiel durch ein oder mehrere händisch zu betätigende Umschaltventile realisiert werden.

[0046] Schließlich ist es zweckmäßig einen Hochdruckfilter vorzusehen, mittels welchem Hochdruckfilter, bzw. Hochdruckschalter eine Überschreitung des maximal zulässigen Arbeitsdruckes wirksam verhindert werden kann.

[0047] Die Mischeinheit zur Herstellung der homogenen 2-Komponenten-Mischung kann beispielsweise durch einen sogenannten Statikmischer im eigentlichen Spritzschlauch ausgebildet sein. Dabei befinden sich im Inneren des Spritzschlauches Umlenk-, Umwälz-, Mischeinbauten und Dergleichen, durch welche Einbauten ein beständiges, dynamisches Durchmischen der beiden Komponenten erzwungen wird. Dabei wird die Vermischung von Stammkomponente und Härter- Komponente im Wesentlichen durch die Strömungsbewegung der beiden Komponenten bewirkt. Die Weglänge des Spritzschlauches bzw. des im Spritzschlauch befindlichen Statikmischer ist dabei ausreichend groß zu wählen, um eine möglichst hohe Homogenität der 2-Komponenten-Mischung zu gewährleisten. Als günstige Wegstrecken haben sich 5 bis 15 Meter erwiesen.

[0048] Nach Durchtritt durch den Spritzschlauch bzw. den Statikmischer, wird das homogene, und erhitzte 2-Komponenten-Gemisch schließlich auf die zu beschichtende Oberfläche aufgespritzt. Dabei kann in an sich bekannter Art und Weise eine flächige Verteilung der 2-Komponenten-Mischung mittels üblicher Spritzeinheiten, in Art und Weise einer Spritzpistole erfolgen. Die treibende Kraft für die Verteilung der 2-Komponenten-Mischung kann dabei lediglich durch die beiden zur Förderung der Komponenten vorgesehenen Dosierpumpen bereitgestellt werden. Grundsätzlich können auch zusätzliche, unterstützende Maßnahmen, wie etwa ein Verspritzen durch Druckluft oder anderen Mitteln, vorgesehen sein.

[0049] In jedem Fall wird, wie in der Fig. 1 gezeigt, eine erste Lage der 2-Komponenten- Mischung in einem Arbeitsgang durch kontinuierliches Überstreichen der Betonoberfläche mit der Spritzvorrichtung aufgebracht. Durch geeignetes Einstellen bzw. Abstimmung verschiedener Applikationsparameter, wie zum Beispiel der Geometrie der Düsen (Düsenquerschnitt, etc.), Leistung bzw. Fördervolumen der Pumpen und Überstreich-Geschwindigkeit der Spritzdüse(n) über die zu beschichtende Oberfläche, kann diese erste Lage prinzipiell in grundsätzlich frei wählbarer Schichtdicke auf die Betonoberfläche aufgebracht werden. Bei der Einstellung der Applikationsparameter ist aber vor allem die Art und Weise des Aufbringens zu berücksichtigen. Das heißt, dass zum Beispiel zu berücksichtigen ist, ob das Aufspritzen waagrecht, senkrecht oder 'über Kopf' erfolgt. Insbesondere ist bei einem Aufspritzen 'über Kopf' die in einem Arbeitsgang erreichbare Schichtdicke vor allem aufgrund der wirkenden Schwerkraft limitiert, und kann die erreichbare Schichtdicke bei Applikation einer erfindungsgemäßen 2-Komponenten-Mischung 'über Kopf' beispielsweise nur 0,5 mm oder weniger betragen. Etwaige auf der Betonoberfläche befindliche Fehlstellen, wie etwa Risse oder Brüche, werden bei dem Aufspritzen des 2-Komponenten-Gemisches wirksam überbrückt bzw. ausgefüllt, sodass sich im Zuge der chemischen Härungsreaktion eine kontinuierliche, rissüberbrückende Schutzschicht ausbildet.

[0050] Die erhöhte Temperatur der 2-Komponenten-Mischung bewirkt eine hohe chemische Reaktivität der 2-Komponenten-Mischung, sodass nach dem Austreten aus der Spritzdüse bzw.

dem Aufbringen auf die Betonoberfläche, eine rasche chemische Härtingsreaktion stattfindet. Dadurch bildet sich verhältnismäßig schnell ein kontinuierlicher, deckender Polyurethan-Film auf der Betonoberfläche, welcher sehr schnell regenbelastbar ist. Insbesondere ist die so hergestellte Polyurethanbeschichtung innerhalb von 10 Minuten griffest und weist keine Klebewirkung auf.

[0051] Nach Auftragen einer ersten Lage der Schutzbeschichtung, erfolgt eine Kontrolle bzw. Sichtprüfung der nunmehr hergestellten, einlagigen Schutzbeschichtung. In Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Sichtprüfung müssen gegebenenfalls etwaige Fehlstellen in der Schutzbeschichtung nach- bzw. ausgebessert werden. Dies kann beispielsweise durch neuerliches Aufspritzen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung geschehen. Dabei kann die 2-Komponenten-Mischung gezielt durch punktuellendes bzw. lokales Aufspritzen auf derartige Fehlstellen appliziert werden.

[0052] Gegebenenfalls und in Abhängigkeit des Ergebnisses der Sichtprüfung der Schutzschicht, können auch eine oder mehrere weitere Lagen der Schutzbeschichtung flächig aufgebracht werden.

[0053] Allerdings wurde überraschenderweise festgestellt, dass in den meisten Fällen derartige Nacharbeiten nicht notwendig sind, was große Vorteile hinsichtlich Material- und Kostenersparnis bringt.

[0054] Die nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellten Schutzbeschichtungen weisen sehr gute Eigenschaften auf. Insbesondere wird die Oberfläche des Untergrundes bzw. die Oberfläche einer Beton-Tunnelwand wirksam vor Umwelteinflüssen und Verschmutzungen geschützt.

[0055] Die ausgehärtete Schutzbeschichtung selbst weist eine relativ glatte Oberflächenstruktur auf, sodass Verunreinigungen im Vergleich etwa zu einer nackten Betonoberfläche oder anderen Beschichtungen verhältnismäßig schlecht haften. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Oberfläche der beschichteten Tunnelwand bzw. der Schutzbeschichtung mit verhältnismäßig geringem Aufwand gereinigt werden kann. Im Zuge von Versuchen konnte zum Beispiel festgestellt werden, dass auch stark verschmutzte, erfindungsgemäße Schutzbeschichtungen relativ mühelos mit Hilfe eines konventionellen Hochdruck-Wasserreinigers gereinigt werden können, ohne dass der Einsatz von Reinigungskemikalien oder anderen Reinigungshilfsmitteln nötig ist. Außerdem kann auf ein Erhitzen des Reinigungsmittels in den meisten Fällen verzichtet werden.

[0056] Weiters weist die Schutzbeschichtung eine hohe Abriebfestigkeit auf, und trägt damit wesentlich zum Schutz des Betons der Tunnelwand vor mechanischen Beschädigungen bei. Messungen des abrasiven Verschleißes nach einem mechanischen Prüfverfahren über den sogenannten „Taber-Abraser“ ergaben Durchschnittswerte von ca. $1,7 \text{ mg/cm}^3$. Härteprüfungen nach Shore ergaben für die Oberfläche der Schutzbeschichtung eine Oberflächenhärte von mindestens 60 Shore D. Die durchschnittlich gemessene Oberflächenhärte betrug in etwa 65 Shore D.

[0057] Zusätzlich weisen die erfindungsgemäß hergestellten Polyurethan- Schutzbeschichtungen aufgrund ihrer hohen Dauerelastizität sehr gute rissüberbrückende Eigenschaften auf. Nach DIN 53504 durchgeführte Zugprüfungen ergaben einen Durchschnitts-Wert für die Reißdehnung von ca. 30%.

[0058] Weiters zeigen die erfindungsgemäßen Schutzschichten eine hohe Chemikalienbeständigkeit, beispielsweise gegenüber sauren oder alkalischen, wässrigen Lösungen. So zeigten sich Test-Schutzschichten bei Durchführung von in Anlehnung an die Norm DIN 53 168 durchgeführten Versuchen, als zumindest 7 Tage beständig gegenüber folgenden Chemikalien: Essigsäure 10%ig, Salzsäure 10%ig, Schwefelsäure 20 %ig, Zitronensäure 10%ig, Ammoniak 25 %ig, Calciumhydroxid, Kalilauge 50 %ig, Natronlauge 50 %ig, gesättigte Eisen(III)chloridlösung, Lysoformlösung 2 %ig, Magnesiumchloridlösung 35 %ig, gesättigte Kochsalzlösung, Benzin, Waschbenzin, Xylol, Ethanol, Benzin Din 51 600, Superbenzin, Kerosin, Heiz- und

Dieselskraftstoff, Motorenöl, Skydrol und diverse Lebensmittel. Insbesondere schützt die Schutzbeschichtung den darunterliegenden Beton bei starker Frost-Taumittel-Belastung. Zusätzlich haben sich die erfindungsgemäß hergestellten Polyurethan-Schutzbeschichtungen als sehr resistent gegenüber umwelt- bzw. witterungsbedingter Alterung erwiesen, und sind die Schutzbeschichtungen insbesondere vergilbungsarm.

[0059] Die Dichte der erfindungsgemäß hergestellten Schutzbeschichtungen beträgt ca. $1,5 \text{ g/cm}^3$, die gemessenen Druckfestigkeiten ließen sich zu ca. 80 N/mm^2 ermitteln. Die Messwerte für die Reißfestigkeit lagen bei ca. 20 N/mm^2 . Die erfindungsgemäßen Schutzbeschichtungen wiesen weiters eine Temperaturbeständigkeit im Bereich zwischen ca. $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ und $80 \text{ }^\circ\text{C}$ auf.

[0060] Außerdem wurden die Haftzugfestigkeiten der hergestellten Polyurethan- Schutzbeschichtungen ermittelt. Es wurden sowohl Versuche zur Ermittlung der Haftzugfestigkeit der Schutzbeschichtungen auf blanker Betonoberfläche, auf Spachtelungen, und auf Grundierungen durchgeführt. Dabei konnten - unabhängig von der Art der beschichteten Oberfläche - Haftzugfestigkeitswerte im Bereich von ca. $2,5 \text{ N/mm}^2$ bis zu $4,9 \text{ N/mm}^2$ ermittelt werden. Bei allen Versuchen kam es entweder zum Bruch des Testklebers, oder zum Bruch des beschichteten Betons.

[0061] Ein wesentlicher Aspekt im technischen Bereich von Beschichtungen für Verkehrstunnel ist ein ausreichend gutes Brandverhalten. Überraschenderweise ergibt sich bei den erfindungsgemäß hergestellten Schutzschichten, trotz ihrer organischen Grundstruktur ein gegenüber den derzeit erhältlichen Beschichtungen wesentlich verbessertes Brandverhalten, welches den Erfordernissen an eine Beschichtung für Tunnelwände entsprechen, bzw. diese Anforderungen sogar übertreffen kann. Prüfungen gemäß ÖNORM EN 13823 ergaben, dass die erfindungsgemäß hergestellten Schutzbeschichtungen als schwerentflammbar einzustufen sind, und nur begrenzte Rauchentwicklung zeigen. Weiters kam es bei den gemäß ÖNORM EN 13823 durchgeführten Versuchen zu keinem Abtropfen bzw. Abfallen von brennenden Flüssigkeiten. In Übereinstimmung mit der ÖNORM EN 13501-1 sind die erfindungsgemäßen bezüglich ihres Brandverhaltens somit zumindest mit B - s2, d0, oder besser zu klassifizieren. Insbesondere wurde bei den Prüfungen gemäß ÖNORM EN 13823 der höchste SMOGRA (smoke growth rate) - Wert zu $34,5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ gemessen, bzw. bessere Werte erhalten. Es wird vermutet, dass das gute Brandverhalten zum Teil durch den hohen, chemischen Vernetzungsgrad, sowie den Gehalt an unbrennbaren Zuschlagstoffen bzw. Pigmenten der Beschichtung hervorgerufen wird. Außerdem und/oder zusätzlich können die erforderlichen Schichtdicken bei erfindungsgemäßer Verfahrensdurchführung sehr gering gehalten werden, bzw. können wirksame Schutzschichten auch mit geringer Schichtdicke realisiert werden. Dadurch kann auch ein potentieller Anteil an grundsätzlich brennbarem Material minimiert werden.

[0062] Schließlich ist die Polyurethan-Schutzbeschichtung auch hinsichtlich ökologischer Gesichtspunkte weitestgehend unbedenklich, und kann insbesondere als normaler Hausmüll entsorgt werden bzw. unterliegt keiner Sondermüllverordnung oder Dergleichen.

[0063] Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungsvarianten des Verfahrens zur Herstellung einer Schutzbeschichtung werden im Folgenden näher erläutert.

[0064] Bevorzugt sind die Moleküle der Stammkomponente im Wesentlichen durch Polyether und Mischpolymerisate gebildet. Unter Mischpolymerisaten werden dabei Copolymere verstanden, welche im Polymermolekül mehrere verschiedenen Untereinheiten bzw. Monomere enthalten. Sowohl die Polyether als auch die Mischpolymerisate weisen zumindest 2 reaktive Funktionalitäten in Form von Hydroxyl- Gruppen auf. Dadurch können die Dauerelastizität bzw. die rissüberbrückenden Eigenschaften der nach der Härtung resultierenden Polyurethan- Schutzbeschichtung nochmalig weiter verbessert werden.

[0065] Weiters kann es zweckmäßig sein, der Stammkomponente faser- bzw. stäbchenförmige Zuschlagstoffe bzw. Pigmente beizumengen. Derartige stäbchenförmige Pigmente zeichnen sich durch eine verhältnismäßig große Längserstreckung im Vergleich zu ihrem Durchmesser

aus. Durch diese Maßnahme können einerseits die mechanischen Eigenschaften der resultierenden Polyurethan- Schutzbeschichtung weiter verbessert werden. Derartige faser- bzw. stäbchenförmige Zuschlagstoffe dienen zur Armierung in der resultierenden Polyurethan- Schutzschicht. Insbesondere kann so die Abriebfestigkeit erhöht werden, ohne dass dabei wesentliche Abstriche hinsichtlich der Dauerelastizität hingenommen werden müssen. Außerdem kann durch diese stäbchenförmigen Zuschlagstoffe eine Verbesserung der Verarbeitbarkeit der Stammkomponente erreicht werden. Derartige Pigmente verleihen der Stammkomponente ein gewisses thixotropes Verhalten bzw. eine Strukturelastizität, sodass die Viskosität der Stammkomponente durch die mechanische Beanspruchung während des Mischvorgangs abnimmt. Dadurch kann die Verarbeitbarkeit bzw. Mischfähigkeit der Stammkomponente gesteigert werden, was wiederum die Herstellung der 2-Komponenten- Mischung wesentlich erleichtert bzw. eine hohe Homogenität der Mischung erzielbar ist. Die Längserstreckung der stäbchenförmigen Zuschlagstoffe bzw. Pigmente kann zum Beispiel zwischen 3 und 6 μm betragen.

[0066] Insbesondere kann das faser- bzw. stäbchenförmige Pigment durch Titandioxid gebildet sein. Titandioxid wird vor allem wegen seiner vorteilhaften farbgebenden Eigenschaften bevorzugt eingesetzt, und führt zu einer farblichen Aufhellung der Tunnelwand bzw. des Inneren des Verkehrstunnels selbst. Vor allem in Kombination mit einer stäbchen- bzw. blättchenförmigen Struktur kann auch ein gewisser Glanz der Schutzbeschichtung generiert werden. Durch diese Verbesserung des Reflexionsvermögens der Tunnelwand, wird außerdem eine Erhöhung der Verkehrssicherheit im Verkehrstunnel erreicht. Außerdem kann aufgrund der aufhellenden Wirkung auch der Energieaufwand für die Beleuchtung bzw. das Ausleuchten des Tunnels auf diese Weise reduziert werden. Prinzipiell ist der Farbton durch Auswahl und Beimengungsverhältnis des Titandioxids einstellbar, bevorzugt wird als Farbton RAL 1015 oder ein ähnlicher Farbton für die Schutzbeschichtung eingestellt.

[0067] Für die Härter-Komponente werden bevorzugt aromatische Isocyanat-Moleküle eingesetzt, insbesondere solche, bei welchen ein substituierter oder unsubstituierter aromatischer Benzolring in Konjugation zur Isocyanat-Gruppe befindlich ist. Diese Maßnahme führt insbesondere zu einer Verbesserung der Härtungsgeschwindigkeit. Dadurch ist die ausgehärtete Polyurethanschicht sehr rasch erhaltbar, und vorteilhafterweise auch sehr schnell nach Aufbringen der 2-Komponenten-Mischung bereits belastbar, zum Beispiel sehr schnell regenbelastbar.

[0068] Für den eigentlichen Aufspritzvorgang auf der zu beschichtenden Oberfläche ist es von Vorteil, wenn die Mischdicke der 2-Komponenten-Mischung unmittelbar nach dem Mischvorgang auf einen Bereich zwischen 1,25 g/mL und 1,35 g/mL, insbesondere zwischen 1,29 und 1,33 g/mL eingestellt wird. Durch diese Verfahrensführung kann insbesondere die Filmbildung positiv beeinflusst werden, sodass eine flächendeckend zusammenhängende, rissüberbrückende Schichtbildung auf der zu beschichteten Oberfläche resultiert.

[0069] Durch die Maßnahme eines Erwärmens bzw. Beheizens der Stamm- und Härter-Komponente bzw. der sich bildenden 2-Komponenten-Mischung auch während des Mischvorgangs selbst, kann der eigentliche Mischvorgang nochmals verbessert bzw. erleichtert werden. Insbesondere kann die Viskosität durch das Erwärmen weiter verringert werden, sodass eine homogene Durchmischung der beiden Komponenten schneller erzielbar ist. Außerdem kann einem potentiellen Verstopfen der Zufuhr- und Misch- bzw. Spritzleitungen so wirksam vorgebeugt werden.

[0070] Schließlich kann durch diese Maßnahme auch eine Verbesserung der Förderbarkeit der 2-Komponenten-Mischung erreicht werden, was höhere Durchsätze bzw. höhere Aufspritz-Raten ermöglicht.

[0071] Weiters kann es zweckmäßig sein, die 2-Komponenten-Mischung bei einer erhöhten Temperatur auf die Betonoberfläche aufzuspritzen. Diese Maßnahme fördert besonders eine schnelle Aushärtung des 2-Komponenten-Gemisches auf der beschichteten Oberfläche, sodass gravierende Veränderungen bzw. Beschädigungen der Schutzbeschichtung aufgrund von Fließbewegungen der 2-Komponenten-Mischung auf der beschichteten Oberfläche wirksam

hintangehalten werden können.

[0072] Dabei ist es aber auch von Vorteil, eine Erhöhung der Temperatur der 2-Komponenten-Mischung auf einen bestimmten Maximalwert zu beschränken. Dies kann vor allem zweckmäßig sein, um eine allzu schnelle Härtingsreaktion des 2-Komponenten-Gemisches noch in der Spritz-Anlage hintanzuhalten. Dabei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, den Temperaturbereich für das Abmischen und Aufspritzen der 2-Komponenten-Mischung zwischen 25 °C und 35 °C auszuwählen. Insbesondere kann die Temperatur auf einen Bereich zwischen 28 °C und 32 °C eingestellt werden.

[0073] In Abhängigkeit von diversen Verfahrensparametern, wie etwa Temperaturen und Dichten der Stammkomponente und der Härter-Komponente kann es weiters zweckmäßig sein, die Dauer des Mischvorgangs auf ein notwendiges Mindestmaß zu beschränken, ohne dabei jedoch das Erreichen der vollständigen Homogenität der 2-Komponenten-Mischung negativ zu beeinflussen. Im Zuge von diversen Versuchen haben sich Verweilzeiten im Spritz- bzw. Mischschlauch von weniger als 4 Minuten als zweckmäßig erwiesen. Bevorzugt wird der Mischvorgang in weniger als 3 Minuten, insbesondere in weniger als 2 Minuten durchgeführt. Diese Vorgangsweise ist natürlich auch generell deshalb von Vorteil, da allzu lange Verweilzeiten im Misch- bzw. Spritzschlauch vermieden werden können. Dies vor allem hinsichtlich der Tatsache, dass nach erfolgtem Zusammenführen der Stamm- und Härter-Komponente, die chemische Reaktion zur Bildung der Polyurethan-Beschichtung bereits einsetzt. Um eine ausreichend gute Spritzfähigkeit der 2-Komponenten-Mischung zu gewährleisten, bzw. einen zu raschen Anstieg der Viskosität der 2-Komponenten-Mischung noch im Misch- bzw. Spritzschlauch zu vermeiden, kann eine Begrenzung der Dauer des Mischvorgangs auch aus diesem Grund sinnvoll sein.

[0074] In diesem Zusammenhang hat sich herausgestellt, dass die oben beschriebenen Stamm- und Härter-Komponenten bzw. die angegeben reaktiven Moleküle zur Polyurethanbildung eine für die Durchführung des Verfahrens zur Herstellung einer Polyurethan-Schutzbeschichtung ausreichend hohe Reaktivität aufweisen, sodass auf ein Beimengen von Reaktionsbeschleunigern wie zum Beispiel Katalysatoren gänzlich verzichtet werden kann. Diese Tatsache erbringt wiederum den zusätzlichen Vorteil, dass Inhaltsstoffe in den beiden Komponenten welche strukturell nicht zur Bildung des polymeren Polyurethannetzwerks beitragen, vermieden werden können. Weiters sind in der resultierenden Schutzbeschichtung keine Chemikalien enthalten, welche chemisch nicht an das Polyurethangerüst bzw. -netzwerk gebunden sind. Dadurch kann eine Migration von potentiell gesundheitsschädlichen, niedermolekularen aus der Polyurethanbeschichtung hintangehalten werden.

[0075] Ein weiterer Vorteil kann sich dadurch ergeben, dass der Mischvorgang derart ausgeführt wird, dass die dem Mischvorgang zugeführten Mengen bzw. Volums- Ströme der Stammkomponente und der Härter-Komponente so aufeinander abgestimmt werden, dass die Anzahl der dem Mischvorgang zugeführten reaktiven Isocyanat-Gruppen der Anzahl der dem Mischvorgang zugeführten reaktiven Hydroxyl-Gruppen pro Zeiteinheit zumindest weitestgehend bzw. möglichst genau entspricht. Dabei werden die Fördermengen der Dosierpumpen bevorzugt vor der Durchführung der Misch- und Aufspritzschritte des Verfahrens genau aufeinander abgestimmt, und anschließend konstant gehalten. Bei einer Detektion einer Abweichung einer der beiden Fördermengen durch das bereits oben beschriebene Dosierüberwachungsmittel, kann die Fördermenge für die entsprechende Komponente umgehend erhöht oder erniedrigt werden. Dadurch können insbesondere Fehlmischungen vermieden werden, was große Vorteile für die Eigenschaften der resultierenden Polyurethan-Schutzbeschichtung hervorbringen kann. Insbesondere ist bei der derartigen, möglichst genauen stöchiometrischen Zuführung an Hydroxyl-Äquivalenten und Isocyanat-Äquivalenten zu erwarten, dass die große Mehrheit dieser chemisch reaktiven, funktionellen Gruppen im Zuge der Härtingsreaktion ins entstehende Polyurethan-Polymer-Netzwerk eingebaut wird, und keine oder zumindest nur eine vernachlässigbare Menge an chemisch nicht gebundenen, niedermolekularen Bestandteilen in der Polyurethan-Schutzschicht verbleibt. Diese Vorgangsweise wirkt sich verbessernd auf die mechanischen Eigenschaften der Schutzbeschichtung, wie etwa Abriebfestigkeit, Langzeitstabilität

und Haltbarkeit, aus. Zusätzlich kann das Brandverhalten dadurch nochmalig weiter verbessert werden.

[0076] Bevorzugt werden Abweichungen vom stöchiometrischen Mischungsverhältnisses von den Isocyanat-Gruppen aus der Härter-Komponente zu den Hydroxyl-Gruppen aus der Stammkomponente in einem Bereich zwischen 0,85 und 1,20 gehalten. Das heißt, dass die Menge bzw. Anzahl der dem Mischvorgang zugeführten Isocyanat-Gruppen, dem 0,85-fachen bis dem 1,20-fachen der dem Mischvorgang zugeführten Hydroxyl-Gruppen entspricht, bzw. diese beiden Grenzwerte nicht überschritten werden. Eine nochmalige Verbesserung der Eigenschaften der Polyurethanschicht ist dadurch zu erzielen, dass ein Toleranzbereich für die dem Mischvorgang zugeführten Isocyanat-Gruppen bezogen auf die Anzahl der Hydroxyl-Gruppen, zwischen 0,95 und 1,10 festgelegt bzw. eingehalten wird.

[0077] Zum Einhalten dieser Toleranzbereiche für die Zuführmengen bzw. -volumina der Isocyanat- und Hydroxylgruppen sind Erfassungsmittel vorzusehen, welche zum Beispiel zur jeweils voneinander unabhängigen Überwachung der Fördermengen bzw. Fördervolumina der Stammkomponente und der Härter-Komponente ausgebildet sind.

[0078] Dabei kann es von Vorteil sein, wenn diese Erfassungsmittel bzw. die von den Erfassungsmitteln erfassten Messwerte in weiterer Folge zu einem kontrollierten Abbruch des Beschichtungsvorgangs herangezogen werden. Weiters kann es zweckmäßig sein, zusätzlich zu den Erfassungsmitteln für die Erfassung und Überwachung der Fördermengen auch Erfassungsmittel zur Überwachung der jeweiligen Temperaturen der beiden Komponenten, sowie des 2-Komponenten-Gemisches vorzusehen. Dadurch ist etwa der Ausfall eines Heizelements detektierbar, und können dadurch resultierende, potentiell negative Auswirkungen auf den Aufspritzvorgang bzw. die Eigenschaften der resultierenden Schutzbeschichtung hintangehalten werden. Insbesondere kann ein derartiger Abbruch des gesamten Beschichtungsvorgangs automatisiert durch entsprechende steuerungstechnische Vorrichtungen vorgenommen werden. Da die Härtungsreaktion zur Bildung des Urethan-Polymers bereits bei Zusammenführen der Stammkomponente und der Härter-Komponente startet, kann es außerdem zweckmäßig sein, die gesamte Beschichtungsanlage bei einem kontrollierten Abbruch des Beschichtungsvorgangs umgehend zu spülen. Als Spülmittel können dabei diverse Chemikalien zum Einsatz kommen, insbesondere solche, welche die in den beiden Komponenten bzw. der sich bildenden 2-Komponenten-Mischung enthaltenen Substanzen zumindest teilweise aufzulösen bzw. zu Dispergieren vermögen, und zum Abtransport dieser Substanzen aus der Beschichtungsanlage geeignet sind. Beispielsweise kann zu diesem Zweck Aceton verwendet werden. Durch diese Abbruch- und Spülmaßnahmen kann einerseits vermieden werden, dass der Beschichtungsvorgang zur Herstellung von Schutzbeschichtungen führt, welche hinsichtlich ihrer Eigenschaften nicht optimal ausgeführt sind. Außerdem kann dadurch vermieden werden, dass infolge einer Urethan-Polymerbildung in der Beschichtungsanlage selbst, eine aufwendige Reinigung der Beschichtungsanlage, oder sogar ein Austausch von Komponenten der Beschichtungsanlage notwendig wird. Schließlich können unerwünschte und kostspielige Verzögerungen bei Arbeiten wie etwa einer Tunnelwartung oder Sanierung vermieden werden.

[0079] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsvariante des Verfahrens ergibt sich dadurch, dass die 2-Komponenten-Mischung in kontinuierlicher Art und Weise flächig auf die Oberfläche aufgespritzt wird, sodass eine Trocken-Schichtdicke der Schutzbeschichtung von 2 mm oder weniger als 2mm resultiert. Die Einstellung der Schichtdicke kann durch eine Festlegung diverser Applikationsparameter, wie zum Beispiel der Geometrie der Düsen (Düsenquerschnitt, etc.), Förderleistung der Pumpen und vor allem durch eine entsprechende Überstreich-Geschwindigkeit der Spritzdüse(n) über die zu beschichtende Oberfläche beeinflusst werden. In Zuge von Versuchen konnte festgestellt werden, dass eine Schichtdicke der Polyurethan-Schutzbeschichtungen von kleiner oder gleich 2 mm in den meisten Fällen völlig ausreicht, um die gewünschten Vorteile hinsichtlich Abriebfestigkeit, rissüberbrückende Abdeckung der gesamten beschichteten Oberfläche, Haftfestigkeit, etc zu erhalten. Die deshalb mögliche Beschränkung der Schichtdicke der Schutzbeschichtung führt vorteilhafterweise zu einer Minimierung der Menge an verarbeitetem Material, und zu einer entsprechenden Material- und Kostenersparnis.

Außerdem kann dadurch auch die Menge an organischem Material auf der Tunneloberfläche möglichst niedrig gehalten werden, sodass eine weitere Verbesserung der Tunnel-Schutzbeschichtung hinsichtlich des Verhaltens im Brandfall realisiert werden kann. Insbesondere kann so die Rauchentwicklung im Brandfall weiter gesenkt werden.

[0080] Eine nochmalige Verbesserung dieser Eigenschaften kann dadurch erreicht werden, dass der Spritzvorgang derart ausgeführt wird, sodass eine Trockenschichtdicke der Schutzbeschichtung zwischen 0,2 und 1,5 mm, bevorzugt zwischen 0,3 und 0,8 mm und insbesondere zwischen 0,35 und 0,5 mm resultiert.

[0081] Sollte sich nach Überprüfung bzw. visueller Kontrolle der ersten aufgetragenen Lage der Schutzbeschichtung herausstellen, dass eine oder mehrere weitere Lagen der Schutzbeschichtung benötigt werden, kann es von Vorteil sein, wenn diese weiteren Lagen innerhalb einer Zeitspanne von 2 Stunden auf die jeweils zuvor aufgetragene Lage, bzw. die erste Lage aufgespritzt werden. Dadurch können allzu lange Expositionszeiten der vorangehenden Lagen der Schutzbeschichtung vermieden werden, innerhalb welcher Expositionszeiten gegebenenfalls eine Verschmutzung bzw. Veränderung dieser bereits aufgetragenen Lagen stattfinden kann. In diesem Zusammenhang kann auch eine ausreichende Haftung bzw. Haftfestigkeit der weiteren Lagen auf den vorher applizierten Lagen sichergestellt werden, bzw. können zeit- und kostenintensive Reinigungs-Zwischenschritte zur Entfernung von trennend wirkenden Substanzen bzw. Verschmutzungen vor dem Aufbringen weiterer Lagen der Schutzbeschichtung vermieden werden.

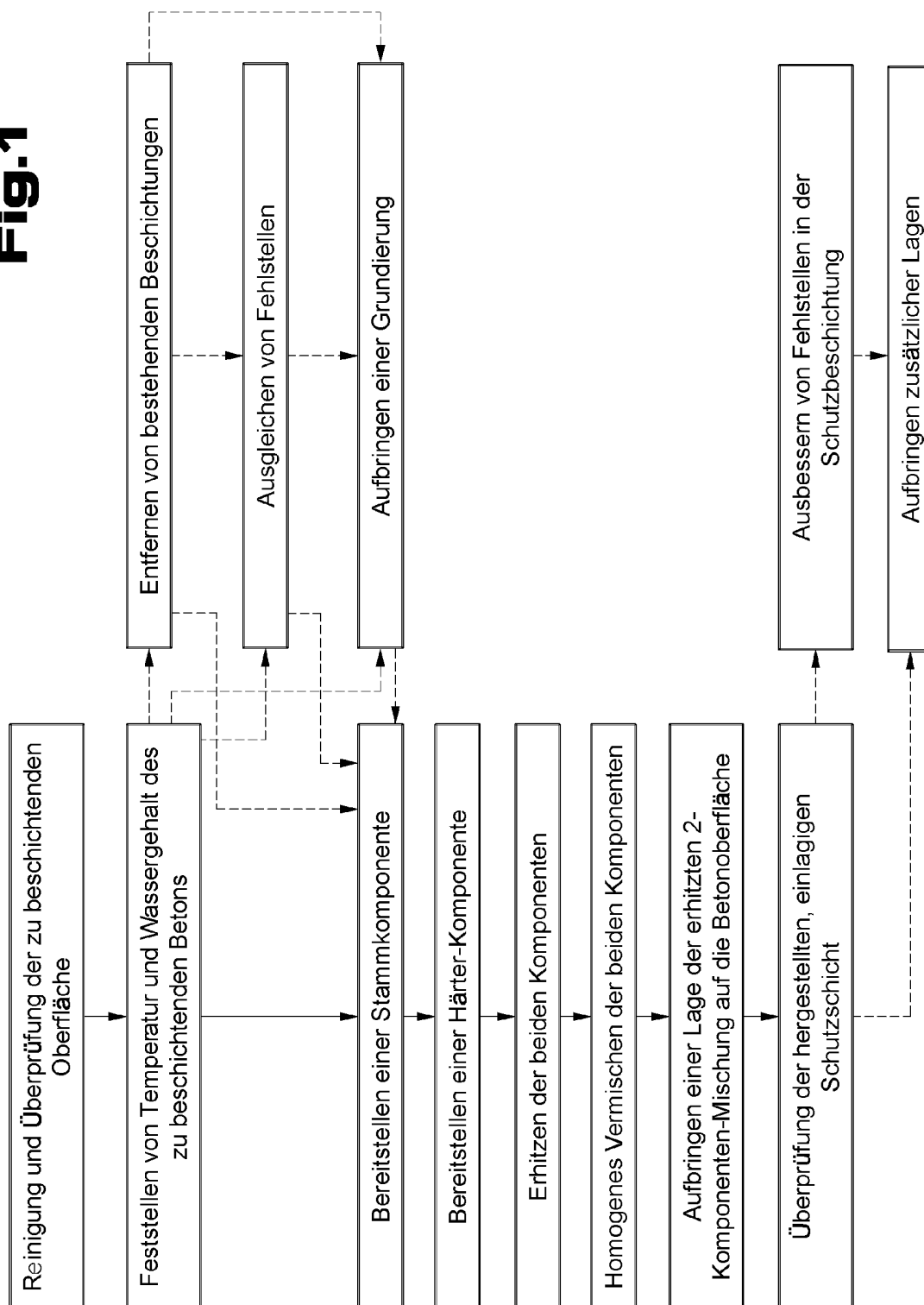
Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Polyurethan-Schutzbeschichtung auf Betonoberflächen, insbesondere auf Tunnelwänden, durch kontrolliertes Aufspritzen und Aushärten einer chemisch reaktiven 2-Komponenten-Mischung, umfassend die Schritte:
 - Reinigung und Überprüfung bzw. visuelle Kontrolle der zu beschichtenden Betonoberfläche;
 - Feststellen von Temperatur und Wassergehalt des zu beschichtenden Betons;
 - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Entfernen von bestehenden Beschichtungen;
 - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Ausgleichen/Abdecken bzw. Ausfüllen von Fehlstellen, Löchern oder Rissen im Beton durch Applikation einer Spachtelmasse;
 - In Abhängigkeit der Ergebnisse der vorangegangenen Verfahrensschritte zur Überprüfung der Betonoberfläche, das Aufbringen einer Grundierung auf die Betonoberfläche und/oder die Spachtelmasse;
 - Bereitstellen einer ersten fließfähigen bzw. flüssigen, lösungsmittelfreien Komponente bzw. Stammkomponente, wobei die Stammkomponente Makromoleküle mit jeweils zumindest 2 chemisch reaktiven Funktionalitäten umfasst, welche chemisch reaktiven Funktionalitäten primär durch Hydroxyl-Gruppen gebildet sind, und wobei die Stammkomponente weiters Zuschlagstoffe bzw. Pigmente in einer Menge zwischen 2 und 80 Gew.% enthält;
 - Bereitstellen einer zweiten fließfähigen bzw. flüssigen, lösungsmittelfreien Komponente bzw. Härter-Komponente, wobei die Härter-Komponente Moleküle mit jeweils mindestens 3 chemisch reaktiven Funktionalitäten umfasst, welche chemisch reaktiven Funktionalitäten durch Isocyanat-Gruppen gebildet sind;
 - Erhitzen der beiden Komponenten;
 - Kontrolliertes bzw. gesteuertes Zuführen der erhitzten Komponenten in eine Mischeinheit, und homogenes Vermischen der beiden Komponenten in der Mischeinheit;
 - Aufbringen einer Lage der abgemischten, erhitzten 2-Komponenten-Mischung auf die Betonoberfläche, insbesondere auf die Tunnelwand in einem Arbeitsgang, durch Aufspritzen der 2-Komponenten-Mischung unter Hochdruck, unter Überbrückung von Fehlstellen im Beton;
 - Kontrolle bzw. Sichtprüfung der hergestellten, einlagigen Schutzbeschichtung;
 - In Abhängigkeit des Ergebnisses des vorangegangenen Verfahrensschrittes der Sichtüberprüfung der Betonoberfläche nach dem Aufbringen der ersten Lage der Schutzbeschichtung, das Reparieren bzw. Ausbessern von Fehlstellen in der Schutzbeschichtung durch punktuelles Aufspritzen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung auf bzw. über Fehlstellen, und
 - In Abhängigkeit des Ergebnisses des vorangegangenen Verfahrensschrittes der Sichtüberprüfung der Betonoberfläche nach dem Aufbringen der ersten Lage der Schutzbeschichtung, das Aufspritzen einer oder mehrerer zusätzlicher Lagen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zur Reaktion mit den Isocyanat-Gruppen der Härter-Komponente ausgebildeten Moleküle der Stammkomponente durch eine Mischung von Hydroxyl-Funktionalitäten aufweisenden Polyethern und Mischpolymerisaten gebildet sind.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stammkomponente faser- bzw. stäbchenförmige Zuschlagstoffe bzw. Pigmente umfasst.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das faser- bzw. stäbchenförmige Pigment durch Titandioxid gebildet ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isocyanat-Gruppen aufweisenden Moleküle der Härterkomponente durch aromatische Isocyanate gebildet sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mischdichte der 2-Komponenten-Mischung unmittelbar nach dem Mischvorgang auf einen Bereich zwischen 1,25 g/mL und 1,35 g/mL, insbesondere zwischen 1,29 und 1,33 g/mL eingestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Komponenten bzw. die 2-Komponenten-Mischung zusätzlich während dem Mischvorgang erwärmt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 2-Komponenten-Mischung bei einer Temperatur zwischen 25 °C und 35 °C, und insbesondere zwischen 28 °C und 32 °C gemischt und aufgespritzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mischvorgang in weniger als 4 Minuten und bevorzugt weniger als 3 Minuten, insbesondere weniger als 2 Minuten durchgeführt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dem Mischvorgang zugeführten Mengen bzw. Volums-Ströme der Stammkomponente und der Härter-Komponente derart aufeinander abgestimmt werden, dass die Anzahl der dem Mischvorgang zugeführten reaktiven Isocyanat-Gruppen der Anzahl der dem Mischvorgang zugeführten reaktiven Hydroxyl-Gruppen pro Zeiteinheit zumindest weitestgehend entspricht.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Variation des stöchiometrischen Mischungsverhältnisses von den Isocyanat-Gruppen aus der Härter-Komponente zu den Hydroxyl-Gruppen aus der Stammkomponente, in einem Toleranzbereich zwischen 0,85 bis 1,20 und bevorzugt in einem Toleranzbereich zwischen 0,95 und 1,10 gehalten wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Erfassungsmittel zum Erfassen der Fördermengen bzw. Fördervolumina der beiden Komponenten und der 2-Komponenten-Mischung, sowie Erfassungsmittel zum Erfassen der Temperatur der 2-Komponenten-Mischung vorgesehen sind, und dass der Mischvorgang und der Aufspritzvorgang bei Überschreiten von vorab festlegbaren Grenzwerten für die Fördermengen bzw. Temperaturen, abgebrochen wird, und die Misch- und Aufspritzvorrichtung gespült wird.
13. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 2-Komponenten-Mischung in kontinuierlicher Art und Weise flächig derart auf die Betonoberfläche aufgebracht wird, dass eine Trocken-Schichtdicke der Schutzbeschichtung von 2 mm oder weniger als 2 mm resultiert.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spritzvorgang derart ausgeführt wird, sodass eine Trocken-Schichtdicke der Schutzbeschichtung zwischen 0,2 und 1,5 mm, bevorzugt zwischen 0,3 und 0,8 mm und insbesondere zwischen 0,35 und 0,5 mm resultiert.
15. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein bedarfsmäßiges Aufbringen von einer oder mehrerer zusätzlicher Lagen der erhitzten 2-Komponenten-Mischung je nach Ergebnis der Sichtkontrolle nach Aufspritzen der ersten Lage der Schutzbeschichtung, innerhalb von 2 Stunden nach dem Aufbringen der ersten Lage durchgeführt wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig.1



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

C04B 41/00 (2006.01); **C04B 28/02** (2006.01); **C04B 41/48** (2006.01); **C04B 41/63** (2006.01) ; **C04B 111/00** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

C04B 41/009 (2013.01); **C04B 28/02** (2013.01); **C04B 41/4884** (2013.01); **C04B 41/63** (2013.01); **C04B 2111/00155** (2013.01); **C04B 2111/00293** (2013.01); **C04B 2111/00482** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

C04B

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAP

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **02.12.2014** eingereichten Ansprüchen **1–15** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2007104659 A1 (BASF AG [DE]) 20. September 2007 (20.09.2007) Gesamtes Dokument	1–15
A	EP 2578554 A1 (DYFLEX CORP [JP] et al.) 10. April 2013 (10.04.2013) Ansprüche	1–15
A	EP 0570798 A1 (BAYER AG [DE]) 24. November 1993 (24.11.1993) Ansprüche	1–15

Datum der Beendigung der Recherche:

29.05.2015

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

WIEDERMANN Julia

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.