

(12) **Übersetzung der neuen europäischen
Patentschrift**

(97) Veröffentlichungsnummer: EP 1535886

(96) Anmeldenummer: 2005100826 (51) Int. Cl.: **C04B 28/02** (2006.01)
(96) Anmeldetag: 24.07.1997 **C04B 14/30** (2006.01)
(45) Ausgabetag: 13.01.2020 **C04B 40/00** (2006.01)

(30) Priorität:
07.08.1996 IT MI961722 beansprucht.

(97) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.06.2005 Patentblatt 05/22

(97) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
26.11.2008 Patentblatt 08/48

(97) Hinweis auf Einspruchsentscheidung:
29.03.2017 Patentblatt 17/13

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL NL PT SE TR

(56) Entgegenhaltungen:
Die Entgegenhaltungen entnehmen Sie bitte der
entsprechenden europäischen Druckschrift.

(73) Patentinhaber:
ITALCEMENTI S.P.A.
24121 BERGAMO (IT)

(72) Erfinder:
CASSAR, LUIGI
20097 SAN DONATO MILANESE (IT)
PEPE, CARMINE
24123 BERGAMO (IT)

(74) Vertreter:
HÄUPL & ELLMEYER KG
PATENTANWALTSKANZLEI
WIEN

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft den Bereich eines Architekturbetons und eine trockene Vormischung mit der verbesserten Eigenschaft, dass nach dem Aufbringen Glanz und Farbwert über längere Zeiträume erhalten bleiben.

STAND DER TECHNIK

[0002] Eine der wichtigsten Anwendungen für Zement (entweder grau oder weiß) ist die Herstellung des sogenannten „Architekturbetons“, d. h. von unfertigen Güssen mit unbehandelten (flachen oder profilierten) oder behandelten (zum Beispiel sandgestrahlten) Oberflächen. Insbesondere der Weißzement wird als ein dekoratives Element bei hellen Vorfabrikaten und der Herstellung von Bodenfliesen verwendet. Die Architekturbetonzusammensetzung, insbesondere die weiße, muss der Anforderung genügen, neben guten mechanischen Beständigkeiten und Haltbarkeiten über die Zeit auch Oberflächen mit gutem Aussehen und daher gleichmäßiger Farbe und Textur zu erzielen.

[0003] Um einen Architekturbeton mit homogener Farbe und konstanter Zusammensetzung zu erhalten, ist die Auswahl der Zuschlagstoffe von wesentlicher Bedeutung, aber während diese Zuschlagstoffe bis zu 80 % der Betonmasse ausmachen, hat die Betonoberfläche eine Zusammensetzung, die sich von der darunter liegenden Schichten unterscheidet und daher auch von seiner gesamten Masse:

Die groben Zuschlagstoffe tauchen nicht an der Oberfläche auf und die Oberfläche selbst besteht nur aus Zementpaste und Sand.

[0004] Daraus ergibt sich, dass sich eine Betonoberfläche, die mit Weißzement und hellem Sand hergestellt wurde, als gut erweist, auch wenn der grobe Betonzuschlag dunkler ist.

[0005] Die Gleichmäßigkeit der Farbe von Sand ist weniger wichtig als im Falle eines Architekturbetons aus Grauzement: Die Farbstabilität des Weißzements überdeckt möglicherweise, offensichtlich innerhalb bestimmter Grenzen, die Farbvariationen im Sand.

TECHNISCHE AUFGABE

[0006] Das Hauptproblem von Architekturbetonerzeugnissen, sowohl bei Grau- als auch bei Weißzement, betrifft die konstante Bewahrung des ursprünglichen Aussehens über die Zeit hinweg; es ist wichtig, den natürlichen Alterungsprozess, insbesondere aufgrund des

Einflusses von Substanzen aus der Atmosphäre, soweit wie möglich nach hinten zu verschieben.

[0007] Der Schutz dieser Erzeugnisse wird im Wesentlichen durch wasserabweisende Produkte durchgeführt, die mittels Sprühen oder Aufpinseln auf die Oberflächen aufgebracht werden, wie zum Beispiel Silikonlösungen, die in einer basischen Umgebung und möglicherweise gegenüber Licht und schlechtem Wetter stabil sind.

[0008] Vielleicht aufgrund des fortschreitenden Anstiegs von in einer typischen, städtischen Umgebung vorkommenden Umweltschadstoffen bleibt der Oberflächenschutz dieser Produkte in Städten jedoch immer weniger lang erhalten, was zu einer ästhetischen Verschlechterung des Erzeugnisses führt. In den meisten Fällen verhindert diese schnelle ästhetische Verschlechterung dieser Materialien die Verwendung dieser Architekturbetons.

[0009] Daher besteht ein Bedarf, dieses Problem der Konservierung des ursprünglichen Aussehens der Oberfläche von Architekturbetons über längere Zeiträume hinweg zu lösen.

KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Der Anmelder hat überraschenderweise gefunden, dass dieses Problem in wirksamer Weise durch die Verwendung gemäß Anspruch 1 gelöst werden kann.

[0011] Der Photokatalysator, der in Gegenwart von Licht, Luft und Umgebungsfeuchtigkeit (Sauerstoff und Wasser) die verschmutzenden Substanzen oxidieren kann, die mit der Oberfläche des hydraulischen Bindemittels (oder den jeweiligen Mörteln und Betons) in einem gehärteten Zustand in Kontakt kommen, und Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, ist insbesondere ein Titandioxid, hauptsächlich in Form von Anatas, oder einer Vorstufe davon, das gegebenenfalls mit anderen, sich von Ti unterscheidenden Atomen dotiert ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0013] Die Figuren 1 - 4 zeigen Bilder der Oberflächen bezüglich der Zusammensetzungen von Zementmörteln D, E, F, G, die im Beispiel 2 beschrieben werden.

[0014] Insbesondere zeigen die Figuren 1A - 1B Oberflächenbilder bezüglich der Zusammensetzung D, die Figuren 2A - 2B bezüglich Zusammensetzung E, die Figuren 3A - 3B bezüglich Zusammensetzung F und die Figuren 4A - 4B bezüglich Zusammensetzung G.

[0015] Figur 5 zeigt den Reflexionsgrad (R%) für die in Beispiel 5 erhaltene Probe B, der zu verschiedenen Zeiten als eine Funktion der Wellenlänge (in nm) gemessen wurde.

[0016] Figur 6 zeigt verbleibendes Q% als Funktion der Zeit der in Beispiel 5 beschriebenen Proben (A) ●, (B) ▲, (C) ■, die einer Wellenlänge von mehr als 290 nm (450 nm) ausgesetzt wurden.

[0017] Figur 7 zeigt Balkendiagramme von verbleibenden Q% von mit 5 % P-25® behandeltem, Weißzement und unbehandeltem Weißzement (als solchem).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0018] In der vorliegenden Beschreibung meinen wir mit „Bindemittel“ oder „hydraulischem Bindemittel“ ein hydraulisches Zementmaterial in Pulverform im festen, trockenen Zustand, das sobald es mit Wasser vermischt ist, formbare Mischungen liefert, die sich setzen und aushärten können. In der weiten Definition von „hydraulischem Bindemittel“ sind gemäß der vorliegenden Erfindung sowohl (weiße, graue oder pigmentierte) Zemente, wie gemäß dem Standard UNI ENV 197,1 definiert, als auch die so genannten Zemente für Entleerungssperren, Zementagglomerate und Zementkalke, wie im Gesetz Nr. 595 vom 26. Mai 1965 definiert, eingeschlossen. Die vorliegende Erfindung betrifft nicht nur das hydraulische Bindemittel, zu dem der Photokatalysator als einer seiner Bestandteile, wie Zementklinker oder Gips, in jeder Phase bezüglich der Herstellung gegeben wird, sondern auch eine trockene Vormischung, und zwar ein Material, das ein beliebiges hydraulisches Bindemittel enthält, zu dem vor dessen Verbau photokatalytische Partikel hinzugefügt werden.

[0019] Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung einer Architekturbeton-Zementzusammensetzung, die den Photokatalysator umfasst.

[0020] Mit „trockener Vormischung“ meinen wir eine homogene Mischung aus Bindemittel und Betonzuschlägen und gegebenenfalls mindestens einem Zusatzstoff, der für eine Mischung mit Wasser und zur Herstellung von Zementen geeignet ist.

[0021] Mit „Zementzusammensetzung“ oder „Zementmischung“ meinen wir jegliche Zusammensetzung, in der ein Bindemittel mit Wasser sowie mit Betonzuschlägen mit unterschiedlicher Korngrößenverteilung vermischt wird.

[0022] Die „Betonzuschläge“ oder „Zuschlagstoffe“ können grobe Betonzuschläge wie z. B. Splitt oder Grobkies, oder feine Betonzuschläge, wie Sand sein, und diese werden in der Norm UNI 8520 klassifiziert.

[0023] Der für die Herstellung des Bindemittels verwendete „Klinker“ ist jeglicher Klinker aus Portlandzement, definiert gemäß der Norm UNI ENV 197,1, d. h. ein hydraulisches Material, das zu mindestens zwei Dritteln der Masse aus Calciumsilikaten ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) und ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) besteht, wobei der Rest Al_2O_3 , Fe_2O_3 und andere Oxide sind.

[0024] Das hydraulische Bindemittel, die trockene Vormischung oder die Zementzusammensetzungen können dann Weißzement, Grauzement oder pigmentierten Zement umfassen, vorzugsweise Weißzement.

[0025] Die besondere Eigenschaft, die den Weißzement wesentlich von den anderen Zementarten unterscheidet, ist eben, dass er perfekt weiß ist.

[0026] Die Graufärbung von gewöhnlichem Portlandzement beruht auf der Gegenwart von Eisen- und anderen Metallverbindungen.

[0027] Weißzement wird aus Rohmaterialien erhalten, die im reinen Zustand perfekt weiß sind und eine „weiße“ Pigmentierung ist der Nachweis der Reinheit seiner Zusammensetzung.

[0028] Die trockenen Vormischungen enthalten vorzugsweise Weißzement und zeichnen sich dadurch aus, dass sie nach dem Einbau Glanz und Farbwert über längere Zeiträume hinweg bewahren.

[0029] Die vorliegende Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung eines Photokatalysators, der lose zu einem hydraulischen Bindemittel oder einem Agglomerat gegeben wird, um das ästhetische Aussehen, den Glanz und den Farbwert über die Zeit zu konservieren.

[0030] In der vorliegenden Beschreibung bedeutet das Wort lose, dass der Photokatalysator zu der Masse des Bindemittels gegeben wird und dann in der gesamten Masse verteilt wird, das heißt auch in inneren und tieferen Schichten und nicht nur auf der Oberfläche des vorliegenden Bindemittels und demzufolge auch in der daraus gewonnenen Mischung oder Vormischung.

[0031] Was die trockene Mischung betrifft, meint die Definition „in Masse“, dass Photokatalysatorpartikel homogen mit den verschiedenen Bestandteilen der genannten Vormischung vermischt werden. Mit anderen Worten, die trockene Vormischung kann sowohl das bereits den Photokatalysator enthaltende Bindemittel als auch getrennt voneinander ein herkömmliches hydraulisches Bindemittel und Photokatalysatorpartikel enthalten.

[0032] Der gemäß Anspruch 1 verwendete Photokatalysator ist Titandioxid oder eine seiner Vorstufen.

[0033] Die im erfindungsgemäßen hydraulischen Bindemittel vorhandenen Photokatalysatorpartikel sind Titandioxidpartikel (TiO_2) mit mindestens 5 Gew.-%, vorzugsweise 25 Gew.-%, mehr bevorzugt mindestens 50 Gew.-% und noch mehr bevorzugt mindestens 70 Gew.-% Anatasstruktur. In einem bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung wurde TiO_2 P-25[®], vertrieben von Degussa, mit einer Mischung von 70:30 Anatas- TiO_2 : Rutil- TiO_2 , verwendet.

[0034] Tatsächlich ist bekannt, dass TiO_2 in den tetragonalen Formen Anatas und Rutil kristallisiert. Rutil ist die stabilste und industriell wichtigste Form.

[0035] Anatas kann sich auch bei Raumtemperatur in Rutil umwandeln, jedoch mit äußerst geringer Geschwindigkeit.

[0036] Bei höheren Temperaturen ist die Umwandlungsgeschwindigkeit beträchtlicher. Die Umwandlung von Rutil zu Anatas ist für TiO_2 -Kristalle dagegen unmöglich; industriell wird diese Umwandlung dank der orientierenden Wirkung von bestimmten Verunreinigung möglich gemacht, selbst wenn diese nur in geringsten Mengen vorhanden sind.

[0037] Der Begriff „Titandioxid-Vorstufe“ meint, dass der bevorzugte Photokatalysator nicht auf „ TiO_2 überwiegend in der Form von Anatas“ beschränkt ist, sondern sich auch auf jegliches Produkt erstreckt, das bei Zugabe zum gebrannten Klinker, zum hydraulischen Bindemittel, zu der Vormischung oder der Mischung das vorwiegend als Anatas vorliegende TiO_2 bilden kann, gegebenenfalls bei geeigneter thermischer Behandlung.

[0038] Zum Beispiel kann die sogenannte „Titanpaste“ als eine solche zulässige Vorstufe für den erfindungsgemäßen Photokatalysator auf Titandioxidbasis betrachtet werden.

[0039] Die Titanpaste ($\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) stammt aus der Behandlung des Produkts TiOSO_4 mit Wasser und kann ohne eine bestimmte thermische Behandlung auf wirksame Weise als eine Anatas-Vorstufe verwendet werden. Eine besonders wirksame Titanpaste wird durch TIOXIDE[®] vertrieben.

[0040] Die photokatalytische Aktivität kann auch auf TiO_2 -Matrizes erhalten werden, die mit geeigneten Atomen wie z. B. Fe(III), Mo(V), Ru(III), Os (III), Re(V), V(IV) und Rh(III) dotiert sind.

[0041] Diese Atome können insbesondere das in der TiO_2 -Matrix vorhandene Ti(IV), auf Atomebene, zu mindestens 0,5 % ersetzen.

[0042] Das Verfahren zum Erhalten solcher Photokatalysatoren wird in der Literatur beschrieben, zum Beispiel in J. Phys. Chem. 1994, 98, 1127–34, Angew. Chemie 1994, 1148–9 und in Angew. Chemie Int. Ed. 1994, 33, 1091.

[0043] Die im hydraulischen Bindemittel oder in der Mischung vorhandene Menge an Katalysator liegt im Bereich von 0,01 bis 10 Massen-%, bezogen auf das Bindemittel. Daher können selbst äußerst geringe Anteile von Photokatalysatoren eine sehr große Wirkung auf die Farbkonservierung über die Zeit erzeugen.

[0044] Unter „die Umwelt verschmutzende Substanzen“ verstehen wir die organischen Substanzen, die in der Umwelt aufgrund von Autoabgasen oder industriellen Abfällen vorkommen können, wie z. B. Benzol, flüchtige aromatische Verbindungen, Pestizide, organische aromatische Verbindungen, Benzofluoride usw.

[0045] Gemäß eines besonders bevorzugten Aspekts der vorliegenden Erfindung wurde Phenanthrochinon als die organische verschmutzende Substanz verwendet. Die Auswahl dieser bestimmten Verbindung wird als besonders aussagekräftig betrachtet, um den großen Vorteil nachzuweisen, der mit den Produkten gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

[0046] Insbesondere wurde diese Auswahl auf der Basis des vorherigen Wissens um die mehr oder weniger bedeutsamen Anteile von Bestandteilen einer typischen Umwelt in Großstädten getroffen.

[0047] Eine wichtige Verbindungsklasse, die als Umweltschadstoffe in der Troposphäre vorhanden sind, ist die der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH). Diese Verbindungen und ihre Heteroatome (wie z. B. S, N, O) enthaltenden Analoga stammen aus der unvollständigen Verbrennung von organischem Material wie z. B. Kohle, Öl, Holz, Treibstoffen usw. Der PAH-Bildungsmechanismus beruht auf der Erzeugung von freien Radikalen durch Hydrolyse von Kohlenwasserstoffen ($\sim 500\pm 800$ °C) in der reduzierenden Zone der Flamme, die sich durch einen unzureichenden Sauerstoffstrom auszeichnet, wobei die Struktur dieser Verbindungen dadurch gekennzeichnet ist, dass sie mindestens zwei kondensierte aromatische Ringe im gleichen Molekül enthält.

[0048] Wie in mehreren Experimenten *in vitro* und *in vivo* gezeigt wurde, zeigen viele zu dieser Klasse gehörende Verbindungen mutagene und karzinogene Aktivität. Das zur PAH-Klasse gehörende Phenanthrochinon wurde insbesondere aus den folgenden Gründen ausgewählt:

- die Substanz führt nicht zu Problemen bei der Handhabung;
- die Substanz ergibt eine Gelbfärbung und deren Verschwinden kann visuell verfolgt werden;
- sie ist löslich in Methanol, einem Lösungsmittel, das leicht verdampft, sobald es auf die zu behandelnde Oberfläche aufgebracht wurde.

[0049] Es sollen keine anorganischen Umweltschadstoffe wie z. B. die Stickoxide NO_x , ausgeschlossen werden, die mit dem erfindungsgemäßen Photokatalysator zu Nitraten oxidiert werden können.

[0050] Die photokatalytische Wirkung von Titandioxid ist im Fachgebiet wohlbekannt, wie auch bekannt ist, dass TiO_2 -Partikel an anorganischen Substanzen wie z. B. Zement haften können.

[0051] Im Gegensatz dazu wird nicht beschrieben, dass Titan oder allgemeiner ein Photokatalysator lose, im Zement oder in der Mischung verwendet wird, um die Qualität des oberflächlichen Aussehens in Bezug auf Glanz und Farbwert des gehärteten Erzeugnisses konstant zu halten. Mit „Farbwert“ meinen wir die Gesamtheit der Eigenschaften der dominierenden Wellenlänge und Reinheit wie unten folgend definiert. Dank dem besonderen Aspekt, die Färbung über die Zeit unverändert zu bewahren, betrifft ein bevorzugter Aspekt der vorliegenden Erfindung insbesondere die Verwendung von Weißzement und gebrauchsfertigem Zement als hydraulisches Bindemittel.

[0052] Die „Weißfärbung“ des Zements kann durch drei Eigenschaften charakterisiert werden:

als Glanz, das ist das Vermögen, einfallendes Licht zu reflektieren (das ist die typische Eigenschaft weißer Körper im Gegensatz zu Schwarzkörpern), ausgedrückt als Prozentverhältnis zwischen dem von einer Oberfläche aus Weißzement reflektiertem Licht und dem von einer gleichen Oberfläche reflektiertem Licht, die aus üblicherweise als idealer Weißkörper betrachtetem Magnesiumoxid besteht; bei in Italien hergestellten Weißzementen ist der Glanzwert höher als 82, und in mit diesen Zementarten hergestellten Mörteln ist er etwas geringer; als Dominierende Wellenlänge, das ist der Farbton der Farbabstufung, die mit jedem Weiß einhergeht und es kennzeichnet (tatsächlich sind Weißkörper untereinander nicht gleich); die dominierende Wellenlänge liegt zwischen gelb und blau; als Reinheit oder Intensität der Farbabstufung; Reinheit wird als Prozentsatz an Farbe gemessen und dieser beträgt weniger als 5 %.

[0053] Die Verwendung von Photokatalysatoren ermöglicht daher, diese drei wichtigen Eigenschaften so lange wie möglich konstant zu halten.

[0054] Weißzement kann auch pigmentiert sein, um eine zusätzliche chromatische Wirkung zu erhalten.

[0055] Diese Wirkung erweist sich als entschieden besser als diejenige, die bei gleichen Bedingungen mit grauem Zement erhalten werden kann. Es zeigt sich interessanterweise, dass Weißzement, aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung, weder den Ton noch die Leuchtkraft der mit dem Pigment erreichten Färbung beeinflusst (Veränderungen, die im Gegensatz hierzu bei Verwendung von Grauzement unvermeidlich sind).

[0056] Das Pigment muss mit der Mischung, oder getrennt davon, mit dem Zement innig vermischt werden. Der Prozentsatz an Zugabe muss von Fall zu Fall bestimmt werden, je nach der Farbwirkung, die erzielt werden soll. Dieser Prozentsatz bezieht sich auf das Zementgewicht (wenn z. B. Mineralpigmente auf Eisenbasis verwendet werden, beträgt der oben genannte Prozentsatz etwa 2 % bezogen auf das Zementgewicht).

[0057] Pigmente sind im Allgemeinen: anorganische Grundfärbemittel, wie z. B. natürliche Färbemittel (Ockergelb, Rottöne auf Eisenoxidbasis wie Ockerrot, Englischrot, Spanischrot, Bernsteinerdarbe, Ultramarinblau usw.) oder mineralische Färbemittel (gelbes Zinkchromat, Schweinfurter Grün, Berliner Blau, Bremer Blau); Farbstoffe auf Bleibasis wie z. B. Neapelgelb, Chromgelb, die Gruppe der mineralischen Farbstoffe auf Eisenbasis (mit einem Farbtonbereich von Braun bis Orange und Gelb).

[0058] Wie vorher beim Bindemittel beschrieben wurde, können Architekturbetons hergestellt werden, die vorzugsweise mit Weißzement umfassenden Vormischungen hergestellt werden und dadurch gekennzeichnet sind, dass sie Glanz und Farbwert über längere Zeiträume bewahren.

[0059] Mit dem Bindemittel hergestellte Betons haben Verhältnisse von Bindemittel/Betonzuschlägen im Bereich von 1/3 bis 1/6 nach Gewicht.

[0060] Die in den Zementzusammensetzungen verwendete Wassermenge ist so ausreichend, dass die Abbindereaktion des Bindemittels vollständig abläuft und der formbare Zustand der Mischung eine optimale Verarbeitbarkeit erhält. Die Anteile an Wasser, Bindemittel und möglichen Betonzuschlägen der Zementzusammensetzungen können innerhalb weiter Grenzen variieren und hängen von den Eigenschaften und der Endanwendung der

gewünschten Mörtel und Betons ab. Im Allgemeinen liegt die Wassermenge in einem Bereich von etwa 20 bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des Bindemittels.

[0061] Das Verfahren zur Herstellung der Mischung kann ein Herkömmliches sein. Die Temperatur der Mischungsbildung zwischen Bindemittel und Wasser, und Betonzuschlägen, liegt allgemein einem Bereich von +5 bis 30 °C, und beträgt vorzugsweise mindestens 20 °C.

[0062] Die Photokatalysatorzugabe zum hydraulischen Bindemittel ist keine kritische Phase; der Photokatalysator kann einfach zu dem Pulver des hydraulischen Bindemittels zugegeben werden und gemäß einer beliebigen im Fachgebiet bekannten Technik gemischt werden, unter Verwendung von sowohl automatischen Mischern als auch manuell.

[0063] Da die einfache Zugabe des Photokatalysators zum Bindemittel in Pulverform möglich ist, werden Vormischungen bevorzugt. Wir berichten im Folgenden zu erläuternden, nicht aber einschränkenden Zwecken die folgenden Beispiele der vorliegenden Erfindung. Es muss darauf hingewiesen werden, dass eine erschöpfende beispielhafte Ausführung der Erfindung nur durch sehr lange Arbeitsgänge (in der Größenordnung von Jahren) durchgeführt werden kann, da die korrekte Bewertung der Bewahrung der Eigenschaften von gehärteten Bindemitteln, insbesondere von Architekturbetons natürliche „Alterungs“vorgänge in einem realen Mikroklima erfordern.

Ausführungsform 1

[0064] Die folgenden Ausführungsformen sind zum Verständnis der vorliegenden Erfindung von Nutzen.

[0065] Es wurden einige Auflagen mit einer Abmessung von 25 x 8 x 2,5 cm mit normalem Zementmörtel, basierend auf Italbianco Italcementi 52,5[®] Weißzement, ausgeführt.

[0066] Nach dem Herstellen wurden die Prüfstücke 1 Tag lang in den Formen in einer Umgebung mit 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit (RH, relative humidity) von > 90 % gehärtet; nach dem Entnehmen wurden sie weitere 7 Tage bei 20 °C und RH = 60 % gelagert.

[0067] Diese Prüfstücke wurden als Auflagen für die Aufbringung eines mit Titandioxid versetzten Zementmörtels verwendet. Der Grundmörtel wies die folgende Formulierung auf:

Weißzement Italbianco Italcementi	35,4 %
Metakaolin	3,5 %
Quarz (0,06-0,25 mm)	59,7 %

Celluloseether	0,2 %
MELMENT F10	0,25 %
(mit Formaldehyd kondensiertes Melamin)	
Cellulosefasern	0,25 %
ELOTEX 50 AV/90 Terpolymer	0,7 %
(Butylacrylat/Vinylacetat/Vinylversat)	
Terpolymer	
Verhältnis Wasser/Zement	0,60

[0068] Insbesondere wurden sechs Zusammensetzungen mit den folgenden Dosierungen von Titandioxid ausgeführt, jeweils bezogen auf das Gewicht des Zements:

0 - als solches (Titandioxid 0 %)

1 - 10 %

2 - 5 %

3 - 1 %

4 - 0,5 %

5 - 0,1 %

[0069] Es wurde unter der Handelsbezeichnung P-25 von Degussa vertriebenes Titandioxid verwendet.

[0070] Jede Zusammensetzung wurde 5 Minuten lang mittels eines Hochgeschwindigkeitsrührers kräftig gerührt, bis eine fluide Konsistenz (spachtelbar) erhalten wurde.

[0071] Anschließend wurden die Zusammensetzungen mit einem Metallspachtel auf die oben beschriebenen Auflagen aufgetragen; nach dem Auftragen betrug die mittlere Dicke des Mörtels etwa 2 mm.

[0072] Die so hergestellten Prüfstücke wurden dann 7 Tage lang bei 20 °C und einer RH = 60 % gehärtet. Dann wurde eine 0,5%ige alkoholische Lösung aus verschiedenen Kondensaten auf Basis von polykondensierten aromatischen Verbindungen mit einem Pinsel auf die halbe Oberfläche von jedem Prüfstück aufgebracht (etwa 100 cm²). Es wurden jeweils

6 g (das entspricht 0,03 g des trockenen Produkts) dieser gelb gefärbten Lösung auf die 100 cm² aufgebracht, demzufolge wurden auf jeder Probe 0,3 mg/cm² aufgebracht.

[0073] Jedes Prüfstück zeigte zum Schluss der Behandlung zwei Bereiche mit deutlich unterschiedlichen Färbungen:

Gelb: der behandelte Teil

Weiß: der unbehandelte Teil.

[0074] Dann wurden die so behandelten Prüfstücke einer Bildanalyse mit einem computerisierten Analyzer LEICA Quantiment 500+ zum Bestimmen der Weißschattierungen unterzogen.

[0075] Anschließend wurden sie mit einem Abstand von etwa 50 cm einer 300 Watt Ultra-Vitalux-Lampe von OSRAM mit einer Strahlungsmischung ausgesetzt, die der natürlichen Sonnenstrahlung im Hochgebirge (Ultraviolett + Sichtbar) ähnelt.

[0076] Nach jeweils 8, 16, 24 und 60 Stunden Bestrahlung wurden die Bildanalysen zum Bestimmen der Weißschattierungen wiederholt. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

TABELLE 1

WEISSWERTE							
Zeit (h)	Unbehandelter Prüfkörper	TiO ₂ -freier Prüfkörper	1	2	3	4	5
0	211	183,2	185,4	184,5	183,7	184,7	182,7
8	211	185,3	200,1	194,9	190,5	189,5	188,1
16	211	187,1	203,5	197,6	194,1	192,6	191,1
24	211	190,0	206,2	200,8	197,7	195,6	193,2
60	212	194,9	211,9	206,5	204,5	203,6	201,0

[0077] Es zeigt sich, dass Prüfstücke, die 10 % Titandioxid enthalten, nach 60 Stunden Bestrahlung den gleichen Weißton wie die unbehandelten Oberflächen zeigen; es muss darauf hingewiesen werden, dass nach 8 – 16 Stunden Bestrahlung die Weißschattierungen sehr nahe denen der unbehandelten Oberfläche liegen.

[0078] Die Prüfstücke, welche die geringsten Dosen von Titandioxid enthalten, zeigen eine analoge Tendenz, aber offensichtlich auf geringerem Niveau, jedoch proportional zum Titandioxidgehalt.

[0079] Es ist ersichtlich, dass auch bei dem Prüfstück ohne TiO_2 eine gewisse Bleichwirkung durch die Lichteinwirkung erhalten wird. In jedem Fall sind geringe Mengen von TiO_2 ausreichend, um eine sehr viel größere Bleichwirkung zu erzielen.

[0080] Aus der visuellen Beobachtung dessen, was mittels des Geräts gemessen wurde, ergibt sich im Vergleich zu der unbehandelten Oberfläche jedoch eine ausgeprägtere Bleichung der behandelten Oberflächen, insbesondere wenn diese angefeuchtet wurden.

AUSFÜHRUNGSFORM 2

[0081] Es wurden 4 mit TiO_2 (P-25[®]- Degussa) versetzte Zementmörtelzusammensetzungen (mit identischer Formulierung wie in Beispiel 1) im Wesentlichen in Anlehnung an die in Beispiel 1 beschriebene Vorgehensweise hergestellt. Insbesondere:

Zusammensetzung D - 5 Gew.-% Titandioxid

E - 1 % "

F - 0,5 % "

G - 0,1 % "

[0082] Anders als in Beispiel 1 wurden die Zementzusammensetzungen auf eine verputzte Außenwand eines Gebäudes aufgebracht.

[0083] Jede Zusammensetzung wurde auf eine Oberfläche von etwa 600 cm^2 aufgebracht; die mittlere Dicke betrug 1–2 mm.

[0084] Jeweils eine Hälfte von jeder Oberfläche (300 cm^2) mit diesen oben berichteten Zusammensetzungen wurde mit der gleichen alkoholischen, die organischen Umweltschadstoffe enthaltenden Lösung aus Beispiel 1 ($0,2 \text{ mg/cm}^2$ trockenes Produkt) behandelt; anschließend wurden 2 Oberflächen mit deutlich unterschiedlichen Färbungen erhalten: Gelb der behandelte Teil, Weiß der unbehandelte Teil.

[0085] In den Figuren 1 bis 4 sind die den vier Zusammensetzungen entsprechenden Bilder wiedergegeben, insbesondere: Figur 1A – 1B: Zusammensetzung D;

[0086] 2A – 2B Zusammensetzung E, Figur 3A – 3B Zusammensetzung F, Figur 4A – 4B Zusammensetzung G. Die Figuren 1A, 2A, 3A und 4A beziehen sich auf die Bilder der den vier Zusammensetzungen D, E, F bzw. G entsprechenden Oberflächen direkt nach der Behandlung der Hälfte dieser Oberflächen mit einer alkoholischen Lösung, wobei der gelb gefärbte Teil in jeder Figur mit dem Buchstaben T gekennzeichnet ist. Nach einer Woche Exposition mit Sonnenlicht wurden die Zusammensetzungen erneut photographiert und ihre Bilder sind in den Figuren 1B, 2B, 3B und 4B, entsprechend der vier Zusammensetzungen D, E, F bzw. G nach 1 Woche Exposition wiedergegeben.

[0087] Wie aus den Figuren 1B – 4B ersichtlich, entsprachen die mit organischem Umweltschadstoff behandelten Oberflächen dem ursprünglichen Weiß.

AUSFÜHRUNGSFORM 3

[0088] Es wurde Titandioxidpaste (TiO₂-Vorstufen) mit Konzentrationen von 0,1 Gew.-%, 1 Gew.-% bzw. 5 Gew.-% zu dem Zement gegeben, dessen chemische und spektrometrische Analyse in Tabelle 2 wiedergegeben ist.

TABELLE 2

Chemische Analyse	
Glühverlust	2,68 %
Glanz	90,0
Dom. Wellenlänge	569 nm
Reinheit	2,3 %
F	0,380 %
Röntgenspektrometrische Analyse	
SiO ₂	21,80 %
Al ₂ O ₃	3,60 %
Fe ₂ O ₃	0,25 %
CaO	65,86 %
MgO	0,98 %
SO ₃	3,15 %

Na ₂ O	0,83 %
K ₂ O	0,10 %
SrO	0,08 %
Mn ₂ O ₃	<0,04 %
P ₂ O ₅	0,09 %
TiO ₂	0,03 %

[0089] Mit jeder Mischung wurden jeweils 3 Teststücke mit einer Abmessung von 40 x 40 x 160 mm in normalem Mörtel gemäß dem Standard EN 196,1 (Zement/Sand = 1/3, W/Z-Verhältnis = 0,5) hergestellt.

[0090] Zum Vergleich wurden 3 Teststücke ohne Zugabe von Titanpaste hergestellt.

[0091] Die zwölf Teststücke wurden in einer feuchten Umgebung 24 Stunden gelagert und nach dem Herausnehmen wurden sie bis zum Ablauf von 28 Tagen in Wasser eingetaucht gelagert.

[0092] Dann wurden Druckfestigkeitsprüfungen durchgeführt, deren gemittelte Ergebnisse in Tabelle 3 wiedergegeben sind.

TABELLE 3

	1	2	3	4
Gehalt Titanpaste (%)	–	0,1	1	5
Druckfestigkeit (MPa)	58,1	58,2	57,4	56,7

[0093] Demzufolge wirkt sich die Zugabe einer TiO₂-Vorstufe nicht maßgeblich auf die Druckfestigkeit des Zements aus.

Ausführungsform 4

[0094] Es wurden 4 Mörtel mit Italbianco Italcementi 52,5[®]-Zement mit den in Tabelle 4 wiedergegebenen Zusammensetzungen (Gewichtszusammensetzung) hergestellt.

TABELLE 4

	A	B	C	D

Italbianco®-Zement	450	450	450	450
Weißer Betonzuschlag (0,1-2 mm)-g	1350	1350	1350	1350
TiO ₂ P-25® -g (Gew.-% bezogen auf Zement)	-	0,45 (0,1%)	0,90 (0,2%)	4,5 (1%)
Wasser	225	225	225	225

[0095] Mit jedem Mörtel wurden jeweils 3 Teststücke mit einer Größe von 8 x 8 x 2 cm hergestellt. Die Teststücke wurden 1 Tag lang in den Formen in einer Umgebung mit 20 °C und einer RH von > 90 % gehärtet; nach dem Entnehmen wurden sie weitere 7 Tage bei 20 °C und einer RH von etwa 60 % gelagert. Die zwölf Teststücke wurden einem kolorimetrischen Test mit einem Kolorimeter Cologard System 0,5 unterzogen, um Glanz, die dominierende Wellenlänge und Reinheit der Gussoberfläche (8 x 8 cm) zu bestimmen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 wiedergegeben.

TABELLE 5

Bodenfliese Nr.		Glanz	Dom. Wellenlänge	Reinheit
Als solche	1	82,3	576	3,9
	2	81,4	576	3,9
	3	81,9	576	3,9
TiO ₂ 0,1 %	4	81,6	576	3,9
	5	80,6	576	3,5
	6	80,7	576	3,5
TiO ₂ 0,2 %	7	81,1	576	3,5
	8	79,8	576	3,5
	9	80,3	576	3,5
TiO ₂ 1 %	10	81,3	576	3,5
	11	81,5	576	3,5
	12	81,2	576	3,5

[0096] Anschließend wurden die Teststücke 6 Monate lang einer äußeren Umgebung mit starkem Autoverkehr ausgesetzt. Nach diesem Zeitraum wurden die oben beschriebenen kolorimetrischen Messungen wiederholt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

TABELLE 6

Bodenfliese Nr.		Glanz	Dom. Wellenlänge	Reinheit
Als solche	1	80	578	4,3
	2	79,5	578	4,4
	3	79	579	4,3
TiO ₂ 0,1 %	4	80	576	4,0
	5	80	576	3,6
	6	80	576	3,5
TiO ₂ 0,2 %	7	80,5	576	3,6
	8	80,5	576	3,5
	9	80,5	575	3,5
TiO ₂ 1 %	10	82	575	3,2
	11	82	575	3,3
	12	81,5	575	3,2

[0097] Es zeigt sich, dass die Werte für Glanz, dominierende Wellenlänge und Reinheit der Teststücke mit Titandioxid über die Zeit verglichen mit den Werten der Teststücke des Zements als solchem (ohne TiO₂) geringere Veränderungen erfahren.

Ausführungsform 5

[0098] Auf geeigneten, scheibenförmigen Trägern mit einem Durchmesser von 3,2 cm und einer Dicke von 7 mm wurden 2 Proben Weißzement (2 mm dick) hergestellt (im Wesentlichen wie in Beispiel 1 beschrieben).

[0099] Die beiden Proben enthalten jeweils 5 % TiO₂ P-25[®] von Degussa (Probe A) bzw. AHR[®] (Tioxide) (Probe B).

[0100] Zum Vergleich wurde eine dritte Probe (C) ohne TiO₂ hergestellt. Um eine reproduzierbare Oberfläche und konstante Mengen an organischen Substanzen auf der Probe zu erhalten, wurde eine Phenanthrochinonlösung in Methanol mittels eines Aerographen abgeschieden und dadurch eine Phenanthrochinonkonzentration von 0,1 mg trockenes Produkt/cm² auf der Oberfläche aufgebracht. Am Ende dieser Behandlung zeigte jede Probe eine homogene, gelb gefärbte Oberfläche.

[0101] Sowohl vor als auch nach dem Abscheiden der organischen Substanzen wurden spektrophotometrische Analysen des Reflexionsgrads mit einem Spektrophotometer Lambda 6 von Perkin Elmer durchgeführt, das mit einer Ulbrichtkugel ausgestattet war, um durch Anisotropie und Oberflächenunregelmäßigkeiten verursachtes, gestreutes Licht zu eliminieren.

[0102] Die Proben wurden mittels eines Sonnenlichtsimulators bestrahlt, der eine Strahlung mit Wellenlängen von mehr als 290 nm emittiert.

[0103] Die für die Bestrahlung verwendete Vorrichtung besteht aus vier 400-Watt-Lampen, die in den Ecken eines Quadrats platziert sind, in dessen Mitte sich ein um seine eigene Achse rotierender Probenträger befindet. Mittels dieser Vorrichtung war es möglich, mehrere Proben mit der gleichen Menge an Photonen pro Zeiteinheit gleichzeitig zu bestrahlen.

[0104] Die Bestrahlungsvorrichtung SOLAR SIMULATOR SET-UP12/24 ermöglicht die Durchführung von Tests mit beschleunigter Alterung, wobei etwa 100 Bestrahlungsstunden 1 Jahr Sonnenlicht entsprechen.

[0105] Für jede Probe wurde der Reflexionsgrad in % (R %) zu unterschiedlichen Zeiten als eine Funktion der Wellenlänge (nm) erhalten.

[0106] Der Reflexionsgrad wird, wie vorher angegeben, durch das Verhältnis von auf einer Oberfläche reflektiertem Licht zu auf dieser Oberfläche einfallendem Licht erhalten.

[0107] Der Reflexionsgrad in % der Probe B ist in Figur 5 zu verschiedenen Zeiten als Funktion der Wellenlänge (nm) wiedergegeben.

[0108] Insbesondere bezogen auf Figur 5 stellt die Kurve 1 das Spektrum vor der Abscheidung der organischen Substanz dar, die Kurve 2 stellt die Situation nach dem Abscheiden dieser Substanz dar und die Kurven 3, 4, 5 stellen die Situation nach jeweils 2, 4 bzw. 8 Stunden Bestrahlung dar. Es zeigt sich, dass bereits nach 8 Stunden Bestrahlung die Situation annähernd die gleiche wie vor der Behandlung mit dem Schmutzstoff ist.

[0109] Die Werte für den Reflexionsgrad müssen normiert werden, um einen Vergleich zwischen verschiedenen Materialien zu ermöglichen, die über einen unterschiedlichen intrinsischen Reflexionsgrad verfügen.

[0110] Der Normierungskoeffizient N_t ist folgendermaßen definiert:

$$N_t = [R_{t_0} - R_t] / R_{t_0}$$

wobei R_{t_0} der Reflexionsgrad der Probe zur Zeit $t = 0$ ist, vor der Aufbringung der verschmutzenden Substanz, und R_t der Reflexionsgrad zur Zeit t ist, nach der Zugabe der verschmutzenden Substanz (in diesem Fall Phenanthrochinon).

[0111] Der so bestimmte Normierungskoeffizient ermöglicht die Berechnung von verbleibendem Q%, was einen Vergleich zwischen unterschiedlichen Materialien mit einem unterschiedlichen intrinsischen Reflexionsgrad möglich macht. Tatsächlich kann verbleibendes Q% ohne Weiteres durch Anwenden der folgenden mathematischen Formel berechnet werden:

$$\text{residual Q\%} = \frac{1 - N_{t_{\text{poll}}} - N_t}{N_{t_{\text{poll}}}} \cdot 100$$

wobei $N_{t_{\text{poll}}}$ der Normierungskoeffizient des Materials nach Zugabe des Schmutzstoffes zur Zeit $t = 0$ ist.

[0112] In Tabelle 7 wird verbleibendes Q % als eine Funktion der Zeit der oben genannten Proben (A) (enthaltend 5 % P-25), (B) (enthaltend 5 % AHR[®]) und (C) (Probe ohne TiO₂) wiedergegeben, die einer Wellenlänge von mehr als 290 nm (450 nm) und einer Luftströmung bei $T = 60$ °C ausgesetzt waren.

TABELLE 7

Zeit (Stunden)	P-25 [®] verbleibendes Q% (A)	AHR [®] verbleibendes Q% (A)	Verbleibendes Q% in der Probe als solche (C)
0	100	100	100
1	68,6	78,4	85,4
2	56,2	64,9	75-6
3	46,9	51-4	61,0
4	37,5	43-3	53-7
5	–	–	–
6	20,9	20,3	41,5
8	9,0	11,4	29,7

Verschwinden der Gelbfärbung
Gelbtöne

[0113] Wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist, ergeben Titanoxid enthaltende Proben über die Zeit immer geringere normierte Werte; dies ist ein Indikator für die photokatalytische Aktivität.

[0114] Die analytischen Daten wurden auch visuell bestätigt. Tatsächlich wird das vollständige Verschwinden der Gelbfärbung durch Phenanthrochinon in den TiO₂ enthaltenden Proben beobachtet.

[0115] Obwohl die zur Probe C gehörenden, normierten Werte über die Zeit abnehmen, können visuell klar umrissene gelbe Gebiete auf der Probenoberfläche beobachtet werden.

[0116] Wie ebenfalls aus Tabelle 7 ersichtlich, funktioniert das Verfahren mit unterschiedlichen Arten von Titandioxid, in denen die Anatasform vorherrschend ist.

[0117] Figur 6 nimmt die Daten aus Tabelle 7 in Form eines Diagramms auf, wobei verbleibendes Q % auf der Ordinate aufgetragen ist und die Zeit (in Stunden) auf der Abszisse aufgetragen ist.

Ausführungsform 6

[0118] Unter Verwendung des im Wesentlichen gleichen Verfahrens und der gleichen Vorrichtung wie in Beispiel 5, wurde die photokatalytische Aktivität von Titandioxid P-25[®]

auf einer Weißzementprobe (hergestellt wie in Beispiel 5 beschrieben) gemessen, auf der Ruß abgeschieden wurde.

[0119] Ruß wurde gemäß der folgenden Technik aufgebracht: Eine mit 5 % TiO₂ P-25[®] (Degussa) behandelte Weißzementscheibe wurde 10 Minuten lang in einer Höhe von 10 mm über eine Kerzenflamme gehalten. Zum Vergleich wurde der gleiche Test an einer Probe ohne TiO₂ durchgeführt.

[0120] Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Figur 7 wiedergegeben.

[0121] Wie aus den Histogrammen von Figur 7 ersichtlich, ist die Aktivität der TiO₂ enthaltenden Proben offensichtlich.

Ausführungsform 7

[0122] Die sowohl NO als auch NO₂ umfassenden Stickstoffoxide (die im Allgemeinen mit NO_x angegeben werden) spielen in der Atmosphärenchemie eine wichtige Rolle.

[0123] Das Vorhandensein von beweglichen Quellen (Fahrzeuge) und stationären Quellen führt zu einer hohen Konzentration dieser Oxide bezogen auf die durchschnittliche Menge derselben in einem nicht verschmutzten Gebiet und kann zu saurem Regen oder organischen Verbindungen wie z. B. Peroxyacetylnitrat (PAN) führen, die das Auge reizen und für Pflanzen phytotoxisch sind.

[0124] Im Wesentlichen der in Beispiel 1 beschriebenen Technik folgend, wurde eine Weißzementprobe mit 1 Gew.-% TiO₂ des AHR[®]-Typs hergestellt.

[0125] Die so erhaltene Zementplatte wurde auf den Boden einer Plexiglas[®]-Kiste mit 1 l Fassungsvermögen gesetzt, um die Wirksamkeit der NO_x-Entfernung aus dem Photokatalysator enthaltenden Zement zu bestimmen.

[0126] Eine Luftströmung mit 0,6 ppm NO₂, 0,5 ppm NO und 60 % relativer Luftfeuchtigkeit wurde durch die oben beschriebene Kiste geschickt, die von oben mit drei, in einem Abstand von 15 cm von der Probe platzierten 300-Watt-Quecksilberdampf lampen beleuchtet wurde (die ein Licht mit einer Wellenlänge von mehr als 360 nm emittieren).

[0127] Die Luftströmung mit 2 l/min wurde aufgeteilt, um eine ausreichende Kontaktzeit der Luft mit dem Zement zu garantieren und um eine geeignete Strömung für das Nachweissystem zu haben, das mit einem Monitor cabs 8440 NITROGENOXIDE ANALYZER[®]-Chemilumineszenzdetektor arbeitet.

[0128] Zum Vergleich wurde die gleiche Technik an einer kein TiO_2 enthaltenden Zementprobe durchgeführt.

[0129] Die NO_x -Verminderung, die in der Luft gemessen wurde, die die Kiste mit der Zementprobe mit TiO_2 verlässt, beträgt bereits nach 3 Stunden Luftdurchfluss etwa 40 %, während in der Luft, die die Kiste mit der Zementprobe ohne TiO_2 verlässt, keine deutliche NO_x -Verminderung beobachtet wird.

Ansprüche

1. Verwendung einer Architekturbetonzusammensetzung, in der Masse enthaltend Photokatalysatorpartikel zur Oxidation von verschmutzenden Substanzen in Gegenwart von Licht, Luft und Umgebungsfeuchtigkeit, wobei genannte Zusammensetzung Wasser, grobe und feine Betonzuschläge, ein hydraulisches Bindemittel und Photokatalysatorpartikel umfasst und ein Bindemittel/Betonzuschläge-Gewichtsverhältnis im Bereich von 1:3 bis 1:6 aufweist, wobei die Photokatalysatorpartikel Titandioxidpartikel sind, mindestens 5 Gew.-% genannter Titandioxidpartikel eine Anatasstruktur aufweisen, wobei genannte Photokatalysatorpartikel in einer Menge im Bereich von 0,01 bis 10,0 Gew.-%, bezogen auf das hydraulische Bindemittel, vorhanden sind.
2. Verwendung nach Anspruch 1, wobei mindestens 25 Gew.-% genannter Titandioxidpartikel die Anatasstruktur aufweisen.
3. Verwendung nach Anspruch 2, wobei mindestens 50 Gew.-% genannter Titandioxidpartikel die Anatasstruktur aufweisen.
4. Verwendung nach Anspruch 2, wobei mindestens 70 Gew.-% der Titandioxidpartikel die Anatasstruktur aufweisen.
5. Verwendung nach Anspruch 1, wobei das Titandioxid eine 70:30-Mischung aus Anatas-TiO₂ : Rutil-TiO₂ ist.
6. Verwendung nach Anspruch 1, wobei der Precursor von Titandioxid eine Titanpaste ist.
7. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die photokatalytischen Partikel Titandioxidpartikel sind, die mit einem oder mehreren von Titanatomen verschiedenen Atomen dotiert sind.
8. Verwendung nach Anspruch 7, wobei die von Titanatomen unterschiedlichen Atome aus der Gruppe bestehend aus Fe(III), Mo(V), Ru(III), Os(III), Re(V), V(V) und Rh(III) ausgewählt werden.
9. Verwendung nach Anspruch 1, wobei der Photokatalysator in einer Menge gleich 0,1 Gew.-%, bezogen auf das Bindemittel, vorhanden ist.
10. Verwendung nach Anspruch 1, wobei das hydraulische Bindemittel aus einer Gruppe

bestehend aus einem hydraulischen Material, das in der Masse mindestens zu zwei Dritteln aus Kalziumsilikaten (3CaO SiO_2) und (2CaO SiO_2) und zu einem Drittel aus Al_2O_3 , Fe_2O_3 und anderen Oxiden besteht, einem Zementbindemittel und einem hydraulischem Kalk ausgewählt wird.

11. Verwendung nach Anspruch 1, wobei die Architekturbetonzusammensetzung aus einer trockenen Vormischung mit groben und feinen Betonzuschlägen, einem hydraulischen Bindemittel und Photokatalysatorpartikeln hergestellt ist und ein Bindemittel/Betonzuschläge Gewichtsverhältnis im Bereich von von 1:3 bis 1:6 aufweist; wobei die Photokatalysatorpartikel Titandioxidpartikel sind, wobei mindestens 5 Gew.-% genannter Titandioxidpartikel eine Anatasstruktur aufweisen, wobei genannte Photokatalysatorpartikel in einer Menge im Bereich von 0,01 bis 10,0 Gew.-%, bezogen auf das hydraulische Bindemittel, vorhanden sind.

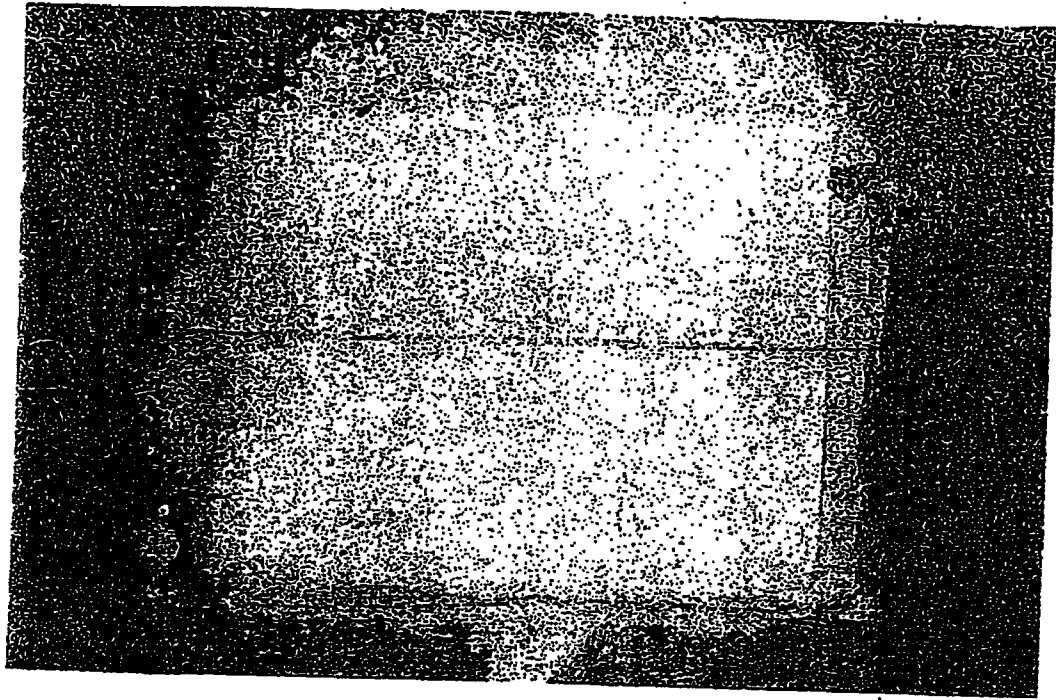


FIG. 1B

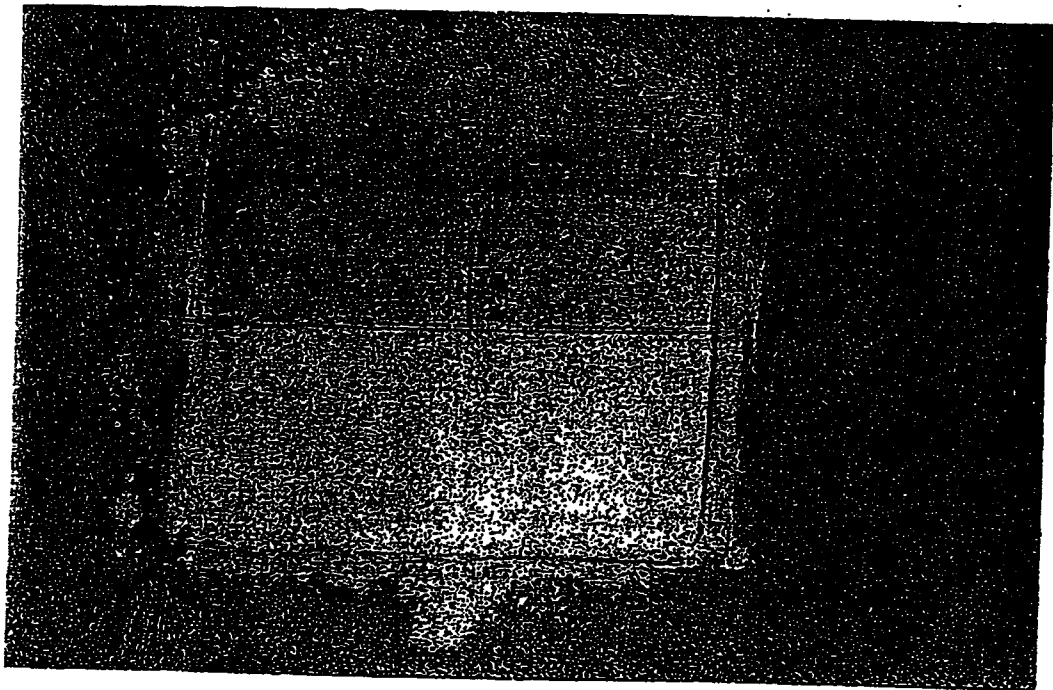


FIG. 1A

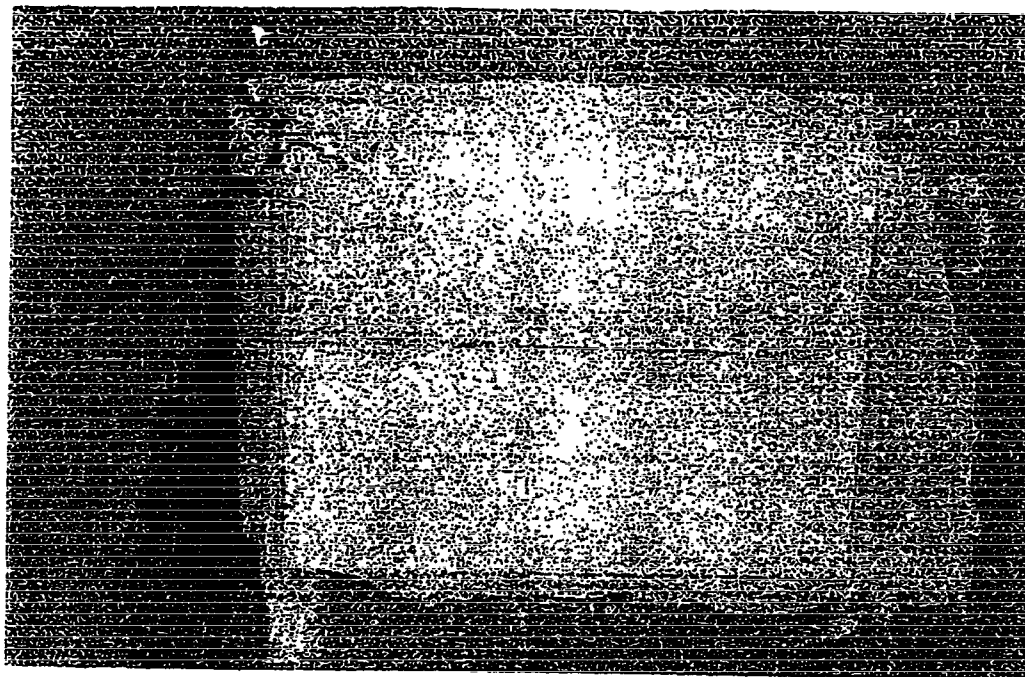


FIG. 2B

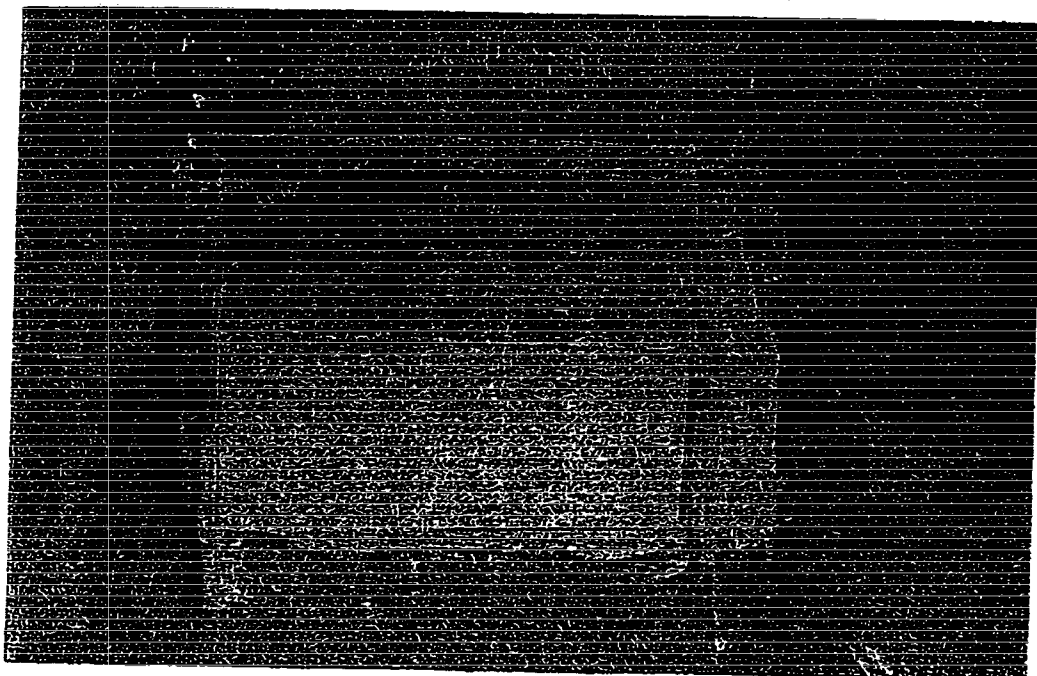


FIG. 2A

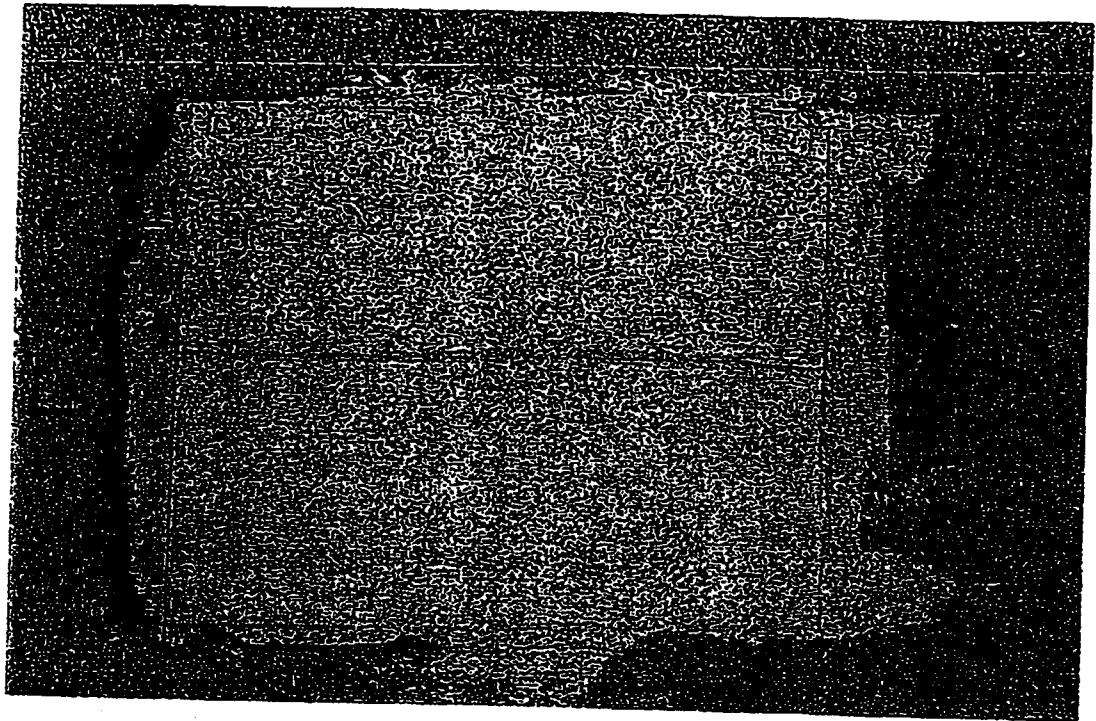


FIG. 3B

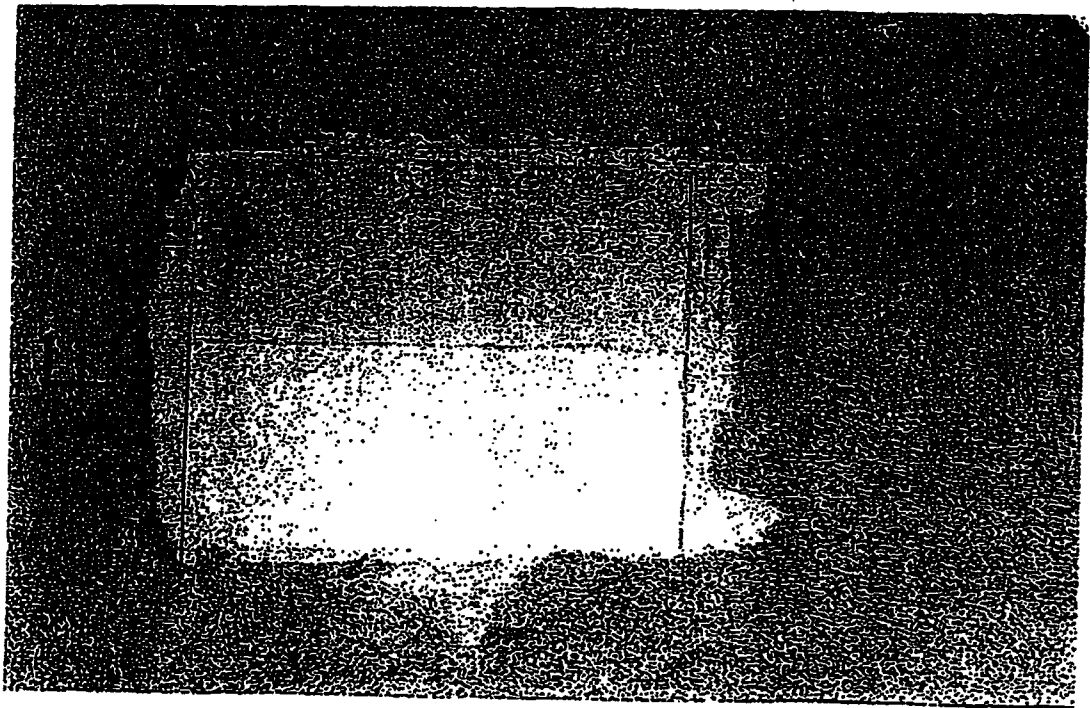


FIG. 3A

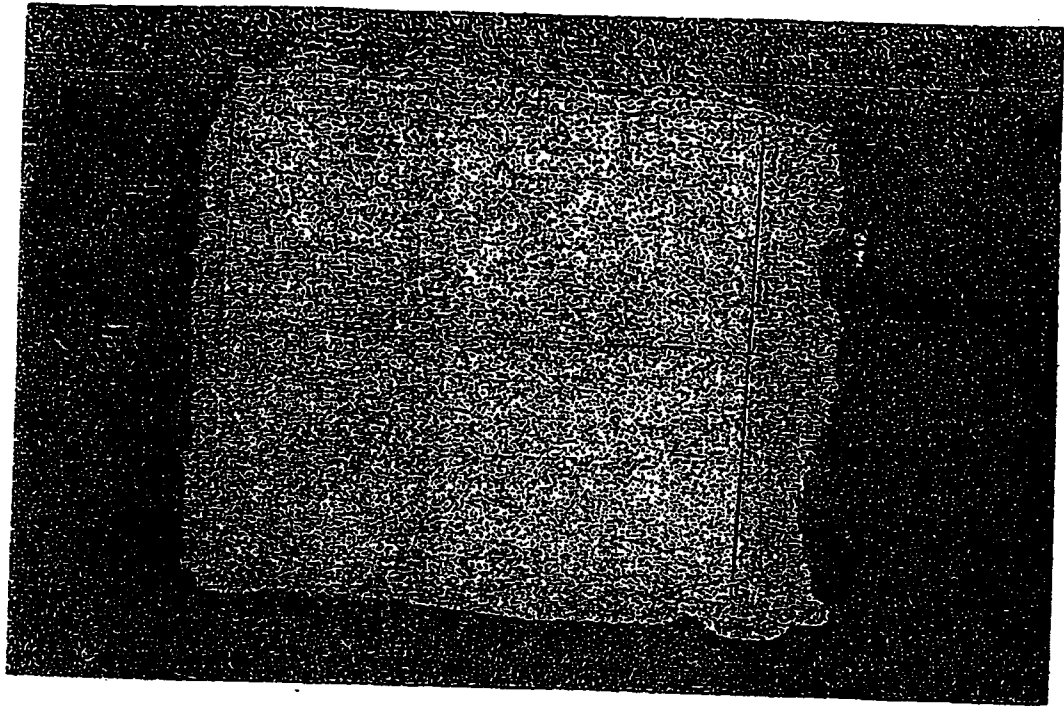


FIG. 4B

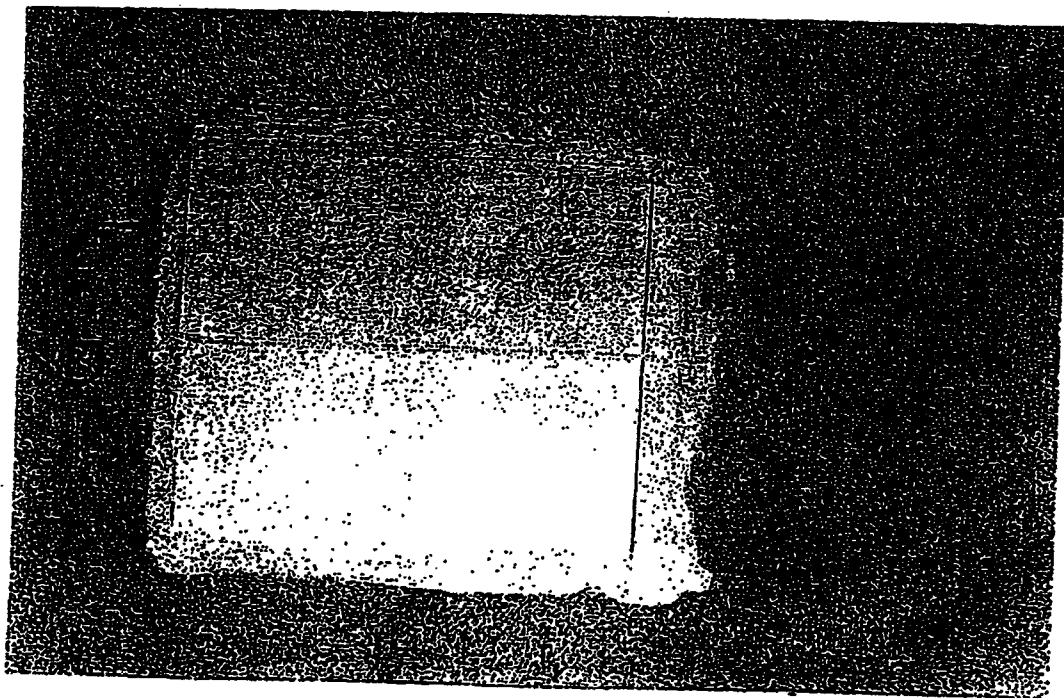


FIG. 4A

Fig. 5

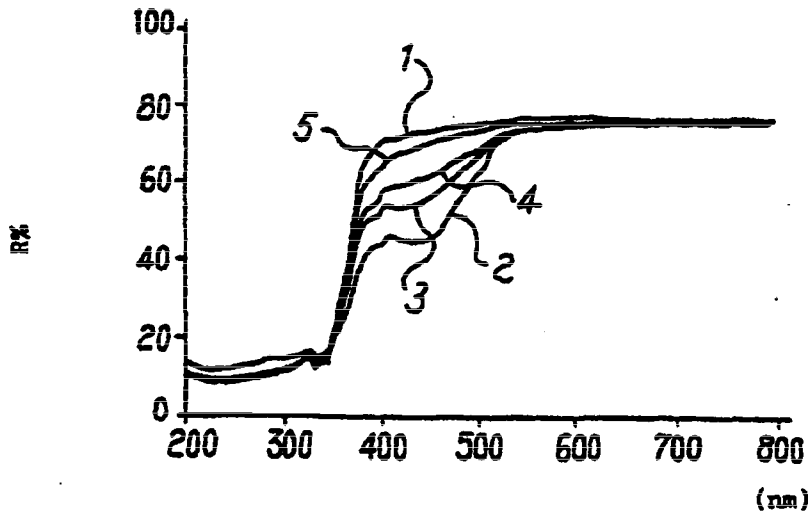


Fig. 6

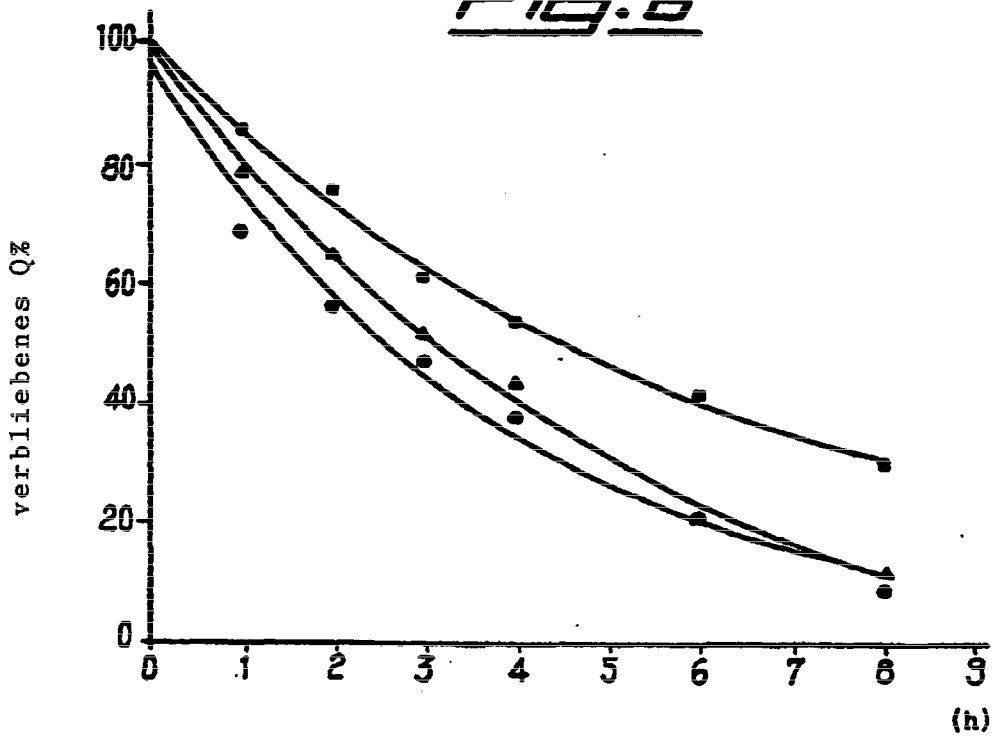


Fig. 7

