



(10) **DE 10 2012 102 312 A1** 2012.09.20

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 102 312.3**

(22) Anmeldetag: **19.03.2012**

(43) Offenlegungstag: **20.09.2012**

(51) Int Cl.: **C09D 7/12 (2012.01)**

(66) Innere Priorität:  
**10 2011 014 493.5 18.03.2011**

(74) Vertreter:  
**Hannke Bittner & Partner, 93047, Regensburg, DE**

(71) Anmelder:  
**bene\_fit systems GmbH & Co. KG, 92242,  
Hirschau, DE**

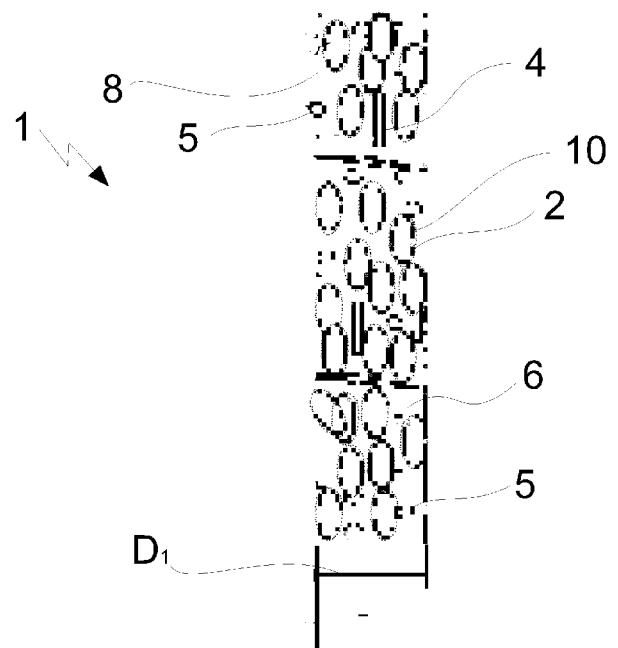
(72) Erfinder:  
**Kräuter, Reinhard, 92237, Sulzbach-Rosenberg,  
DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verwendung von TiO<sub>2</sub>-beschichtetem Kaolin in Beschichtungen und Beschichtungen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung mindestens einer photokatalytischen Komponente in einer Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung ein erstes Bindemittel umfasst und in der photokatalytischen Komponente als Reaktion auf auf diese photokatalytische Komponente auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind und durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiiert ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiiert und/oder beschleunigt ist, wobei in der Beschichtungszusammensetzung Trägerpartikel verwendet werden, die eine Oberfläche aufweisen, die mit der Schicht einer definierten Schichtdicke der photokatalytischen Komponente beschichtet ist, wobei die photokatalytische Komponente ohne Bindemittel oder mit einem zweiten Bindemittel auf der Oberfläche der Trägerpartikel fixiert ist. Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Beschichtungszusammensetzung.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung mindestens einer photokatalytischen Komponente in einer Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung ein erstes Bindemittel umfasst und in der photokatalytischen Komponente als Reaktion auf auf diese photokatalytische Komponente auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind und durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiierbar ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiierbar und/oder beschleunigbar ist.

**[0002]** Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung eine Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung mindestens ein erstes Bindemittel umfasst und eine photokatalytische Komponente beinhaltet, in welcher als Reaktion auf auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind, wobei durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiierbar ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiierbar und/oder beschleunigbar ist.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik sind Beschichtungen für Oberflächen wie z.B. Farben und Lacke bekannt, denen Pigmente zugesetzt sind. Für weiße Beschichtungen werden als Pigmente vorwiegend Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ), Lithopone ( $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{ZnS}$ ), Bariumsulfat ( $\text{BaSO}_4$ ), Zinkoxid ( $\text{ZnO}$ , Zinkweiß), Zinksulfid ( $\text{ZnS}$ ), Blei (II)-carbonat ( $\text{PbCO}_3$ ) und Kaolin verwendet. Diese Pigmente werden üblicherweise als Suspension auf eine Oberfläche aufgebracht. Die Suspension enthält meist Bindemittel, mittels welchem die Pigmente auf der Oberfläche fixiert werden können.

**[0004]** Seit einiger Zeit sind weiterhin Beschichtungen bekannt, die in gewissem Maße einen selbstreinigenden Effekt hervorrufen und so dafür sorgen, dass Verschmutzungen nicht dauerhaft auf der mit dieser Beschichtung versehenen Oberfläche haften. Um dies zu ermöglichen werden z.B. Farben oder Putze oder auch Bauteilen photokatalytische Materialien wie z.B.  $\text{ZnO}$  oder  $\text{TiO}_2$  – letzteres vorwiegend in der Anatas-Modifikation – zugesetzt. Diese bewirken beispielsweise einen photokatalytischen Effekt mit selbstreinigenden Auswirkungen und/oder eine sehr hydrophile Oberfläche, auf welcher hydrophobe Verschmutzungen besonders schlecht gebunden werden und/oder eine antimikrobiologische Wirkung und/oder um mehrere dieser Effekte gemeinsam.

**[0005]** Das wichtigste Weißpigment ist  $\text{TiO}_2$ , da es aufgrund seines hohen Brechungsindex  $n_D$  besonders weiß erscheint und sehr gut deckend ist. Darüber hinaus weist  $\text{TiO}_2$  auch photokatalytische Eigenschaften auf. Zum Erzielen des photokatalytischen Effekt in der Beschichtung werden die eingesetzten photokatalytisch wirksamen Materialien nach dem Stand der Technik in einer Korngröße und Kornform der Beschichtungszusammensetzung zugesetzt, in der das jeweilige Material im großtechnischen Maßstab günstig hergestellt werden kann.  $\text{TiO}_2$  oder ein anderes photokatalytisch wirksames Material wird hierbei in der Regel in einer Korngröße im Bereich von etwa  $0,1\text{--}0,5\ \mu\text{m}$  eingesetzt. Es sind jedoch auch Anwendungen bekannt, in denen auch nanoskalige Partikel (Partikel, welche mehrheitlich einen  $d_{50} < 0,1\ \mu\text{m}$  aufweisen) eingesetzt werden. In einigen Fällen sind die photokatalytisch wirksamen Bestandteile, insbesondere  $\text{TiO}_2$  zumindest teilweise mit einer zusätzlichen Schicht umgeben, z.B. einer Phosphatschicht.

**[0006]** Die photokatalytischen Eigenschaften dieser Materialien werden insbesondere genutzt, um selbstreinigende Oberflächen zu erzeugen.  $\text{TiO}_2$  ist ein Beispiel, bei dem die selbstreinigende Eigenschaft auf einem photokatalytischen Effekt beruht: Durch elektromagnetische Strahlung (z.B. sichtbares Licht, UV-Licht oder andere) werden in den  $\text{TiO}_2$ -Partikeln, welche einen Halbleiter darstellen, Elektronenlücken erzeugt, die wiederum das Entstehen freier Radikale zur Folge haben können. Diese entstehen in oder in unmittelbarer Nähe der  $\text{TiO}_2$ -Partikel und dienen ihrerseits dazu, evtl. auf der jeweiligen Oberfläche befindliche Substanzen chemisch zu verändern und einen Zersetzungsprozess zu initiieren und/oder zu beschleunigen.

**[0007]** Derartige photokatalytisch wirksame Bestandteile sind beispielsweise in den Druckschriften DE 10 2005 013 259, DE 2005 057 770, DE 203 06 31 U1, EP 1 285 953 und EP 0963 789 genannt. Alle diese Druckschriften beschreiben, dass photokatalytisch aktives  $\text{TiO}_2$  in einer jeweils vorgegebenen Partikelform und Partikelgröße einzeln oder in Mischungen mit anderen Substanzen einer Beschichtungszusammensetzung zugegeben wird. Dies kann z.B. als Pulver, Paste oder Suspension erfolgen, wobei die  $\text{TiO}_2$ -Partikel vereinzelt oder als kleine Aggregate oder Agglomerate vorliegen. In dieser Form liegen die  $\text{TiO}_2$ -Partikel auch in den Farben, Putzen oder Bauteilen vor. Nach Auftragen der Farben oder Putze bilden sie auf einer Oberfläche

einen sehr fein verteilten und homogenen Beschichtungsfilm, z.B. einem Farbfilm aus. Ein Beispiel für einen derartigen, aus dem Stand der Technik bekannten Beschichtungsfilm ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Zusammen mit Füllstoffen, optional anderen Pigmenten und anderen Additiven liegen die photokatalytisch wirksamen Partikel vereinzelt in einer Bindemittelmatrix vor. Diese kann entweder organisch oder anorganisch oder auch eine Mischung beider sein.

**[0008]** Derartige Beschichtungszusammensetzungen haben jedoch den großen Nachteil, dass sie sehr stark zum sogenannten Kreiden neigen. Der photokatalytische Effekt führt wie oben beschrieben dazu, dass es zur Ausbildung von Radikalen kommt, welche – wie ebenfalls oben beschrieben – den Zersetzungsprozess von Verunreinigungen und Verschmutzungen initiieren und/oder beschleunigen. Darüber hinaus verursachen die Radikale jedoch auch, dass das Oberflächenmaterial, das Trägermaterial oder auch das Bindemittel angegriffen wird. Auch in diesen kann es aufgrund des unmittelbaren Kontakts mit den Radikalen zu chemischen Reaktionen kommen, die einen Abbau, Umwandlung, Spaltung und/oder andere Zersetzungsreaktionen auslösen. Insbesondere organische Bestandteile des die  $\text{TiO}_2$ -Partikel umgebenden Bindemittels können auf diese Weise abgebaut und/oder in ihrer bindenden Struktur beeinträchtigt werden. Das Kreiden – also das Herausfallen einzelner Bestandteile der ausgehärteten Beschichtungszusammensetzung aus der Oberflächenbeschichtung – wird so durch photokatalytisch wirksame Bestandteile der Beschichtungszusammensetzung verstärkt bzw. beschleunigt. In Folge der dadurch entstehenden unregelmäßigen Oberflächenstruktur wird der Bindemittelabbau nicht nur weiter beschleunigt, wodurch auch die Oberflächenbeschichtung, wie z.B. eine Farbschicht, insgesamt schneller abgelöst wird, sondern auch das Anhaften von Verschmutzungen gefördert. Dieser Effekt ist in [Fig. 2](#) dargestellt und in modernen Anwendungen nachteilig und unerwünscht.

**[0009]** Nach dem Einsetzen des Abbaus von Bindemittel in der Beschichtungszusammensetzung wird das Kreiden zusätzlich beschleunigt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die photokatalytisch wirksamen  $\text{TiO}_2$ -Partikel zunächst nahezu gleichmäßig im Bindemittel bzw. in der ausgebildeten Beschichtung selbst homogen verteilt vorliegen und das sie umgebende Bindemittel sie zumindest in gewissem Maße abschattet. Nach einsetzendem Abbau des Bindemittels durch Bestrahlung mit Licht entsprechender Wellenlänge und den dadurch entstehenden Radikalen sind die Bindemittelanteile in direkter Umgebung der photokatalytisch wirksamen  $\text{TiO}_2$ -Partikel den Radikalen besonders ausgesetzt. Durch dessen Abbau werden die Füllstoffpartikel weiter freigelegt und sind durch die reduzierte Abschattung verstärkt für die elektromagnetischer Strahlung erreichbar, wodurch die Bildung von Radikalen weiter beschleunigt wird. Bei einem weitgehenden Abbau des die photokatalytisch wirksamen  $\text{TiO}_2$ -Partikel umgebenden Bindemittels reduziert sich die Bindung zwischen Bindemittel und  $\text{TiO}_2$ -Partikeln, so dass letztere leicht aus dem Beschichtungsfilm herausgelöst werden können (Kreidung).

**[0010]** Durch diesen Prozess wird die zuvor weitgehend ebene Oberflächenbeschichtung aufgeraut, so dass sich deren Oberfläche vergrößert und somit zusätzliche Fläche für das Auftreffen von elektromagnetischer Strahlung bereitgestellt wird. Dadurch wird das Kreiden zusätzlich beschleunigt.

**[0011]** Analog ist es auch möglich, dass nicht photokatalytisch wirksame Füllstoffpartikel aus der Beschichtungszusammensetzung herausgelöst werden, wenn das sie umgebende Bindemittel durch radikalischen Abbau, welcher z.B. durch benachbarte photokatalytisch wirksamen Partikel initiiert wurde abgebaut wird. Auch dies beschleunigt das weitere Kreiden zusätzlich, da zuvor im Schatten dieser Füllstoffpartikel liegende und in Bindemittel eingebettete photokatalytisch wirksame Partikel dann, nachdem die Füllstoffpartikel ausgelöst wurden, freiliegen und somit besonders zugänglich für die elektromagnetische Strahlung sind. Diese Partikel werden dann als Reaktion auf auftreffende elektromagnetische Strahlung photokatalytisch aktiv, was wiederum zu einem weiteren photokatalytischen Abbau der umgebenden Bindemittelschicht beiträgt. Durch diese Kombination von sich selbst beschleunigenden Prozessen ist nach einem einmaligen Einsetzen des Kreidens ein schnelles Fortschreiten des Prozesses zu erwarten.

**[0012]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, bereitzustellen, wobei die Beschichtungszusammensetzung mindestens ein erstes Bindemittel umfasst und eine photokatalytische Komponente beinhaltet und welche im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Beschichtungszusammensetzungen ein verbessertes Verhalten in Bezug auf Kreiden aufweist.

**[0013]** Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung eine Verwendung mindestens einer photokatalytischen Komponente in einer Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, zu ermöglichen, wobei die Beschichtungszusammensetzung ein erstes Bindemittel umfasst und dennoch im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Beschichtungszusammensetzungen ein verbes-

sertes Verhalten in Bezug auf Kreiden aufweist. Insbesondere sollte eine photokatalytisch aktive Beschichtung geringere abbauende Wirkung auf das Bindemittel und andere organische Inhaltsstoffe der Beschichtung selbst haben, gleichzeitig jedoch die oben beschriebenen erwünschten Eigenschaften, insbesondere in Bezug auf eine Selbstreinigung, erfüllt.

**[0014]** Ein erster Ansatz zur Lösung der Aufgaben liegt darin, anstatt organischer Bindemittel und Beschichtungsbestandteilen rein anorganische Bindemittel oder Mischungen aus organischen und anorganischen Bindemitteln und/oder Inhaltsstoffen bereit zu stellen. Diese anorganischen Bindemittel sind weniger empfindlich gegenüber Radikalen, wodurch sich das Problem des Bindemittelabbaus lösen bzw. reduzieren lässt. Anorganische Bindemittel und/oder Inhaltsstoffe haben aber andere technische Nachteile und lösen das Problem nur unzureichend.

**[0015]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die Verwendung mindestens einer photokatalytischen Komponente in einer Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung ein erstes Bindemittel umfasst und in der photokatalytischen Komponente als Reaktion auf auf diese photokatalytische Komponente auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind und durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiiert ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiiert und/oder beschleunigt ist, wobei in der Beschichtungszusammensetzung Trägerpartikel verwendet werden, die eine Oberfläche aufweisen, die mit der Schicht einer definierten Schichtdicke der photokatalytischen Komponente beschichtet ist, wobei die photokatalytischen Komponente ohne Bindemittel oder mit einem zweiten Bindemittel auf der Oberfläche der Trägerpartikel fixiert ist.

**[0016]** Die photokatalytische Komponente liegt demnach nicht wie im Stand der Technik bekannt fein- und gleichmäßig verteilt als homogene Partikel in der Beschichtungszusammensetzung vor, sondern ist direkt auf oder mittels eines zweiten Bindemittels auf Trägerpartikeln fixiert. In dieser Form wird es der Beschichtungszusammensetzung, wie z.B. einer Farbe, zugesetzt.

**[0017]** Bevorzugt ist dabei das die photokatalytische Komponente  $\text{TiO}_2$  ist, welches auf den Trägerpartikeln, bevorzugt kaolinhaltigen Trägerpartikeln, bevorzugt ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels über Bindungen fixiert ist, welche gegenüber Radikalen weniger reaktiv sind als andere, die photokatalytische Komponente kontaktierende Substanzen.  $\text{TiO}_2$  hat den Vorteil, dass es besonders weiß ist, stark deckend ist und den gewünschten photokatalytischen Effekt aufweist.

**[0018]** Als Trägerpartikel haben sich kaolinhaltige Trägerpartikeln als besonders bevorzugt erwiesen, da auch Kaolin eine weiße Farbe aufweist und so die Farbe der Beschichtungszusammensetzung nicht negativ beeinflusst und Kaolin nahezu inert gegenüber gebildeten Radikalen ist. Darüber hinaus ist es möglich, die Partikelgröße der kaolinhaltigen Trägerpartikel sehr genau einzustellen und so ein homogenes Erscheinungsbild der Beschichtungszusammensetzung zu unterstützen. Die kaolinhaltigen Trägerpartikel können weiterhin sehr klein sein.

**[0019]** Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, dass die photokatalytische Komponente ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels, welches sich – sofern vorhanden – von dem ersten Bindemittel, das in der Beschichtungszusammensetzung vorliegt, unterscheidet, auf den Trägerpartikeln fixiert ist. Dieses zweite Bindemittel oder die ohne Bindemittel zwischen photokatalytischer Komponente und dem Trägerpartikel ausgebildete Bindung ist bevorzugt gegenüber Radikalen weniger reaktiv als andere, die photokatalytische Komponente kontaktierende Substanzen und insbesondere gegenüber Radikalen weniger reaktiv als das erste Bindemittel.

**[0020]** Ein radikalischer Abbau des ersten Bindemittels und somit die Neigung zum Kreiden ist bei einer Ausführungsform einer Beschichtungszusammensetzung wie hierin beschrieben aus mehreren Gründen verlangsamt. Durch die Bindung der photokatalytischen Komponente auf den Trägerpartikeln kann vermieden werden, dass diese fein verteilt in der Beschichtungszusammensetzung vorliegt. Durch diese feine Verteilung läge eine nahezu vollständige Einbettung einzelner Partikel der photokatalytischen Komponente in die Matrix des ersten Bindemittels vor, was zu einer besonders großen Kontaktfläche zwischen photokatalytischer Komponente und der Matrix aus erstem Bindemittel führen würde. Dementsprechend wäre eine große Reaktions- oder Übergangsfläche für entstehende Radikale zwischen den Partikeln der photokatalytischen Komponente und dem Bindemittel gegeben. Durch die Bindung vieler Partikel der photokatalytischen Komponente auf die Trägerpartikel wird im Bereich um die Trägerpartikel die lokale Konzentration der photokatalytischen Kompo-

nente erhöht. Die Konzentration der photokatalytischen Komponente in den übrigen Bereichen jedoch soweit verringert, dass dort keine oder lediglich eine geringe radikalische Zersetzung des ersten Bindemittels – und damit des Kreidens – auftritt.

**[0021]** Weiterhin beeinflusst die Bindung der photokatalytischen Komponente auf den Trägerpartikeln den radikalischen Abbau positiv (also zu geringerem Kreiden), da die entstehenden Radikale leichter eine Substanz (z.B. Verschmutzungen auf der Oberfläche der Beschichtungszusammensetzung oder das erste Bindemittel) angreifen als die (durch das zweite Bindemittel vermittelte oder die direkte) Bindung der photokatalytischen Komponente auf den Trägerpartikeln. Dadurch erfolgt ein radikalischer Abbau von Substanzen, die die photokatalytische Komponente kontaktieren bevorzugt auf der dem Trägerpartikel abgewandten Seite der photokatalytischen Komponente. Eine Bindung der photokatalytischen Komponente zu dem Trägerpartikeln bleibt demnach bestehen.

**[0022]** Die photokatalytische Komponente bleibt somit direkt oder mittels des zweiten Bindemittels auf dem Trägerpartikel fixiert und kann sich nicht von diesem lösen. Der Trägerpartikel bzw. der Verbund aus Trägerpartikel, optionalem zweitem Bindemittel und photokatalytischer Komponente schattet Bereiche ab, die auf der der einfallenden elektromagnetischen Strahlung entgegengesetzten Seite des Trägerpartikels liegen. Dadurch ist dort die Menge entstehender Radikale reduziert. Das die photokatalytische Komponente auf dieser abgeschatteten Seite kontaktierende erste Bindemittel ist daher deutlich weniger Radikalen ausgesetzt und ist daher weniger anfällig in Bezug auf einen radikalischen Abbau. Demzufolge bleibt langfristig eine verbindende Struktur zwischen dem Trägerpartikel bzw. dem Verbund aus Trägerpartikel, optionalem zweitem Bindemittel und photokatalytischer Komponente und der übrigen Beschichtungszusammensetzung bestehen, so dass weder die photokatalytische Komponente, der Trägerpartikel noch der Verbund aus Trägerpartikel, optionalem zweitem Bindemittel und photokatalytischer Komponente aus der Beschichtungszusammensetzung als Folge der Radikalbildung herausgelöst wird. Die erwünschte Eigenschaft der oberflächlichen Radikalbildung zur Zersetzung von Ablagerungen und/oder Verunreinigungen auf der der Quelle der elektromagnetischen Strahlung zugewandten Seite der Beschichtungsschicht ist jedoch gewährleistet. Dieser positive Effekt tritt auch dann auf, wenn die Konzentration an mit der photokatalytischen Komponente beschichteten Trägerpartikel so groß ist, dass eine nahezu homogene Verteilung der photokatalytischen Komponente in der Beschichtungszusammensetzung auftritt und die oben erwähnte lokal verringerte Konzentration der photokatalytischen Komponente in der Matrix aus erstem Bindemittel nicht oder nur verringert auftritt. Gegenüber der Bindung eines einzelnen Partikels der photokatalytischen Komponente ist eine Bindung eines Trägerpartikels und somit auch der darauf gebundenen photokatalytischen Komponente aufgrund der größeren Kontaktfläche mit dem ersten Bindemittel verstärkt. Darüber hinaus ist durch eine zumindest partielle Abschattung des Bereichs der Bindung (des Verbundes aus photokatalytischen Komponente und Trägerpartikel mit dem ersten Bindemittel) gegenüber der die Radikalbildung induzierenden Strahlung durch den Trägerpartikel die Radikalbildung in diesem Bereich deutlich reduziert.

**[0023]** Daher erfolgt die Verwendung bevorzugt wenn die Beschichtungszusammensetzung eine Farb- und/oder Schutzbeschichtung einer Oberfläche ist. Die Oberfläche des zu schützenden oder zu färbenden Objekts kann somit dauerhaft mit einer Beschichtungsschicht versehen werden, die besonders wenig anfällig in Bezug auf Kreiden ist.

**[0024]** Das Hervorrufen bzw. Unterstützen einer Selbstreinigung einer mit dieser Beschichtung beschichteten Oberfläche ist somit möglich, jedoch ist die Neigung zum Kreiden der Beschichtung gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Beschichtungszusammensetzungen reduziert und/oder sogar weitgehend verhindert. Insbesondere wird durch einen derartigen Zusatz von auf einer Partikeloberfläche gebundenem  $\text{TiO}_2$  oder anderen photokatalytischen Komponente verhindert, dass bei einsetzendem Kreiden durch das Freilegen von in dem Bindemittel befindlichem, jedoch nicht auf Trägerpartikeln fixiertem  $\text{TiO}_2$  ein beschleunigter Bindemittelabbau dadurch erfolgt, dass diese nicht auf Trägerpartikeln fixiertem  $\text{TiO}_2$ -Partikel verstärkt elektromagnetischer Strahlung (wie z.B. sichtbarem und/oder UV-Licht) ausgesetzt werden. Bevorzugt ist daher einer Verwendung bei der die Beschichtungszusammensetzung im Vergleich zu Beschichtungszusammensetzungen, welche nicht auf Trägerpartikeln fixierte photokatalytische Komponenten enthalten, beständiger in Bezug auf Witterungseinflüsse, insbesondere auf Kreiden ist.

**[0025]** Um eine homogene Verteilung der Trägerpartikel bzw. des Verbunds aus Trägerpartikel, optionalem zweitem Bindemittel und photokatalytischer Komponente in der Beschichtungszusammensetzung zu ermöglichen und gleichzeitig besonders dünne Beschichtungen von Oberflächen mit der Beschichtungszusammensetzung zu ermöglichen, sind die Trägerpartikel bevorzugt sehr klein. Bevorzugt weisen die Trägerpartikel eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–5 nm, besonders bevorzugt 50 nm–1 µm auf.

**[0026]** Wie bereits oben erwähnt, ist  $\text{TiO}_2$  als photokatalytische Komponente besonders geeignet. Bevorzugt ist daher eine Verwendung einer Beschichtungszusammensetzung, bei welcher die auf den Trägerpartikeln fixierten  $\text{TiO}_2$ -Primärpartikel als Rutil, Anatas oder Mischungen dieser, bevorzugt Anatas, vorliegen und eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 0,1 nm–100 nm aufweisen. Die besonders kleinen Partikelgrößen  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 0,1 nm–100 nm für die  $\text{TiO}_2$ -Primärpartikel sind aus mehreren Gründen bevorzugt. Einerseits ermöglichen die geringen Partikelgrößen – insbesondere in Kombination mit ebenfalls geringen Partikelgrößen der Trägerpartikel – eine besonders kleine Dimensionierung des Verbundes aus Trägerpartikel, optionalem zweitem Bindemittel und photokatalytischer Komponente, welche wiederum die oben genannten Vorteile in Bezug auf homogene Verteilung in der Beschichtungszusammensetzung und besonders dünner Beschichtungen von Oberflächen ermöglicht. Andererseits weisen die  $\text{TiO}_2$ -Primärpartikel einer geringen Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 0,1 nm–100 nm eine sehr hohe spezifische Oberfläche auf, so dass sowohl die Einfangsfläche für elektromagnetische Strahlung als auch die Übergangsfläche von Elektronen (oder Radikalen) aus dem Primärpartikel in das umgebende Medium vergrößert ist. Dies resultiert beides in einer besonders hohen Effizienz der photokatalytischen Komponente und somit auch einem besonders großen selbstreinigendem Effekt der Beschichtungszusammensetzung.

**[0027]** Die aus diesen Korngrößen des photokatalytisch wirksamen Materials resultierenden Schichtdicken der Beschichtung des Trägerpartikels mit dieser photokatalytisch wirksamen Komponente liegen bevorzugt bei < 250  $\mu\text{m}$ , bevorzugt < 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugt < 50  $\mu\text{m}$ , bevorzugt < 10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt < 5  $\mu\text{m}$ , bevorzugt < 2,5  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt < 1  $\mu\text{m}$ , evtl. aber sogar < 0,75  $\mu\text{m}$ , < 0,5  $\mu\text{m}$ , < 0,25  $\mu\text{m}$  oder sogar < 0,1  $\mu\text{m}$ .

**[0028]** Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist eine Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung mindestens ein erstes Bindemittel umfasst und eine photokatalytische Komponente beinhaltet, in welcher als Reaktion auf auftretende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind, wobei durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiierbar ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiierbar und/oder beschleunigbar ist, wobei die photokatalytische Komponente ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels als eine Schicht einer definierten Schichtdicke auf einer Oberfläche der Trägerpartikel fixiert ist. Wie bereits oben dargestellt ist, kann durch eine derartige Beschichtungszusammensetzung mit auf einem Trägerstoff fixierter photokatalytischer Komponenten (z.B.  $\text{TiO}_2$ -Partikeln) eine ausreichende photokatalytische Aktivität erreicht werden, die beispielsweise die Selbstreinigung der mit dieser Beschichtungszusammensetzung beschichteten Oberfläche hervorruft bzw. unterstützt, jedoch Kreiden der Beschichtung gegenüber dem Stand der Technik reduziert und/oder sogar weitgehend verhindert. Insbesondere wird durch einen derartigen Zusatz von auf einer Partikeloberfläche gebundenem  $\text{TiO}_2$  verhindert, dass bei einsetzendem Kreiden durch das Freilegen von in dem Bindemittel befindlichem, jedoch nicht auf Trägerpartikeln fixiertem  $\text{TiO}_2$  ein beschleunigter Bindemittelabbau dadurch erfolgt, dass diese nicht auf Trägerpartikeln fixiertem  $\text{TiO}_2$ -Partikel verstärkt elektromagnetischer Strahlung (wie z.B. sichtbarem und/oder UV-Licht) ausgesetzt werden.

**[0029]** Die photokatalytische Komponente kann dabei jedes geeignete photokatalytisch wirksame Material sein. Bevorzugt handelt es sich um  $\text{TiO}_2$  oder  $\text{TiO}_2$ -haltige Mischungen. Bevorzugt ist daher eine Beschichtungszusammensetzung bei welcher die photokatalytische Komponente  $\text{TiO}_2$  ist, welches auf Trägerpartikeln, bevorzugt ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels über Bindungen fixiert ist, welche gegenüber Radikalen weniger reaktiv sind als andere, die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen, wobei das zweite Bindemittel (falls vorhanden) bevorzugt ein anorganisches Bindemittel ist. Die Bindung der photokatalytischen Komponente, insbesondere von  $\text{TiO}_2$  auf den Trägerpartikeln ist dadurch stabiler als die Bindung zu anderen, die photokatalytische Komponente auf der dem Trägerpartikel abgewandten Seite kontaktierender Substanzen. Diese Substanzen, zu denen Verschmutzungen, Ablagerungen aber auch das erste Bindemittel zählen können werden demnach bevorzugt radikalisch abgebaut bzw. zersetzt und können von einer mit einer Beschichtungszusammensetzung beschichteten Oberfläche abgelöst, z.B. abgewaschen, abgewischt, weggeschwemmt, abgesaugt, weggeblasen oder auf andere Weise entfernt, werden.

**[0030]** Die Beschichtung der Trägermaterialien kann nach allen bekannten Methoden erfolgen. Die direkte Abscheidung der photokatalytischen Komponente wie z.B.  $\text{TiO}_2$  auf der Oberfläche des Trägerpartikels kann z.B. durch Gasphasenbeschichtung und/oder in wässriger Matrix durch physikalische und/oder chemische Verfahren oder Mischungen dieser erfolgen. Durch die direkte Abscheidung der photokatalytischen Komponente auf der Oberfläche des Trägerpartikels kann eine Bindemittelfreie dauerhafte chemische oder physikalische Verbindung zwischen der photokatalytischen Komponente und dem Trägerpartikel hergestellt werden.

Diese Verbindungen sind besonders wenig reaktiv gegenüber entstehenden Radikalen und daher besonders bevorzugt. Die Menge an Beschichtung kann 0,1 Ma-% bis 90 Ma-% sein, bezogen auf die Gesamtmasse, bevorzugt 1 Ma-% bis 80 Ma-%.

**[0031]** Da die direkte Anbindung jeder geeigneten photokatalytischen Komponente ohne die Verwendung von Bindemittel nicht auf jeder geeigneten Art von Trägerpartikeln möglich ist, ist in einigen Anwendungen der Einsatz eines zweiten Bindemittels vorteilhaft. Die bindemittelvermittelte Abscheidung der photokatalytischen Komponente wie z.B.  $\text{TiO}_2$  auf der Oberfläche des Trägerpartikels ist ebenfalls durch eine Vielzahl an aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren wie z.B. Gasphasenbeschichtung und/oder in wässriger Matrix durch physikalische und/oder chemische Verfahren oder Mischungen dieser möglich. Bei der Auswahl der zweiten Bindemittel sind gegenüber Radikalen wenig reaktive Bindemittel bevorzugt. Insbesondere sind Bindemittel bevorzugt, die in ausgehärteter Form eine besonders geringe Reaktivität gegenüber Radikalen aufweisen und insbesondere weniger reaktiv gegenüber Radikalen sind als das erste Bindemittel.

**[0032]** Um die Eigenschaften weiter zu modifizieren ist es möglich, das beschichtete Trägermaterial nach der Beschichtung nachzubehandeln. Beispielsweise kann es sich dabei um chemische, physikalische und insbesondere um thermische Nachbehandlungen. Bevorzugt werden die beschichteten Trägerpartikel kalzinieren. Bevorzugt erfolgt dies bei Temperaturen von 250–1500°C, bevorzugt 300–1400°C. Dabei können alle bekannten Techniken zum Einsatz kommen. Beispielsweise ist die Kalzinierung in einem Drehrohrofen oder Etagenöfen möglich. Ebenso kann die Dauer der Kalzinierung kurzzeitig sein (Flashkalzinierung, 0,1–2 min) oder sich über einen längeren Zeitraum erstrecken (z.B. 2 min–5 h, bevorzugt 30–90 min). Dadurch lassen sich die Produkteigenschaften zusätzlich modifizieren und z.B. die spezifische Oberfläche, die optischen Eigenschaften, die mattierende Wirkung oder die rheologischen Eigenschaften den jeweiligen Erfordernissen anpassen.

**[0033]** Optional ist eine zusätzliche Nachbehandlung eines wie oben beschrieben hergestellten beschichteten Trägermaterials z.B. mit organofunktionellen Gruppen, Silanen, mit Wachs, mit Stearinsäure (und deren Salzen) oder Mischungen dieser möglich.

**[0034]** Besonders bevorzugt ist dabei eine Beschichtungszusammensetzung in der die Trägerpartikel eine faser-, plättchen-, rosen-, würfel-, reiskorn-, oder nadelförmige Morphologie oder eine Kombination dieser Morphologien aufweisen. Diese Partikelformen sind deshalb bevorzugt, weil durch diese – im Gegensatz zu z.B. sphärischen Partikeln – auch bei einer partiellen Zersetzung des diese Partikel umgebenden ersten Bindemittels aufgrund der größeren spezifischen Oberfläche im Vergleich zu sphärischen Partikeln eine stabilere Bindung verbleibt.

**[0035]** Insbesondere sind plättchenförmige Morphologien bevorzugt, da durch die Plättchen ein großer Bereich der Beschichtungszusammensetzung, bzw. des ersten Bindemittels welches die Partikel in der Beschichtungszusammensetzung hält, abgeschattet ist und dort somit in der, an der Grenzfläche zwischen Trägerpartikel und erstem Bindemittel angeordneten, photokatalytischen Komponente weniger Radikale gebildet werden. Bevorzugt ist daher eine Beschichtungszusammensetzung in der die Trägerpartikel zu mindestens 50 %, bevorzugt zu mindestens 75 %, bevorzugt zu mindestens 90 %, bevorzugt zu mindestens 95 %, besonders bevorzugt zu mindestens 99 %, plättchenförmig sind. Als plättchenförmig sind in diesem Zusammenhang insbesondere Morphologien zu verstehen, bei denen die Ausdehnung des Partikels in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen mehr als doppelt so groß, bevorzugt mindestens 3-fach so groß, bevorzugt 5-fach so groß, besonders bevorzugt mindestens 10-fach so groß ist wie in einer dritten, zu diesen beiden Richtungen senkrecht stehenden Richtung.

**[0036]** Besonders bevorzugt ist eine Beschichtungszusammensetzung bei welcher die Trägerpartikel eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–5 mm, bevorzugt 50 nm–1 mm aufweisen.

**[0037]** Um die photokatalytischen Komponente auf der der Strahlungsquelle abgewandten Seite der Trägerpartikel vor dieser Strahlung zu schützen und dadurch die strahlungsinduzierte Entstehung von Radikalen zu reduzieren umfasst die Beschichtungszusammensetzung in einer bevorzugte Ausführungsform Trägerpartikel, die einen Extinktionskoeffizienten für elektromagnetische Wellen einer definierten Frequenz aufweisen, welcher größer als der Extinktionskoeffizient eines Bindemittels der Beschichtungszusammensetzung ist und bevorzugt auch größer als der Extinktionskoeffizient der photokatalytischen Komponente ist.

**[0038]** Der Trägerstoff kann jedes natürliche oder synthetische Material sein, bevorzugt sind jedoch anorganische Materialien, die weiter bevorzugt partikulär sind und wie oben beschrieben je nach erwünschter Funktion auch eine bestimmten Morphologie, z.B. Faser-, Plättchen-, Rosen-, Würfel-, Reiskorn-, Nadelstruktur oder an-

dere oder Mischungen dieser, aufweisen. Es ist weiterhin möglich, mehrere voneinander verschiedene Träger einzusetzen. Geeignete Träger sind beispielsweise Industrieminerale auf Basis von O und/oder H und/oder S und/oder C und/oder P und/oder Si und/oder Al und/oder Ca und/oder Na und/oder K, beispielsweise Silikate, Carbonate, Phosphate, Oxide, Sulfate oder Mischungen dieser, bevorzugt Silikate weiter bevorzugt Schichtsilikate. Bevorzugt ist daher eine Beschichtungszusammensetzung bei der die Trägerpartikel ausgewählt sind aus einer Gruppe von Mineralen, welche mindestens ein Element enthält, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe, die Si, Al, Ca, Mg, Na, K, O, S, C und P enthält, und bevorzugt ein Silikat, Carbonat, Phosphat, Oxid, Sulfat oder Mischungen dieser, bevorzugt ein Silikat, bevorzugt ein Schichtsilikat, besonders bevorzugt Kaolin und/oder dessen Folgeprodukte, wie z.B. kalzinierter Kaolin, sind. Diese Substanzen weisen eine besonders hohe Resistenz gegenüber Angriffen von Radikalen auf.

[0039] Dementsprechend sind Zersetzungs- und/oder Abbauprozesse in derartigen Trägerpartikeln minimiert.

[0040] Durch die oben beschriebenen beschichteten Materialien können verschiedene physikalische und/oder chemische Eigenschaften sowie Eigenschaften bei deren Einarbeitung und Verwendung gezielt beeinflusst bzw. eingestellt werden. Beispielsweise ist es durch geeignete Auswahl möglich, Rheologie, Mattierung, Weißgrad, Bedruckbarkeit, Oberflächengüte, Deckkraft und oder andere zu modifizieren.

[0041] Das photokatalytisch beschichtete Trägermaterial kann der Beschichtungszusammensetzung (z.B. einer Farbe, einem Putz, einem Kunststoff oder einem Papier) in nahezu jeder Menge, z.B. in einer Menge von 0,001–90 Ma-%, bevorzugt 0,005–80 Ma-%, zugesetzt werden. Besonders bevorzugt sind Mengenteile von 0,01–70 Ma-% bezogen auf das Gesamtgewicht der Beschichtungszusammensetzung, wobei dazu alle bekannten Methoden verwendet werden können, wie z.B. Dispergieren, Rühren usw.

[0042] Zur Herstellung einer Beschichtungszusammensetzung, z.B. einer Farbe können – zusätzlich zu der auf einem Träger fixierten photokatalytischen Komponente – alle gängigen und dem Fachmann bekannten Rohstoffe in geeigneten und anwendungsspezifischen Kombinationen verwendet werden, wobei solche Rezepturen in der Regel aus organischen und anorganischen Bestandteilen bestehen und es sich hierbei in der Regel um Bindemittel und Additive handelt sowie um Füllstoffe und Pigmente.

[0043] Diese Flexibilität bei der Auswahl der zusätzlichen Inhaltsstoffe der Beschichtungszusammensetzung, beispielsweise einer Farbe oder eines Putzes ermöglicht, dass die Beschichtungszusammensetzung so eingestellt werden kann, dass sie in jeder bekannten Form appliziert werden kann, z.B. durch streichen, rollen, sprühen, schleudern, spritzen, elektrostatischer Farbauftrag usw.

[0044] Ebenso ist eine Anpassung auf jeden Untergrund möglich. So ist eine Beschichtungszusammensetzung z.B. auf anorganische wie z.B. Stein, Beton, Glas, oder organische wie z.B. Holz, Papier, Polymer oder auch Verbundsysteme aus organischen und anorganischen Bestandteilen aufbringbar.

[0045] Photokatalytisch abgebaut bzw. verändert werden können durch eine Beschichtungszusammensetzung jegliche abbaubare Materialien, aus der die Beschichtung umgebende Matrix. Beispielsweise können Gase (wie z.B. Luft / Abluft), Flüssigkeiten (wie z.B. Wasser / Abwasser), Mischungen aus Gas und Flüssigkeit, Feststoffe, Mischungen aus Flüssigkeiten und Feststoffen oder andere Substanzen abgebaut bzw. verändert werden. Diese Materialien können anorganisch (z.B. NO<sub>x</sub>) oder organisch (z.B. Alkohole, Fette, Fettsäuren, Aldehyde) sein aber auch komplexere Materialien bis hin zu organischen Organismen, z.B. Bakterien.

[0046] Weitere Vorteile und Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0047] Darin zeigen:

[0048] Fig. 1 eine Beschichtungsschicht nach dem Stand der Technik mit in der Beschichtungsschicht verteilten freien TiO<sub>2</sub>-Partikeln,

[0049] Fig. 2 eine Beschichtungsschicht nach dem Stand der Technik mit in der Beschichtungsschicht verteilten freien TiO<sub>2</sub>-Partikeln nach einsetzendem Kreiden,

[0050] Fig. 3 eine erfindungsgemäße Beschichtungsschicht mit auf der Oberfläche von Trägerpartikeln gebundenen TiO<sub>2</sub>-Partikeln,



[0051] **Fig. 4** eine erfindungsgemäße Beschichtungsschicht mit auf der Oberfläche von Trägerpartikeln gebundenen  $\text{TiO}_2$ -Partikeln nach einsetzendem Kreiden,

[0052] **Fig. 5** ein Beispiel  $\text{TiO}_2$ -beschichteter Trägerpartikel mit 10 Ma-%  $\text{TiO}_2$ , und

[0053] **Fig. 6** ein Beispiel  $\text{TiO}_2$ -beschichteter Trägerpartikel mit 60 Ma-%  $\text{TiO}_2$ .

[0054] **Fig. 1** zeigt eine Beschichtungsschicht **1** nach dem Stand der Technik mit in der Beschichtungsschicht **1** verteilten freien Partikeln einer photokatalytisch aktiven Substanz **2**, z.B.  $\text{TiO}_2$ -Partikeln. Neben den gekennzeichneten beispielsweise drei verschiedenen Arten von Füllstoffpartikeln **3**, **4**, **5** liegen in der gezeigten Beschichtung **1** auch die photokatalytisch aktiven  $\text{TiO}_2$ -Partikel **2** (dargestellt als schwarze Punkte) fein verteilt in der Beschichtung vor. Alle Partikel **2**, **3**, **4**, **5** werden mittels des als hellem Zwischenraum dargestellten Bindemittels **6** fixiert und bilden so die Beschichtung **1**. Die Beschichtung **1** kann wie gezeigt Poren **7** aufweisen. In diesen Poren befinden sich weder Füllstoffpartikel **2**, **4**, **5** noch Bindemittel **6**, so dass ein Gasaustausch (eine Atmung) zwischen der Seite zur Luft **8** und der Seite zum Untergrund **9** der Beschichtung **1** erfolgen kann. Wie durch **D** gekennzeichnet, weist die Beschichtungsschicht im ursprünglichen Zustand eine bestimmte Schichtdicke **D1**

[0055] **Fig. 2** zeigt die Beschichtungsschicht **1** nach dem Stand der Technik mit in der Beschichtungsschicht **1** verteilten freien  $\text{TiO}_2$ -Partikeln **2** wie in **Fig. 1**, jedoch nach einsetzendem Kreiden. Durch das Kreiden ist die Schichtdicke der Beschichtung von der Ursprünglichen Schichtdicke um den Witterungsverlust **W** auf die Schichtdicke **D2** reduziert worden. Wird durch einsetzendes Kreiden das oberflächliche Bindemittel **6** zerstört, können Füllstoffpartikel **3**, **4**, **5** aus der Beschichtung herausgelöst werden. Dadurch können einzelne Füllstoffpartikel **3**, **4**, **5** den Kontakt verlieren und abgetragen werden, wie beispielhaft für einen Füllstoffpartikel **3** gezeigt. Auch andere Füllstoffpartikel **3**, **5** weisen lediglich einen geringen Kontakt zum Bindemittel **6** auf und können leicht (z.B. durch mechanische Belastung) von diesem abgelöst werden. Dies bewirkt, dass sich zuvor darunter befindliche  $\text{TiO}_2$ -Partikel **2** nicht mehr im Strahlungsschatten des Füllstoffpartikels befinden und somit für Strahlung zugänglich sind. Somit können auch diese  $\text{TiO}_2$ -Partikel **2** zusätzliche zur Bildung von Radikalen beitragen und das Kreiden beschleunigen. Insbesondere kann durch diesen Prozess und das lokale Herauslösen einzelner Füllstoffpartikel **3**, **4**, **5** eine zuvor nahezu ebene Oberfläche ungleichmäßig werden. Dies hat eine weitere Vergrößerung der Oberfläche zur Folge, die das Kreiden weiter beschleunigen kann.

[0056] **Fig. 3** zeigt eine erfindungsgemäße Beschichtungsschicht **1** mit auf der Oberfläche von Trägerpartikeln **10** gebundener photokatalytisch aktiver Substanz **2**, z.B.  $\text{TiO}_2$ -Partikeln. Das photokatalytisch wirksame  $\text{TiO}_2$  **2** liegt nicht fein verteilt in der Bindemittelmatrix **6** vor, sondern ist auf Trägerpartikeln **10** fixiert. Diese wiederum liegen homogen verteilt in der Beschichtungsschicht **1** vor. Durch oberflächennahe für Luft und/oder Licht zugängliche  $\text{TiO}_2$ -beschichtete Partikel ist eine auf die Oberfläche **8** lokal begrenzte photokatalytische Wirksamkeit gegeben.

[0057] **Fig. 4** zeigt eine erfindungsgemäße Beschichtungsschicht **1** mit auf der Oberfläche von Trägerpartikeln **10** gebundener photokatalytisch aktiver Substanz **2**, z.B.  $\text{TiO}_2$ -Partikeln nach einsetzendem Kreiden. Wie der **Fig. 4** zu entnehmen ist, erfolgt auch bei einer erfindungsgemäßen Beschichtung eine Abwitterung (z.B. Kreiden) der den Umwelteinflüssen direkt ausgesetzten Seite **8** der Beschichtung **1**. So kann auch das Bindemittel der Beschichtungsschicht durch die einsetzende photokatalytische Aktivität der auf Trägerpartikeln **10** gebundenen  $\text{TiO}_2$ -Partikeln **2** und die damit verbundene Bildung von Radikalen zersetzt werden. Der Abtrag ist als Differenz **W** der Schichtdicke der in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigten Beschichtungsschichten **1** dargestellt. Der Abtrag kann zwar auch zur Folge haben, dass einzelne Füllstoffpartikel **4**, **5** aus der Beschichtungsschicht herausgelöst werden (wie z.B. für einen Füllstoffpartikel **5** gezeigt), jedoch werden dadurch wesentlich weniger zusätzliche  $\text{TiO}_2$ -Partikel **2** den radikalbildenden Umwelteinflüssen ausgesetzt, als dies nach dem Stand der Technik der Fall wäre. Ein Grund dafür ist, dass bei einem Abtrag **W** der  $\text{TiO}_2$ -beschichteten Trägerpartikel **10** auch die in dessen Schatten liegenden  $\text{TiO}_2$ -Partikel herausgelöst werden und somit nicht vermehrt  $\text{TiO}_2$ -Partikel Strahlung ausgesetzt werden. Als weiterer positiver Effekt ist in **Fig. 4** zu erkennen, dass nach einer Zerstörung des oberflächennahen Bindemittels **6** sogar eine größere Oberfläche der  $\text{TiO}_2$ -beschichteten Trägerpartikel **10** freiliegt und somit deren photokatalytische Aktivität und damit beispielsweise die selbstreinigende Eigenschaft der Beschichtung **1** sogar verstärkt wird. Weiterhin ist es möglich, dass nachdem die erste Schicht Bindemittel **6** abgewittert bzw. photokatalytisch abgebaut wurde, weitere photokatalytisch wirksame,  $\text{TiO}_2$ -beschichteten Trägerpartikel **10** freigelegt werden und die erwünschten Wirkungen dadurch verstärkt werden. In dem gezeigten Beispiel verbessert demnach das Abwittern der obersten Bindemittelschicht sogar die photokatalytische Aktivität und damit die selbstreinigende Eigenschaft der Beschichtung **1**. Im Gegensatz zum Stand der Technik wird durch die damit verbundenen Unebenheiten und der Vergrößerung der Oberfläche **8**

das Kreiden jedoch nicht beschleunigt. Dadurch, dass die photokatalytisch aktiven TiO<sub>2</sub>-Partikel **2** dann nicht in direktem Kontakt mit dem Bindemittel **6** stehen, schreitet der photokatalytische Abbau des Bindemittels **6** nach dem Abbau der obersten Bindemittelschicht **8** nicht mehr in dem Maß voran, wie es im Stand der Technik der Fall ist.

**[0058]** Fig. 5 und Fig. 6 zeigen Beispiele TiO<sub>2</sub>-beschichteter Trägerpartikel **10** mit 10 Ma-% TiO<sub>2</sub> (Fig. 5), und 60 Ma-% TiO<sub>2</sub> (Fig. 6). Wie in beiden Figuren zu erkennen ist, befinden sich auf den Oberflächen der größeren, in diesem Beispiel plättchenartigen Trägerpartikel **10** unregelmäßige Ablagerungen des photokatalytischen Beschichtungsmaterials **2** (TiO<sub>2</sub>). Insbesondere in Fig. 6 ist zu erkennen, dass die Abscheidung der photokatalytisch aktiven TiO<sub>2</sub>-Partikel **2** unregelmäßig über die gesamte Oberfläche **11** des jeweiligen Trägerpartikels **10** erfolgt, sich jedoch in den Randbereichen **12** Häufungen bilden.

Beispiel:

**[0059]** Die Wirkungsweise in einer Beschichtung soll an nachfolgendem Beispiel aufgezeigt werden. Dieses Beispiel ist lediglich exemplarisch. Dazu werden neben den dem Fachmann bekannten Standardmaterialien folgende photokatalytisch wirksamen Materialien eingesetzt:

Evonik Aeroxide TiO <sub>2</sub> P 25:	nanoskaliges TiO <sub>2</sub> , mittlere Partikelgröße 25 nm, aktive Komponente für photokatalytische Reaktionen
Katiccoat 10:	TiO <sub>2</sub> -beschichteter Kaolin mit 10 Ma-% TiO <sub>2</sub> , vgl. Fig. 5
Katiccoat 60:	TiO <sub>2</sub> -beschichteter Kaolin mit 60 Ma-% TiO <sub>2</sub> , vgl. Fig. 6

**[0060]** Mit diesen Materialien und weiteren Rezepturkomponenten wurden Farben für Wandbeschichtungen hergestellt wie in nachfolgender Tabelle 1 dargestellt ist.

Tabelle 1

	Feststoff [%]	Standard	Katiccoat 10	Katiccoat 60	TiO <sub>2</sub> P25
Wasser	0	299,0	299,0	299,0	299,0
Tylose MH 6000 YG8	100%	5,0	5,0	5,0	5,0
Lopon LF	45%	4,0	4,0	4,0	4,0
Agitan 381	100%	2,0	2,0	2,0	2,0
TiO <sub>2</sub> , TR 92	100%	125,0	120,0	120,0	120,0
CaCO <sub>3</sub> , 2 µm	100%	150,0	150,0	150,0	150,0
CaCO <sub>3</sub> 5 µm	100%	125,0	125,0	125,0	125,0
Kalziniertes Kaolin	100%	165,0	120,0	161,6	165,0
<b>Katiccoat 10</b>	100%		50,0		
<b>Katiccoat 60</b>	100%			8,4	
<b>TiO<sub>2</sub> P25</b>	100%				5,0
<b><u>Anteil TiO<sub>2</sub> photokat.</u></b>	<b>100%</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b><u>Acticide MBS</u></b>	<b>30%</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>
Agitan 381	100%	2,0	2,0	2,0	2,0
Mowilith LDM 1871	53%	120,0	120,0	120,0	120,0
<b>Summe</b>		<b>1000,0</b>	<b>1000,0</b>	<b>10000</b>	<b>1000,0</b>
<b>Farbcharakteristik, Auswahl</b>					
Deckvermögen 150µm*		98,75%	98,94%	98,61%	98,67%
Deckvermögen 300µm*		99,58%	99,66%	99,73%	99,74%
Schichtdicke in µm, trocken		74	64	77	69
Glanz 60° / 85°		2,5 / 4,6	2,5 / 4,7	2,5 / 5,7	2,5 / 5,4

\*) Deckvermögen bei 150 µm bzw. 300 µm Nassfilmdicke

**[0061]** Die Ergebnisse der Prüfung der Farbcharakteristik zeigen, dass sich die Farben nicht wesentlichen in den Parametern Deckvermögen und Glanz unterscheiden.

**[0062]** Zur Prüfung des Bewitterungsverhaltens wurden die Farben mit einer Schichtstärke von 350 µm Nassfilmdicke auf einen flexiblen Kunststoffträger aufgebracht. Es sind mehrere solcher Muster gefertigt worden. Ein Teil dieser wurde im Freien bewittert, ein anderer Teil ist mittels UV-Tester bewittert worden.

Freibewitterung: Standort Hirschau, Südausrichtung, Neigung 45°, Dauer der Freibewitterung 01.09.2011 bis 01.03.2012

UV-Bewitterung: QUV/se der Firma Q-lab  
Bewitterungszyklen: 8 h UVA-Bestrahlung bei 45 °C und danach 4 h Betauung bei 40°C, jeweils im Wechsel

Dauer der Bewitterung: 500 h

#### Kreidungsmessun

g: Helmen-Kreidungstester, Typ H 100, Fa. Zehntner GmbH

Normen: ISO 4628-6, prEN 13523-14, E DIN EN 13523-14, E DIN ISO 4628-6, DIN 53223, ECCA-T14

Messprinzip: Ein Klebefilm wird auf eine zu prüfende Fläche aufgebracht und danach wieder abgezogen, Je nach Kreidung wird hierbei von der zu prüfenden Fläche ein mehr oder weniger großer Teil des Farbfilms abgetragen und bleibt am Klebefilm haften. Die Menge des am Klebefilm haftende Farbfilms wird mittels einer optischen Messung erfasst. Der Messwert in % gibt die relative Kreidung an. Es wurde jeweils eine Dreifachmessung durchgeführt.

**[0063]** Die Ergebnisse der Kreidungsmessung in % (relative Kreidung) sind in folgender Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

		Unbewittert	QUV-Tester 500 h	Freibewitterung, 6 Monate
Standard	1	10	60	41
	2	12	65	40
	3	13	64	40
Aerosil TiO <sub>2</sub> P 25	1	11	90	76
	2	10	88	79
	3	13	92	80
Katiccoat 10	1	8	81	48
	2	10	80	49
	3	12	85	50
Katiccoat 60	1	12	68	41
	2	10	70	44
	3	9	74	44

#### Ergebnisse

**[0064]** Wie aus den obigen Tabellen zu entnehmen ist, zeigen die Farben, die nicht der Witterung ausgesetzt wurden, alle ein sehr geringes und vergleichbares Kreiden. Dieses nimmt durch die QUV-Behandlung deutlich zu, wobei die Zunahme des Kreidens der Farben mit photokatalytischem TiO<sub>2</sub> größer ist als bei Vergleichsfarbe (Standardfarbe) ohne photokatalytisches TiO<sub>2</sub>. Im Rahmen der zeitlich begrenzten Freibewitterung konnte insgesamt lediglich geringes Kreiden beobachtet werden. Dennoch kann beim direkten Vergleich der Messwerte zueinander die aus den Laborversuchen gewonnene Aussage bestätigt werden.

**[0065]** Sowohl bei der Auswertung der Versuche mittels QUV- als auch mittels Freibewitterung ist zu erkennen, dass das Kreiden bei der Aeroxide TiO<sub>2</sub> P 25-haltigen Beschichtung am stärksten auftritt und sich dahingehend deutlich von den Beschichtungen unterscheidet, welche TiO<sub>2</sub>-beschichteten Kaolin enthalten und gegenüber der Aeroxide TiO<sub>2</sub> P 25-haltigen Beschichtung deutlich reduziert ist.

## ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

### Zitierte Patentliteratur

- DE 102005013259 [0007]
- DE 2005057770 [0007]
- DE 2030631 U1 [0007]
- EP 1285953 [0007]
- EP 0963789 [0007]

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- ISO 4628-6 [0062]
- prEN 13523-14 [0062]
- E DIN EN 13523-14 [0062]
- E DIN ISO 4628-6 [0062]
- DIN 53223 [0062]
- ECCA-T14 [0062]

## Patentansprüche

1. Verwendung mindestens einer photokatalytischen Komponente in einer Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung ein erstes Bindemittel umfasst und in der photokatalytischen Komponente als Reaktion auf auf diese photokatalytische Komponente auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind und durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiierbar ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiierbar und/oder beschleunigbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Beschichtungszusammensetzung Trägerpartikel verwendet werden, die eine Oberfläche aufweisen, die mit der Schicht einer definierten Schichtdicke der photokatalytischen Komponente beschichtet ist, wobei die photokatalytischen Komponente ohne Bindemittel oder mit einem zweiten Bindemittel auf der Oberfläche der Trägerpartikel fixiert ist.
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das die photokatalytische Komponente  $\text{TiO}_2$  ist, welches auf den Trägerpartikeln, bevorzugt kaolinhaltigen Trägerpartikeln, bevorzugt ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels über Bindungen fixiert ist, welche gegenüber Radikalen weniger reaktiv sind als andere, die photokatalytische Komponente kontaktierende Substanzen.
3. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungszusammensetzung eine Farb- und/oder Schutzbeschichtung einer Oberfläche ist.
4. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungszusammensetzung im Vergleich zu Beschichtungszusammensetzungen, welche nicht auf Trägerpartikeln fixierte photokatalytische Komponenten enthalten, beständiger in Bezug auf Witterungseinflüsse, insbesondere auf Kreiden ist.
5. Verwendung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–5 mm, bevorzugt 50 nm–1 mm aufweisen.
6. Verwendung nach einem der Ansprüche 2–5, dadurch gekennzeichnet, dass die auf den Trägerpartikeln fixierten  $\text{TiO}_2$ -Primärpartikel als Rutil, Anatas oder Mischungen dieser, bevorzugt Anatas, vorliegen und eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–10  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 0,1 nm–100 nm aufweisen.
7. Beschichtungszusammensetzung, insbesondere zur Erzeugung selbstreinigender Oberflächen, wobei die Beschichtungszusammensetzung mindestens ein erstes Bindemittel umfasst und eine photokatalytische Komponente beinhaltet, in welcher als Reaktion auf auftreffende elektromagnetische Strahlung Elektronenverschiebungen auslösbar sind, wobei durch die Elektronenverschiebungen im Inneren der photokatalytischen Komponente oder in die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen die Bildung von Radikalen initiierbar ist, durch welche ein Abbau von die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen initiierbar und/oder beschleunigbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die photokatalytische Komponente ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels als eine Schicht einer definierten Schichtdicke auf einer Oberfläche der Trägerpartikel fixiert ist.
8. Beschichtungszusammensetzung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die photokatalytische Komponente  $\text{TiO}_2$  ist, welches auf Trägerpartikeln, bevorzugt ohne Bindemittel oder mittels eines zweiten Bindemittels durch Bindungen fixiert ist, welche gegenüber Radikalen weniger reaktiv sind als andere, die photokatalytische Komponente kontaktierenden Substanzen, wobei das zweite Bindemittel falls es vorhanden ist, bevorzugt ein anorganisches Bindemittel ist.
9. Beschichtungszusammensetzung nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel eine faser-, plättchen-, rosen-, würfel-, reiskorn-, oder nadelförmige Morphologie oder eine Kombination dieser Morphologien aufweisen.
10. Beschichtungszusammensetzung nach einem der Ansprüche 7–9, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel zu mindestens 50 %, bevorzugt zu mindestens 75 %, bevorzugt zu mindestens 90 %, bevorzugt zu mindestens 95 %, besonders bevorzugt zu mindestens 99 %, plättchenförmig sind.

11. Beschichtungszusammensetzung nach einem der Ansprüche 7–10, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel eine Korngröße  $d_{50}$  (Sedimentation) im Bereich von 0,1 nm–5 mm, bevorzugt 50 nm–1 mm aufweisen.

12. Beschichtungszusammensetzung nach einem der Ansprüche 7–11, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel einen Extinktionskoeffizienten für elektromagnetische Wellen einer definierten Frequenz aufweisen, welcher größer als der Extinktionskoeffizient eines Bindemittels der Beschichtungszusammensetzung ist und bevorzugt auch größer als der Extinktionskoeffizient der photokatalytischen Komponente ist.

13. Beschichtungszusammensetzung nach einem der Ansprüche 7–12, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerpartikel ausgewählt sind aus einer Gruppe von Mineralen, welche mindestens ein Element enthält, welches ausgewählt ist aus einer Gruppe, die Si, Al, Ca, Mg, Na, K, O, S, C und P enthält, und bevorzugt ein Silikat, Carbonat, Phosphat, Oxid, Sulfat oder Mischungen dieser, bevorzugt ein Silikat, bevorzugt ein Schichtsilikat, besonders bevorzugt Kaolin und/oder dessen Folgeprodukte, wie z.B. kalzinierter Kaolin, sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

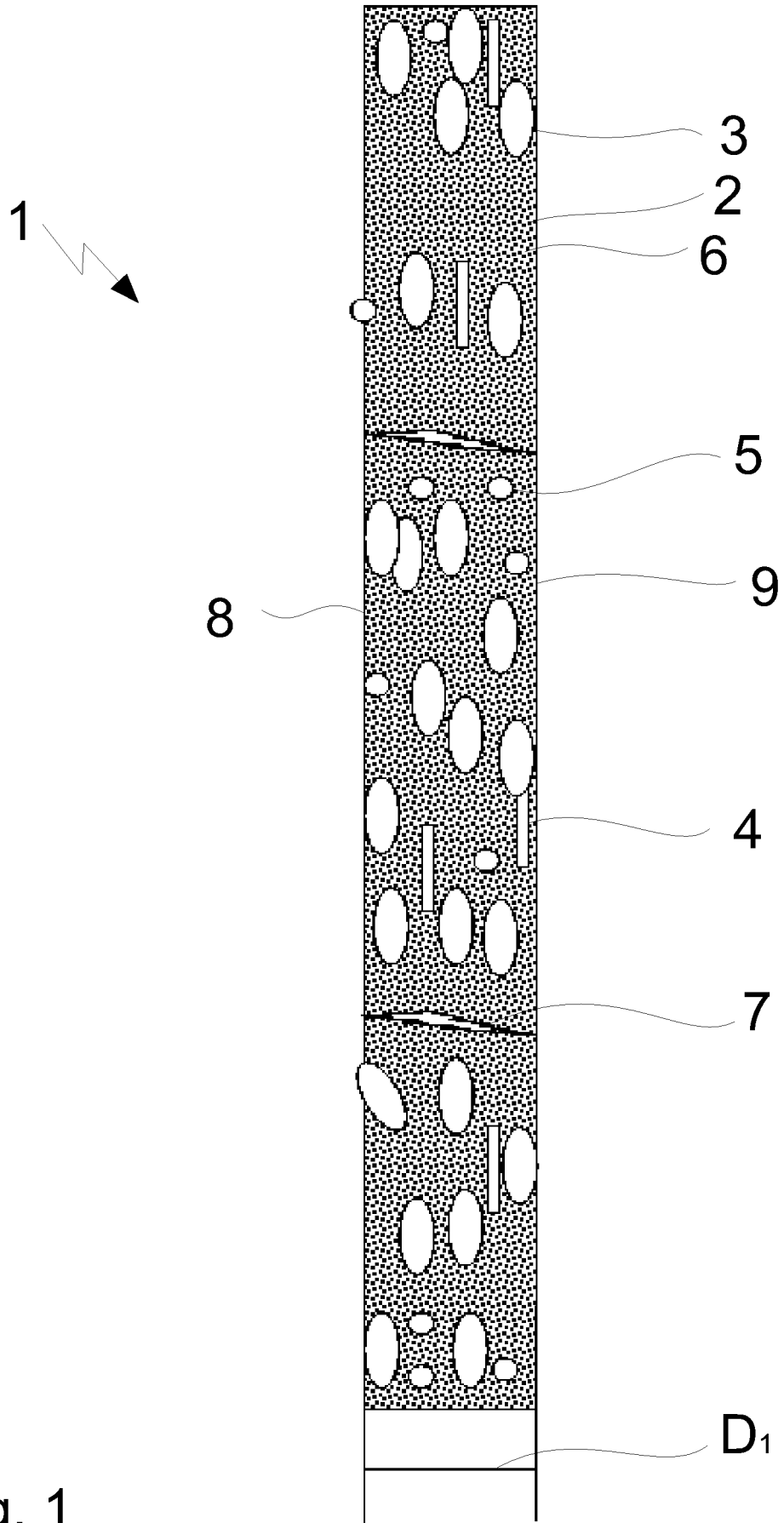


Fig. 1



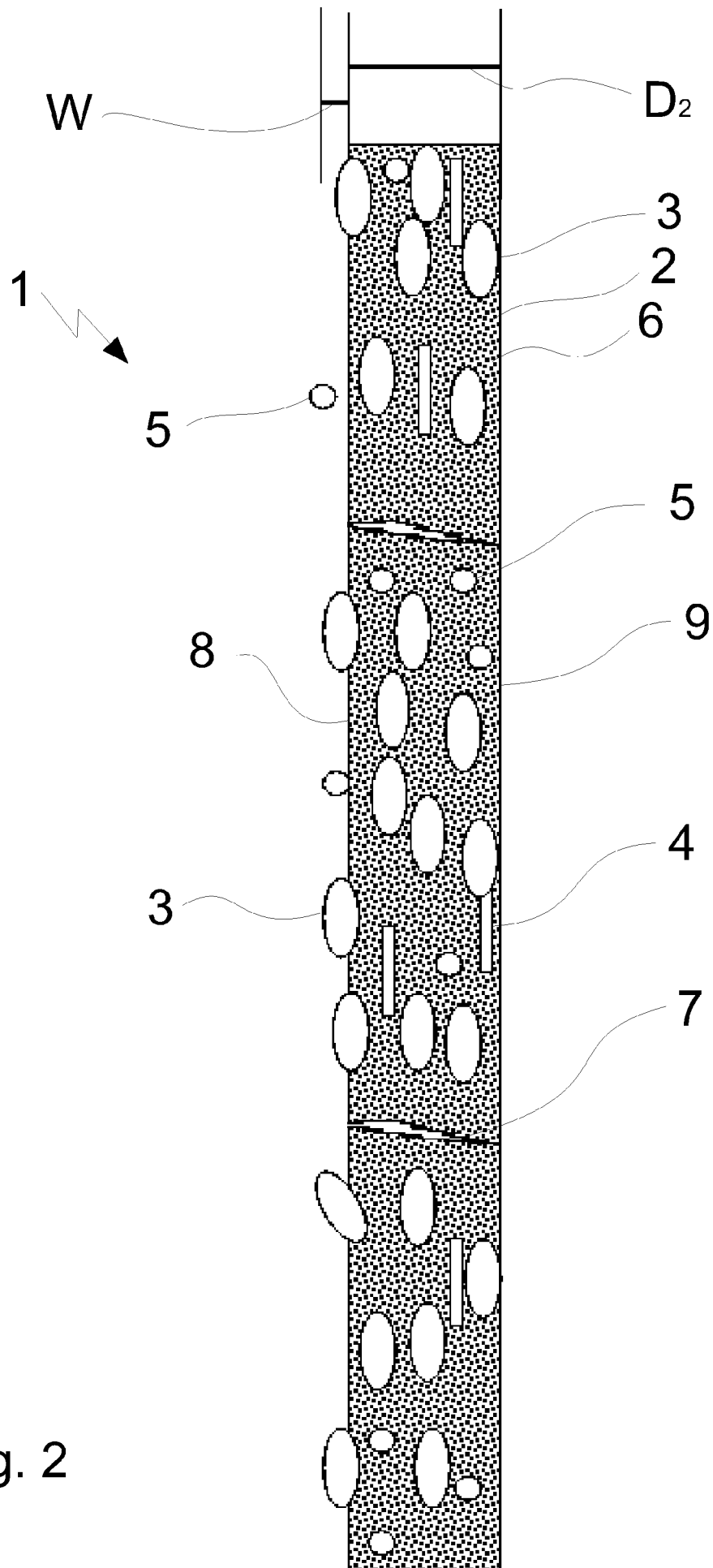
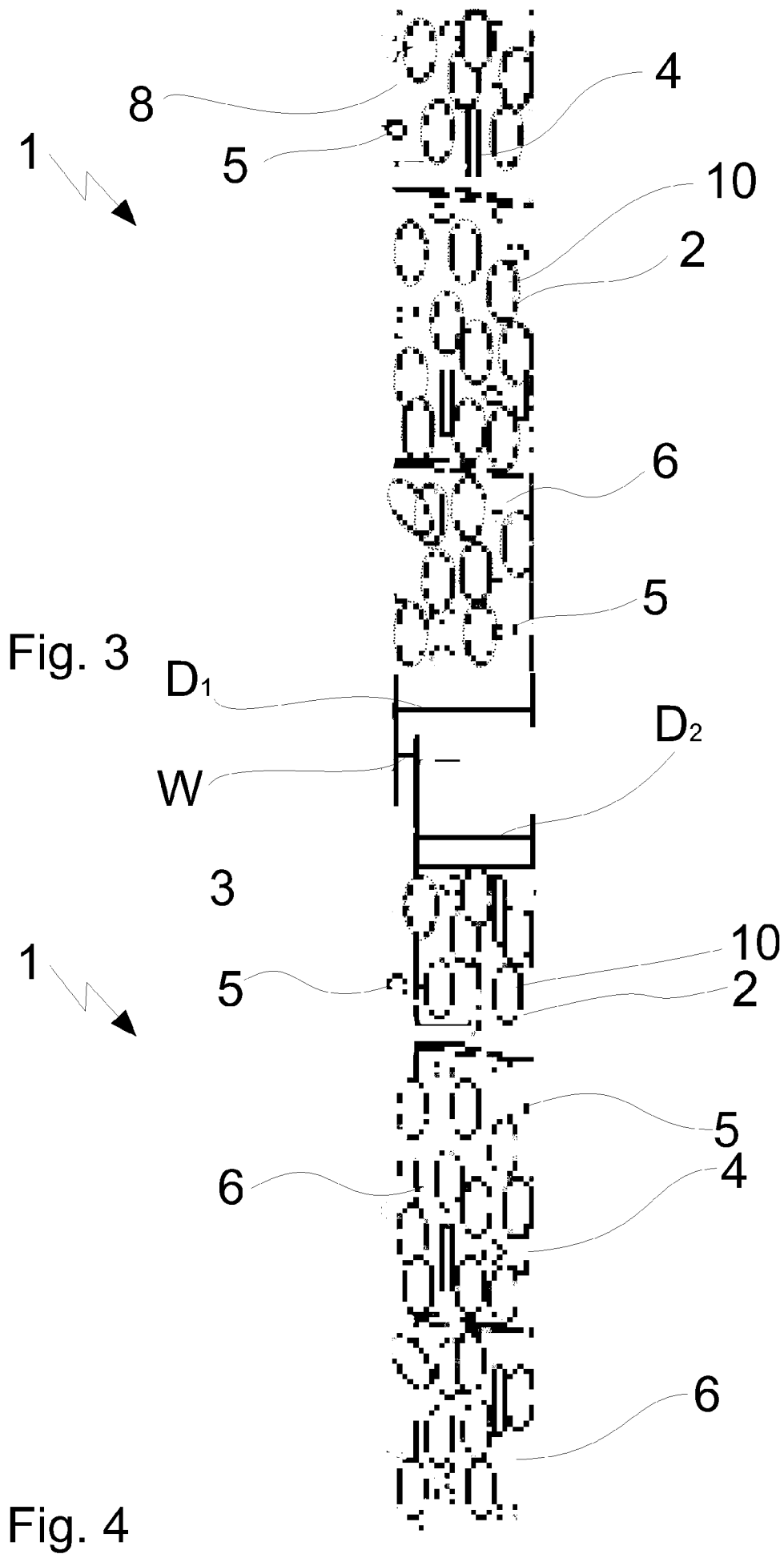


Fig. 2



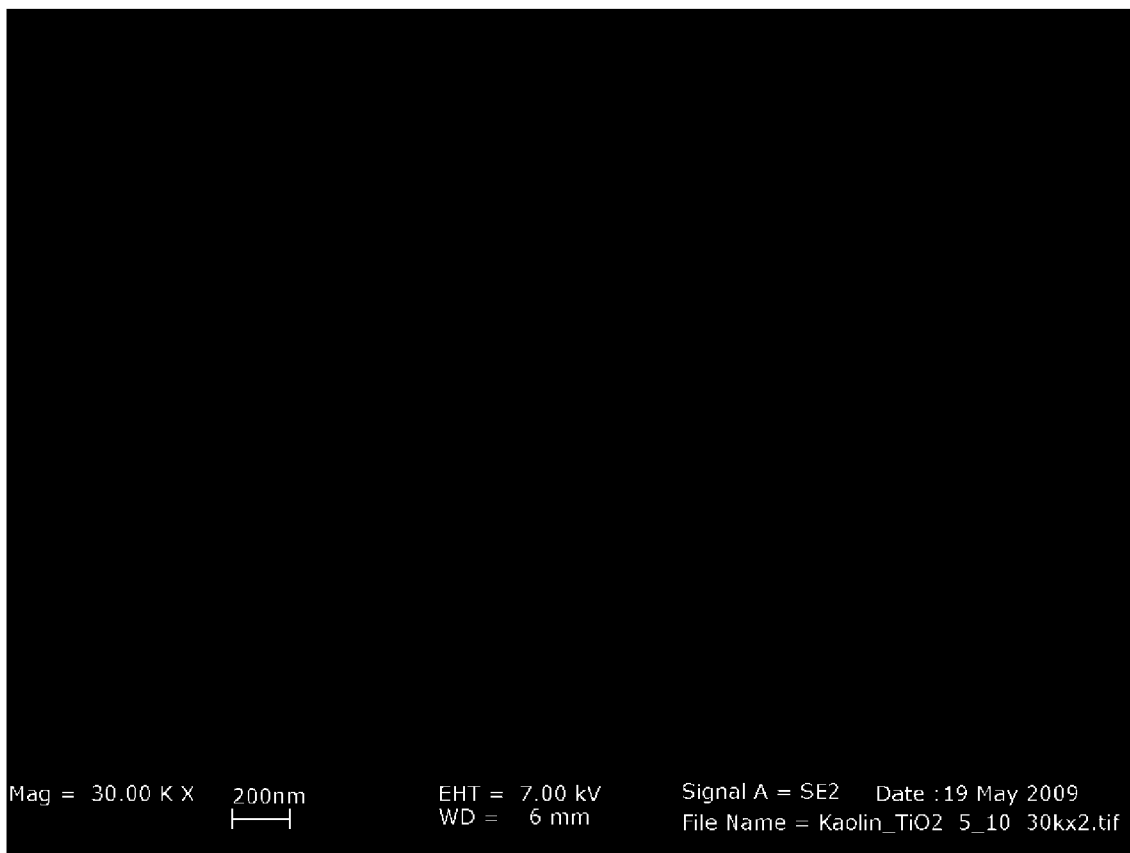


Fig. 5

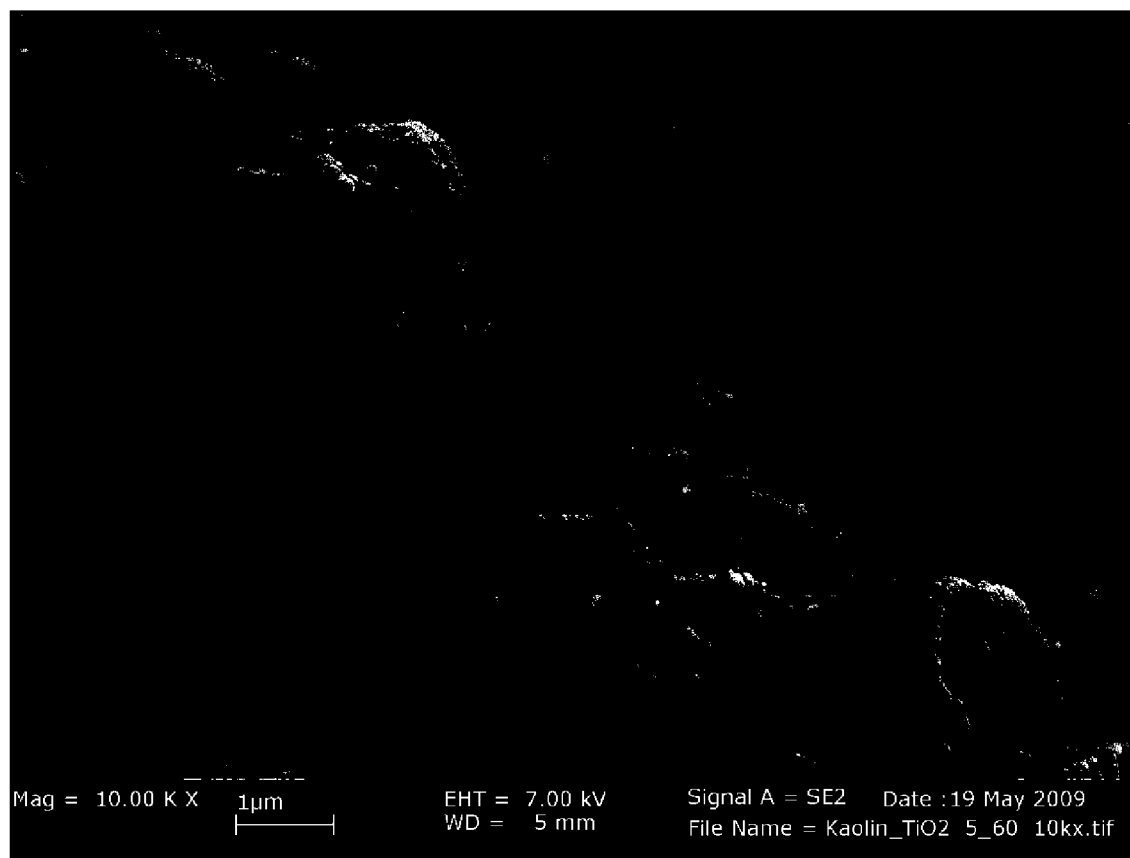


Fig. 6