Author/Autore
Günther Rupprechter - **TU WIEN**
Qaisar Maqbool - **UNIVPM**

A breakthrough in catalysis research to develop a self-cleaning wall paint when exposed to sunlight

Una grande innovazione nella ricerca sulla catalisi per una pittura murale autopulente quando esposta ai raggi solari

Typically, beautiful white wall paint does not stay beautiful and white forever. Often, various substances from the air accumulate on its surface. This can be a desired effect because it makes the air cleaner for a while – but over time, the colour changes and needs to be renewed.
A research team from TU Wien and the Università Politecnica delle Marche (Italy) has now succeeded in developing special titanium oxide nanoparticles that can be added to ordinary, commercially available wall paint to establish self-cleaning power: The nanoparticles are photocatalytically active, they can use sunlight not only to bind substances from the air, but also to decompose them afterwards. The wall makes the air cleaner and cleans itself at the same time. Waste was used as the raw material for the new wall paint: metal scrap, which would otherwise have to be discarded, and dried fallen leaves.

MODIFIED TITANIUM OXIDE IN THE WALL PAINT

A wide variety of pollutants occur in indoor air – from residues of cleaning agents and hygiene products to molecules that are produced during cooking or that are emitted by materials such as leather. In some cases, this can lead to health issues, which is then referred to as 'sick building syndrome'.
“For years, people have been trying to use customized wall paints to clean the air”, says Prof. Günther Rupprechter from the Institute of Materials Chemistry at TU Wien. “Titanium oxide nanoparticles are particularly interesting in this context. They can bind and break down a wide range of pollutants”.
However, simply adding ordinary titanium oxide nanoparticles to the paint will affect the durability of the paint: just as pollutants are degraded by the nanoparticles, they can also make the paint itself unstable and create cracks. In the worst case, volatile organic compounds can even be released,

Tipicamente, una bella pittura murale bianca non rimane tale e quale per sempre, e spesso, sulla sua superficie si accumulano varie sostanze dell’aria; questo potrebbe essere un effetto desiderato in quanto per un certo periodo l’aria si ripulisce, ma nel corso del tempo, la tinta subisce una trasformazione e deve essere riapplicata. Un team di ricercatori proveniente dalla TU Wien e dall’Università Politecnica delle Marche (Italia) è riuscito recentemente a mettere a punto delle nanoparticelle speciali di ossido di titanio che possono essere aggiunte nelle pitture ordinarie, disponibili in commercio per ottenere un effetto autopulente: le nanoparticelle sono fotocataliticamente attive, possono utilizzare i raggi solari non solo per legare le sostanze dell’aria, ma anche per decomporle in un secondo momento. Il muro ripulisce l’aria e si autopulisce nello stesso tempo.
I materiali di scarto utilizzati come materia prima per la nuova pittura murale sono gli sfridi metallici, che altrimenti dovrebbero essere smaltiti e le foglie secche che cadono dagli alberi.

OSSIDO DI TITANIO MODIFICATO NELLA PITTURA MURALE

Nell’aria degli ambienti interni è presente una varietà di inquinanti, a partire dai residui degli agenti detergenti e prodotti per l’igiene fino alle molecole prodotte durante la cottura di cibi oppure emesse da materiali quali il cuoio. In alcuni casi, tutto questo può causare problemi di salute, ad esempio causare la 'sindrome dell’edificio malato'.
“Da anni ormai le persone tentano di utilizzare pitture murali customizzate per pulire l’aria”, afferma il Prof. Günther Rupprechter dell’Institute of Materials Chemistry della TU Wien. “Le nanoparticelle di ossido di titanio sono particolarmente interessanti in questo contesto. Esse possono

which in turn can be harmful to health. After a certain time, the paint layer becomes gray and tinted, finally it has to be renewed.

SELF-CLEANING BY LIGHT

However, the nanoparticles can clean themselves if they are irradiated with UV light. Titanium oxide is a so-called photocatalyst – a material that enables chemical reactions when exposed to suitable light. The UV radiation creates free charge carriers in the particles, which induce decomposition of the trapped pollutants from air into small parts and their release. In this way, the pollutants are rendered harmless, but do not remain permanently attached to the wall paint. The wall colour remains stable in the long term. In practice, however, it would be tedious to repeatedly irradiate the wall with intense UV light in order to drive the self-cleaning process. "Our goal was therefore to modify these particles in such a way that the photocatalytic effect can also be induced by ordinary sunlight", explains Günther Rupprechter.
This is achieved by adding certain additional atoms to the titanium oxide nanoparticles, such as phosphorus, nitrogen, and carbon. As a result, the light frequencies that can be

legare e parcellizzare una vasta serie di inquinanti". Tuttavia, anche solo aggiungendo le nanoparticelle di ossido di titanio ordinarie nella pittura murale si produce un effetto sulla durabilità della pittura; infatti, non appena i contaminanti vengono deteriorati dalle nanoparticelle, essi possono rendere anche la pittura stessa instabile determinando screpolature. Nel peggiore dei casi, possono essere liberati i composti organici volatili, che a loro volta possono essere nocivi per la salute. Trascorso un certo periodo di tempo, lo strato di pittura diventa grigio e colorato e infine deve essere riapplicato.

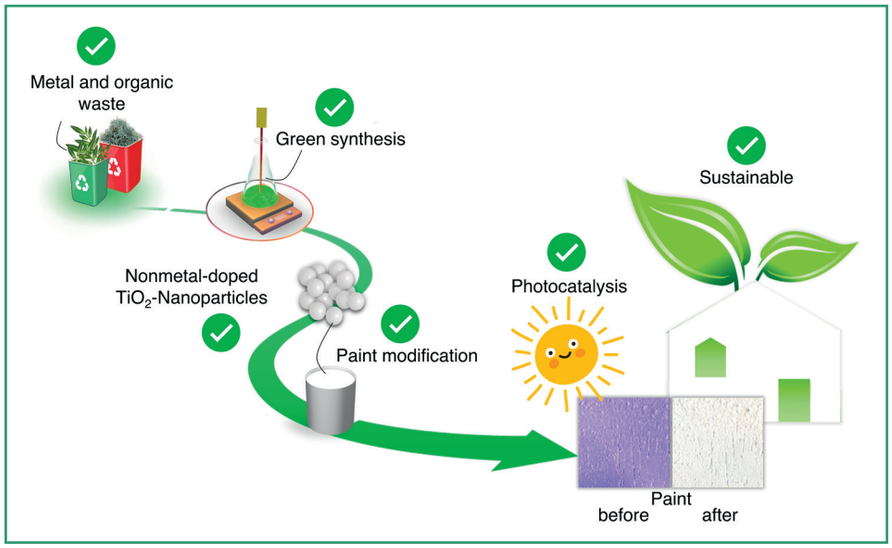
AUTOPULENTE GRAZIE ALLA LUCE

È anche vero che le nanoparticelle possono autopulirsi se vengono irradiate dai raggi UV. L'ossido di titanio è un cosiddetto fotocatalizzatore, un materiale che rende possibili le reazioni chimiche quando viene esposto alla luce idonea. L'irraggiamento UV crea dei veicoli neutri nelle particelle, che provocano la decomposizione degli inquinanti dell'aria intrappolati in minuscole parti e il loro rilascio. In questo modo, i contaminanti vengono resi innocui, ma non rimangono eternamente attaccati alla pittura murale. La tinta del muro rimane stabile a lungo termine. Nella pratica,

harvested by the particles change, and instead of just UV light, photocatalysis is then also triggered by ordinary visible light.

96% POLLUTANT REMOVAL

"We have now investigated this phenomenon in great detail using a variety of different surface and nanoparticle analysis methods", says Qaisar Maqbool, the first author of the study. "In this way, we were able to show exactly how these particles behave, before and after they were added to the wall paint".



The research team mixed the modified titanium oxide nanoparticles with ordinary, commercially available wall paint and rinsed a painted surface with a solution containing pollutants. Subsequently, 96% of the pollutants could be degraded by natural sunlight. The colour itself does not change – because the pollutants are not only bound, but also broken down with the help of sunlight.

WASTE AS A RAW MATERIAL

For the commercial success of such paints, it is also important to avoid expensive raw materials . Günther Rupprechter says: "In catalysis, for example, precious metals such as platinum or gold are used. In our case, however, elements that are readily available from everywhere are sufficient: To obtain phosphorus, nitrogen and carbon, we have used dried fallen leaves from olive trees, and the titanium for the titanium oxide nanoparticles was obtained from metal waste, which is normally simply thrown away".

This new type of wall paint combines several advantages at the same time: it removes pollutants from the air, it lasts longer than other paints – and it is even more resource-saving in production as it can be obtained from recycled materials. Further experiments are being carried out, and commercialisation of the wall paint is intended.

tuttavia, sarebbe eccessivo irraggiare ripetutamente il muro con intensi raggi di luce UV per attivare il processo autopulente. "Quindi il nostro obiettivo è stato quello di modificare queste particelle in modo tale da indurre l'effetto fotocatalitico anche con la luce del sole naturale", ha spiegato Günther Rupprechter.

Ciò è ottenibile aggiungendo certi atomi alle nanoparticelle di ossido di titanio come il fosforo, l'azoto e il carbonio. Di conseguenza, le frequenze della luce che possono essere raccolte dalle particelle mutevoli e al posto della luce UV soltanto, la luce visibile naturale può attivare la fotocatalisi.

RIMOZIONE DEI CONTAMINANTI AL 96%

"Abbiamo compiuto ricerche su questo fenomeno in modo molto dettagliato utilizzando una varietà di metodi di analisi di superfici e nanoparticelle", ha commentato Qaisar Maqbool, il primo autore dello studio. "In questo modo, abbiamo potuto mostrare esattamente il comportamento di queste particelle, prima e dopo essere state aggiunte alla pittura murale".

Il team di ricercatori ha miscelato le nanoparticelle di ossido di titanio modificate con una pittura murale ordinaria, disponibile in commercio, per poi sciacquare la superficie verniciata con una soluzione contenente contaminanti.

Il risultato è stato che il 96% dei contaminanti poteva essere degradato dalla luce del sole naturale. La tinta stessa non cambia perché i contaminanti non solo sono legati, ma sono anche parcellizzati con l'aiuto della luce del sole.

IL MATERIALE DI SCARTO COME MATERIA PRIMA

Ai fini del successo commerciale di queste pitture, è importante anche evitare materie prime costose. Afferma Günther Rupprechter: "Nella catalisi, ad esempio, vengono utilizzati metalli preziosi come il platino o l'oro. Nel nostro caso, tuttavia, sono sufficienti gli elementi che sono subito disponibili da qualsiasi fonte: per ottenere il fosforo, l'azoto e il carbonio, abbiamo utilizzato foglie secche cadute dagli alberi di ulivo e il titanio per le nanoparticelle di ossido di titanio è stato ricavato dagli scarti del metallo, che solitamente viene eliminato".

Questa nuova tipologia di pittura murale combina diversi vantaggi: rimuove i contaminanti dall'aria, dura di più di altre pitture, e consente un risparmio superiore di risorse nel processo di produzione perché può essere ottenuta dai materiali riciclati. Sono in corso ulteriori esperimenti ed è prevista la commercializzazione della pittura murale.