

Nanopartikel für jedermann

Für viele Schweizer Firmen ist Nanotechnologie noch Zukunftsmusik und viel zu weit vom eigenen Geschäftsfeld entfernt, um direkten Nutzen generieren zu können. Eine rasch anpassbare Technologie der ETH Zürich könnte dies ändern. Sie eröffnet massives Verbesserungspotenzial auch in traditionellen Industriezweigen, was insbesondere für KMU interessant ist.

Der Mangel an natürlichen Ressourcen – von Wasser abgesehen – führte in der Schweiz zur Entwicklung äusserst innovativer Industriezweige. Diese beschenken uns neben weltweit hohem Ansehen auch die heutige Lebensqualität. Durch die Öffnung der Märkte geraten nun aber auch zunehmend gestandene Schweizer KMU unter Druck. Die Innovation in gewissen Gebieten stagniert und die weitere Entwicklung ist ungewiss. In einem zukunftssträchtigen Gebiet nimmt die Schweiz jedoch mehr als je eine Vorreiterrolle ein: in der Nanotechnologie. Durch die Entwicklung diverser hochauflösender Mikroskopieverfahren unter massgeblicher Beteiligung von Schweizer Forschungsinstituten geriet die Schweiz ins internationale

Scheinwerferlicht. Doch wie so häufig beschränkte sich dieser Erfolg vor allem aufs Forschungsumfeld; der Nutzen für die breite Schweizer Industrie blieb weitgehend aus. Nicht selten ist der Grundtenor kritisch, die neue Technologie wird als unsicher und realitätsfern eingestuft. Teilweise sind die Bedenken berechtigt, doch angesichts des enormen Potenzials und ihrer Innovationskraft verdient die Nanotechnologie grössere Aufmerksamkeit.

Innovationen von A bis Z

Die von ETH-Forschern entwickelte Flammensynthese könnte nun endlich die Brücke zwischen Forschung und Industrie auf breiter Basis schlagen. Lange hatten Forscher weltweit nach einer Techno-

logie gesucht, um eine breite Palette an Nanopartikeln auch im Grossmassstab herzustellen – bisher jedoch weitgehend erfolglos. Die neue Technologie kann eigentlich nur eines, dafür kann sie dies besonders gut: anorganische Nanopartikel in Form von Oxiden, Salzen und sogar Metallen produzieren. Sie verspricht, Innovation nicht nur in den Hightech-Markt zu bringen – erstmalig könnten auch Unternehmen mit kleinerem Marktvolumen davon profitieren.

Nano heute

Aber was sind anorganische Nanopartikel eigentlich? Ein Grossteil der Bevölkerung weiss vermutlich gar nicht, dass solche schon seit Jahrzehnten für Konsumgüter verwendet wer-

den. Moderne Autopneus wären ohne anorganische Nanopartikel gar nicht möglich: Der in Pneus eingearbeitete Industrieruss (bis zu 50 Gewichtsprozent!) wird durch kontrollierte, unvollständige Verbrennung eines Russ-Öls hergestellt und verleiht dem Pneu neben der dunklen Farbe auch Stabilität und Abriebfestigkeit. Sehr feines Titandioxid wird wegen seines einzigartigen Streuvermögens im Multitonnen-Massstab für die Farbindustrie verwendet und lässt Wände schön weiss erscheinen. Wegen der hervorragenden optischen Eigenschaften ist Titanoxid-Nanopulver auch als UV-Schutz in Sonnencremen sehr verbreitet. Siliziumdioxid-Nanopartikel hingegen werden schon seit geraumer Zeit als Flussmittel eingesetzt. Es kommt in der Pharmaproduktion oder im Lebensmittelbereich zur Anwendung und ist sogar in Zahnpasten enthalten. Wie der Industrieruss werden auch Silizium- und Titanoxid grosstechnisch durch Verbrennungsverfahren hergestellt.

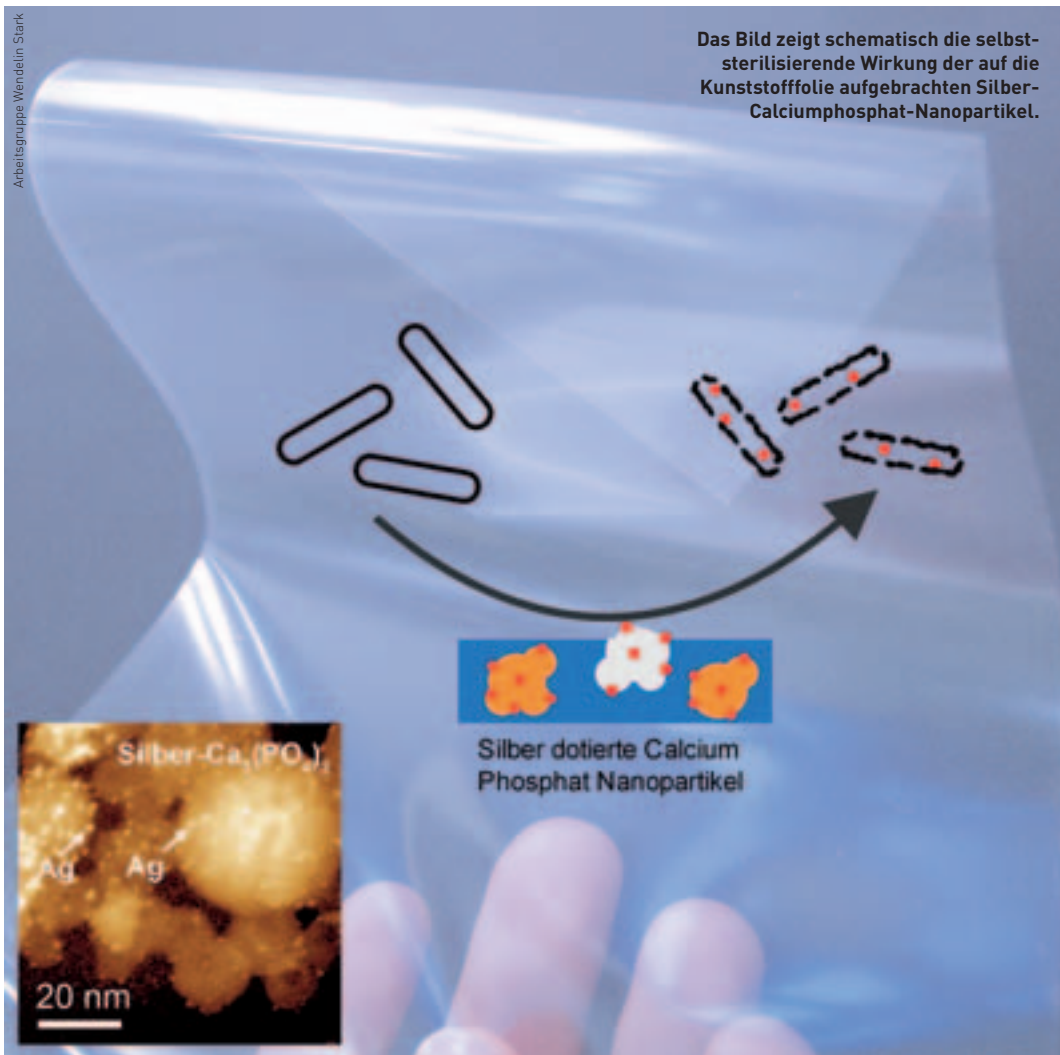
Einfach, vielfältig und präzise

Weshalb werden bis anhin denn nicht mehr von diesen anorganischen Nanopartikeln verwendet, wenn sie doch so hervorragende Eigenschaften haben? Der Grund ist nahe liegend. Die bisherigen Technologien stiessen bei der Verfügbarkeit der Elemente schnell an ihre Grenzen. Genau dieser Schwachpunkt wurde nun mit der Entwicklung der neuen Technologie gelöst. Das entscheidende Engineering zur modernen Flammensynthese erfolgte in den letzten Jahren in den ETH-Forschungsgruppen von Prof. Sotiris Pratsinis (Verfahrenstechnik) und Prof. Wendelin Stark (Chemie-Ingenieurwesen). Die Technologie beruht vom Prinzip her auf den altbekannten Verfahren und ist – einfach gesagt – eine Kombination der Prozesse zur Herstellung von Industrieruss und Titan- oder Siliziumoxid. Anstelle einer unvollständigen Verbrennung wie bei der Produktion von Industrieruss, strebt man eine möglichst

Durch die Flammensynthese sind Nanopartikel verschiedenster Zusammensetzungen schnell und präzise herstellbar.



nanograde GmbH



vollständige Verbrennung an, um die Bildung von Russ zu verhindern. Bevor man das Öl verbrennt, belädt man es mit den gewünschten chemischen Elementen. Die Schwierigkeit für die ETH-Forscher lag darin, ein geeignetes Öl zu finden, das brennbar ist, möglichst viele

Elemente zu lösen vermag und trotzdem stabil bleibt. Zugleich durfte es natürlich nicht teuer sein. Die Verwendung von leicht verzweigten Carbonsäuren vereinigt äusserst elegant all diese Vorgaben. Sind die gewünschten Elemente erst einmal in der Carbonsäure gelöst, bilden sie den so genannten Precursor und werden kontrolliert in eine brennende Gasflamme gesprüht. Dabei verbrennt die Carbonsäure vollkommen, die zuvor gelösten Elemente oxidieren im Normalfall und formen ultrafeine Partikel. Die sofortige Abkühlung auf Raumtemperatur gleich nach der Verbrennung verhindert, dass die Nanopartikel über eine bestimmte Grösse wachsen. Werden nun geeignete Gegenionen (Chloride, Sulfate, Phosphate etc.) in den Precursor gemischt, produziert man anstelle von Oxiden die entsprechenden Salze. Unter bestimmten Verbrennungsbedingungen

lassen sich mit diesem Prozess sogar metallische Nanopartikel wie Kupfer, Kobalt oder Bismuth herstellen. Was jetzt so einfach klingt, hat viel Denkarbeit, Chemie- und Ingenieurkunst erfordert. Aufgrund ihres riesigen Potenzials wurde diese Technologie gleich mehrfach von der ETH patentiert.

Selbst-sterilisierende Oberflächen

Was nun alles mit dieser riesigen Palette an verfügbaren Nanopartikeln geschehen kann, wird die Zeit zeigen. Ein anschauliches Beispiel ist die kürzliche Entwicklung einer Folie aus Nanopartikeln durch ein Luzerner KMU. Die antiseptische und somit desinfizierende Wirkung von Silber ist seit langem bekannt. Bis anhin war es jedoch nicht möglich, das Edelmetall gezielt und dosiert einzusetzen. Mit der modernen Flammensynthese wurde es nun möglich, in einem

Produktionsschritt einen Silber-Calciumphosphat-Nanokomposit von ungefähr 50 nm Grösse herzustellen. Dabei gelang es, 1 bis 2 nm grosse Silberpartikel homogen auf dem mineralischen Trägerpartikel zu verteilen. Dieser Mineralstoff wird von Mikroorganismen für ihren Stoffwechsel benötigt und daher äusserst gerne aufgenommen. Im Innern des Mikroorganismus zersetzt sich das Trägermaterial. Dadurch werden tausende dieser kleinen Silber-Nanopartikel freigesetzt, was eine Verbreitung der Mikroorganismen verunmöglicht. Mit diesen Nanopartikeln wurde eine Polymerfolie beschichtet und die antibakterielle Wirkung im Vergleich zu den besten verfügbaren Materialien getestet. Die Resultate zeigen, dass durch die Verwendung von Calciumphosphat anstelle von Siliziumdioxid-Nanopartikeln als Trägermaterial die antibakterielle Wirkung um einen Faktor von bis zu 1000 verstärkt werden konnte. Anwendung kann die entwickelte Folie beispielsweise in Spitälern finden, so zum Beispiel an Türklinken, Betten oder Sanitäreinrichtungen. Das Elegante an diesen Partikeln ist, dass sie nicht nur in Polymerfolien angewendet werden können, sondern beispielsweise auch in Farben oder Textilien. Die antibakterielle Folie scheint erst der Anfang von vielen Innovationen zu sein, die in den nächsten Jahren möglich sind. Dem Ideenreichtum – egal welcher Industrie – sind keine Grenzen gesetzt.

Samuel Halim, Nanograde GmbH
sam@nanograde.net

Info

Spin-off Nanograde

Seit Juli 2008 wird die Flammensynthese-Technologie im ETH-Spin-off Nanograde GmbH kommerzialisiert. Nanograde bietet dabei nicht nur die kundenspezifische Produktion von Nanopartikeln an, sondern schätzt auch Innovationspotenziale möglicher Anwendungen ab, erarbeitet Machbarkeitsstudien und treibt gegebenenfalls sogar die Entwicklung von Prototypen voran.
www.nanograde.net

zudem

Literaturhinweis

Loher S, Schneider OD, Maierfisch T, Bokorny S, Stark WJ. Micro-organism-Triggered Release of Silver Nanoparticles from Biodegradable Oxide Carriers Allows Preparation of Self-Sterilizing Polymer Surfaces. *Small*. 2008; 4 (6), 824-832. doi: 10.1002/smlt.200800047