

## Bulletin Nanotechnik

Nanotechnik ist die Technologie kleinster Teilchen oder Strukturen. Zur Verdeutlichung, ein Nanometer ist ein 0,000000001 Meter, oder 0,0001 Mikrometer. Der Sinn der Nanotechnik besteht darin, durch diese unglaubliche Miniaturisierung bekannten Stoffen neue Eigenschaften zu geben.

Nanotechnologie kann man derzeit in **drei Hauptbereiche** aufteilen:

### 1. Nanotechnik in der Mikroelektronik

Hier wird schon mit großem Erfolg Nanotechnologie eingesetzt. Zum Beispiel die neuesten Prozessorgenerationen in Nanolayer-technik. Speicherchips und sogar HD-DVD oder BlueRay stoßen in die Bereiche der Nanometer vor. Viel weniger spektakulär, dafür aber nahezu allgegenwärtig, sind Leiterplattenbedruckungen, welche die Gefahr „kalter“ Lötstellen minimieren und vieles mehr.

### 2. Nanotechnik in der Verbundwerkstofftechnik

Neue Werkstoffe, welche die Eigenschaften von unterschiedlichsten Materialien paaren, z.B. die Härte von Glas mit der Elastizität von Stahl. Höchste Festigkeiten mit genau definierbarem Lastverhalten. Schon heute werden Kohlefaserverbundwerkstoffe mit Nanopartikeln für hochfeste Anwendungen eingesetzt. Und die Entwicklung ist erst am Anfang.

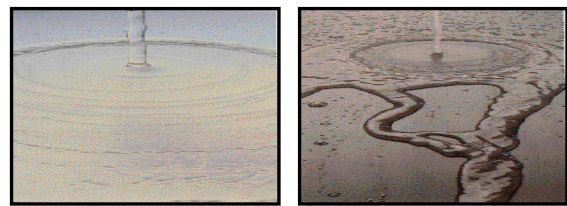
### 3. Nanotechnologie in der Oberflächentechnik

Neue Eigenschaften von Oberflächen, Lichtreflektion, Oberflächenhärte, Kratzfestigkeit, vereinfachte Reinigung bis hin zu antibakteriellen Eigenschaften werden durch Nanoteilchen und / oder Nanostrukturen erzeugt.

Wir wollen uns in diesem Bulletin mit der Behandlung von Oberflächen beschäftigen. Insbesondere geht es um Systeme, die ein leichteres Reinigen in längeren Reinigungsintervallen zulassen, sogenannte Easy-To-Clean Oberflächen.

Den oft genannten Lotuseffekt, also die selbstreinigende Oberfläche, gibt es heute noch nicht.

Die als Vorbild genommene Lotusblüte ist, wie das Blatt einer Kohlrabi oder die Haut eines Haies, ein lebender Organismus, der notwendige Fette, Wachse und Strukturen selbst produziert und damit den Selbstreinigungseffekt ermöglicht. Lebende Organismen haben einen Lebenszyklus, das Blatt wird im Herbst welk, die Haut des Haies wird laufend erneuert. Diese biologischen Eigenschaften sind derzeit nicht nachzuahmen.



Hydrophil (wasserfreundlich) und Hydrophob (wasserfeindlich)

Was hat es aber nun auf sich mit den „Nano“ Produkten, was können sie und wie unterscheiden sich die verschiedenen Ansatzpunkte. Da ist zunächst der Begriff selbst zu klären. Ab wann kann man von Nanotechnik reden? Ein Definitionsversuch wurde von der Norddeutschen Initiative Nanomaterialien (NINA) gemacht. Hier werden alle Technologien, die sich im Bereich von 1 bis 100 nm bewegen als Nanotechnik bezeichnet. Inwiefern dies bei Oberflächen haltbar ist sei dahingestellt, aber es ist zunächst einmal eine Möglichkeit die Nanotechnologie von anderen Technologien abzugrenzen.

In der Oberflächentechnik hat es sich herauskristallisiert, dass Funktionsschichten von etwa 4 bis 100 nm eine brauchbare Größe darstellen. Hierbei werden „dicke“ Schichten und „dünne“ Schichten unterschieden.

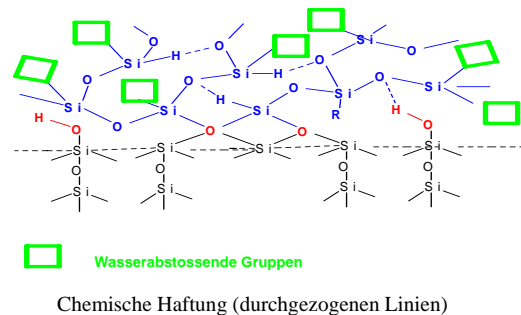
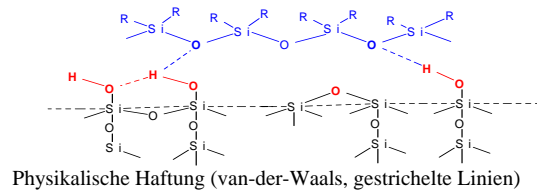
**Dicke Schichten** werden im Sol/Gel-Verfahren hergestellt. Hierbei wird eine Sole, die Nanopartikel enthält, durch Verdunstung des Lösungsmittels zu einem Gel umgewandelt, die Nanopartikel organisieren sich. Das organisierte Gel wird weiter getrocknet und bei derzeit relativ hohen Temperaturen zwischen 120 bis 140°C auf die Oberfläche „eingespritzt“. Dadurch werden Schichten mit einer „Dicke“ von etwa 40 bis 100 nm erzeugt, die zum einen eine Nanostruktur, also Berge und Täler, und zum anderen unterschiedliche Nanopartikel enthalten können. Die

Bekanntesten eingelagerten Partikel sind Silberoxid und Titandioxid. Der Sinn dieser Partikel ist es, der Schicht bestimmte Eigenschaften zu verleihen. Bei Silberoxid ist dies eine desinfizierende, bei Titandioxid zusätzlich eine glanzfördernde Wirkung. Die Problematik dabei ist, dass die desinfizierende Wirkung eine katalytische Reaktion ist, die nur bei vorhandener UV-Strahlung Wirkung zeigt. Also bei Badezimmern oder in Kühlschränken funktionieren diese Schichten nur eingeschränkt. Ein weiteres Problem hinsichtlich der Verschmutzung, bzw. Selbstreinigung ist die Tatsache, dass nur organische Materialien angegriffen und zerstört werden. Anorganische Verschmutzungen bleiben weitestgehend unangetastet. Der Saharastaub wird von diesen Schichten nicht beeindruckt und bleibt zunächst wo er ist, auf der Oberfläche. Dies versucht man nun mit Hilfe der Nanostrukturen zu umschiffen. Die Nanostruktur ist wesentlich feiner als ein Staubkorn oder gar Saharastaub. Dadurch ist die Kontaktfläche des Schmutzes verringert und dieser rollt mit den Regentropfen von der Oberfläche. Die Wassertropfen bilden sich durch die Oberflächenspannung des Wassers aus. Soweit die Theorie, in der Praxis sind Oberflächen durch eine Mischung von Schmutzarten bedeckt, Reste von Reinigungsmitteln reduzieren die Oberflächenspannung des Wassers. Fette überdecken die Nanostrukturen und verhindern den hydrophoben Effekt. Es scheint keine Sonne, dadurch reicht die UV-Strahlung nicht aus, um den fotokatalytischen Prozess der „Selbstreinigung“ einzuleiten.

Als Folge wird die Oberfläche unansehnlich und schmutzig, sie muss manuell gereinigt werden.

**Dünne Schichten** können hingegen auch nachträglich appliziert werden. Allerdings gibt es hierbei zwei grundsätzlich unterschiedliche Ansätze:

**Physikalisch haftende Produkte** Dies ist die „einfache“ Hydrophobierung der Oberfläche mit Ölen, Tensiden oder „aufgeriebenen“ Partikeln. Diese Produkte haben eine physikalische Haftverbindung mit Oberfläche aufgrund der „van-der-Waals-Kraft“. Dies ist eine elektromagnetische Kraft, die durch die Wechselwirkung von Elektronen der beteiligten Atome entsteht. Vergleichbar ist diese Kraft mit einem mechanischen Druckknopf, Zusammengedrückt hält er eine bestimmte Kraft aus, bevor die Verbindung wieder „aufgeht“.

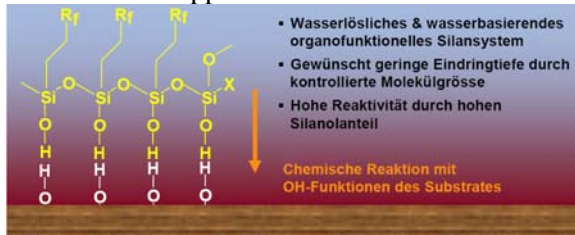


Gleichwohl kann diese „van-der-Waals-Kraft“ sehr groß sein, so groß, dass man damit Tonnen heben kann. Der hauptsächliche Nachteil ist dabei die geringe mechanische Belastbarkeit der Verbindung und dazu die recht langen Molekülketten, die von feinem Schmutz und Wasserdampf unterwandert werden können.

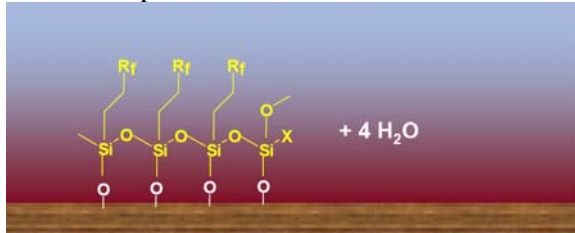
**Chemisch haftende Produkte** stellen die zweite Möglichkeit dar, dünne Schichten zu erzeugen. Hierzu werden spezielle chemische Verbindungen in aufwändigen Verfahren zunächst auf ihre hydrophobe Eigenschaft vorbereitet. Danach werden diese Moleküle in einem Lösemittel gelöst und entsprechend verpackt. Vor Ort werden diese Substanzen dann entweder als 2-Komponenten Produkte gemischt, oder als 1-Komponenten Produkt direkt mit einer Sprühpistole oder mit dem Pinsel auf die zuvor gereinigte Oberfläche aufgetragen. Eine chemische Reaktion (vgl. hierzu auch unsere Produktmerkblätter) stellt eine feste, unlösbare Verbindung mit der Oberfläche her. Durch die Ausrichtung der applizierten Verbindungen entsteht eine hydrophobe und nanostrukturierte Oberfläche. Benutzt man nun Grundverbindungen, die physikalisch und chemisch mit dem Substrat so identisch wie möglich sind, so werden nur die Oberflächeneigenschaften verändert und das behandelte Material verändert seine Struktur nicht. Die so veredelten Oberflächen sind dicht bepackt, da jedes Molekül einen Haftpunkt am Substrat hat. Da kein Film aufgebaut wurde, bleiben die behandelten Flächen atmungsaktiv, sind aber dicht genug um Wassertropfen auszubilden und damit den Abperleffekt mit der begrenzten „Selbstreinigung“ zu unterstützen.

## Die chemische Reaktion mit dem Substrat:

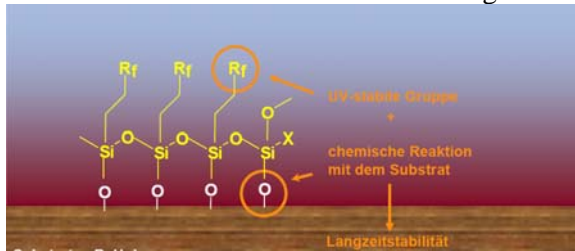
### 1. Die O-H Gruppen richten sich aus:



### 2. Wasser spaltet sich ab



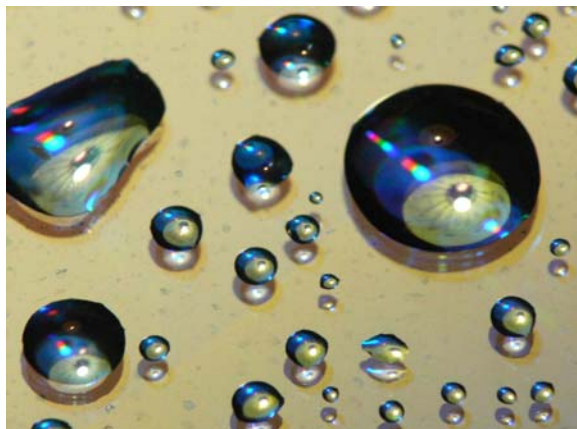
### 3. Es bleibt eine feste chemische Bindung



## Prüfungen der Schichten:

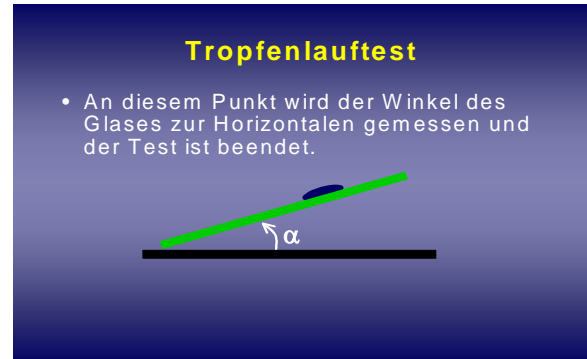
Die Schwierigkeit besteht darin, dass man Schichten dieser „Dicke“ nicht sichtbar machen kann. Optische Beobachtungen der Schicht versagen, weil z.B. ein REM eine leitfähige Schicht braucht, diese aber die Nanoschicht überdeckt. So bleibt nur die Effekte zu prüfen, dafür wurden drei anerkannte Testmethoden entwickelt:

- Der Kontaktwinkel**, hier wird die Tropfenbildung auf der Oberfläche untersucht. Je größer der Kontaktwinkel, desto hydrophober ist die Oberfläche.

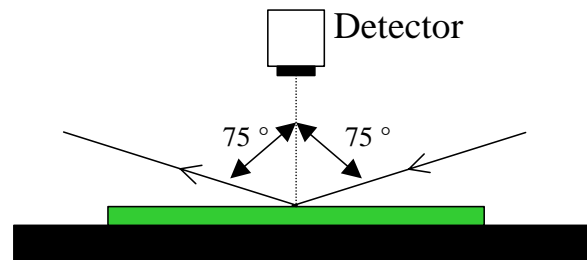


Je idealer die Kugelform, desto besser der Kontaktwinkel

- Der Tropfenablaufwinkel**, es wird ein definierter Tropfen auf die Oberfläche aufgebracht. Diese wird nun solange schräg gestellt, bis der Tropfen beginnt abzulaufen. Der Winkel wird festgehalten und mit einer unbeschichteten Probe verglichen.



- Die Glanzgradmessung** der Oberfläche als Schmutzindikator. Anhand eines Lichtstrahls, der im Winkel von 75° auf die Oberfläche auftrifft wird der Anteil des diffusen Lichtes (als Hinweis auf Verschmutzungen) gemessen.



Diese drei Prüfungen werden jeweils gegen Nullproben und nach Alterung der Schichten wiederholt. Mit Erfahrung kann man nun die Haltbarkeit und die Wirksamkeit der Schicht abschätzen.



Hydrophil und hydrophob

## **Zusammenfassung:**

Nanotechnik in der Oberflächentechnik wird in drei Verfahren eingesetzt:

### 1. Dem **Dickschichtverfahren** in der **Sol/Gel-Technologie**

#### **Vorteile:**

Applikation im Fertigungsprozess garantiert Einhaltung der Beschichtungsbedingungen. Durch die große Dicke, können auch Nanopartikel in die Schicht eingebunden werden. Unempfindlich gegen äußere Einflüsse.

#### **Nachteile:**

Nachträgliche Applikation ist nicht möglich. Nur temperaturbeständige Materialien sind zu beschichten. Nach Alterung der Oberfläche ist eine Reparatur der Schicht bisher nicht möglich.

### 2. Dem **Dünnschichtverfahren** unter Ausnutzung der **physikalischen Haftung** (van-der-Waals-Kraft)

#### **Vorteile:**

Einfache und schnelle Applikation. Vorreinigung muss nicht besonders gründlich erfolgen. Je nach Art des applizierten Produktes sind extrem gute Kontaktwinkel (Hydrophobie) zu erreichen.

#### **Nachteile:**

Geringe Haltbarkeit bei UV/Wasser-Einwirkung oder mechanischer Belastung. Hydrophobie lässt nach Bewitterung schnell nach. Je nach Produkt finden große Anteile Silikonöl Verwendung.

### 3. Dem **Dünnschichtverfahren** unter Ausnutzung der **chemischen Haftung**.

#### **Vorteile:**

Dauerhafte Behandlung wie beim Sol/Gel Verfahren. Nachträgliche Applikation möglich. Alle Materialien, zu denen eine chemische Haftung aufgebaut werden kann, können beschichtet werden.

Auffrischung verbrauchter hydrophober Elemente möglich.

#### **Nachteile:**

Sorgfältige Vorbehandlung der Oberflächen erforderlich.

Systembedingt ist die Hydrophobie zu Beginn schwächer ausgeprägt als bei den anderen Verfahren.

## **Unsere Produkte:**

### **Metax ETC 1K**

Nanomolekulares 1-Komponenten Produkt auf Basis modifizierter Silane mit oleo- /hydrophober Eigenschaft.

### **Metax ETC 2K**

Nanomolekulares 2-Komponenten Produkt auf Basis modifizierter Silane mit oleo- /hydrophober Eigenschaft.

### **Metax ETC Sol**

Nanomolekulares 1-Komponenten Produkt auf Basis modifizierter Silane mit oleo-/hydrophober Eigenschaft.

### **Crystal Guard Plus Aerosol**

Nanomolekulares Beschichtungsprodukt für dauerhaften Schutz vor UV-/ Wassereinwirkung.

### **Metasco AcePol F240**

Abrasiver Reiniger zu Vorbehandlung verwitterter Oberflächen.

### **Metasco UltimoPolish**

Abrasiver Reiniger zu Vorbehandlung verwitterter Oberflächen.

### **Metax FT**

flüssiger Reiniger / Silikonölenferner auf Tensidbasis

**METASCO**  
GmbH

Am Ozer 6 – 24955 Harrislee  
Fon 0461 774949 0 – Fax 0461 774949 29

[www.metasco.de](http://www.metasco.de)  
[www.shop.metasco.de](http://www.shop.metasco.de)

Die Angaben in dieser Broschüre sind aufgrund eingehender Versuche nach unserem besten Wissen zusammengestellt und berücksichtigen den heutigen Stand unserer langjährigen praktischen Erfahrung. Haftung und Gewährleistung können aus und im Zusammenhang mit dieser Produktinformation nicht gegen uns hergeleitet werden. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit unserer Genehmigung.