

# Lerneinheit

## [Nano im Alltag]

Namen der Autorinnen: [Samira Müller, Andrea Deissenberger]

Letzte Bearbeitung: [06.12.2021]

### Nano im Alltag

#### Erste Einführung

Wusstest du, dass Geckos winzige Härchen an ihren Füßen haben, mit denen sie sich an glatten und sehr glatten Oberflächen festhalten können? Sie benutzen diese besonderen Strukturen an ihren Zehen, um an Wänden und Fenstern hochzuklettern. Benutzen sie dafür einen speziellen Klebstoff? Wenn man genau hinsieht, sind diese Zehen völlig kleberfrei. Sie haften an der Wand aufgrund der nanogroßen Strukturen, die eine besondere Verbindung schaffen. Wissenschaftler auf der ganzen Welt versuchen, mehr über die Zehen der Geckos zu erfahren, um sie zum Beispiel für Roboter zu nutzen, die Häuser erklimmen und Menschen aus brennenden Gebäuden retten können. Das Verständnis dieses und anderer Beispiele aus der Natur hilft bei der Entwicklung neuer Materialien für unser Leben. Nano ist überall.

#### Praxisbezug - Hierfür benötigst du das Wissen und die Fähigkeiten

Hier erfährst du, dass die Natur die Nanotechnologie für erstaunliche Eigenschaften von Tieren und Pflanzen nutzt. Und dass wir als Menschen sehr begierig darauf sind, von ihnen zu lernen. Außerdem wirst du sehen, dass die Nanotechnologie in deinem Alltag auftauchen kann, auch wenn du dir dessen nicht bewusst bist. Vom Zähneputzen über das Reinigen des Waschbeckens bis hin zu dem, was du trägst. Nach dieser Einheit wirst du erstaunt sein, wie oft du an alltäglichen Gegenständen vorbeigehst und denkst: Das funktioniert dank der Nanotechnologie!

#### Überblick über die Lernziele und Kompetenzen

Im ersten Lernziel werden wir uns ansehen, was Nanotechnologen von Mutter Natur lernen können. In den folgenden Lernzielen wird die Nanotechnologie in den verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens beleuchtet. Von Anwendungen in Küche und Haushalt bis hin zu funktionellen Textilien und der Verwendung in Kosmetika - Nanomaterialien tauchen häufig in unserem Alltag auf.

Lernziele	Detailziele
LO_NanoimAlltag_01: Vorbilder in der Natur	FO_NanoimAlltag_01_01: Du erfährst mehr darüber, was an den Zehen der Geckos so besonders ist FO_NanoimAlltag_01_02: Du erfährst, wie ein Chamäleon seine Farbe wechseln kann FO_NanoimAlltag_01_03: Du lernst, wie eine Pflanze seine Blätter sauber hält
LO_NanoimAlltag_02: Nanotechnologie in der Küche und im Haushalt	FO_NanoimAlltag_02_01: Selbstreinigende Oberflächen FO_NanoimAlltag_02_02: Touchscreens FO_NanoimAlltag_02_03: Nanotechnologie in Lebensmitteln

	FO_NanoimAlltag_02_04: Leichtbaukonstruktionen
LO_NanoimAlltag_03: Nanotechnologie in Textilien	FO_NanoimAlltag_03_01: Nanosilber hat antimikrobielle Eigenschaften (Sportbekleidung/Masken/...) FO_NanoimAlltag_03_02: Nanotechnologie für den Regenschutz FO_NanoimAlltag_03_03: UV-Schutz in Kleidung
LO_NanoimAlltag_04: Nanotechnologie in der Kosmetik	FO_NanoimAlltag_04_01: Sonnenschutz mit Nanomaterialien FO_NanoimAlltag_04_02: Weißere und gesündere Zähne durch Nanotechnologie FO_NanoimAlltag_04_03: Schwarze Pigmente in Mascara und Eyeliner

## 1.LO\_NanoimAlltag\_01: Vorbilder in der Natur

In dem Actionfilm Mission: Impossible klettert der Geheimagent Ethan Hunt ein Glasgebäude mit Gecko Handschuhen hoch. Die Idee beruht auf dem Haftprinzip echter Geckos, welche ohne große Kraftanstrengung an Glaswänden oder kopfüber laufen können, ohne herunterzufallen.

Dafür nutzen sie die so genannten Van-der-Waals-Kräfte. Diese Kräfte bilden sich zwischen einzelnen Atomen und Molekülen aus. In den Atomen verschiebt sich die Ladung so, dass sie wie kleine Magnete wirken und sich gegenseitig anziehen.

Um diesen Effekt nutzen zu können, haben Geckos an den Füßen Millionen sogenannter Setae, haarähnliche Spitzen, von denen jede wiederum in einem Bündel feinsten Spitzen endet. Diese Oberfläche geht mit dem Untergrund, auf dem sich der Gecko bewegt, eine Verbindung ein, die auf Van-der-Waals-Kräften basiert.

### Erinnerung

#### Van-der-Waals Kräfte

Van-der-Waals Kräfte entstehen, wenn sich in Atomen die Ladungen spontan so verschieben, dass sie wie kleine Magnete wirken und sich gegenseitig anziehen.



Auch Chamäleons nutzen die Nanotechnologie. Innerhalb weniger Minuten können Chamäleons ihre Hautfarbe radikal verändern. Diese Fähigkeit kann vor allem zur Tarnung vor Feinden sehr nützlich sein. Hinter dem Farbspiel stecken Nanokristalle, welche sich in der Haut der Reptilien befinden. Sie besitzen zwei übereinanderliegende Schichten spezialisierter Hautzellen, sogenannter Iridophoren, welche Licht mithilfe von Nanokristallen reflektieren.

Die Nanokristalle sind in der oberen Hautschicht der Chamäleons, welche nur bei den Männchen vollständig ausgebildet ist, in Form eines Gitters angeordnet. Zudem sind sie kleiner als in der unteren



Hautschicht. Die Farbe des Chamäleons ist von dem Abstand zwischen den Kristallebenen abhängig und kann so variiert werden.

Die Nanokristalle liegen im entspannten Zustand eng beieinander, was zur Reflektion von kurzwelligem, blauem Licht führt. Durch die gelben Pigmente in der Haut der Tiere, erscheint das Chamäleon in entspanntem Zustand in der Mischfarbe grün.

Ist das Reptil gestresst, ändert sich die Struktur der Kristalle, sodass sie bis zu 30 Prozent weiter auseinander liegen, als im entspannten Zustand. Nun wird langwelliges, rotes Licht reflektiert und das Tier wechselt seine Farbe über Gelb zu Orange.

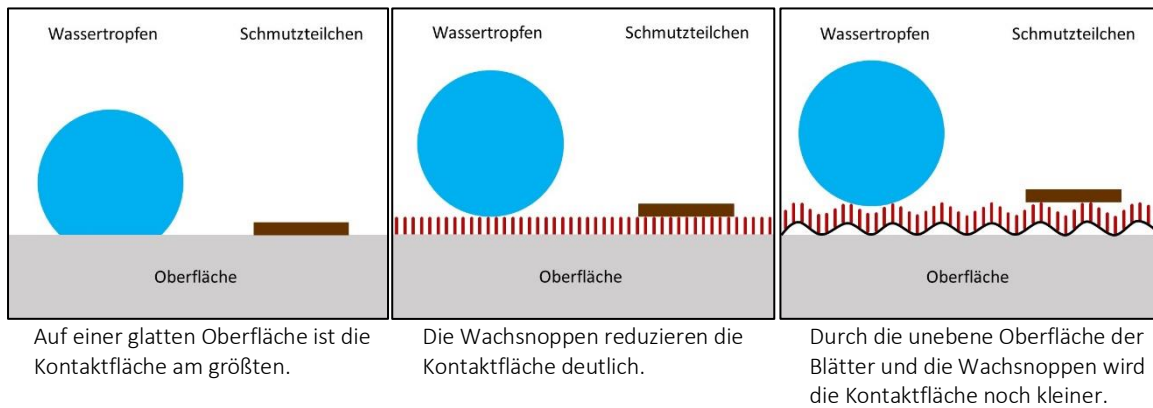
Die untere, deutlich dickere Iridophoren-Schicht der Chamäleons hat jedoch noch eine weitere Funktion. Durch die größeren und chaotisch angeordneten Zellen, wird vor allem Licht im Infrarotbereich reflektiert. Das hat zur Folge, dass sich die Reptilien nicht so schnell aufheizen und selbst in Gebieten mit starker Sonneneinstrahlung überleben können.

#### Exkurs

#### Reflexion und Transmission von Licht

Trifft Licht in Form verschiedener Wellenlängen auf einen Gegenstand, so wird ein Teil des Lichts in einem bestimmten Wellenlängenbereich von ihm absorbiert. Die restliche Strahlung wird reflektiert und der Gegenstand erscheint in der Farbe des reflektierten Lichts.

Auch in der Pflanzenwelt gibt es Phänomene, die auf Nanotechnologie beruhen. Die großen Blätter der Lotuspflanze sind berühmt dafür, dass Wasser ganz einfach von ihnen abperlt. Dabei werden Staub und Schmutz mitgerissen, so dass die Oberfläche rückstandslos gereinigt wird. Der sogenannte „Lotus-Effekt“ ist auch bei anderen Pflanzen und Tieren, wie Libellen und Schmetterlingen, in der Natur zu finden. Ihre Oberflächen sind mit feinen Noppen aus Wachskristallen bedeckt. Wenn sich Schmutzteilchen und Wasser auf dem Blatt befinden, liegen diese auf den Spitzen der Noppen auf. Da der Wassertropfen nur auf den Erhöhungen der Wachskristalle aufliegt, befindet sich der größte Teil der Tropfenoberfläche in der Luft. Die abstoßende Wirkung der Luft erhöht die Oberflächenspannung im Tropfen, wodurch er kugelförmig wird. Auf Grund der verringerten Fläche, die der Wassertropfen auf dem Pflanzenblatt berührt, rollt er ohne Probleme ab und nimmt Schmutzpartikel auf.



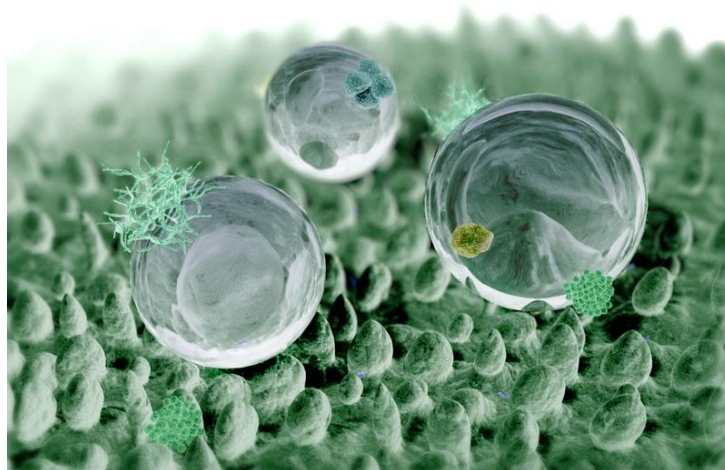
### Definition

### Oberflächenspannung

Die Oberflächenspannung ist die infolge von Molekularkräften auftretende Erscheinung bei Flüssigkeiten, ihre Oberfläche möglichst klein zu halten.

## 2.LO\_NanoimAlltag\_02: Nanotechnologie in der Küche und im Haushalt

Der zuvor behandelte Lotuseffekt dient nicht nur in der Tier- und Pflanzenwelt der Reinigung von Oberflächen. Auch zu Hause gibt es zahlreiche Anwendungen für sogenannte Nanobeschichtungen. Beschichtete Fenster reinigen sich bei Regen quasi von selbst, während herkömmliche Scheiben weiter verschmutzen. Neben Fensterscheiben werden auch häufig Holz und Möbel mit Produkten aus der Nanotechnologie versiegelt. Dadurch kann das Verschmelzen von Schmutz, Wasser, Öl und Fett auf der Oberfläche verhindert werden. Mithilfe der Nanotechnologie wurden inzwischen auch für Textilien spezielle Versiegelungen entwickelt, welche schmutz-, öl- und wasserabweisend wirken.



### Definition

### Hydrophobie

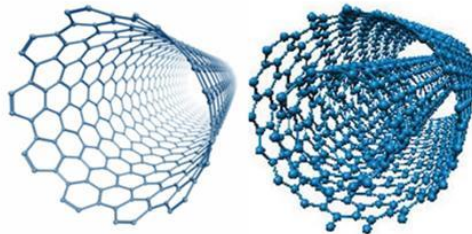
Der Begriff hydrophob stammt aus dem Altgriechischen und bedeutet wörtlich „wassermeidend“. Nach Definition beschreibt die Hydrophobie den Zusammenschluss unpolarer Moleküle oder Gruppen in einer wässrigen Umgebung, aufgrund der Tendenz von Wasser, unpolare Gruppen oder Moleküle auszuschließen. In Folge dessen lassen sie sich nicht mehr mit Wasser mischen und lassen es auf Oberflächen meist abperlen.

Auch in der alltäglich verwendeten Technik findet die Nanotechnologie Anwendung. Inzwischen ist die Einführung des Multi-Touchscreens mehr als 10 Jahre her und das Multitouchdisplay hat sich auch in der Industrie als Standard etabliert. Eine gute elektrische Leitfähigkeit bei gleichzeitig hoher optischer Transparenz ist dabei eine der Kernanforderungen an den Touchscreen. Die Transparenz wird durch die Verwendung eines transparent leitfähigen Films (transparent conductive film, TCF) ermöglicht. Zunächst wurde dafür fast ausschließlich ITO (Indium-Tin-Oxide bzw. Indiumzinnoxid) verwendet. Dieses konnte mittels Ätzverfahren oder Laserbestrahlung bearbeitet werden.

Die Weiterentwicklung der Technik brachte weitere Anforderungen mit sich. Um ihnen Stand zu halten wurden die IOT-Filme aufgrund ihrer geringen UV-Stabilität sowie fehlender mechanischen Flexibilität durch alternative Technologien ersetzt.

Hierzu gehören z.B. das Metal-Mesh (meist auf Kupfer-Basis), Silber-Nano-Drähte (AgNW), PEDOT (leitfähiges Polymer) oder Sensoren auf Basis von Kupferdrähten. Da auch diese Materialien unterschiedliche Schwachstellen besitzen, wurden transparent leitfähige Filme auf Basis von Carbon-Nanotube Hybriden entwickelt. Dieses Material ist ebenfalls hoch leitfähig und transparent, kann sehr leicht verarbeitet werden und ist damit sehr flexibel an die Bedienoberfläche anzupassen.

Carbon-Nanotubes sind einzelne aus Kohlenstoff aufgebaute Röhren. Sie haben einen Durchmesser von nur einem Nanometer, sind äußerst umweltstabil und verfügen über eine hohe Festigkeit. Je nach Design können die ein- oder mehrwandigen Röhren (Single Wall oder Multi Wall) halbleitend bis vollleitend sein.



**SW = Single wall**

**MW = Multi wall**

Werden beispielsweise Carbon-Nanotubes in Form einer siebdruckfähigen Paste mit einem Film aus Silber-Nano-Wires kombiniert, so entsteht daraus der gewünschte CNT-Hybrid-Film.

Die Kombination der beiden Materialien nutzt die Vorteile der einzelnen Komponenten wodurch das Hybrid-Material leitfähiger und transparenter als es die beiden Einzelwerkstoffe wird.

#### Important

#### Kohlenstoffnanoröhren

Kohlenstoffnanoröhren (CNT), sind molekulare Nanoröhren aus Kohlenstoff. Die Kohlenstoffatome nehmen hier eine wabenartige Struktur mit Sechsecken ein. Der Durchmesser der Röhren liegt meist im Bereich von 1 bis 50 nm, es wurden aber auch schon Röhren mit nur 0,4 nm Durchmesser hergestellt.

Nanotechnologie wird häufig mit Technik in Verbindung gebracht. Aber auch die Lebensmittelindustrie profitiert von den winzigen Helfern.

Ein Milchshake, dessen Geschmack sich die Schütteldauer beeinflussen lässt? Diese Vorstellung könnte bald schon Realität werden. Die sogenannten Nanokapseln, welche zwischen zehn und hundert Nanometer klein sind, bestehen meist aus Fettmolekülen. Sie können nach Belieben mit Vitaminen, Geschmacksstoffen oder Farbstoffen gefüllt und so präpariert werden, dass sie sich erst auflösen, wenn sie bestimmten Reizen, wie zum Beispiel mechanischer Krafteinwirkung ausgesetzt werden.

Vor allem für das sogenannte "Functional Food" sind die Nanocontainer interessant– also alle jene Lebensmittel, die schon heute künstlich mit Vitaminen und Nährstoffen angereichert werden. In Australien wurde beispielsweise ein mit Fischöl gebackenes Brot auf den Markt gebracht, dessen Cholesterin senkende Omega-3-Fettsäuren sich erst im Magen entfalten.

Eine andere Idee wäre Milchprodukte mit Kalzium anzureichern, da es für viele verschiedene Körperfunktionen benötigt wird. Allerdings führt die Erhöhung des Kalziums dazu, dass die Milch ab

einer bestimmten Menge klumpt. Auch hier könnten Nanocontainer helfen, indem das Kalzium in eine Kapsel aus Proteinen gepackt wird.

Nanopartikel in Lebensmitteln sind allerdings längst keine Neuheit mehr. Seit Jahren befinden sie sich in einigen Lebensmitteln, ohne dass es bemerkt wurde.

Titandioxid-Partikel sind weit verbreitet und werden hauptsächlich in Backmitteln eingesetzt, aber auch in Süßigkeiten, Kaugummis und Schokoladen. Durch den Zusatzstoff wird der Überzug der Lebensmittel glänzend und glatt. Siliciumdioxid wird typischerweise als Antiklump- und Rieselhilfe eingesetzt, vor allem in pulverigen Lebensmitteln aller Art wie Kaffeeweißer, Suppen- oder Gewürzpulvern. In Ketchup bewirkt Siliciumdioxid, dass er besser aus der Flasche fließen kann.



#### Erinnerung

#### Nanopartikel in Lebensmitteln

Partikel im Nanometerbereich können Eigenschaften von Lebensmittel verändern, um sie beispielsweise rieselfähiger oder flüssiger zu machen.

Nanopartikel bieten durch die Entwicklung sehr belastbarer, langlebiger und gleichzeitig extrem leichter Verbundstoffe interessante neue Möglichkeiten in Bereichen der Leichtbaukonstruktion.

Verbundwerkstoffe ergeben sich aus der Kombination verschiedenartiger Materialien. Dabei werden die positiven Eigenschaften der unterschiedlichen Komponenten miteinander kombiniert. Im Falle von CFK (Carbonfaserverstärkter Kunststoff) werden Kohlenstofffasern mit unterschiedlichen Harzen verbunden. Die Kohlenstofffasern bewirken, dass der Werkstoff eine hohe Steifigkeit und Festigkeit erlangt. Zudem sorgen die verstärkenden Fasern für eine hohe Schwingfestigkeit, geringe Wärmeausdehnung, sowie Dauertemperaturbeständigkeit und Korrosionsfreiheit. Der bedeutendste Vorteil liegt jedoch in dem ausgezeichneten Verhältnis von der Festigkeit zum Gewicht des Materials. Insbesondere Leichtbaukomponenten, welche großen Belastungen standhalten müssen, profitieren von dieser Eigenschaft enorm. Durch Carbonfasern ist es möglich das Gewicht von Strukturbauteilen in Fahrzeugen um bis zu 80 % zu reduzieren.

Gewichtsreduktion von Kraftfahrzeugen ist vor allem in Hinblick auf den Umwelt- und Klimaschutz von großer Bedeutung. Die Gewichtseinsparungen durch CFKs sorgen für einen deutlich geringeren Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge, was mit einem sinkenden CO<sub>2</sub>-Ausstoß einhergeht.

Zudem gewährleistet die Massenreduzierung, dass kleiner dimensionierte Bremsen und Motoren dennoch dieselbe Fahrleistung erbringen.

Neben dem geringen Gewicht verfügt der Funktionswerkstoff zudem über hervorragende mechanischen Eigenschaften. Durch gezielte Ausrichtung der Carbonfasern in Lastrichtung kann die Festigkeit enorm gesteigert und der Materialeinsatz reduziert werden.

Diese Hightech-Materialien sind nicht nur in Autos oder Flugzeugen zu finden, sondern auch in Freizeitgegenständen wie Fahrrädern oder Badmintonschlägern.

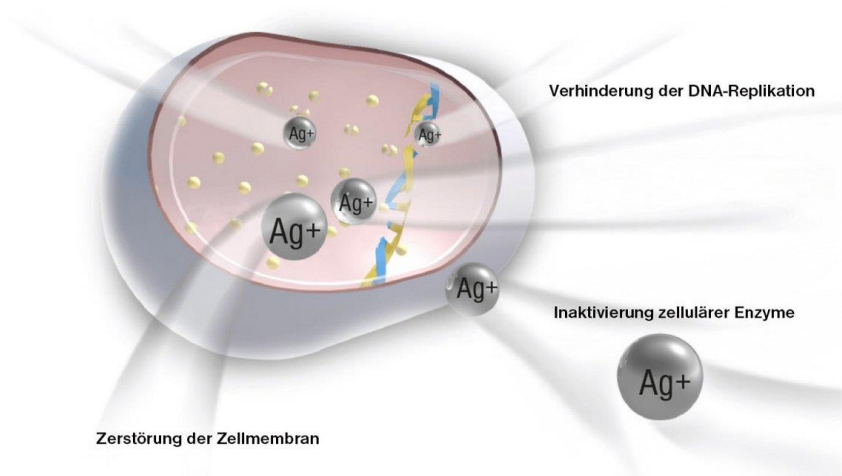
#### Wichtig

#### Carbonfasern

Aufgrund des hervorragenden Verhältnisses von Gewicht zu Festigkeit, werden Kohlenstofffasern häufig im Leichtbau eingesetzt. Dabei gelingt eine Gewichtsersparnis um bis zu 80 %.

### 3.LO\_ NanoimAlltag\_03: Nanotechnologie in Textilien

Silber in seiner Reinform ist ziemlich träge. Silberionen ( $\text{Ag}^+$ ) hingegen sind hochreaktiv und in der Lage lebenswichtige Prozesse in den Bakterienzellen unterbrechen, was sie letztendlich abtötet. Diese Eigenschaft findet unter anderem in der Textilindustrie Anwendung. Die Ionen lagern sich im Gegensatz zu herkömmlichen Antibiotika nicht nur an einem bestimmten Zellbereich an, sondern verhindern simultan verschiedene Zellaktivitäten. Durch diese Eigenschaft ist es möglich mit Nanosilber selbst antibiotikaresistente Bakterien zu bekämpfen. Neben Bakterien machen Silberionen auch anderer Mikroben wie Viren und Pilze unschädlich. Nanosilber wirkt also nicht nur antibakteriell, sondern antimikrobiell.



Zudem sind deutlich geringere Wirkstoffkonzentrationen notwendig als für (metall-)organische Biozide. Dies verhindert neben der Übertragung und Ausbreitung von krankheitserregenden Keimen auch die Entstehung von Schweißgeruch, denn Schweiß selbst ist eigentlich nahezu geruchlos. Der typische Geruch entsteht erst durch die Verstoffwechslung von Bestandteilen des Schweißes durch Bakterien, die natürlicherweise unsere Haut besiedeln. Durch nanosilberhaltige Kleidung wird die gesunde Bakterienflora der Haut jedoch nicht gestört.

Die Wirkung des Nanosilbers wird seit einiger Zeit auch erfolgreich in Textilien eingesetzt. Anwendungen für antimikrobiell ausgestattete Textilien sind beispielsweise Berufsbekleidung (Krankenhaus & Pflege, Lebensmittelverarbeitung), Sportbekleidung und Unterwäsche oder technische Textilien (Belüftungsanlagen, Filtration, Wischtücher).

Um die Nanosilberpartikel mit Fasern zu verbinden, gibt es unterschiedliche Verfahren. Nanosilber kann zum einen in ein Polymer eingemischt werden (Masterbatch), bevor es zu Fasern versponnen wird. Diese Methode wird z.B. bei Polyester- und Zelluloseacetatfasern verwendet, was in einer besonders festen Einbindung in der Faser resultiert. Die antibakterielle Wirkung hält dadurch besonders lange an. Alternativ kann Nanosilber als Oberflächenbeschichtung auf die Faseroberfläche aufgetragen werden. Die Stärke der Anbindung und damit die Wirkungsdauer können hier sehr unterschiedlich ausfallen. Schwach gebundene Partikel werden bereits nach wenigen Waschvorgängen abgelöst und gelangen in die Kläranlage.

#### Definition

#### Antimikrobiell

Antimikrobielle Substanzen (wie Nanosilber) sind chemische Stoffe, die die Infektiosität und Vermehrungsfähigkeit von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren oder Pilzen reduzieren oder sie abtöten.

Durch Nanobeschichtungen können Textilien zudem widerstandsfähiger gegenüber Umwelteinflüssen gemacht werden. Wasser- und schmutzabweisende Nanomaterialien sind dem Lotusblatt nachempfunden und häufig in Regenschützen zu finden. Sie verfügen über eine (im Mikro- und Nanometerbereich) raue sowie hydrophobe Oberfläche und enthalten Nanometer-dünne Beschichtungen aus Silanen oder Siloxanen. Temporäre Schichten können auch aufgesprayt werden, beispielsweise mit einem Imprägnierspray. Dies führt dazu, dass selbst nichtfunktionelle Materialien wasserabweisend und selbstreinigend werden.



#### Exkurs

### Silane und Siloxane

Silane und Siloxane sind aus Silicium beziehungsweise aus Silicium und Sauerstoff aufgebaute hydrophobe Moleküle, die wasserabweisend wirken.

Ultraviolettstrahlung in Form von UV-A- und UV-B-Strahlung ist Bestandteil des natürlichen Sonnenlichts. Neben der oftmals gewünschten Bräunung der Haut kann die Strahlung jedoch auch zu schmerzhaften Sonnenbränden bis hin zu Erbgutschäden führen. Da vor allem bei Outdoorsportlern, Menschen mit besonders heller Haut, Kleinkindern oder Menschen, die auf einer Baustelle arbeiten, der Schutz durch Sonnencreme oft nicht ausreicht, ist es wichtig zusätzlich durch geeignete Kleidung vor der schädlichen Strahlung geschützt zu werden.

Als Faustregel gilt: Je dichter die Textilien gewebt sind, desto höher ist die Schutzwirkung. Neben den bekannten Nanopartikeln Titandioxid und Zinkoxid kommen zudem auch Wolframverbindungen wie Wolframoxid als Alternative infrage. Denn Wolframverbindungen können nicht nur als Beschichtung genutzt werden, um Röntgenstrahlung oder gar Weltraumstrahlung abzuschirmen, sondern eignen sich auch zur Absorption von UV-Strahlung.

Verglichen mit Titandioxid gelten Wolframverbindungen für den Menschen als gesundheitlich unbedenklich.

Materialien für Markisen oder Sonnenschirme können durch Unterstützung von Nanopartikeln einen höheren UV-Schutz generieren. Fasern auf Basis synthetischer Polymere können durch den Einsatz von Nanobeschichtungen vor Abbaureaktionen geschützt werden, die sonst durch UV-Bestrahlung beschleunigt werden. So bleibt das Material länger stabil und funktionsfähig.

#### Definition

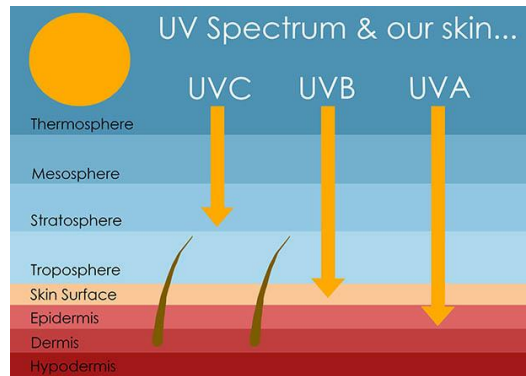
### UV-Licht

Sichtbares Licht liegt Wellenlängenbereich von 750 nm (Rot) bis 400 nm (Violett). Ultraviolette (UV) Strahlung, die den Wellenlängenbereich von 100 nm bis 400 nm umfasst, ist der energiereichste Teil des Sonnenlichts. Sie ist für den Menschen nicht sichtbar und auch mit anderen Sinnesorganen nicht wahrnehmbar.



## 4.LO\_NanoimAlltag\_04: Nanotechnologie in der Kosmetik

Die UV-Strahlung der Sonne setzt sich aus UV-A und UV-B Strahlen zusammen. UV-B-Strahlen sind deutlich stärker als UV-A Strahlen und verursachen Sonnenbrände. Dabei schädigen sie die äußerste Hautschicht und die DNA in diesen Zellen. UV-A-Strahlen sind schwächer, dringen dafür aber tiefer in die Haut ein und bewirken, dass die Haut schneller altert. Da beide Strahlenarten als krebserregend gelten, ist es wichtig die Haut bei hoher Lichteinstrahlung zu schützen.



In der Sonnencreme werden dafür unter anderem Nanopartikel als Filtersubstanzen eingesetzt. Davon gibt es zwei verschiedene Arten: chemische und mineralische oder auch physikalische UV-Filter.

Chemische Filter wandeln die UV-Strahlen auf der Haut in Wärme um, während mineralische Filter das Sonnenlicht auf der Haut reflektieren. In den mineralischen Sonnencremes wird oft Titandioxid- oder Zinkoxidpartikel im Nanometerbereich verwendet. Die Creme lässt sich durch den Zusatz leicht verteilen und bildet auf der Haut - im Gegensatz zu Cremes mit größeren Zinkoxidteilchen - keine zähe, weiße Schicht.

Da die Nanopartikel in direkten Kontakt mit der Haut treten, besteht jedoch ein gewisses Gesundheitsrisiko. In-vivo und In-vitro-Untersuchungen haben gezeigt, dass Zinkoxidnanopartikel in der Lunge akut toxisch und in menschlichen Nervenzellen zell- und gentoxisch wirken können.

Aus diesem Grund werden die Partikel hauchdünn mit Siliziumdioxid beschichtet, dem Hauptbestandteil von Sand. Die Schutzhülle verhindert, dass sich Zink-Ionen aus dem Oxid lösen, die in hohen Dosen giftig wirken. Werden sie beispielsweise eingeatmet, können sie Entzündungen in der Lunge verursachen. Die Nanohülle verringert die Gentoxizität der ungeschützten Zinkoxidpartikel um den Faktor drei.

### Wichtig

#### Filter in Sonnencremes

In Sonnencremes werden zwei verschiedene Arten von UV-Filtern verwendet. Chemische wandeln die Strahlung in Wärme um, mineralische hingegen reflektieren sie.

Nicht nur auf, sondern auch im Körper gibt es Möglichkeiten Nanopartikel einzusetzen. Ein Beispiel dafür sind Partikel in Zahnpasta.

Aus dem Zahnschmelz, welcher zu 95 % aus Hydroxylapatit (Calcium-Phosphat) besteht, werden stetig Mineralien herausgelöst und wieder eingelagert. Hierbei handelt es sich um die De- und Remineralisierung des Zahns. Wird die Umgebung des Zahns, beispielsweise durch saure Lebensmittel wie Obst, zu sauer, überwiegt der Mineralverlust und der Zahnschmelz löst sich teilweise auf.

Um dem Abbau des Schmelzes entgegen zu wirken, wird in manchen Zahnpasten nano-Hydroxylapatit hinzugefügt.

Das synthetische Hydroxylapatit ist dem natürlichen Zahnschmelz chemisch sehr ähnlich, weshalb es sich mit ihm verbindet, als sei es ein Teil davon. Zusammen mit Eiweißen aus dem Speichel bilden die Hydroxylapatit-Kristalle den Bio-Werkstoff. Es entsteht eine zwei bis drei Mikrometer feste Schicht auf

dem Zahn, welche kleine Schadstellen schließt und das darunterliegende Zahnmaterial vor weiteren Angriffen schützt.

Das aufgetragene Hydroxylapatit verhält sich genauso wie der natürliche Zahnschmelz und wird im Laufe der Zeit abgenutzt und heruntergeschluckt. Hydroxylapatit gilt als unbedenklich, für nano-Hydroxylapatit gibt es derzeit keine Hinweise auf Gefahren oder Risiken, zumal es nicht dauerhaft unlöslich ist.

<b>Definition</b>
-------------------

<b>De- und Remineralisation</b>
---------------------------------

Der Prozess der Demineralisation und Remineralisation findet mehrmals am Tag statt und beschreibt den Ab- und Wiederaufbau des Zahnschmelzes. Wenn der Abbau überwiegt kommt es zum Kalkverlust der Zähne und zur Rissbildung.
--

In der Kosmetikbranche garantieren Farbpartikel in Nanogröße bei Eyelinern oder Mascaras eine besonders lange Haltbarkeit. Die tiefschwarzen Pigmente im Augen-Make-up bestehen dabei in den meisten Fällen aus winzigen Kohlestoffpartikeln. Diese entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von Erdölprodukten, einschließlich katalytischem Wirbelschicht-Crackteer, Kohlenteer, Ethylen-Crackteer und einigen Pflanzenölen. In Kosmetika (insbesondere Augen-Make-up) wird der Kohlenstoff als reiner Farbstoff verwendet, was bedeutet, dass er nicht mit mehr anderen Substanzen vermischt werden muss. Normaler Ruß ist giftig, möglicherweise krebserregend und enthält zudem häufig Verunreinigungen wie Arsen, Blei, Quecksilber, Schwefel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, weshalb er in kosmetischen Anwendungen vermieden werden sollte.



Black 2 ist ein Beispiel für einen zertifizierten Ruß, welcher Grenzwerte für die Menge der vorhandenen Verunreinigungen erfüllen muss. Dadurch ist es möglich die tiefschwarzen Nanopigmente auch in der Kosmetikbranche einzusetzen.

<b>Exkurs</b>
---------------

<b>Pigmente</b>
-----------------

Pigmente sind farbige Verbindungen, die unlöslich sind. Da die Partikel in Wasser unlöslich sind liegen sie immer in Form einer Suspension vor. Dadurch unterscheiden sie sich von den Farbstoffen, die im Anwendungsmedium löslich sind.
---

# 1. Wissen sichern

## Zusammenfassung

Ob in der Natur, im eigenen zu Hause, in Textilien oder in der Kosmetik – überall gibt es spannende Effekte zu entdecken, die auf Nanotechnologie beruhen. Viele Anwendungen, wie zum Beispiel selbstreinigende Oberflächen, sind dabei von der Natur inspiriert.

Kohlenstoffnanoröhren finden unter anderem bei der Entwicklung von Touchscreens Anwendung und ermöglichen durch ihre einzigartigen Eigenschaften der Technik ganz neue Dimensionen. Aber auch in Lebensmitteln ist Nano teils nicht mehr weg zu denken. Siliciumdioxid Partikel bewirken in Ketchup, dass er besser aus der Flasche fließen kann.

Ein weiterer wichtiger Bereich ist der Leichtbau. Dort können durch Carbonfasern bis zu 80 % des Gewichts bei gleichbleibender Stabilität gespart werden, was beispielsweise in der Automobilindustrie zu einem deutlich geringeren Emissionsausstoß führt. Durch Nanotechnologie kann also auch die Umwelt geschützt werden.

In der Medizin dient die antimikrobielle Wirkung von Nanosilber zur Bekämpfung von Bakterien, Viren und Pilzen. Die Ag<sup>+</sup> Ionen lagern sich an die Mikroben an und verhindern so Zellaktivitäten.

Um seinen Körper zu schützen ist es wichtig sich bei hoher Sonneneinstrahlung vor den UV-Strahlen zu schützen. Mineralische Nanofilter in Sonnencreme haben die Fähigkeit einfallende Strahlung zu reflektieren und so die Haut zu schützen. Auch in Kosmetika wie Zahnpasta, oder Schminke leisten die kleinen Partikel große Arbeit.

Da sich viele Materialien im Nanometerbereich anders verhalten als im Alltag, sind der Vorstellungskraft, was durch Nanotechnologie noch erforscht und entwickelt werden kann, kaum Grenzen gesetzt.