



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

Arbeitsblatt für das Schülerlabor

EXPERIMENT D: SUPERHYDROPHOBE MATERIALIEN

Name der SchülerIn:.....

Datum:.....

Ziele:

- ✚ Das Konzept von hydrophoben und hydrophilen Materialien verstehen.
- ✚ Untersuchung von natürlichen superhydrophoben Oberflächen versus gewöhnlichen Oberflächen.
- ✚ Das Testen von neuartigen und hoch entwickelten Materialien, die entworfen wurden, um superhydrophobe Eigenschaften aufzuweisen; dazu ahmen diese neu entworfenen Materialien die Eigenschaften nanoskalierter natürlicher Materialien nach. Anschließend werden die Eigenschaften dieser neuartigen Materialien mit denen gewöhnlicher Materialien verglichen.

MATERIALIEN:

- Zum Testen verschiedener Oberflächen:
 - 1 Mikroskop-Objektträger aus Glas
 - 1 flaches Stück Kunststoff 10x10 cm (Man kann dazu ein Stück weiches Plastik ausschneiden, z. B. eine Klarsichthülle, oder eine CD benutzen)
 - 1 flaches Stück Aluminiumfolie 10x10 cm
 - 1 Stück Filterpapier
 - Stoffstücke zum Vergleichen (etwa 10x10 cm):
 - 3 Stück Wasser- und Schmutz abweisendes Material „Nano-Tex® Resist Spills fabric“
 - 3 Proben 100% Baumwolle
 - 2 Proben aus synthetischen Fasern hergestelltes textiles Material, z. B. Polyester oder Baumwolle/ Polymischung. Bei dem vorliegenden Testprotokoll haben wir textiles Material mit 70% Polyester und 30% Baumwolle verwendet)

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

- Verschiedene Flecken erzeugende Mittel zur Auswahl:

- * 1 Glas Wasser,
- * 1 Glas Fruchtsaft und/oder 1 Glas Cola
- * Balsamessig oder Wein (1 Glas)
- * Speiseöl (1 Glas)
- * Ketchup (1 Löffel)
- * Senf (1 Löffel)
- * Mayonnaise (1 Löffel)
- * organische Bodensubstanz (ein paar Handvoll)

- Verschiedene Pflanzenblätter (aus dem Schulgarten oder von Zuhause)

- * Ein gewöhnliches Pflanzenblatt, z. B. Efeu
- * Ein Lotusblatt oder Kapuzinerkresseblatt

Eine mit Wasser gefüllte Laborflasche

- Augentropfer (oder Pasteur-Pipetten), um die flüssigen Flecken erzeugenden Mittel zu applizieren -
- Plastikmesser oder Löffel, um die nichtflüssigen Flecken erzeugenden Mittel zu applizieren
- Ein Behälter mit Waschmittel und Wasser (Eventuell ein Behälter für die ganze Klasse)
- 1 Permanentmarker
- Mehrere Kunststofftassen zur Befüllung mit Wasser und Flecken erzeugenden Mitteln
- Mehrere Plastikteller, um die zu testenden Materialien hineinzufüllen
- Papierkleber und Scheren

Sicherheitshinweis: Bei diesem Experiment werden keine Chemikalien benutzt, sondern nur gewöhnliche Flüssigkeiten und Feststoffe. Trotzdem können Flecken entstehen, deshalb sollten die Hände und die benutzten Oberflächen nach Gebrauch sorgfältig gewaschen werden. Benutzt einen geeigneten Schutz für die Kleidung sowie Handschuhe und einen Augenschutz. Sammelt alle benutzten Flüssigkeiten und das Waschwasser in Glas- oder Plastikbehälter ein und entsorgt die gebrauchten Flüssigkeiten in einem Wasserbecken..Alle Experimente erfolgen auf eigenes Risiko. Aarhus University (iNANO) und die Gesamtheit des NANOYOU Konsortiums übernehmen keinerlei Haftung für erlittene Schäden oder als Folge der Durchführung dieser hier beschriebenen Experimente entstehende Verluste.



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

VORGEHENSWEISE

Ihr werdet nun eine Reihe von Materialien testen, angefangen von gewöhnlichen Materialien bis hin zu hoch entwickelten Materialien. Bevor Ihr diese Materialien mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten testet, tut diese in Plastikteller hinein, um das Wasser ordentlich entsorgen zu können. **Entsorgt das gesammelte Wasser nach und nach bei Vollendung der jeweiligen Zwischenstufen der einzelnen Tests.**

Teil 1. Das Verstehen von Oberflächeneigenschaften: von hydrophilen Eigenschaften zu superhydrophoben Eigenschaften

Eine wichtige Oberflächeneigenschaft eines festen Materials ist seine Benetzungseigenschaft, das heißt, wie Flüssigkeiten mit der Oberfläche interagieren. Je nach der Beschaffenheit einer Oberfläche können Wassertropfen

- verschiedene Formen annehmen,
- absorbiert oder abgestoßen werden,
- bei schrägen Oberflächen dazu tendieren, sich verschiedenartig zu bewegen oder zu gleiten.

Teil 1a: Die Form der Tropfen

Stellt die sechs zu testenden Oberflächen in Plastikteller: ein Objektträger aus Glas, ein Stück Plastik, ein rechteckiges Stück Aluminiumfolie und jeweils ein Blatt von verschiedenen Pflanzen. Tut ein paar Wassertropfen auf die Oberfläche jedes zu testenden Materials.

F1. Wie ist die Form der Tropfen auf den verschiedenen Oberflächen? Füllt die untere Tabelle aus, indem Ihr die **Form** der Tropfen hinein zeichnet:

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

Material	Form (Profil) der Tropfen
Aluminium	
Kunststoff	
Filterpapier	
Glas	
Gewöhnliches Blatt	
Kapuzinerkresseblatt/Lotus-Blatt	

F2. Beschreibt in euren eigenen Worten die Unterschiede in der Form der Tropfen.

.....
.....
.....

Welche Erklärung gibt es, eurer Meinung nach, für diese Unterschiede?

(Bezieht euch bei euren Antworten auf die Vorbereitungsphase dieser Lektion)

.....
.....

Teil 1b: Von „Wasserliebend“ zu „Wasserhassend“

Das Verhalten von Wasser auf einer Oberfläche hängt von dem Teil der Moleküle ab, die sich an der Kontaktfläche zur Oberfläche befinden; diese kann entweder hydrophil („wasserliebend“) oder hydrophob („wasserhassend“) sein. Denkt daran, was passiert, wenn Ihr Öl in Wasser tut – Das Öl wird dazu tendieren, zu agglomerieren und einen großen Tropfen zu formen und auf der Oberfläche des Wassers zu beharren. Dies ist so, weil Öl hydrophob ist und die zwei Flüssigkeiten versuchen, ihren Kontakt zu verringern.

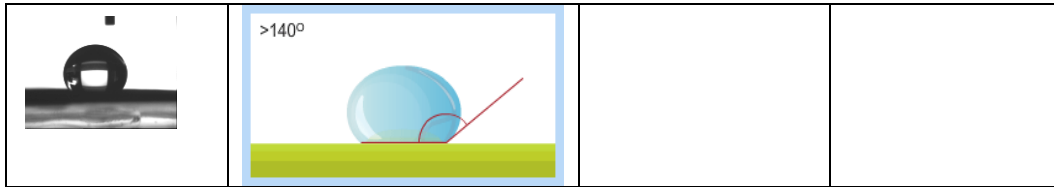
NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

Das Verhalten von Wasser auf der Oberfläche eines Materials weist verschiedene Aspekte auf, doch eines dieser Verhaltensweisen kann dazu dienen, das Benetzungsverhalten des Materials zu **quantifizieren**: Während man die Form des Tropfens auf der Oberfläche beobachtet, ist es möglich den Benetzungswinkel zu messen, also den Winkel bei welchem ein Tropfen Flüssigkeit mit der festen Oberfläche in Kontakt tritt. (Siehe die Darstellung in der unteren Tabelle). Um so mehr die Oberfläche das Wasser „hasst“, um so mehr wird der Wassertropfen ein rundes Kügelchen formen, um den Kontakt zur Oberfläche zu verringern. **Oberflächen können je nach ihrem Benetzungswinkel eingeordnet werden, wie es in der unteren Tabelle dargestellt wird: von Hydrophilen über durchschnittlich hydrophob bis hin zu superhydrophoben Oberflächen.**

F3. Tragt die fehlenden Daten in die folgende Tabelle ein, entsprechend dem Experiment des Teils 1.a und der oben angegebenen:

Form (Profil)	Wert des Benetzungswinkels	Oberflächentyp	Materialien
	$<30^\circ$ 		
	$30^\circ-90^\circ$ 		
	$90^\circ-140^\circ$ 		

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)



F4. Das Filterpapier hat sich anders als die anderen Materialien verhalten. – Wie genau?

.....

.....

F5. Wie kann man, eurer Meinung nach, entscheiden, ob das Filterpapier hydrophob oder hydrophil ist?

.....

.....

Wie wir sehen, können wir entscheiden, ob ein Material „wasserliebend“ oder „wasser-hassend“ ist, indem wir sowohl die Form des Tropfens wie die Saugfähigkeit des Materials beobachten (wie z. B. beim Filterpapier).

TEIL 1c: Das Gleiten des Tropfens

Wählt die beiden Oberflächen, welche die stärkste hydrophobe Eigenschaft aufweisen (Hinweis: Das Kapuzinerkresseblatt, bzw. das Lotusblatt, sollte eine dieser Oberflächen sein). Benutzt einen Löffel oder eine Pasteur-Pipette, um Wasser auf jede Oberfläche zu tun. Hebt eine Seite der Oberfläche etwas an und beobachtet, wie das Wasser über die Oberfläche gleitet oder rollt.

(Es sollte ein Behälter vorhanden sein, um das Wasser zu sammeln und Papiertücher sollten zur Hand sein).

F6. Wird die Oberfläche durch die Wassertropfen feucht (Bleibt z. B. Wasser auf der Oberfläche, nachdem Ihr aufgehört habt, die Oberfläche zu benetzen)? Was könnt Ihr beobachten? Gibt eine Antwort für jeden Typ Oberfläche, die Ihr getestet habt.

.....

.....



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

F7. Rollen oder gleiten die Wassertropfen über die Oberflächen?

.....
.....

Gibt etwas mehr Wasser auf jede der beiden Oberflächen und haltet diese waagrecht in euren Händen

F8. Könnt Ihr einen Tropfen unbeweglich auf der Oberfläche beider Materialien verbleiben lassen? Ist das einfach oder schwierig? Beschreibt, was Ihr dabei beobachten könnt.

.....
.....

Hydrophob vs. superhydrophob: Auf einer hydrophoben Oberfläche werden die Wassertropfen von der Oberfläche abgestoßen. Dies hat eine Auswirkung auf das Bewegungsverhalten des Wassers auf der Oberfläche. Auf einer superhydrophoben Oberfläche jedoch wird das Wasser so stark abgestoßen, dass es aussieht, als ob es keinerlei Interaktion zwischen den Tropfen und der Oberfläche mehr gibt. Der Tropfen rollt dann fast wie ein Kügelchen einfach frei auf der Oberfläche herum.

F9. Welche der beiden Oberflächen weist, anhand der bisherigen Beobachtungen und erhaltenen Informationen, die stärkste hydrophobe Eigenschaft auf? Gibt eine Erklärung. Ist diese Beobachtung vereinbar mit der Beschreibung der Form der Tropfen, wie Ihr sie beim Testen dieser Oberflächentypen gegeben habt (siehe F1)?

.....
.....

F10. Schreibt eure Schlussfolgerungen aus diesem Experiment auf: (Bezieht euch auf jeden einzelnen Teil des Experiments)

.....
.....

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

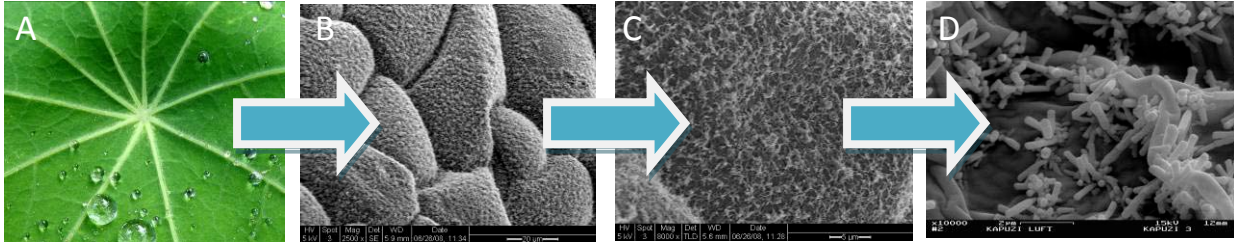
TEIL 2- Analyse eines funktionalen Nanomaterials.

Wie Ihr es in dem ersten Experiment sehen konntet, weisen die Lotusblätter die bemerkenswerte Eigenschaft auf, **das Wasser vollständig abzustoßen, sie sind superhydrophob**. Die Konsequenz ist, dass die Wassertropfen von der Oberfläche des Blatts rollen und dabei vorhandene Schmutzpartikel wegschwemmen. Dieser Effekt, den man als „**Selbstreinigung**“ bezeichnet, säubert das Lotusblatt und macht es schmutzresistent. **Den selben Effekt kann man bei anderen Blattarten feststellen**, wie z. B. bei der Kapuzinerkresse und einigen Rohrgewächsen.

Wie funktioniert das? Das ist Nano! Eine detaillierte Analyse von Blättern mittels der Rasterelektronenmikroskopie (REM), die den Lotus-Effect® veranschaulicht, hat das Vorhandensein von Wachs-Nanokristallen auf der Blattoberfläche offenbart. Diese Kristalle versorgen das Blatt mit einer wasserabweisenden Schicht; diese Eigenschaft wird durch die Rauheit der Oberfläche noch verstärkt: Wassertropfen auf solch einem Blatt sind hauptsächlich mit der Luft, die zwischen „Nano-Kissen“ unterhalb der Tropfen gefangen ist, in Kontakt. Stellen wir uns den Idealfall vor, wo ein einziger Tropfen Wasser in der Luft schwebt: Der Tropfen wird dann eine vollkommen sphärische Form annehmen. **Was einen Wassertropfen auf einer Oberfläche mit Nanostrukturen betrifft, so gelangen wir je eher zur „idealen“ sphärischen Situation, je mehr die Luft in der Oberflächenschicht unter dem Tropfen gefangen ist. Dadurch wird die Oberfläche zur superhydrophoben Oberfläche.**

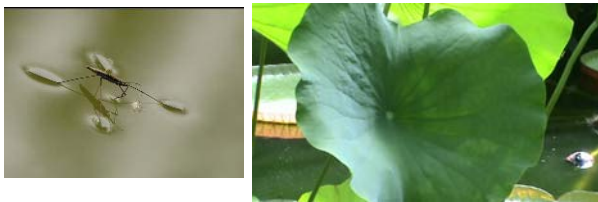
Im Fall des Lotusblatts hat der Tropfen einen Benetzungswinkel von etwa 150°, dies zwingt das Wasser kugelförmige Tropfen zu bilden und wegzurollen. Die unteren Bilder zeigen ein Blatt einer Kapuzinerkresse in einer allmählichen Vergrößerung. Im letzten Bild rechts sieht man **Nanokristalle in der Größe einiger Nanometer**.

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)



Bilder 1. Nahaufnahmen einer progressiven Vergrößerung eines Blatts einer Kapuzinerkresse, welche das Vorhandensein von Oberflächen-Nanokristallen belegt (das letzte Bild rechts). (Bildreferenz (A): A. Snyder, Exploratorium; (B, C): A. Marshall, Stanford University, (D): A. Otten and S. Herminghaus, Göttingen, Deutschland. Alle Bilder stammen von NISE Network, www.nisenet.org, Nachdruck gemäß der Nutzungsbestimmungen von NISE network.)

Von der Natur lernen: Der Lotusblatt-Effekt. Materialforscher haben lange Zeit verschiedene Chemikalien benutzt, um die Eigenschaften verschiedener Oberflächen zu verändern. Beispielsweise bei Küchenutensilien aus Metall, z. B. eine Pfanne. Der Metalloberfläche der Pfanne wird eine Teflon-Antihaftbeschichtung hinzugefügt, Oberflächenchemie kann jedoch nur eingesetzt werden, um hydrophobe Oberflächen herzustellen, jedoch keine superhydrophobe Oberflächen. Jedoch finden wir Superhydrophobizität als Oberflächeneigenschaft in der Natur, beispielsweise bei Lotusblättern und bei einigen Tieren wie der Wasserläufer (siehe Bild 2). Bei diesen natürlichen Materialien wie das Lotusblatt ist die Superhydrophobizität das Ergebnis des Zusammenspiels von Chemie (Wachskristalle an der Blattoberfläche) und von Nano-Topographie (Maße, Form, Abstand zwischen den Nanokristallen).



Abbildungen 2. Zwei Beispiele natürlicher Materialien mit Lotuseffekt : (links) ein Wasserläufer (Bild: Izabela Raszkova, Wiki commons, Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0); (rechts): ein Lotusblatt (Bildreferenz: iNANO, Aarhus University, Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0).



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

Der Lotusblatt-Effekt dient als Inspiration für zahlreiche innovative Materialien wie Lacke, Beschichtungen und Textilien. Einige Unternehmen wie Nano-Tex, Inc. sind dabei speziell entwickelte Textilien auf den Markt zu bringen, die mit superhydrophoben Eigenschaften ausgestattet sind. Diese werden durch das Vorhandensein von nanoskaligen „Barthaaren“ auf der Faseroberfläche der Textilien erzeugt.

In diesem Teil des Experiments werdet Ihr ein textiles Material analysieren, das in der Art konzipiert wurde, dass es den Lotusblatt-Effekt nachbildet.

Die Anwendungsmöglichkeiten dieses Verfahrens sind:

- **Umweltfreundliche Anstriche und Textilien**, die Schmutz abweisend sind und **weniger oft gesäubert werden müssen**. Dazu gehören Materialien wie Fassadenanstriche, Textilien (auch Kleidung) und Sanitärbeschichtungen. Bei all diesen Materialien ist der Vorteil, dass weniger Säuberung nötig ist (also weniger Reinigungsmittel und weniger Wasserverbrauch) und die Umwelt dadurch geschont wird.

- **Leistungssteigerung von Solarzellen (Energieanwendung)**. Eines der Probleme der Solartechnik ist, dass die Solarzellen im Freien befestigt sind und somit sehr schmutzig werden können. Eine solche Schmutzschicht überlagert dann die katalytische Schicht der Solarzellen und verringert damit ihre Effizienz und ihre Lebensdauer. Werden die Solarzellen mit einer hydrophoben Beschichtung ausgestattet, bleiben sie deutlich sauberer. Durch die Rauheit der Nanooberfläche ist die Beschichtung UV-lichtdurchlässig, was bei solchen Geräten unabdingbar ist. Die superhydrophobe Beschichtung ist außerdem sehr beständig, was die Lebensdauer der Solarzellen weiter erhöht.



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

2a: Interaktion mit Wasser

Tut ein Stück Nano-Tex® und ein Stück Stoff aus normaler Baumwolle in einen Plastikteller und gießt etwas Wasser darüber.

F11. Welches Material aus Teil 1a verhält sich wie der Nano-Tex® Stoff? Inwiefern? Welches Material verhält sich wie Baumwolle?

.....
.....

2b: Interaktion mit verschiedenen Flüssigkeiten

Um nun die Anwendungen des Nano-Tex® Stoffes testen zu können, vergleichen wir diesen mit gewöhnlicher Baumwolle und mit einer halb-synthetischen Faser. Dafür braucht Ihr **insgesamt** zwei Stoffstücke aus Baumwolle, zwei Stoffstücke aus halb-synthetischen Fasern und zwei Nano-Tex® Stoffstücke (jedes Stoffstück etwa 10x10 cm). **Führt die unten angegebenen Schritte durch.**

Schritt 1 - Der „Fleckeﬀekt“

Das Testen des Effekts von Flüssigkeiten (Cola, Essig, Öl, etc.) und dickflüssiger Substanzen (Mayonnaise, Senf, etc.).

Um dieses Experiment durchzuführen, müsst Ihr zwei Gläser mit den zu testenden Flüssigkeiten bzw. dickflüssigen Substanzen vorbereiten, so wie hier folgend angegeben:

- Wählt zwei Arten Flüssigkeiten aus (zur Auswahl stehen Saft, Cola, Essig, Wein und Öl).
- Wählt zwei Arten dickflüssige Substanzen aus (zur Auswahl stehen Ketchup, Senf und Mayonnaise).

Legt die drei verschiedenen Stoffstücke in eine Reihe: links die Baumwolle, in die Mitte das halb-synthetische Material und rechts den Nano-Tex® Stoff. Notiert jeweils auf einem kleinem Stück Papier die benutzten Textilarten und legt die drei Papiere unter jede der Textilproben (wie es das untere Bild zeigt).

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

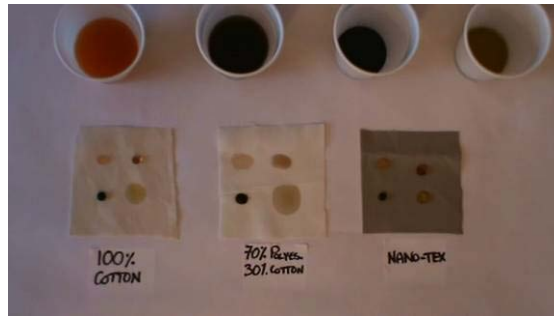


Legt fest, in welcher Anordnung Ihr die Flüssigkeiten und dickflüssigen Substanzen platzieren wollt und notiert euch diese Anordnung:

Flüssigkeit 1 _____	Flüssigkeit 2 _____
dickflüssige Substanz 1 _____	dickflüssige Substanz 2 _____

Tut mit Hilfe einer Pipette oder eines Augentropfers einen Tropfen von jeder Flüssigkeit auf die Textilproben. Benutzt einen Löffel oder einen Spachtel, um die dickflüssigen Substanzen auf die Textilproben aufzutragen. Kennzeichnet die einzelnen Textilproben mit einem Permanentmarker. Um die verschiedenen Textilien vergleichen zu können, müsst Ihr eine Zeitdauer für das Einwirken der Flüssigkeiten bzw. der dickflüssigen Substanzen, für dieses Experiment (z. B. 5 min.) festlegen. Notiert die Zeitdauer in die untere Tabelle.

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)



Nachdem die festgelegte Zeitdauer verstrichen ist, entfernt Ihr sorgfältig die Flüssigkeiten bzw. dickflüssigen Substanzen von den Textilproben, indem Ihr die Flecken mit einem Küchentuch abtupft. Benutzt einen feuchten Lappen, um die dickflüssigen Substanzen von den Textilproben zu beseitigen. Achtet darauf, die verschiedenen Flüssigkeiten und dickflüssigen Substanzen nicht zu vermischen.



Anmerkung:

Alle getesteten Materialien sollen für weitere Tests aufbewahrt werden

F12. Haltet eure Beobachtungen in der folgenden Tabelle fest.

In jeder Zelle der Tabelle sind die Werte zweier Parameter einzutragen. Jedes der Parameter kann in drei Stufen unterteilt werden:

Absorbiert: überhaupt nicht, ein bisschen, sehr

Fleckig: überhaupt nicht, ein bisschen, sehr

	Dauer der Einwirkung der Flüssigkeiten:Sekunden (eintragen)				
Material/ ausgewählte Flüssigkeit	1 Flüssigkeit 1 (zum Beispiel Saft)	2 Flüssigkeit 2	3 dick-flüssige Substanz 1 (zum Beispiel Senf)	4 dick-flüssige Substanz 2	Marker
Baumwolleprobe					
halbsynthetische Textilprobe					
Nano-Tex Probe					

F13. Gab es einen Unterschied zwischen den verschiedenen Textilproben? Macht dazu nähere Angaben.

.....

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

F14. Konnten alle Flecke von der **Nano-Tex**[®] Probe entfernt werden? Macht dazu nähere Angaben.

.....
.....

Stufe 2- Der „Schmutz-Effekt“

Für diese Stufe wird organische Bodensubstanz benutzt, um die Nano-Tex[®] Textilie mit der gewöhnlichen Baumwolle und dem halb-synthetischen Material zu vergleichen.

Nimmt drei saubere und trockene Tücher, jeweils ein Tuch für jede Probe, und fügt etwas von der organischen Bodensubstanz in die Mitte jeder Probe hinzu. Faltet die Textilproben und reibt diese zwischen den Händen; dann schlägt jede der Stoffproben wieder auf, entfernt die Bodensubstanz von jeder Probe und beobachtet, was das Ergebnis ist.



Anmerkung:

Alle getesteten Materialien sollen für weitere Tests aufbewahrt werden

F15. Sind alle Textilien in der selben Weise schmutzig geworden? Macht dazu nähere Angaben.

.....
.....

Jetzt versucht die Textilien mit euren Händen zu säubern.

F16. Konntet Ihr die Textilien säubern? Gibt es klare Unterschiede zwischen den einzelnen Textilien? Falls ja, schildert, welche Textilart am leichtesten zu säubern war.

.....
.....



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

F17. Gab es eine Textilie, die vollständig gesäubert werden konnte und anschließend wie neu aussah?

.....
.....

STUFE 3 - „Sauberkeitsstufe“

Testet, welche Textilien am besten zu säubern sind.

Jetzt versucht, die drei in Stufe 1 und 2 benutzten Textilproben mit kaltem Wasser und Seife zu säubern.

F18. Werden alle Textilien sauber? Falls nicht, welche werden sauber?

.....

F19. Welche Textilart konnte am leichtesten gesäubert werden?

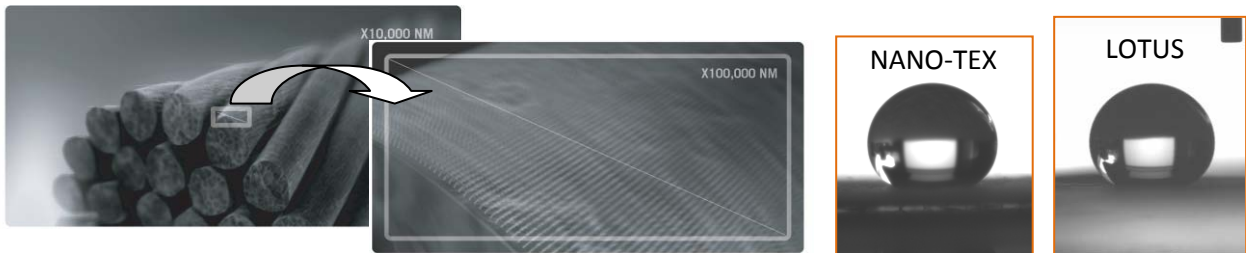
.....

F20. Gibt es eine (oder mehrere) Arten von Flecken, die von den Nano-Tex® Proben nicht entfernt werden konnten? Welche? Warum, meint Ihr, ist das so?

.....

Wie funktioniert das? Nano-Tex® Textilien wurden entwickelt, um den Lotusblatt-Effekt zu imitieren. Das geschieht durch eine Zahl winzig kleiner „Nadeln“ oder „Haarkristallen“ auf der Faseroberfläche. Deshalb besitzt der Stoff keine Oberflächenbeschichtung (die durch Wasser oder Schwitzen abgetragen werden könnte), sondern nanotechnisch veränderte Fasern. Das Ergebnis ist ein superhydrophobes Material, wie durch den gemessenen Benetzungswinkel veranschaulicht und in der **Abbildung 3** dargestellt.

NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)



* Zum Vergleich: ein Bild des Benetzungswinkels eines Lotusblattes.

Abbildung 3. Hochauflösende Bilder der Nano-Tex® Textilie (Bildreferenz: Nano-Tex, Inc., Copyright Nano-Tex, Inc). (Rechts): Bilder von Kontaktwinkeln von Wassertropfen auf Nano-Tex® Textilie und einem Lotusblatt (Bilder: iNANO; Aarhus University, Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0).

Die Nanostruktur der Oberfläche, welche die Wassertropfen abstößt, (sowohl wie die anderen Flüssigkeiten) verursacht dieses Phänomen der Selbstreinigung.

Wenn ein Wassertropfen über die Verschmutzung rollt, so entfernt der Tropfen die Schmutzpartikel von der Oberfläche des Blatts, im Gegensatz zu einem Tropfen, der über die Oberfläche gleitet und Partikel hinter sich zurücklässt (**Abbildung 4**).

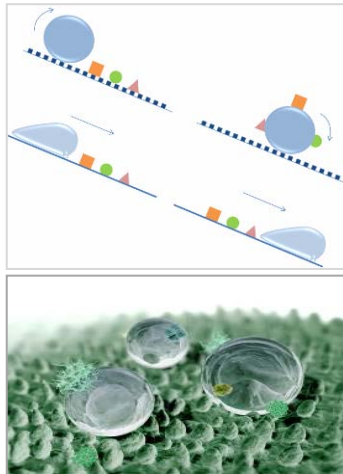


Abbildung 4. (oben) Graphische Darstellung der Verbindung zwischen rauer Oberfläche und Selbstreinigung: Im oberen Bild entfernt ein Wassertropfen dank des Lotusblatt-Effekt Schmutz von einer Oberfläche (unten): Graphische Darstellung von Schmutzpartikeln und Wassertropfen auf einem Lotusblatt (Bildreferenz: William Thielike, Wiki commons, Creative Commons ShareAlike 3.0)



NANOYOU LehrerInnen Training Kit zu Nanotechnologien- Experimentmodule (11-13 Jährige)

F21. Schreibt eure Schlussfolgerungen für Teil 2 dieses Experiments auf:

.....
.....
.....
.....

F22. Welche sind die möglichen Anwendungen von Nanomaterialien? Gibt eine Erklärung.
(Vergleicht eure Antworten und diskutiert sie gemeinsam mit der ganzen Klasse)

.....
.....
.....

Schaut euch gemeinsam mit eurer LehrerIn das Video *NANOYOU Video 4: Lotus Effect® - Teil 2* an

In diesem Video werdet Ihr eine nanotechnologisch bearbeitete Oberfläche sehen, die aus porösem Silizium besteht. Diese Oberfläche wurde in den Laboratorien der iNANO, Aarhus Universität, entwickelt und ahmt die Eigenschaften eines Lotusblatts nach.

Diskutiert mit eurer LehrerIn die möglichen Anwendungen dieser Technologie, von denen Ihr denkt, dass sie nützlich sein könnten.

.....

Quellennachweis:

Dieses Experiment ist teilweise angelehnt an folgende Anwendungsaktivität: Nano-Tex,
<http://mrsec.wisc.edu/Edetc/IPSE/educators/nanoTex.html>.

Danksagung:

Wir danken Nano-Tex, Inc. dafür, uns freundlicherweise ein Stück des Nano-Tex® Stoffes (fleckenresistent) sowie Bilder dieses Materials zur Verfügung zu stellen. Der Verfasser möchte Herrn Anton Ressine (iNANO, Aarhus University) dafür danken, die porösen Siliziumproben, die man auf dem Video dieses Experiment sehen kann, zur Verfügung gestellt zu haben.