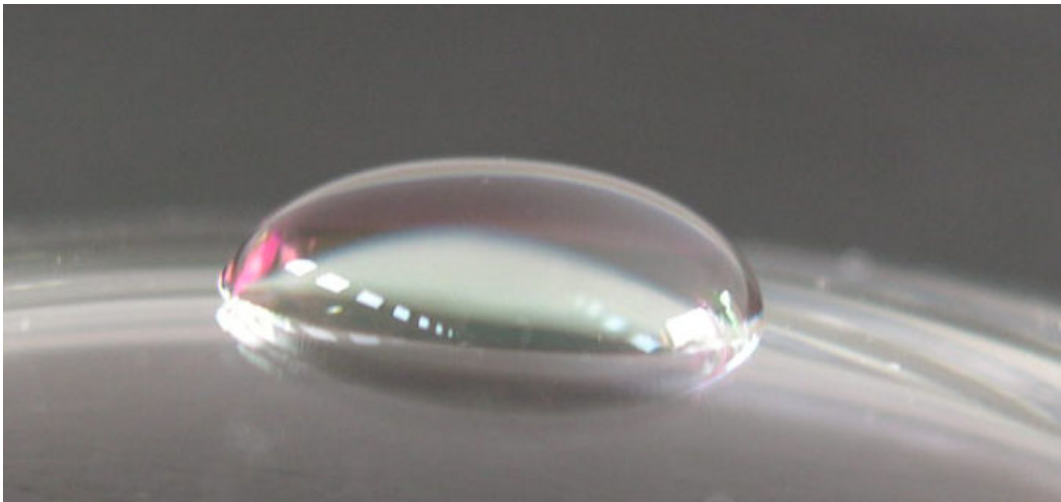


Nanocoating



Brillenglas mit Antihafbeschichtung auf Alkylsilanbasis. Wassertropfen perlen praktisch rückstandsfrei ab. Solche hydrophoben (wasserabweisenden) Beschichtungen werden auch in vielen anderen Bereichen angewendet (z.B. Keramikversiegelung, Textilimprägnierung).

Die Schicht ist nur wenige Nanometer dick und somit optisch nicht aktiv.

Die **ersten beiden Versuche** zeigen, wie man selber einfache hydrophobe Beschichtungen herstellen kann (allerdings einiges dicker als beim obigen Brillenglas). Der **dritte Versuch** zeigt eine Anwendungsmöglichkeit eines modernen Imprägnierungsmittels am Beispiel der Holzversiegelung.

Versuch1

Herstellung einer hydrophoben Oberfläche

Materialien:

Glasplatte evtl. Holzstück, ein kleines Stück Styroporverpackung, Essigsäureethylester (Nitroverdünner), Glasstab, destilliertes Wasser, Pasteurpipette mit Saugball

Durchführung:

Einige Styroporstücke werden in einem Becherglas mit ca. 10 ml Essigsäureethylester übergossen und mit einem Glasstab verrührt. Nach kurzer Zeit löst sich der Kunststoff im Lösemittel. Mit der Lösung wird eine Glasplatte oder Holzstück bestrichen (mit der Pasteurpipette).

Nach dem Trocknen wird der Styroporlack auf seine Benetzbarkeit untersucht. Einige Tropfen destilliertes Wasser werden zu diesem Zweck aufgetragen und es wird untersucht, ob und wie stark die Tropfen haften bleiben.

Ergebnis:

Sobald das Lösungsmittel verdampft ist, erhält man eine feste Lackschicht auf dem Glas (oder dem Holzstück).

Erklärung:

Die geschäumten Polystyrolkugeln verlieren durch die Einwirkung des organischen Lösungsmittels die eingeschlossenen Luftbläschen, es entsteht auf der Glasplatte (oder dem Holzstück) ein kompakter, hydrophober und relativ dicker Film aus kurzen Polystyrolketten.

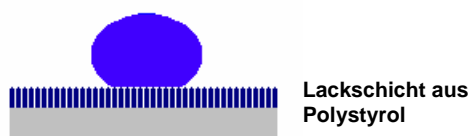


Abbildung: Kurze Polystyrolketten bilden auf der Glasoberfläche eine hydrophobe Schicht.

Technische Anwendungen

Anwendungen solcher hydrophober Schichten sind *Clean-Coat-Beschichtungen* von Brillengläsern. Dabei wird eine hauchdünne (5 bis 7 nm), optisch nicht wirksame Schicht aus Alkylsilanen auf die äusserste Glasschicht aufgedampft.

Nach dem gleichen Prinzip funktionieren Anti-Schmutz Versiegelungen. Hier wird die Alkylsilanschicht von Hand aufgetragen, es entsteht eine *easy-to-clean-Oberfläche*, welche das Anhaften von Wasser und Schmutz erheblich reduzieren soll.

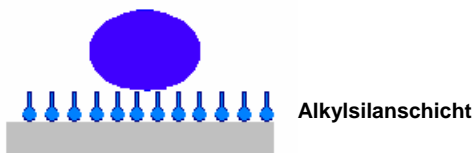


Abbildung: Alkylsilane binden mit dem Silanteil an die Glasoberfläche und bilden eine kompakte hydrophobe Schicht.

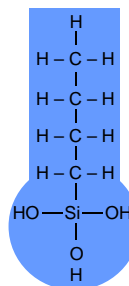


Abbildung: ein einzelnes Alkylsilanmolekül besteht aus einer hydrophoben Kohlenstoffkette (Alkylteil) und einer reaktiven Siliciumhydroxid-Gruppe (Silanteil)

Häufig werden auch chemisch modifizierte Silanmoleküle eingesetzt (z.B. Fluoralkylsilan)

Wichtig:

Die physikalische Ursache des hydrophilen Verhaltens einer Flüssigkeit auf einer Oberfläche ist das Verhältnis der **Grenzflächenspannung** von Flüssigkeit und Oberfläche. Nach Definition ist eine Oberfläche mit einem **Kontaktwinkel** kleiner als 90° hydrophil (benetzbar), bei grösser als 90° hydrophob (unbenetzbar). Bei völliger Benetzung (Kontaktwinkel 0°) bildet das Wasser einen einheitlichen Film auf der Oberfläche. Theoretisch berührt ein Tropf bei einem Kontaktwinkel von 180° (der in der Natur nicht vorkommt) nur an einem Punkt die Festkörperoberfläche. Für glatte hydrophobe Oberflächen wie **Teflon**, liegt der maximale Kontaktwinkel bei 120°.



Abbildung: ein Wassertropf benetzt eine hydrophobe Oberfläche; der Kontaktwinkel ist grösser als 90°

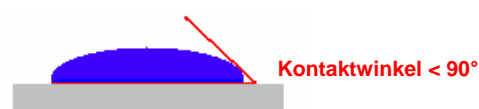


Abbildung: ein Wassertropf benetzt eine hydrophile Oberfläche; der Kontaktwinkel ist kleiner als 90°

Versuch2

Russ ist hydrophob!

Material:

Glasplatte oder Objektträger, Alufolie, Tiegelzange (oder Pinzette), Haselnuss, Feuerzeug, Pasteurpipette mit Saugball, Wasser

Durchführung:

Eine Erdnuss wird auf einem Stück Alufolie angezündet. Wenn die Nuss gut brennt (das dauert eine Weile), wird mit der Tiegelzange die Glasplatte (oder der Objektträger) direkt in die Flamme gehalten, so dass sich eine gleichmässige Russschicht bildet.

Wenn die Glasplatte abgekühlt ist, gibt man mit der Pasteurpipette vorsichtig kleine Wassertropfen auf die mit Russ bedeckte Seite der Platte.

Ergebnis:

Der Russ der sich auf der Glasplatte abgesetzt hat, lässt die Wassertropfen abperlen.

Erklärung:

Wie schon in Versuch 1 beobachtet, tritt auch hier der gleiche Effekt auf. Die Russpartikel, die sich auf der Glasoberfläche absetzen, bilden eine kompakte hydrophobe Schicht. Die Wassertropfen perlen ab!



Abbildung: Wassertropfen perlen auf der kompakten Russschicht ab

Versuch 3

Verhalten von Buchenholz mit Nanoimprägnierung

Holz ist vor allem im Aussenbereich grossen Beanspruchung ausgesetzt. Feuchtigkeit und UV-Strahlung verändern die Holzstruktur. Wasser kann ungehindert in die Poren des Holzes eindringen und Festigkeit und Form des Holzes verändern. Zudem werden mit der Wasseraufnahme auch Holz zerstörende Pilzsporen aufgenommen. Heute gibt es zahlreiche Möglichkeiten, Holz vor diesen Einflüssen zu schützen. Eine Möglichkeit ist die Imprägnierung. Der folgende Versuch veranschaulicht das Verhalten von versiegeltem Holz bezüglich Wasseraufnahme und Verformbarkeit.

Material:

2 unbehandelte Buchenholzstücke (9.5 cm x 2 cm x 5 cm)

Nanoimprägnierungsspray (z.B. Nano Perl von Migros) auf Fluoralkylsilanbasis

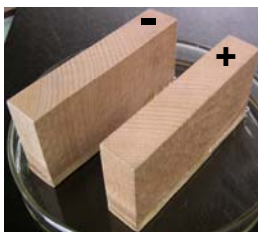
Petrischale (Durchmesser 14 cm), Leitungswasser

Durchführung:

Eines der Buchenholzstücke wird mit dem Nanoimprägnierungsspray behandelt. Das andere bleibt unbehandelt. Nach der Imprägnierung wird das Holzstück gut getrocknet.

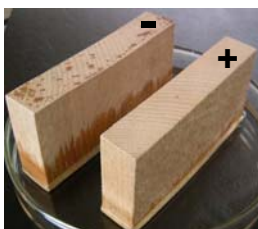
Die beiden Holzstücke werden nebeneinander für 30 Minuten in die mit Leitungswasser gefüllte Petrischale gestellt.

Wie unterscheiden sich die beiden Holzstücke bezüglich Wasseraufnahme und Verformbarkeit?



1 Minute

Zu Beginn ist noch kein Unterschied sichtbar. Beide Holzstücke scheinen unverändert.



30 Minuten

Das nicht imprägnierte Holzstück saugt sich mit Wasser voll, es quillt auf und beginnt sich auch zu verformen. Das Nanoimprägnierte Buchenholzstück bleibt unverändert.