

Blick in die Plasmakammer während der Reinigung einer berußten Glasschale im Niederdruckplasma; Bildausschnitte: a) Start; b) nach 45 Sekunden; c) nach 90 Sekunden; d) gereinigte Glasoberfläche nach 120 Sekunden.

Bild: plasma technology GmbH

dieser Prozess aus mehreren Schritten zusammen. Die Reinigung mit Lösemitteln durch Wischen und Bürsten sowie Immersion sind hier gängige und wichtige Techniken. Als sehr effektiv und auf der Höhe der Technik hat sich das Tauchen in Bädern mit Ultraschallunterstützung erwiesen. Die bei einer Sprühreinigung wirkenden mechanischen Scherkräfte lassen sich ebenfalls wirkungsvoll einsetzen.

Grundsätzlich bestehen immer mehrere Möglichkeiten, eine Oberfläche zu reinigen. Meist wird eine Kombination von verschiedenen Verfahren eingesetzt. Die Feinstreinigung, die die Prozesskette abschließt, kann sehr effektiv mit Niederdruckplasmen durchgeführt werden. Dabei setzt das Sauerstoffplasma dünne organische Reste, wie Öl- und Fettrückstände, zu Wasser und Kohlendioxid um (siehe Formel).



Durch das Sauerstoffplasma können aliphatische beziehungsweise allgemein alle organischen Schichten rückstandslos entfernt werden. Es erfasst organische Reste selbst in Hinterschnitten und komplizierten Geometrien, wobei die Reinigungsgeschwindigkeit je nach Abschattung sehr unterschiedlich sein kann. Dieser abschließende Reinigungsschritt wird unmittelbar vor der Beschichtung ausgeführt, um erneute Kontaminationen durch Wechselwirkungen mit der umgebenden Luft zu vermeiden.

Beispiele aus der Praxis

Die Effektivität einer Plasmareinigung zeigt nachfolgendes Beispiel. Auf einer Glasoberfläche befinden sich nach einer wässrigen Vorreinigung noch etwa 0,5 mg/m²

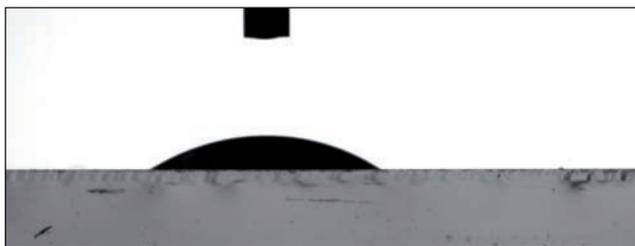
Plasma und Glas – ein starkes Team

Effektive Reinigung mit Niederdruckplasma

Glasoberflächen sind, um beständig beschichtet oder verklebt werden zu können, von Produktionsrückständen zu befreien. Dieser Reinigungsschritt erfolgt in der Regel nasschemisch und ist dadurch sehr aufwändig, kostenintensiv und umweltbelastend. Die Niederdruckplasmatechnik stellt dagegen eine innovative Möglichkeit dar, um die Oberflächen trocken und umweltneutral zu säubern.

Da alle Oberflächen mit Rückständen aus der Fertigung sowie schwer definierbarem Schmutz von Lagerung und Transport mehr oder weniger stark kontaminiert sind, müssen

diese vor einem Beschichtungsprozess gereinigt werden. Je nach Verschmutzungsgrad und -art, chemischer Zusammensetzung und Intensität der Verunreinigungen setzt sich



Der Kontaktwinkel eines Wassertropfens auf einer Glasfläche vor deren Reinigung im Niederdruckplasma. Er liegt hier bei etwa 35°.

Die Glasoberfläche wird durch die Plasmareinigung wasserbenetzbar, der Kontaktwinkel kann nicht ermittelt werden.

Restkohlenwasserstoffe. Diese Kontamination wird innerhalb von 400 s unter Sauerstoffplasmaexposition so weit entfernt, dass keine die Vergütung des Glases störenden Zwischenschichten mehr vorhanden sind [1].

Anschaulich dargestellt ist die Reinigungswirkung des Sauerstoffplasmas in der Abbildung links oben. Eine Glasschale wurde berußt und anschließend der Reinigung im Plasma unterzogen. Nach 120 Sekunden war der Ruß oxidiert und die Oberfläche rückstandslos gereinigt.

Die hohe Effizienz einer Plasmabehandlung kann durch eine Kontaktwinkelmessung eindrucksvoll belegt werden. Diese macht es möglich, das veränderte Benetzungsverhalten einer Oberfläche durch einen physikalischen Wert zu charakterisieren. Ermittelt wird der Kontaktwinkel am Dreiphasenpunkt fest/flüssig/gasförmig eines auf die Oberfläche abgesetzten Wassertropfens. Das erste der beiden Bilder zeigt den Kontaktwinkel auf einer ungereinigten Glasoberfläche, der rund 35° beträgt. Nach einer Reinigung von 60 Sekunden im Sauerstoffplasma ist es nicht mehr möglich, einen Winkel zu messen, da dieser bei Null liegt (siehe zweites Bild oben). Der aufgebrachte Wassertropfen fließt also sofort komplett auseinander und benetzt vollständig die gereinigte Oberfläche. Werden dem Plasma spezielle schichtbildende Substanzen zugeführt, erhält die Glasoberfläche durch deren Abscheidung neue – beispielsweise hydrophobe – Eigenschaften, wie die Abbildung rechts zeigt. Der Wassertropfen besitzt auf dieser Schicht einen Kontaktwinkel von 110°. Er ist somit größer als 90°, wodurch die Bedingung für eine hydrophobe Fläche erfüllt ist: Der Tropfen zieht sich beim Absetzen zusammen, bildet nahezu eine Kugel aus und eine Benetzung der Oberfläche ist somit nicht möglich.

Die Plasmabehandlung von Glasoberflächen ist unabdingbar und Stand der

Technik, um den hohen Einfluss von Feuchtigkeit, Wärme und Strahlung auf beschichtete oder zu Bauteilen verklebte Glasflächen zu verringern. Auf diese Weise vorbehandelte Glasoberflächen sind so geschützt vor vorzeitigem Versagen von Klebeverbindungen durch den Verlust der Festigkeit und Dichtigkeit, was durch das Einwirken von Medien zusammen mit erhöhter Temperatur sowie mechanischer Beanspruchung hervorgerufen werden kann.

Auch für Gewebe und Vliese

Glasgewebe und -vliese können ebenfalls mittels Niederdruckplasma modifiziert werden. Dieses Verfahren ermöglicht es, die für die Herstellung der technischen Textilien notwendige Avivage, die zur Verbesserung der Lauf- und Gleiteigenschaften eingesetzt wird, von den Fasern abzureinigen. Die Basis des Textilhilfsmittels können Seifen, Öle oder Fette sein, die von vornherein hydrophobe Eigenschaften besitzen und eine Benetzung verhindern. Mittels einer Plasmavorbehandlung kann das technische Textil durch Oxidation und/oder eine Beschichtung mit einer hydrophilen Oberfläche ausgestattet werden. Dies verbessert die Benetzbarkeit

mit Flüssigkeiten sowie die Anbindung an eine Polymer- oder Harzmatrix, so dass eine Erhöhung der Festigkeit im Gesamtverbund eines verstärkten Bauteils gegeben ist.

Gearbeitet wird bei dieser Vorbehandlung mit einer Geber- und einer Nehmerrolle, die komplett in die Vakuumkammer eingebracht werden. Die Modifizierung der Bahn erfolgt beim Übergang von einer zur anderen Rolle und erfordert eine sorgfältige Abstimmung der Parameter Leistung und Umrollgeschwindigkeit, um die gewünschten Eigenschaften in der relativ kurzen Kontaktzeit zu erzielen.

Vorzüge der Plasmareinigung

Die Reinigung von Glasoberflächen im Plasma birgt viele Vorteile. Da es sich um ein trockenes Verfahren handelt, muss im Vergleich zu einer nasschemischen Reinigung keine Energie für einen Trockenschritt aufgewendet werden. Es fallen auch keinerlei Entsorgungskosten an, da keine kritischen Abfälle entstehen und lösemittelfrei gearbeitet wird. Weiterhin können die Glasprodukte nach der Durchführung des Endreinigungsschrittes im Plasma gleich in der Kammer verbleiben, in der anschließend der nächste Schritt erfolgt, zum Beispiel der Auftrag einer Beschichtung. Die Glasoberflächen sind so bestens für den nächsten Prozessschritt vorbereitet, da kein Handling notwendig ist und die gereinigte Oberfläche nicht mit der Umgebungsluft in Kontakt kommt.

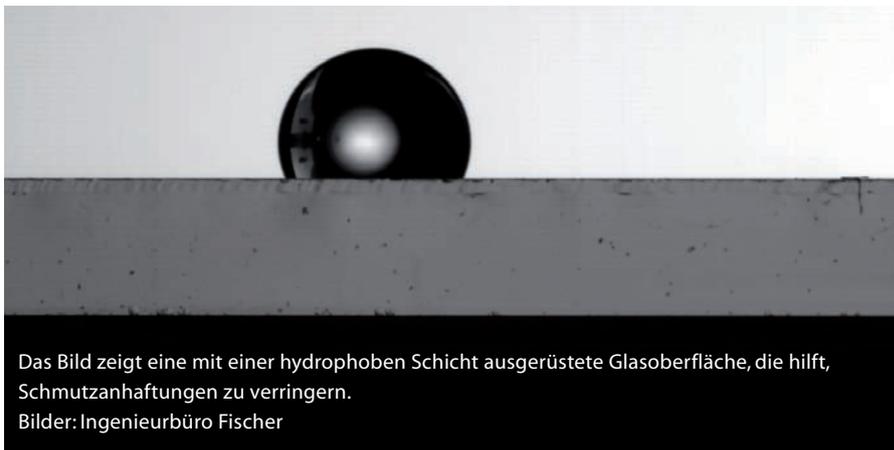
Es gilt: Plasma und Glas – ein starkes Team.

Simone M. Fischer

Literatur:

- [1] Gerhard Blasek, Günter Bräuer, Vakuum · Plasma · Technologien, 2010, S. 1103-1104.

plasma technology GmbH
www.plasma-technik.de



Das Bild zeigt eine mit einer hydrophoben Schicht ausgerüstete Glasoberfläche, die hilft, Schmutzanhaftungen zu verringern.
Bilder: Ingenieurbüro Fischer