

Application Report

Charakterisierung anti-adhäsiver Beschichtungen

Application report: AR225d
Industry section: Sanitary ware
Author: UR
Date: 11/2001

Method:



Keywords: Anti-adhesive coating, sanitary ware, ceramics, surface free energy, mobile contact angle measurement



Drop Shape Analysis System
DSA10



TDA10

Die mobile Charakterisierung antiadhäsiver Eigenschaften von Sanitärkeramiken

Einleitung

Im Sanitärbereich mit seinen hohen ästhetischen und hygienischen Anforderungen finden in jüngster Zeit funktionale Beschichtungen vermehrt Einsatz. Solche neuartigen, pflegeleichten und schmutzabweisenden Keramikoberflächen sind das Ergebnis einer geeigneten Beschichtung, welche die Oberflächenenergie verringert. Hierdurch kommt es zu einer Reduktion der chemisch-physikalischen Ankerpunkte, d.h. die Wechselwirkungen zwischen Wasser und der Oberfläche werden reduziert und das Wasser perlt leicht ab. Mit dem Wasser mitgeführte Schmutz- oder Kalkpartikel können sich dementsprechend nicht ablagern und somit zu Verschmutzungen führen.

In der Entwicklung und Anwendung solcher Beschichtungen stellt sich die Frage, inwieweit diese durch Scheuermilch bzw. Scheuerpulver, hochkonzentrierte Abflussreiniger, Armaturen- und Stahlreiniger sowie pulverförmige WC Reiniger und Putzschwämme beeinträchtigt werden können.

Ebenso ist interessant, welche verschiedenen Oberflächenbeschichtungen zu welchen wasserabstoßenden Eigenschaften führen, insbesondere im Vergleich zu den unbehandelten Oberflächen.

Diese unterschiedlichen Eigenschaften sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 anhand zweier Beispiele aus dem Laborbereich dargestellt. Abbildung 1 zeigt die relativ gute Benetzbarkeit einer unbehandelten Keramik, während in Abbildung 2 die wasserabstoßenden Eigenschaften sehr deutlich werden.

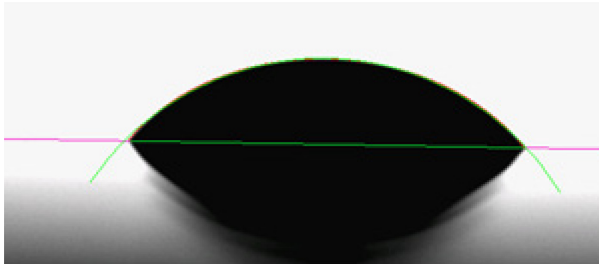


Abb. 1: Ein liegender Tropfen auf einer unbeschichteten Keramikoberfläche. Deutlich ist die gute Benetzung zu beobachten.

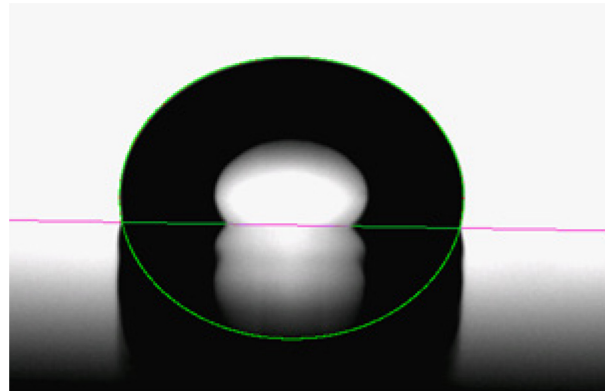


Abb. 2: Hier ist ein Tropfen auf einer im Labor behandelten Oberfläche zu sehen. Es ist deutlich zu erkennen, wie der Tropfen auf der Oberfläche abperlt und sich ein Kontaktwinkel von rund 103° einstellt.

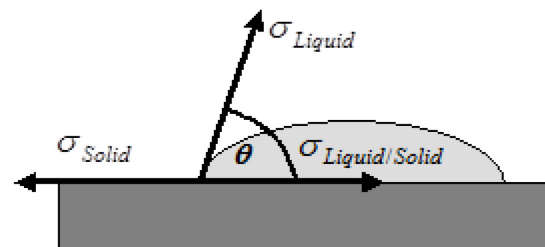
Bisherige Verfahren zur Analyse dieser Eigenschaften

...bestanden im Laborbereich in der Messung relativ kleiner Proben mit Abmessungen von maximal 10cm x 10cm. Bei diesen Geräten, wie bei beispielsweise bei dem abgebildeten KRÜSS Tropfenkonturanalyse-System DSA10 (Abbildung 3), wird in der Projektion die Benetzungskontur eines liegenden Tropfens analysiert, wie in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

Durch diese Methode können nun die Benetzbarkeiten mit verschiedenen Flüssigkeiten untersucht werden.



Abb. 3: Das Laborgerät Krüss Tropfenkonturanalyse-System DSA10 zur Charakterisierung der Oberflächenenergie im Laborbereich mit bis zu 5 verschiedenen Flüssigkeiten und 360 Bilder pro Sekunde.



$$\sigma_{\text{Solid}} = \sigma_{\text{Liquid}} \cos \theta + \sigma_{\text{Liquid/Solid}}$$

Abb. 4: Kontaktwinkel einer Flüssigkeit auf einem Festkörper und die Beschreibung über die Young-Gleichung.

Die Berechnung der Oberflächenenergie der untersuchten Keramikoberflächen aus den gemessenen Kontaktwinkeln erfolgte nach der Owens/Wendt-Methode. Hierbei wurde die Young-Gleichung (siehe Abbildung 4) durch die Annahme ergänzt, dass die Grenzflächen-spannung zwischen Festkörper und Flüssigkeit kann weiter in polare und disperse Anteile aufgeteilt werden:

$$\sigma_{\text{Liquid / Solid}} = \sigma_{\text{Solid}} + \sigma_{\text{Liquid}} - 2\sqrt{\sigma_{\text{Liquid}}^{\text{Dispers}} \cdot \sigma_{\text{Solid}}^{\text{Dispers}}} - 2\sqrt{\sigma_{\text{Liquid}}^{\text{Polar}} \cdot \sigma_{\text{Solid}}^{\text{Polar}}}$$

Setzt man diese Gleichung in die Young-Gleichung ein, erhält man:

$$\frac{\sigma_{\text{Liquid}} (\cos \theta + 1)}{2\sqrt{\sigma_{\text{Liquid}}^{\text{Dispers}}}} = \sqrt{\sigma_{\text{Solid}}^{\text{Polar}}} \frac{\sqrt{\sigma_{\text{Liquid}}^{\text{Polar}}}}{\sqrt{\sigma_{\text{Liquid}}^{\text{Dispers}}}} + \sqrt{\sigma_{\text{Solid}}^{\text{Dispers}}}$$

$$y = m \cdot x + b$$

was wiederum grafisch leicht gelöst werden kann, wenn man Testflüssigkeiten mit unterschiedlichen polaren und dispersen Anteilen für die Versuche einsetzt.

Wendet man dieses Verfahren jetzt für die genannten Keramikoberflächen an, lassen sich genau die Wechselwirkungen zwischen Festkörper und Flüssigkeit quantifizieren.

Die vorliegenden Versuche wurden mit den Testflüssigkeiten Wasser, Benzylalkohol und Diiodmethan durchgeführt.

Ergebnisse der bisherigen Verfahren

...sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.

	Herkömmliche Keramik	Beschichtete Keramik
Wasser	33,6 °	100,5 °
Benzylalkohol	17,8 °	83,4 °
Diiodmethan	41,5 °	91,7 °

Deutlich treten hier die Unterschiede zwischen den beiden Keramiken auf. Die beschichtete Keramik weist deutlich hydrophobe Eigenschaften auf, d.h. mit der polaren Flüssigkeit Wasser wird ein hoher Kontaktwinkel von mehr als 100° erzielt. Mit dem weniger polaren Benzylalkohol wird in der beschichteten Keramik ebenfalls noch ein für diese Flüssigkeit hoher Kontaktwinkel von 83° erreicht, ebenso wie mit dem vollständig unpolaren Diiodmethan.

Die beschichtete Oberfläche weist also sowohl ausgeprägte antiadhäsive Eigenschaften gegenüber Wasser als auch gegenüber Fetten auf, während die unbeschichtete Keramik gut benetzbar mit allen Flüssigkeiten ist.

Berechnet man mit diesen Ergebnissen der optischen Kontaktwinkelmessungen die entsprechenden freien Oberflächenenergien, ergeben sich folgende Ergebnisse:

	Herkömmliche Keramik	Beschichtete Keramik
Oberflächenenergie	62,3 mN/m	12,1 mN/m
Disperser Anteil	12,8 mN/m	9,45 mN/m
Polarer Anteil	49,5 mN/m	2,67 mN/m

Für Praxistests ist eine solche Messmethode allerdings nur eingeschränkt zu verwenden, da solch ein Laborgerät zwingend nach planen Proben einer begrenzten Größe verlangt.

Probleme bei Produktionskontrolle und Anwendungstests

...sind dabei schon vorprogrammiert, da reale Belastungen nur schwer an kleinen Kachelproben simuliert werden können. Insbesondere für die Innenseiten von WCs und Waschbecken gab es bisher keine Lösung, um dort mehr als ungenaue qualitative Abschätzungen mit Testtinten durchzuführen.

Der Einsatz des neuen Top Drop Analysers TDA10

...ermöglicht gerade in diesem Bereich erstmals eine genaue, mit Labormethoden direkt vergleichbare Messung des Benetzungswinkels von Wasser selbst in Wölbungen und in sonst für konventionelle Messgeräte unzugänglichen Bereichen durchzuführen.



Abb. 5: Der kompakte Krüss Top Drop Analyser TDA10 bei der Messung der Benetzbarkeit eines Sanitär Objektes.

Ein neuartiges Messprinzip, welches erstmals im Krüss TDA10 kommerziell eingesetzt wird, bildet die Basis für dieses Messgerät. Die kompakte Integration der Dosiereinheit (für bis zu 100 Messungen), der Videokamera, der Auswerte- und Recheneinheit und eines Videodisplays ermöglichen es, Messungen direkt an im Einsatz befindlichen Sanitär objekten durchzuführen.

Dieses kann entweder in der Applikation, als Qualitätskontrolle während der Produktion oder im Rahmen des Kundendienstes als Mittel zur Überprüfung und Bearbeitung von Reklamationen sein.

Im vorliegenden Fall wurden verschiedene Beschichtungsqualitäten von fertigen Produkten untersucht, um eine optimale Beschichtung während des Herstellungsprozesses zu garantieren.

Ergebnisse mit dem TDA10

... konnten mit den vorliegenden Proben für verschiedene Herstellungsverfahren ermittelt werden. An drei unterschiedlichen Messpunkten wurden Messungen mit dem TDA10 durchgeführt, um zum einen den absoluten Betrag des Kontaktwinkels zu ermitteln und zum anderen die Homogenität auf der Oberfläche zu testen.

Es standen acht verschiedene Sanitär objekte zur Verfügung, die jeweils mit unterschiedlichen Beschichtungsverfahren behandelt worden sind. Betrachtet man sich die jeweiligen Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle, so fällt zunächst die gute Homogenität der Oberfläche auf.

	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Mittelwert
Probe A	52.8°	54.3°	53.7°	53.6°
Probe B	55.8°	60.7°	55.8°	57.4°
Probe C	90.8°	93.5°	93.0°	92.4°
Probe D	51.9°	49.4°	47.8°	49.7°
Probe E	33.2°	33.0°	32.2°	32.8°
Probe F	92.0°	90.3°	90.2°	90.8°
Probe G	38.9°	40.0°	37.3°	38.7°
Probe H	39.3°	40.0°	42.4°	40.6°

Vergleicht man die Ergebnisse untereinander, so stellt man fest, dass sich einige Proben von dem unbehandelten Labormuster nur geringfügig unterscheiden, während andere nahe an den sehr guten antiadhäsiven Eigenschaften des Labormusters liegen.

Insbesondere die Proben C und F zeigen diese guten antiadhäsiven Eigenschaften, während bei den Proben E, G und H durch abrasive Einflüsse und mangelhafte Beschichtung nahezu die gleichen Werte erzielt werden, die der unbeschichteten Keramik im Labor entsprachen.

Zusammenfassend

...lässt sich feststellen, dass eine anwendungsnahe oder produktionsbegleitende quantitative Erfassung von Benetzungseigenschaften mit Hilfe des Krüss TDA10 problemlos möglich ist. In Bereichen, die bisher einer Messung nicht zugänglich waren, wie beispielsweise der Produktion, direkt beim Kunden vor Ort oder im Technikum an realen Proben lassen sich hiermit exakte Ergebnisse gewinnen, als hätte man einen Teststreifen im Labor gemessen.

Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Applikationsberichte und Technical Notes unter

<https://www.kruss.de/de/service/schulung-theorie/literatur/applikationsberichte/>