

Neue antibakterielle Beschichtung mit langfristigen bakteriziden Eigenschaften für Bauteile

Hamid Bolvardi, Jan Kluson, Andreas Lümke (PLATIT AG)

Die antibakterielle Beschichtung, entwickelt bei PLATIT, wurde gemäß ISO 22196:2011-08 getestet und zeigt eine ausgeprägte bakterizide Wirkung sowohl für gramnegative (*Escherichia Coli*), als auch für grampositive (*Staphylococcus Aureus*) Bakterien.

Bakterien waren eine der ersten Arten, die auf der Erde auftauchten, und sind in den meisten ihrer Bewohner zu finden. Auf der Erde gibt es etwa 5×10^{30} Bakterien, mehr als alle Pflanzen und Tiere zusammen. Bakterien können im Boden, im Wasser, in sauren heißen Quellen, in radioaktiven Abfällen und in der tiefen Biosphäre (d.h. in der Erdkruste) vorkommen. In einem Gramm Erde befinden sich rund 40 Millionen und in einem Milliliter Süßwasser etwa eine Million Bakterienzellen in vielfältigen Phänotypen, von Stäbchen über Spiralen bis hin zu Kugeln. Bakterien können auf unterschiedliche Weise klassifiziert werden, aber fast alle lassen sich anhand ihrer Reaktion auf das Gram-Färbeverfahren in zwei Hauptgruppen einteilen: gramnegativ und grampositiv.

Viele Bakterienarten sind pathogen und verursachen Infektionskrankheiten, wie Cholera, Syphilis oder Beulenpest (gramnegativ) sowie Milzbrand und Lepra (grampositiv). Die häufigsten tödlichen bakteriellen Erkrankungen sind Atemwegserkrankungen. Allein das Tuberkulosebakterium tötet jährlich etwa 2 Millionen Menschen (hauptsächlich in Subsahara-Afrika). Zur Behandlung der bakteriellen Infektionen werden Antibiotika eingesetzt, unter anderem auch in teils hohen Mengen in der Landwirtschaft. Dies führt zu Antibiotikaresistenzen, was ein immer größer werdendes Problem darstellt.

Allein in den USA werden jährlich etwa 100 000 Todesfälle gemeldet, bei denen Patienten durch Krankenhauseinrichtungen und -geräte infiziert wurden – sogenannte nosokomiale Infektionen (*health-care-associated infections, HAI*) [1].

■ ISO-zertifizierte Tests (durchgeführt von Hohenstein Laboratories – Deutschland):



In einer wissenschaftlichen Untersuchung wurden in einer Gesundheitseinrichtung über einen Zeitraum von drei Jahren die Oberflächen von sechs häufig berührten Gegenständen durch Kupfer und Kupferlegierungen

ersetzt, die als antibakterielle Oberflächen fungieren. Dabei wurde die Bakterienbelastung kontinuierlich überwacht. In allen Fällen konnte eine signifikante Verringerung

Un nouveau revêtement antibactérien doté de propriétés bactéricides à long terme

Le revêtement antibactérien développé par l'entreprise PLATIT, testé selon la norme ISO 22196:2011-08, présente un effet bactéricide prononcé, tant pour les bactéries à Gram négatif (*Escherichia Coli*), que pour les bactéries à Gram positif (*Staphylococcus Aureus*).

Spezifikationen	
Farbe	Gold
Abscheidungstechnologie	Kathodischer Lichtbogen
Nano-Härte [GPa]	25-27
Elastizitätsmodul [GPa]	460
Schichtdicke [μm]	1-2
Haftung [Rockwell]	HF1
Temperatur der Beschichtung [$^{\circ}\text{C}$]	200-450

■ Tabelle 1. Mechanische Eigenschaften der entwickelten antibakteriellen TiAgN PVD-Beschichtung.

	<i>Staphylococcus Aureus</i> ATCC 6538P		<i>Escherichia Coli</i> ATCC 8739	
	Reduktionswert A in 24 Stunden lg KbE	Reduktionswert A in 24 Stunden %	Reduktionswert A in 24 Stunden lg KbE	Reduktionswert A in 24 Stunden %
TiAgN-Beschichtung	$\geq 3,2$	$\geq 99,94$	4,15	99,992

■ Tabelle 2. Die von PLATIT entwickelte antibakterielle TiAgN Beschichtung wurde gemäß ISO 22196:2011-08 getestet.

Staphylococcus Aureus-Konzentration des Inokulums*: $4,77 \times 10^5$ KbE/ml**.

Escherichia Coli-Konzentration des Inokulums: $6,45 \times 10^5$ KbE/ml.

Nach folgender Formel wird der Wachstumswert über 24 Stunden auf dem Probenmaterial im Vergleich zum Referenzmaterial berechnet: $S = [\lg(B / A) - \lg(C / A)] = [\lg(B / C)]$.

S: spezifische antimikrobielle Aktivität.

A: durchschnittliche Anzahl aktiver Bakterien (KbE), unmittelbar nach der Inokulation von dem Referenzmaterial eluiert.

B & C: durchschnittliche Anzahl aktiver Bakterien (KbE), nach 24 Stunden Inkubation von dem Referenzmaterial bzw. der Probe eluiert.

* Ein Inokulum ist die Bakterienpopulation, die in das Fermentationsmedium oder ein anderes geeignetes Medium eingebracht wird.

** Koloniebildende Einheiten pro Milliliter.

rung der bakteriellen Belastung von etwa 50 bis 98 % beobachtet werden.

Zertifizierte Lösung von PLATIT

Trotz der erzielten Erfolge sind diese Ansätze in der Praxis aus wirtschaftlichen und technischen Gründen nicht umsetzbar. Andererseits können antibakterielle PVD-Beschichtungen eine wichtige Rolle dabei spielen, bakterizide Oberflächen zu schaffen und über die Hände übertragene Krankheiten und die damit verbundenen Todesfälle zu verringern, während die Eigenschaften des Bauteils selbst erhalten bleiben und dessen Oberflächeneigenschaften verbessert werden.

Die antibakterielle TiAgN Beschichtung von PLATIT weist die höchste bakterizide Wirkung gemäß ISO 22196:2011-08 auf. In zwei Haltbarkeitstests wurde die langfristige antibakterielle Wirkung unter realen Bedingungen simuliert und getestet. Neben den hervorragenden bakteriziden Eigenschaften weist sie auch eine hohe Härte und Elastizitätsmodul sowie eine gute Haftung am Substrat auf (Tabelle 1).

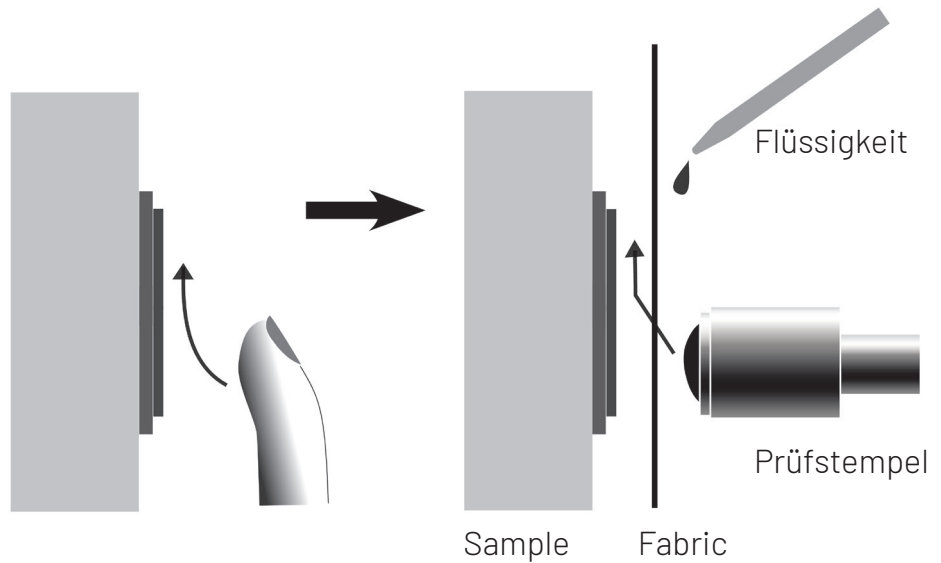
Die von PLATIT entwickelte antibakterielle Beschichtung, die nach ISO 22196:2011-08 getestet wurde, zeigt eine ausgeprägte bakterizide Wirkung sowohl für gramnegative (Escherichia Coli), als auch für grampositive (Staphylococcus Aureus) Bakterien. Gemäß DIN EN ISO 20743:2013, Anhang F, wird die höchste antibakterielle Wirkung erreicht, wenn der Reduktionswert A [lg KbE] größer oder gleich 3 ist.

Zertifiziertes Langzeitverhalten

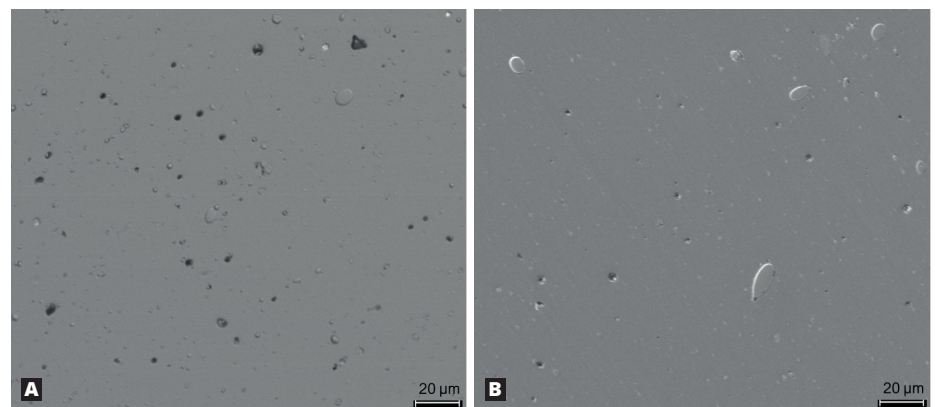
Bei medizinischen Implantaten sind die bakteriziden Eigenschaften in erster Linie in den ersten beiden Wochen nach dem Eingriff von entscheidender Bedeutung. Bei den meisten anderen Beschichtungen sollten sie zumindest über mehrere Wochen oder Monate den Gebrauch und die Reinigung überstehen. Es wurden zwei Ansätze gewählt, um die realen Einsatzbedingungen für die entwickelte antibakterielle Beschichtung zu simulieren und zu reproduzieren.

50 Autoklavenzyklen

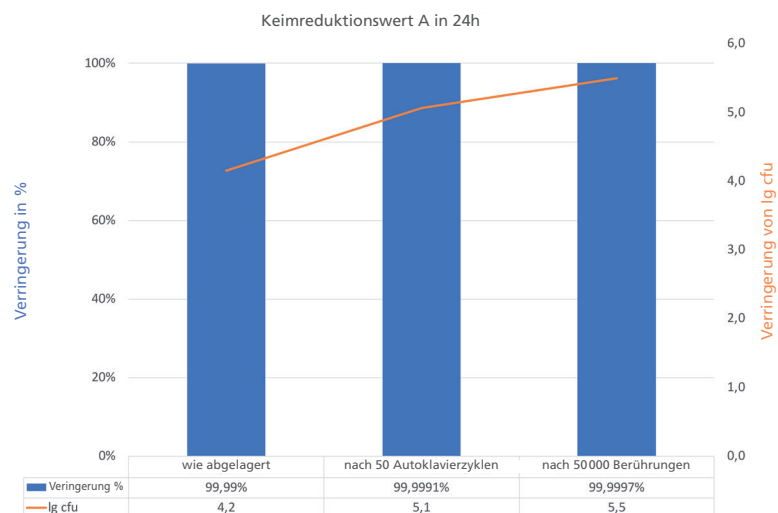
In diesem Fall haben antibakteriell beschichtete Teile 50 Zyklen im Autoklaven der Robert Mathys Stiftung (RMS) in der Schweiz durchlaufen. Ziel ist es, antibakteriell beschichtete medizinische Instrumente und Komponenten unter Arbeitsbedingungen zu simulieren und zu untersuchen, ob die bakterizide Wirksamkeit erhalten bleibt oder beeinträchtigt wird. Deshalb wurden die autoklavierten Teile anschließend in den Hohenstein



■ Abb. 1. Schematische Darstellung der Prüfung von Tribotron, welche eine häufig berührte Oberfläche simuliert. Prüfabstand : 5 mm, Anzahl der Zyklen : 50 000 Berührungen, Prüffrequenz 2 Hz, Prüfmedium : künstlicher Handschweiß nach 8.13 der Norm, Medienzufuhr : 0,5 ml / 400 Zyklen, Prüfkraft : 6 N, Prüfstempel : Ø10 mm.



■ Abb. 2. Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen (REM) der antibakteriellen Beschichtungen vor (a) und nach (b) 50.000 Berührungen im TRIBOTOUCH-Test.



■ Abb. 3. Antibakterielle Wirkung gegen Escherichia Coli gemäß ISO 22196:2011-08. Zustand vor (wie abgeschieden) im Vergleich zu nach 50 Autoklavenzyklen und 50 000 Berührungen. In allen Fällen wurde die höchste in der ISO-Norm festgelegte bakterizide Wirksamkeit erreicht.

Laboratories gemäß ISO 22196:2011-08 erneut auf ihre antibakteriellen Eigenschaften geprüft.

Je Autoklavenzklus: 1x Vakuum (20 kPa) / Dampfstoß (160 kPa), Sterilisation (15 min bei 120 ± 2 °C), Trocknung (5 min).

TRIBOTOUCH-Test mit 50 000 Berührungen

Im öffentlichen Raum und in öffentlichen Einrichtungen gibt es zahlreiche Gegenstände, die häufig berührt werden, z. B. Türgriffe, Aufzugsknöpfe, Treppengeländer, Verkaufsautomaten usw. Diese gelten als Eintrittspforte für über die Hände übertragene Bakterien und Infektionen. Um diese Bedingungen zu simulieren, wurde die entwickelte antibakterielle Beschichtung 50 000 Mal im TRIBOTOUCH-Test am KIMW Lüdenscheid Institut in Deutschland getestet und anschließend gemäß ISO 22196:2011-08 auf ihre bakteriziden Eigenschaften geprüft. Das Prüfschema ist in Abbildung 1 zu sehen.

Die antibakterielle Beschichtung von PLATIT weist eine hohe Härte von mehr als 25 GPa auf und hat, abgesehen von einer sehr leichten Glättung der Oberfläche, kaum eine Veränderung erfahren (Abbildung 2). Daraus kann gefolgert werden, dass die entwickelte Beschichtung im monatelangen Einsatz auf öffentlichen Flächen an häufig berührten Bauteilen

einer wesentlich höheren Anzahl von Berührungen standhalten kann, ohne dass sich die mechanischen Eigenschaften verschlechtern.

Die Ergebnisse der antibakteriellen Tests gemäß ISO 22196:2011-08 für Escherichia Coli zeigen auch nach 50 Autoklavenzyklen oder 50 000 Berührungen die höchste bakterizide Wirksamkeit (Abbildung 3). Diese Ergebnisse erweitern die Anwendungsmöglichkeiten der entwickelten antibakteriellen Beschichtungen für ein breites Spektrum von Bauteilen und Applikationen. Hierfür gibt es zahlreiche Beispiele aus dem Gesundheitswesen und von nosokomialen Infektionen (HAI), die auf häufig berührte Oberflächen im öffentlichen Raum zurückzuführen sind. ■

Bibliographie

- [1] M. Heron et al. "Deaths: Leading Causes for 2009", National Vital Statistics Reports 2012, vol.61, No.7, Agency for Healthcare Research and Quality, Patient safety primers: health-care-associated infections 2012.
- [2] M. G. Schmidt et al. "Sustained Reduction of Microbial Burden on Common Hospital Surfaces through Introduction of Copper", Journal of Clinical Microbiology vol. 50, No. 7, 2012, P. 2217.

Über PLATIT AG

PLATIT bietet Ihnen eine breite Palette von High-Tech-Serien- und Sonderanlagen zur PVD-Beschichtung, welche sich durch einen modularen Aufbau, hohe Flexibilität und maximale Benutzerfreundlichkeit auszeichnen. Als Schweizer Unternehmen mit Service-, Support und Sales-Standorten in Europa, Nordamerika und Asien sind wir stets dort, wo Sie uns brauchen. Unsere eigenen Standorte werden von einem breiten Netzwerk an Distributoren und Partnern ergänzt. Unsere Kunden profitieren von unserer langjährigen Erfahrung auf dem Gebiet der kathodischen Arc- und Sputter-Beschichtung sowie HiPIMS-Technologie. Basierend auf diesem Know-how setzen wir diese Technologien bei unterschiedliche Anwendungen ein und integrieren sie auch in hybriden Prozessen.

Kontakt



■ Platit AG
Hamid Bolvardi
CH-2545 Selzach
Tel. +41 32 544 62 00
www.platit.com

En bref / In Kürze

Quinze ans au service de l'horlogerie

Enfant du pays, Jean-Paul Farine décide, en 2008, de créer la société PoliTrempe. Il démarre alors avec le traitement thermique, le polissage en vrac et le blocage des pièces horlogères, soit une partie importante des opérations de terminaison de ces composants.

En 2010, Tiziana Farine rejoint son mari à la tête de PoliTrempe, qui a depuis déménagé de Delémont à Courrendlin. Quinze ans après sa création, PoliTrempe emploie aujourd'hui plus de 60 personnes. « Nous avons augmenté nos effectifs de 30 % ces 12 derniers mois. Plus de 80 % de ce personnel est féminin, car nous devons faire preuve d'agilité, de dextérité, de précision et de rapidité – des qualités très féminines », précise Tiziana Farine.

L'entreprise reprend les activités de Norbert Humair SA en 2019 et remplace son parc de machines par des équipements ultramodernes. En 2020, c'est la galvanoplastie qui vient compléter cet éventail de prestations. Afin de compléter son domaine traitements thermiques, PoliTrempe proposera très prochainement l'opération de cryogénéisation.

Aujourd'hui, après avoir rejoint le groupe Acrotec en 2021, Poli-Trempe se distingue de ses concurrents en étant la seule structure à regrouper l'ensemble des traitements de terminaison des pièces – dont la taille peut varier entre 0,35 et 10 mm – avec des volumes de production qui s'adaptent à la demande.

