Foto: WoGi – stock.adobe.com

Photodynamik zur permanenten Keimreduzierung auf Oberflächen

Antimikrobielle Beschichtung von Oberflächen

Von Prof. Dr. Wolfgang Bäumler und Prof. Dr. Wulf Schneider

Antimikrobielle Beschichtungen von Oberflächen auf Basis der Photodynamik haben in einer klinischen Feldstudie bereits gezeigt, dass sie das Reservoir von Krankheitserregern auf unbelebten Oberflächen deutlich reduzieren können. In einem weiteren Forschungsprojekt am Universitätsklinikum Regensburg (UKR) wird die Bedeutung solcher Beschichtungen für nosokomiale Transmission untersucht. Gleichzeitig wird im Projekt eine minutenschnelle Keimdetektion auf Oberflächen getestet.

Keywords: *Hygienemanagement, Infektionsmanagement, Patientensicherheit*

In Deutschland erkranken jährlich bis zu 600.000 Patienten in Krankenhäusern an einer nosokomialen Infektion, davon enden bis zu 15.000 tödlich. Häufig sind es Lungenentzündungen, Sepsis, Harnwegs- und Wundinfektionen. Ein Drittel aller nosokomialen Infektionen gilt durch Optimierung der Hygieneabläufe als grundsätzlich vermeidbar. Die Transmission von nosokomialen Infektionserregern selbst erfolgt im Wesentlichen durch Hand-Kontakte, wobei den unbelebten Oberflächen der Patientenumgebung auch eine wichtige Rolle zukommt. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen den Zusammenhang zwischen unzureichender Desinfektion von patientennahen Oberflächen und dem Auftreten von nosokomialen Infektionen. Oberflächen mit häufigem Hand- und Hautkontakt sind z.B. Bettgestelle, Sanitärbereiche für Patienten, Arbeitsflächen von Verbandswägen und im Stationszimmer, medizinische Geräte wie EKG- oder Ultraschallgeräte, Tastaturen, Türklinken und Telefonhörer. Zur Dekontaminierung werden Flächendesinfektionsmittel nach genauen Hygieneplänen eingesetzt. Trotz klarer Arbeitsanweisungen kommt es immer wieder zu Desinfektionslücken, welche Reservoirs von Erregern auf Oberflächen begünstigen. Das Überleben von Viren und Bakterien auf unbelebten Oberflächen kann Tage bis Monate betragen. Daher sollte immer eine korrekte Desinfektion der Hände vor und nach Kontakt mit Patienten oder infektiösem Material erfolgen. Leider beträgt die aktuelle Rate dafür durchschnittlich nur etwa 60%. Die Ursachen dafür sind sehr häufig durch die handelnden Personen verursacht: Personalmangel, Zeit- und Kostendruck, Abspracheprobleme, unzureichende Durchführung sowie schlichtes Vergessen. Nicht ausreichend desinfizierte Oberflächen bedeuten Hygienelücken, die nosokomiale Infektionserreger zur Weiterverbreitung von Mensch zu Mensch nutzen.

Antimikrobielle Beschichtungen – realitätsnahe Testnormen fehlen

Seit Jahren wird der Einsatz verschiedener antimikrobieller Oberflächen getestet, meist nur in artifiziellen Labortests wie z.B. gemäß der Norm ISO 22196, welche für eine Testung von antimikrobiellen Beschichtungen von Oberflächen im patientennahen Umfeld ungeeignet ist. Die beschichteten Probenträger werden während der gesamten Testzeit nass gehalten. Diese permanente Nässe ermöglicht es oftmals erst, ▶

den notwendigen Transport von bioziden Stoffen aus der Beschichtung hin zu Erregern auf der Oberfläche zu bewerkstelligen. Oberflächen im klinischen Alltag sind aber in der Regel trocken. Zudem kann eine Testung im Labor immer nur der erste Schritt sein.

Der zweite, noch wichtigere Schritt ist die Testung einer antimikrobiellen Beschichtung im Rahmen einer mehrmonatigen Feldstudie in der klinischen Realität. Peer-reviewed publizierte Feldstudien existieren in der Fachliteratur derzeit kaum. Bislang verwendete Beschichtungen zeigen im klinischen Alltag mit meist trockenen Oberflächen oftmals geringe bis keine Keimreduktionen. Antimikrobielle Beschichtungen sollen großflächig eingesetzt werden. Daher muss, wie bei jeder neuen Technologie, geprüft werden, ob die verwendeten bioziden Wirkstoffe die Wirkung vorhandener antimikrobieller Substanzen abschwächen oder sogar Resistenzen erzeugen. Es ist seit vielen Jahren wissenschaftlich belegt, dass Metallionen wie Silber oder Kupfer sowie quaternäre Ammoniumverbindungen Resistenzentwicklungen bei Bakterien auslösen und sogar Ko- und Kreuzresistenzen bei Antibiotika verursachen können. Darüber hinaus dürfen die verwendeten Wirkstoffe keine Giftigkeit, Mutagenität, Hautunverträglichkeit und Umweltgefährdung zeigen. Jenseits aller Normen sind die wissenschaftlichen Untersuchungen im laufenden Projekt ein weiterer wichtiger Baustein für eine Akzeptanz von antimikrobiellen Beschichtungen in Einrichtungen des Gesundheitswesens.

Antimikrobielle Photodynamik als Beschichtung von Oberflächen

Aus oben genannten Gründen wird im laufenden Projekt der Einsatz der Photodynamik in antimikrobiellen Beschichtungen verfolgt. Die antimikrobielle Photodynamik zur Abtötung von unterschiedlichsten Mikroorganismen ist seit einigen Jahren ein vielversprechendes Verfahren.

Die Photodynamik besteht aus drei harmlosen Komponenten: sichtbares Licht, photodynamische Moleküle und Luftsauerstoff. Erst wenn sie kombiniert werden, entstehen für Keime schädliche, hochreaktive Sauerstoffmoleküle. Das Wirkprinzip: die photodynamischen Moleküle absorbieren die Energie des sichtbaren Lichts und geben die Energie an den ubiquitär vorhandenen Luftsauerstoff weiter. Dieser geht für Sekundenbruchteile in einen angeregten Zustand über, es entsteht der so genannte Singulett Sauerstoff. Letzterer zerstört Mikroorganismen und Viren direkt und schnell auf oxidativem Wege.

Im Falle von antimikrobiellen Oberflächen befinden sich diese photodynamischen Moleküle in einer dünnen Beschichtung. Fällt Licht auf die so beschichtete Oberfläche – es genügt bereits das vorhandene Raumlicht – erzeugt das photodynamische Molekül aus normalem Luftsauerstoff den Singulett Sauerstoff direkt oberhalb der Beschichtung. Dieser Singulett Sauerstoff ist gasförmig und kann daher Keime auch auf trockenen Oberflächen leicht erreichen und abtöten. Seine Reichweite ist mit etwa 1 mm groß genug, um die Mikroorganismen auf der Oberfläche zu zerstören, ist aber kurz genug, um nicht ziellos an die Umgebung abgegeben zu werden. Die photodynamische Technologie erfordert keine schädliche UV-Strahlung, zeigt eine Reduktion von Mikroorganismen bereits bei Raumlichtbedingungen, erzeugt keine Resistenzbildung bei Mikroorganismen, benötigt keinen Materialtransport aus der Oberfläche und enthält keine toxischen, mutagenen oder sensibilisierende Bestandteile.
In einer Feldstudie in zwei Regensburger Krankenhäusern wurde bereits erfolgreich gezeigt, dass antimikrobielle Beschichtungen auf Basis der Photodynamik die Keimlast mit Bakterien auf Oberflächen im Krankenhaus signifikant senken und gleichzeitig sehr hohe Keimlasten („Keimspitzen“) verringern. Die Ergebnisse der Feldstudie wurden kürzlich peer-reviewed im Journal of Hospital Infection publiziert.

Antimikrobielle Beschichtungen sind kein klassisches Flächendesinfektionsmittel

Die Effizienz einer antimikrobiellen Beschichtung kann nicht mit der Effizienz eines Desinfektionsmittels verglichen werden, da deren Wirkweise grundsätzlich verschieden sind. Desinfektionsmittel können innerhalb von Minuten die Anzahl von Keimen auf Oberflächen über mehrere $\log_{10}$ - Stufen reduzieren. Danach macht deren keimreduzierende Wirkung eine Pause, bis zum nächsten Desinfektionsvorgang, oft erst viele Stunden später. In diesen Pausen kommt es unweigerlich zur Re-Kontamination der Oberflächen. Selbst Desinfektionsmittel, die vermeintlich als sicher eingestuft werden, schützen nicht hundertprozentig, da meistens die Einwirkzeit (je nach Mittel bis zu 60 Minuten) nicht eingehalten wird und/oder die Durchführung fehlerhaft ist. Antimikrobielle Oberflächen auf Basis

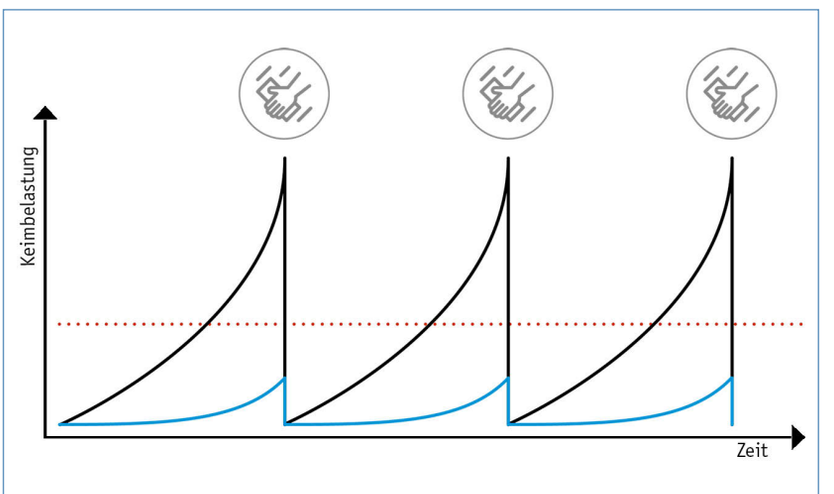

Abb. 1: Nach jeder herkömmlichen Flächendesinfektion werden Flächen durch Berührungen wieder kontaminiert. Die mittlere Keimzahl steigt wieder an, bis die Fläche erneut desinfiziert wird (schwarze Kurve). Antimikrobielle Oberflächenbeschichtungen können Keime permanent abtöten, wodurch die mittlere Keimzahl permanent gering bleibt (blaue Kurve), idealerweise unterhalb einer unkritischen Benchmark (rot, gepunktete Linie).

Quelle: dyphox

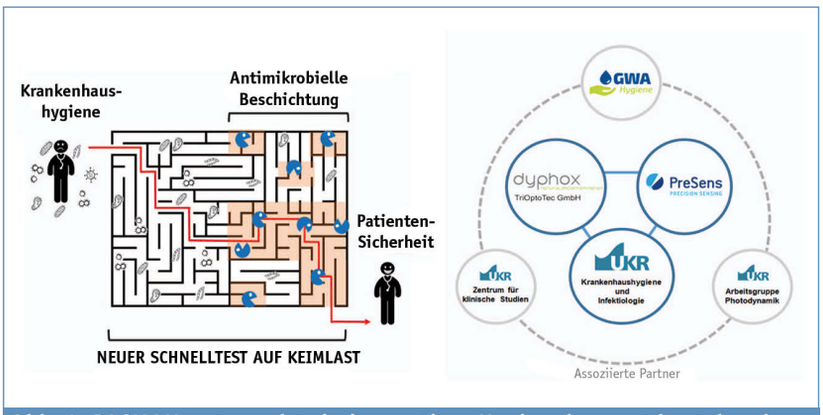

Abb. 2: PACMAN untersucht ein innovatives Hygienekonzept bestehend aus antimikrobieller Oberflächenbeschichtung und neuem Schnelltestverfahren zur Detektion von Bakterien, ein möglicher Beitrag zur Reduzierung der Übertragung von Krankheitserregern im Krankenhaus. Hierzu arbeitet ein Konsortium aus Wirtschaftsunternehmen und Wissenschaft mit Unterstützung assoziierter Projektpartner eng zusammen. Quelle: UKR

der Photodynamik sind zwar nicht so wirkungsschnell wie Desinfektionsmittel. Sie machen dafür aber keine Pause und wirken permanent und automatisch, insbesondere in den Zeitintervallen zwischen dem Einsatz von Reinigung und/oder Desinfektionsmitteln (▶Abb. 1). Damit wird die mittlere Keimlast auf den Oberflächen nachhaltig klein gehalten und es bilden sich keine Reservoirs von Erregern auf solchen Oberflächen, das Risiko einer Transmission von Erregern über solche Oberflächen sinkt. Antimikrobielle Beschichtungen und Desinfektionsmittel ergänzen sich einander und ermöglichen ein verbessertes Schutzkonzept, insbesondere für häufig angefasste Flächen im Patientenumfeld.

PACMAN – aktuelles Projektvorhaben zu antimikrobiellen Oberflächen

Im Oktober 2020 ist ein neues wissenschaftliches Kooperationsprojekt gestartet: PACMAN (Photo Active Cyto-toxic treatment of Microorganisms And a New quick-test). Zur Realisierung des Projektvorhabens arbeiten Wirtschaftspartner sowie das Universitätsklinikum Regensburg eng zusammen (▶Abb. 2). Gefördert wird das Projekt durch die Bayerische Forschungsstiftung. Es soll der Nachweis erbracht werden, dass die Transmission von Bakterien und damit potenziell nosokomialen Infektionserregern auf einer großen Intensivstation durch den Einsatz von antimikrobiellen Oberflächenbeschichtungen auf Basis der Photodynamik verringert wird.

Für eine schnelle und sichere Detektion von Bakterien als potenzielle nosokomiale Infektionserreger auf Oberflächen soll gleichzeitig ein neuartiger, örtlich hochauflösender optischer Sensor für Messungen mit hoher Sensitivität und Spezifität erforscht werden (▶Abb. 2). Bisherige Technologien zur Detektion von Bakterien auf Oberflächen sind zu zeitintensiv oder nicht ausreichend sensitiv. Eine schnelle Detektion von hohen Bakterienspitzen vor Ort ist ebenfalls ein wichtiger Beitrag zur Reduktion von nosokomialen Infektionserregern und damit zur Sicherheit von Mitarbeitern und Patienten. ■

Prof. Dr. Wolfgang Bäumler
Klinik und Poliklinik für Dermatologie
Universitätsklinikum Regensburg
Franz-Josef-Straß-Allee 11
93053 Regensburg

Prof. Dr. Wolfgang Bäumler
Foto UKR/Christina Vogt

Prof. Dr. Wulf Schneider
Abteilung für Krankenhaushygiene und Infektiologie
Universitätsklinikum Regensburg
Franz-Josef-Straß-Allee 11
93053 Regensburg

CGM CompuGroup Medical

iPSS Infektions-prävention & Surveillance

... digital & präventiv statt anlog & reaktiv:

- Übersichtliche, schnelle HTML5-Oberfläche
- ALERT-System für Risikopatienten
- Offene Schnittstellenstandards statt proprietärer Dateiformate

› Risikopatienten identifizieren, aktive Prävention unterstützen
› Klinische Daten für Algorithmen: Medikation, Devices, Vitalwerte
› ICD10-Kodes direkt aus Befunden
› Dokumentation/Meldungen gemäß InfSG
› RKI-KISS-Unterstützung
› Patiententracking und neu: Besucher registrieren

Synchronizing Healthcare