

Kampf gegen Antibiotikaresistenzen: Keime wegleuchten

Licht an - Bakterien tot. So einfach könnte das Desinfizieren von Oberflächen sein. Damit aus dieser Idee eine wirksame Waffe im Kampf gegen Antibiotika-resistente Pathogene wird, entwickeln Empa-Forschende eine Beschichtung, deren keimtötende Wirkung mittels Infrarotlicht aktivierbar ist. Zudem ist die Kunststoffschicht hautverträglich und umweltfreundlich. Eine erste Anwendung wird derzeit für die Zahnmedizin umgesetzt.

Bakterien, die gegen Antibiotika resistent sind, und neu auftretende Viren sind eine stark zunehmende Bedrohung für das globale Gesundheitssystem. So stehen jährlich rund 5 Millionen Todesfälle mit antibiotikaresistenten Keimen in Verbindung, und mehr als 20 Millionen Menschen starben während der COVID-19-Viruspandemie. Darum arbeiten Empa-Forschende an neuen, dringend benötigten Strategien, um derartige Krankheitserreger zu bekämpfen. Eines der Ziele: die Ausbreitung von resistenten Erregern und neuartigen Viren mit smarten Materialien und Technologien verhindern.

Ein besonders geeigneter Einsatzort für solche Materialien sind hierbei Oberflächen, die ständig mit Infektionserregern in Kontakt kommen wie Türklinken in Spitälern oder Einrichtungsgegenstände in Operationssälen. Ein interdisziplinäres Team aus drei Empa-Labors hat nun gemeinsam mit der tschechischen Palacký-Universität Olmütz eine umweltfreundliche und bioverträgliche Oberflächenbeschichtung aus Kunststoff entwickelt, die Keime zuverlässig abtötet. Der Clou: Die Wirkung lässt sich immer wieder aufs Neue durch die Bestrahlung mit Licht aktivieren.

Heiss und radikal

«Das neue Material ist so konzipiert, dass Mikroorganismen lokal und schnell abgetötet werden», erklärt Empa-Forscher Giacomo Reina vom «Nanomaterials in Health» Labor in St. Gallen. Hierzu wurde ein Grundgerüst aus Polyvinylalkohol verwendet, einem bioverträglichen Kunststoff, der auch in der Lebensmittelindustrie eingesetzt wird. Eingebettet in diese Matrix ist eigens synthetisierte Graphensäure, die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften bestens als antimikrobielle Beschichtung geeignet ist. Ihr volles Potenzial lässt sich dabei durch die Verwendung von Nahinfrarot-Licht ausschöpfen. Sobald das Kompositmaterial damit bestrahlt wird, entfaltet es seine Doppelstrategie: Zum einen absorbiert es die Energie des Infrarotlichts und wandelt sie in keimtötende Hitze um. Ausserdem wird die Bildung von Sauerstoffradikalen angeregt, die den Krankheitserreger zusätzlichen Schaden zufügen.

Ein weiterer Vorteil hierbei ist, dass diese Strategie sich komplett von den Wirkmechanismen herkömmlicher Antibiotika unterscheidet. Damit bietet das Material einen kontinuierlichen Schutz gegen ein breites Spektrum von Mikroorganismen, ohne zur Resistenzbildung beizutragen. «Unsere Laborexperimente konnten die Wirksamkeit des antimikrobiellen Materials gegen verschiedene Bakterien und Viren klar bestätigen», so der Empa-Forscher.

Rotlicht in der Mundhöhle

Eine erste Anwendung für die antimikrobielle Beschichtung wird derzeit für die Zahnmedizin entwickelt. Hierzu arbeiten Empa-Forschende gemeinsam mit dem Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich an einer Zahnschiene, die Mikroorganismen in der Mundhöhle abtötet.

Die Keimflora im Mund ist ein besonders unangenehmer Gegner im Kampf gegen Infektionserreger: Hier tummeln sich komplexe Gemeinschaften von Bakterien in unzugänglichen Nischen, eingebettet in eine selbst produzierte schleimige Matrix. Antibiotika und Desinfektionsmittel durchdringen diese widerstandsfähigen Biofilme kaum. So können die Keime ungehindert Zähne ruinieren oder sogar zu ausgedehnten Infektionen im Körper führen. Das interdisziplinäre Team um Giacomo Reina arbeitet daher an einer Kunststoffschiene, in die Nanomaterialien wie Graphensäure stabil integriert werden. Da Nahinfrarotlicht das Gewebe einige Zentimeter tief durchdringen kann, kann die Schiene in der Mundhöhle platziert und von aussen durch eine Lichtquelle aktiviert werden, und zwar immer wieder.

Das Projekt kann dank den grosszügigen Zuwendungen der Eduard Aeberhardt-Stiftung und einer weiteren Stiftung durchgeführt werden. Klinikdirektor Ronald Jung vom Zentrum für Zahnmedizin der Universität Zürich schätzt diesen interdisziplinären Ansatz von Materialwissenschaft und klinischer Forschung. «Derartige neue und innovative Lösungen werden einen grossen Mehrwert für Patientinnen und Patienten bieten», ist Jung überzeugt.

Originalpublikation:

G Reina, D Panáček, K Rathammer, S Altenried, P Meier, P Navascués, Z Baďura, P Bürgisser, V Kissling, Q Ren, R Zbořil, P Wick; Light Irradiation of N-Doped Graphene Acid: Metal-Free Strategy Toward Antibacterial and Antiviral Coatings with Dual Modes of Action; EcoMat (2025); <https://doi.org/10.1002/eom2.70009>