

SafeSurface

Neue antimikrobielle, erdölfreie Oberflächen für Klinikbereich, Textilien und Verpackungen

| | | | |
|---------------------------------|---|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2023, Expedition Zukunft Start 2023 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.04.2025 | Projektende | 31.03.2026 |
| Zeitraum | 2025 - 2026 | Projektlaufzeit | 12 Monate |
| Keywords | Antimikrobielle Oberflächen; Klinikbereich; Textilien; Lebensmittelverpackungen | | |

Projektbeschreibung

Schätzungen des European Centre for Disease Prevention and Control zufolge infizieren sich jedes Jahr mehr als 3,5 Millionen Menschen in der Europäischen Union und dem Europäischen Wirtschaftsraum während ihres Aufenthalts in einem Krankenhaus oder einer anderen Gesundheitseinrichtung und entwickeln sogenannte therapie- bzw. Healthcare-assoziierte Infektionen (HAI). Obwohl einige dieser Infektionen leicht behandelbar sind, können andere die Gesundheit der Patienten ernsthaft beeinträchtigen, ihren Aufenthalt im Krankenhaus verlängern und damit die Krankenhauskosten erhöhen. HAI führen zu mehr als 90.000 Todesfällen und machen 71 % der Fälle von Infektionen mit antibiotikaresistenten Bakterien aus.

Schätzungen zufolge sind bis zu 50 % dieser Infektionen vermeidbar. Die Anwendung von Infektionspräventions- und -kontrollmaßnahmen im Gesundheitswesen ist dabei von entscheidender Bedeutung, nicht zuletzt um eine möglichst geringen Keimzahl auf Oberflächen zu gewährleisten und eine Übertragung von Erregern durch kontaminierte Flächen zu verhindern. Da diese Krankheitserreger jedoch schnell an Oberflächen anhaften und robuste Biofilme bilden, sind sie nur sehr schwer zu entfernen. Weiters kann auch eine etablierte regelmäßige Reinigung bzw. Desinfektion eine Rekontamination zwischen zwei Reinigungszyklen nicht gänzlich verhindern.

Ziel der Sondierung ist es, neue antimikrobielle Oberflächen zu schaffen, die durch eine kontinuierliche Wirkung diese Hygienelücke schließen und somit eine zusätzliche effektive Schutzmaßnahme darstellen.

Die bei JOANNEUM RESEARCH entwickelten antimikrobiellen Oberflächen werden erdölfrei sein sowie weder für Mensch und Tier noch für Pflanzen toxische Bestandteile enthalten. Die antimikrobiellen Eigenschaften werden durch biomimetische Oberflächen, wie sie auch von Zikaden- oder Libellenflügeln bekannt sind, generiert. Dies erreicht man durch eine Kombination aus speziellen Mikro- und Nanostrukturen. Als Ausgangsmaterialien werden hierfür erdölfreie Silikon-Prepolymere eingesetzt. Diese Prepolymere werden in der Form von Mikrostrukturen gezielt mittels einer energieeffizienten Drucktechnologie auf die Oberflächen aufgebracht. Neben der Mikrostrukturierung durch den Druck werden zusätzlich Nanostrukturen durch ein Einbetten von ökologisch unbedenklichen Zellulosenanokristallen, Chitosan-Partikeln und Siliziumdioxidnanopartikeln erzeugt.

Damit wird diese neue disruptive Technologie von JOANNEUM RESEARCH dazu genutzt, um einen Beitrag zur Lösung der weitreichenden Probleme für Gesellschaft und Umwelt hinsichtlich (antibiotikaresistenter) Krankheitserreger und deren Folgen zu leisten. Es werden erdölfreie, ökologisch unbedenkliche antimikrobielle Strukturen entwickelt, die gänzlich frei von umweltschädlichen Materialien, wie zum Beispiel Silbernanopartikeln, hochtoxischen Chlorverbindungen, Antibiotika oder QUATs sind. Dies führt unter anderem auch zu weniger Antibiotika im Abwasser, und schützt uns effizient vor den immer wieder neu auftretenden Gefahren der so wandlungsfähigen Krankheitserreger.

Die neuen antimikrobiellen Oberflächen werden auf Ihre Stabilität und Tauglichkeit im Kampf gegen (antibiotikaresistente) Krankheitserreger evaluiert, und in der Folge interessierten Partnern aus der Industrie (Textil, Papier, Medizinprodukte, Lebensmittelverpackungen) angeboten.

Abstract

Goals of the project and improvements for people and the environment

The European Center for Disease Prevention and Control estimates that more than 3.5 million people in the European Union and the European Economic Area become infected each year while staying in a hospital or other healthcare facility and develop so-called therapeutic or healthcare-associated infections (HAI). Although some of these infections are easily treatable, others can seriously affect patients' health, prolong their hospital stay and thereby increase hospital costs. Furthermore, these infections lead to more than 90,000 deaths. In addition, HAIs account for 71% of cases of infections with antibiotic-resistant bacteria.

It is estimated that up to 50% of these infections are preventable. The application of infection prevention and control measures in the healthcare sector is crucial, not least to ensure the lowest possible number of germs on surfaces and to prevent the transmission of pathogens through contaminated surfaces. However, because these pathogens quickly attach to surfaces and form robust biofilms, they are very difficult to remove. Furthermore, even established regular cleaning or disinfection cannot completely prevent recontamination between two cleaning cycles.

The aim of the exploration is to create new antimicrobial surfaces that close this hygiene gap through a continuous effect and thus represent an additional effective protective measure.

The antimicrobial surfaces developed at JOANNEUM RESEARCH will be petroleum-free and will not contain any components that are toxic to humans, animals or plants. The antimicrobial properties are generated by biomimetic surfaces, that are also known from cicada or dragonfly wings. This is achieved through a combination of special micro- and nanostructures. The starting materials are petroleum-free silicone prepolymers. These prepolymers are specifically applied to the surfaces in the form of microstructures using energy-efficient printing technology. In addition to microstructuring through printing, nanostructures are also created by embedding ecologically harmless cellulose nanocrystals, chitosan particles and silicon dioxide nanoparticles.

This new disruptive technology will be used by JOANNEUM RESEARCH to contribute to solving the far-reaching problems for society and the environment regarding (antibiotic-resistant) pathogens and their consequences. Petroleum-free, ecologically harmless antimicrobial structures are being prepared, and materials that damage the environment after their release, such

as silver nanoparticles, highly toxic chlorine compounds, antibiotics or QUATs, are completely avoided. Among other things, this also leads to fewer antibiotics in wastewater and protects us efficiently from the ever-recurring dangers of such versatile pathogens.

Endberichtkurzfassung

Im Projekt SafeSurface wurden biomimetisch inspirierte, erdölfreie und potenziell antimikrobielle Oberflächen mittels strukturierter Beschichtungen untersucht. Ziel war es, durch Digitaldruck von Silikon-Prepolymeren sowie durch Heißprägen von Polymerfolien mikro- bzw. nanostrukturierte Oberflächen herzustellen, die eine antimikrobielle Wirkung zeigen und perspektivisch zur Reduktion von Healthcare-associated Infections beitragen könnten.

Die technischen Arbeitspakete wurden weitgehend planmäßig abgeschlossen. Es konnten Digitaldruck-kompatible Silikon-Prepolymer-Tinten entwickelt und auf Glas sowie Polymerfolien in Form von Dots und Linien strukturiert gedruckt werden. Die gedruckten Strukturen wurden mikroskopisch und mittels Laserscanning charakterisiert. Auch die Benetzbarkeit wurde über Wasserkontaktwinkelmessungen untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Hydrophobie der Silikonoberflächen primär materialbedingt war und nicht wesentlich durch die Mikrostrukturierung erhöht wurde.

Parallel wurde Hot-Embossing als alternatives Strukturierungsverfahren für Polymerfolien untersucht. Dabei konnten mikrostrukturierte Zelluloseazetat-Folien erfolgreich hergestellt und charakterisiert werden. Die Strukturierung führte zu einer Erhöhung des Wasserkontaktwinkels, blieb jedoch insgesamt im eher hydrophilen Bereich.

Die antimikrobiellen Untersuchungen wurden nach einschlägigen Standardmethoden durchgeführt. Die mittels Inkjet-Druck hergestellten Silikon-Dots und -Linien zeigten keine antimikrobielle Wirkung gegenüber *Staphylococcus aureus*. Auch vorhandene mikro- und nanostrukturierte Referenzfolien bei JR zeigten keine relevante antimikrobielle Aktivität. Bei heißgeprägten Zelluloseazetat-Folien wurde zunächst eine deutliche Reduktion der Keimzahl beobachtet. Eine spätere Vergleichsuntersuchung mit unstrukturierter Zelluloseazetat-Folie zeigte jedoch, dass die antimikrobielle Wirkung wahrscheinlich nicht auf die Strukturierung, sondern auf chemische Zusätze der kommerziell erworbenen Zelluloseazetatfolie zurückzuführen war.

Das Projekt war damit im Hinblick auf das zentrale Ziel — die Herstellung wirksamer antimikrobieller strukturierter Oberflächen — wissenschaftlich nicht erfolgreich. Der geplante Use-Case zur Vermeidung von Healthcare-associated Infections wurde daher nicht weiter untersucht. Ebenso wurde in Abstimmung mit der FFG auf die Geschäftsmodellberatung bzw. vertiefte Stakeholderdiskussion verzichtet, da keine verwertbare antimikrobielle Technologie vorlag.

Trotzdem lieferte das Projekt wertvolle Erkenntnisse: Es wurden neue strukturierbare Silikon-Tinten entwickelt, Erfahrungen im Digitaldruck von Silikon-Prepolymeren gesammelt und das Heißprägen biobasierter Polymerfolien erfolgreich demonstriert. Besonders relevant ist der identifizierte Folgeansatz, biologisch abbaubare Folien aus Zelluloseazetat oder PLA für mikrofluidische Anwendungen einzusetzen. Diese könnten künftig mit Indikatorchemien kombiniert werden, etwa zur Sensorik von Schwermetallen in Abwasser oder Aminen in Lebensmitteln. Damit entstand aus dem Projekt ein alternativer nachhaltiger Verwertungspfad im Bereich SSbD-Materialien und ressourcenschonender folienbasierter Mikrofluidik.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- Medizinische Universität Graz