
Funktionelle Zinkperoxid-Beschichtungen für antimikrobielle Luftfiltrationssysteme

Susanne Braun, Markus Ottersbach, Thomas Ebbinghaus, Sven Buschmann, Robert Kaufmann, Elisabeth Heine, Andrij Pich

DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V., Aachen

Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen des Projektes Oxyfilter wurden funktionale Zinkperoxid-Beschichtungen für antibakterielle Luftfiltersysteme entwickelt. Dabei wurden wir mit Materialien und Messungen von unseren Partnern aus der Industrie unterstützt.

Das Projekt beruhte auf mehreren Meilensteinen, welche die Synthese der stabilisierten Zinkperoxid-Partikel, die Modifizierung der PET-Fasern, die Anbindung der Partikel auf den modifizierten Fasern sowie die Testung der Anwendungseigenschaften der Filter einschließlich der Filtrationseigenschaften, wie auch der antimikrobiellen Aktivität gegen verschiedene Pathogene umfasst.

Zunächst wurde die Synthese der stabilisierten Zinkperoxidpartikel mit verschiedenen Liganden angestrebt. Das benötigte Zinkacetatdihydrat wurde dabei von unserem Industriepartner *Dr. Paul Lohmann* zur Verfügung gestellt. Die verschiedenen Liganden wurden gezielt ausgesucht, um die Anbindung der Partikel an die modifizierten PET-Fasern elektrostatisch oder kovalent auszugestalten. In diesem Zusammenhang wurden Bis[2-(methacryloyloxy)ethyl] phosphat (BMEP) für die elektrostatische Anbindung und Glycidylphosphat (GP) für die kovalente Anbindung als die erfolgreichsten Vertreter für die weiteren Versuche ausgewählt.

Im Zuge der Amin-Modifizierung der PET-Fasern wurden ebenfalls zwei verschiedene Strategien verfolgt. An dieser Stelle wurden wir von unseren Industriepartnern *KAYSER Filtech Group* und der *Filzfabrik Fulda* mit Filtrationsmaterialien beliefert. Zum einen wurde die Modifizierung durch Imprägnierung mit Polyethylenimin (PEI) und Polyallylamin (PAA) und zum anderen die kovalente Modifizierung durch lineare Amine, wie Diethylentriamin (DETA), Triethylentetramin (TETTA) und Tetraethylenpentamin (TTEPA), getestet. Die kürzeren linearen Amine, wie DETA und TETTA, bewirkten bei längerer Reaktion eine Degradation der PET-Fasern. Die imprägnierten und die mit TTEPA modifizierten Fasern, zeigten keine Degradation und erzielten bei der Quantifizierung mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS) vergleichbare Ergebnisse. Da die kovalente Modifizierung beständiger und die Kosten

für das lineare Amin deutlich niedriger waren, wurde mit dieser Modifizierung weitergearbeitet. Die Homogenität der Modifizierung wurde durch Mikroskopie und energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX) sichergestellt. Die erwünschte Veränderung der Oberflächenladung wurde mittels Strömungspotenzialmessungen bei verschiedenen pH-Werten gemessen.

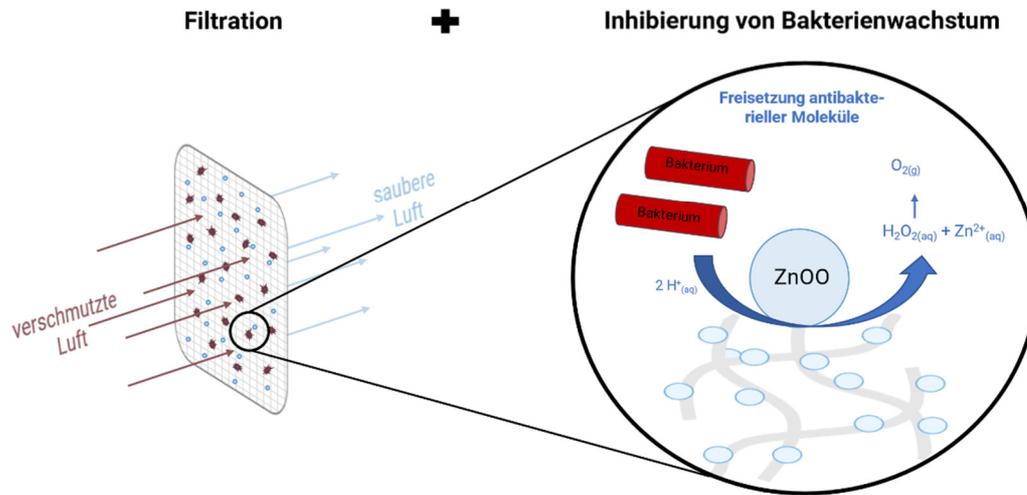
Die Anbindung der stabilisierten Partikel wurde anhand von Variation der Ausrüstungsparameter optimiert. Die Ausrüstungsgrade wurden dabei ebenfalls mit XPS verfolgt. Weiterhin wurde durch mikroskopische Untersuchungen die Ausrüstung bewertet.

Die Untersuchung der antimikrobiellen Aktivität gegen verschiedene Pathogene, welche im Konsortium ausgewählt wurden, zeigte eine Kombination an Aktivität sowohl von der Amin-Modifizierung durch TTEPA als auch von den stabilisierten Zinkperoxid-Partikeln. Getestet wurden Gram-negative *Escherichia coli* (*E.coli*), Gram-positive *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), der humanpathogene Pilz *Candida albicans* (*C. albicans*) sowie der Luftkeim *Micrococcus luteus* (*M. luteus*), welche insgesamt eine große Bandbreite an auftretenden Pathogenen darstellen.

Zusätzlich wurden ausgerüstete Proben in Klimaschränken unserer Industriepartner *GfPS* eingelagert, um eine Standzeit von ein, zwei und drei Jahren zu simulieren. Anschließend wurden die Proben erneut auf ihre antimikrobielle Eigenschaft hin untersucht und zeigten nach wie vor sehr hohe Keimzahlreduktionen bei den genannten Keimen.

Abschließend wurden die Filtrationseigenschaften auf dem Prüfstand unseres Industriepartners der *KAYSER Filtertech Group* getestet. Hier konnten keine signifikanten Veränderungen der Filtrationseigenschaften durch die Amin-Modifizierung oder die elektrostatische wie auch kovalente Ausrüstung mit den stabilisierten Zinkperoxid-Partikeln festgestellt werden.

Antibakterielle Luftfilter



Danksagung

Das IGF Vorhaben Nr. 20897 N „Funktionale Zinkperoxid-Beschichtungen für antibakterielle Luftfiltersysteme“ der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil (FKT) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir danken ebenfalls den im projektbegleitenden Ausschuss engagierten Firmen, ohne deren Unterstützung das Projekt in dieser Form nicht hätte durchgeführt werden können

Der Schlussbericht zum IGF-Forschungsvorhaben 20897 N „Funktionale Zinkperoxid-Beschichtungen für antibakterielle Luftfiltersysteme“ ist über die Forschungsstelle zu beziehen: DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V., bibliothek@dwI.rwth-aachen.de, Forckenbeckstr. 50, 52074 Aachen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk
Mittelstand



DWI
Leibniz-Institut für
Interaktive Materialien