

20381 N – BioEntEl - Biozidfreie Entkeimungsmethode für Elektrotauchlackierprozesse

Zusammenfassung

Zu den zu erfüllenden Arbeitspaketen im Forschungsvorhaben „BioEntEl“ wurden je projektbeteiligter Forschungseinrichtung eine KTL-Beckensimulationsanlage aufgebaut, welche für weitere Untersuchungen essenziell war.

Am Fraunhofer IPK wurden mit dieser Simulationsanlage unter anderem Versuche zur Identifizierung der im kathodischen Tauchlack vorkommenden Bakterienarten unternommen. Durch biochemische und DNA-Analysen konnten die *Burkholderia*-Stämme *Burk_23* und *Burk_52* als Spezies der *B. cepacia* bestimmt werden. Zusätzlich wurde das Wachstumsverhalten von *Burk_52* in KTL untersucht und es konnten Aggregate in der Größe L_{AG} von $5\ \mu\text{m} \leq L_{AG} \leq 100\ \mu\text{m}$ nachgewiesen werden. Um mit diesen Erkenntnissen weitere Versuche im Verlauf der Projektzeit durchführen zu können, wurde eine Methode zur Bereitstellung des Lacks mit definierter *B. cepacia* Zellkonzentration Z_k entwickelt. Die *Burk_52* Zellkonzentration Z_k in gebrauchtem KTL-Material konnte anschließend über einen Zeitraum von 7 h stabil gehalten werden.

Am IPK wurde eine Anlage zur Entkeimung mit einem Homogenisator nach dem Rotor-Stator-Prinzip realisiert. Hier wurde darauf geachtet, dass die Relativgeschwindigkeit v_{rel} zwischen Rotor und Stator und die Scherspaltbreite B_s variabel eingestellt werden können. Kernstück bildet dabei eine neu entwickelte konusförmige Rotor-Stator-Einheit mit spiralförmigem Ablassgehäuse, in welchem Strömungstotpunkte vermieden werden. Die Relativgeschwindigkeit v_{rel} wird durch einen Elektromotor erzeugt und ist mittels eines Frequenzumwandlers variierbar. Durch acht experimentelle Entkeimungsversuche, konnte nachgewiesen werden, dass nach der Behandlung eine Minimierung der Zellkonzentration bis zu einer Zehnerpotenz erreicht werden konnte. Nach erfolgreicher Desinfektionsleistung wurde die entwickelte Rotor-Stator-Geometrie gefertigt und in den Homogenisator integriert. Der entstandene Prototyp kann nun einen kontinuierlich laufenden Fluidkreis mit einem Fassungsvermögen von 1000 ml zu entkeimendem Medium entkeimen. Dieser Prozess kann so lange durchgeführt werden, bis das notwendige Desinfektionsergebnis erreicht ist. Zur Analyse des Desinfektionspotenzials wurden Versuche auf Basis einer statistischen Versuchsplanung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen bakteriziden Effekt der mechanischen Entkeimung, insbesondere für stark kontaminierte Medien und höheren Hz-Zahlen. Um einem deutlichen Temperaturanstieg der Suspension durch Reibung während des Betriebs des Homogenisators entgegenzuwirken, wurde ein geschlossenes separates Kühlsystem, basierend auf dem Prinzip der aktiven Flüssigkeitskühlung, entwickelt. In Langzeitversuchen, die einem industriellen Einsatz nahekommen, wurde mit einer Versuchsdauer von bis zu 5 h und implementierter aktiver Kühlung eine Zellzahlreduktion von *Burk_52* in PBS um bis zu 99 % erreicht. Diese Werte wurden ebenfalls in industrienahen Versuchen mit angeimpftem KTL-Lack erreicht. Zur Untersuchung der Auswirkung der physikalischen Kräfte auf die Beschichtungsqualität des Lacks wurde eine Versuchsreihe mit reinem KTL-Lack (ohne Kontamination mit Bakterien) durchgeführt und anschließend zur Analyse an das IPA versendet.

Um die Auswirkungen der physikalisch einwirkenden Kräfte zu spezifizieren, wurden Lackverträglichkeitsprüfungen am Fraunhofer IPA durchgeführt. Es war zum einen wichtig, die

Auswirkung auf den Beschichtungsvorgang zu betrachten. Zusätzlich war es erforderlich, die Qualität des Lacks / der Beschichtung zu überprüfen, indem die Haftung mittels manueller Gitterschnitte und einer Tiefungsprüfung nach Erichsen untersucht wurde. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Haftung der unterschiedlichen Scherversuche sehr gut mit der Positivkontrolle verglichen werden konnte und keine Veränderung der Haftfestigkeit stattgefunden hat. Zusätzlich wurden über Kondenswasser- und Salzsprühnebelprüfungen die Beständigkeit gegenüber äußeren Einflüssen untersucht. Auch hier konnten keine signifikanten Veränderungen durch die Scherung des Lacks festgestellt werden. Somit wäre bewiesen, dass der Homogenisator in der Industrie ohne Störung des Beschichtungsvorgangs eingesetzt werden könnte.

Der Hauptpart der Arbeiten am Fraunhofer IPA beinhaltete den Aufbau und die Optimierung einer Versuchsanlage zur Anwendung der auf der strömungsdynamischen Wasserbehandlung basierenden „Mannesmann Hydrophysikalische Wasseraufbereitung“ der Reinhard Mannesmann GmbH. Hierzu wurde an den als MHP-System bezeichneten Reaktionsbehälter eine Kreiselpumpe angeschlossen. Diese befördert das Medium mit einem Druck von etwa 8 bar in die Reaktionskammer, in der hohe Zentrifugal- und Zentripetalkräfte erreicht werden. Die Anlagenkomponenten wurden mit einem Vorratsbehälter durch eine flexible Verrohrung verbunden. Es kommen sowohl ein 1000 l IBC-Behälter, als auch ein 30 l Weißblechimer zum Einsatz. Als Nährmedien zum Verkeimen des Wassers dienen zum einen Industriezucker und Fruchtzucker aus Fruchtsaft, zum anderen wurde Teichwasser eingesetzt. Beide wässrigen Medien beinhalten unterschiedliche Arten an Bakterienkolonien, an welchen man die Entkeimungswirkung des Systems nachweisen wollte. Die Zellkonzentration im Medium vor Beginn der Entkeimungsversuche liegt im Durchschnitt zwischen $1E+05$ bis $1E+06$ KBE/ml. Eine signifikante Entkeimungswirkung des MHP-Systems konnte bei Versuchen mit Medium aus Industriezucker und Fruchtzucker aus Fruchtsaft nicht nachgewiesen werden. Die Auswertung der Versuche mit Teichwasser hingegen zeigt eine deutliche Keimreduktion bei vermehrten Behandlungsdurchläufen. Hier konnte eine Entkeimungswirkung von über 90 % nachgewiesen werden. Im direkten Vergleich mit dem Zuckermedium kann dabei die Hypothese aufgestellt werden, dass die Mikroorganismen unterschiedliche Zellwanddicken besitzen und diese Einfluss auf die entkeimende Wirkung des MHP-Systems hat. Der Nachweis erfolgt über einen KOH-Test, welcher beweist, dass das MHP-System eine sehr gute desinfizierende Wirkung für gramnegative/dünnwandige Bakterienstämme aufweist. Eine keimreduzierende Wirkung auf grampositive Bakterien, mit einer festen dicken Zellwand, können mit dem Versuchsaufbau nicht nachgewiesen werden. Zusätzlich konnte die entkeimende Wirkung am Fraunhofer IPK, durch Einsatz eines Nährmediums mit *Escherichia coli* (gramnegativer Bakterienstamm) im Labor nachgewiesen werden. Einem Einsatz des MHP-Systems in der industriellen Produktion, besonders im Bereich der Vorbehandlung, steht nach diesen Ergebnissen nichts mehr im Wege, vorausgesetzt es handelt sich bei der mikrobiellen Belastung um gramnegative Bakterienstämme.

Das Projektziel wurde erreicht.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 20381 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V. – FPL, Stuttgart, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



**FORSCHUNGSGESELLSCHAFT
FÜR PIGMENTE UND LACKE E.V.**