

Forschungsberichtsblatt BWPLUS

Beitrag zu einer nachhaltigen und umweltgerechten Produktentwicklung mittels eines Testverfahrens für die Bewertung von Biofilmen an Oberflächen - *BioOfT*

von

Iris Trick

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

Förderkennzeichen: BWBÖ 17005

Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

April 2018

Inhalt

| | | |
|---|---|----------|
| 1 | Einleitung | 2 |
| 2 | Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse..... | 2 |
| 3 | Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse? | 3 |
| 4 | Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen | 3 |
| 5 | Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen | 4 |

Kurzfassung

Zunehmend werden Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen oder mittels biotechnischer Verfahren hergestellt. Um Biofilme langfristig zu vermeiden, werden in der industriellen Herstellung immer neue Lösungen entwickelt, die charakterisiert und bewertet werden müssen. Neben den Anforderungen zur Vermeidung mikrobieller Biofilme an Oberflächen von Polymeren natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs muss nachgewiesen werden, dass eine mögliche Freisetzung von Agenten keine für Mensch und Umwelt schädlichen Auswirkungen hat.

Am Fraunhofer IGB wurde ein Verfahren entwickelt, das ursprünglich mineralische und polymere Oberflächen fokussierte. Da ähnliche Anforderungen für verschiedene biobasierte Produkte bestehen, wurde im Rahmen dieser Studie mittels einer Umfrageaktion ermittelt, für welche Branchen, die sich im Rahmen der Bioökonomie mit neuen Stoffen oder Stoffkombinationen beschäftigen, mit diesem Verfahren oder einer daraus abgeleiteten Variante Vorteile für die Produktentwicklung und –bewertung ergeben.

Geprüft wurde, inwieweit ein solches Verfahren in standardisierter Form von der Industrie nachgefragt und eingesetzt würde und somit ein Normierungsprozess angestoßen werden sollte.

Bedarf besteht, Messverfahren zu identifizieren, mit denen in Ergänzung zu einer (Photo-)Bioreaktoreinheit, die den Aufwuchs von Biofilmen ermöglicht, Aussagen über Zusammensetzung, Festigkeit, Schichtdicke eines Biofilms zu treffen sind.

Summary

Increasingly, products are produced from renewable raw materials or by means of biotechnological processes. In order to avoid biofilms in the long term, new solutions are constantly being developed in industrial production which must be characterised and evaluated. In addition to the requirements for the prevention of microbial biofilms on the surfaces of polymers of both natural and anthropogenic origin, it must be demonstrated that a possible release of agents does not have any adverse effects on humans and the environment.

At the Fraunhofer IGB a process was developed that originally focused on mineral and polymer surfaces. As similar requirements exist for different biobased products, this study is intended to determine for which industries the method may be important in the development of new substances or substance combinations. In the context of bio-economy, advantages arise for product development and evaluation.

It was examined if there is an interest of industry to develop standardized procedures to evaluate new products in respect to biofilm prevention.

There is a need to identify measurement methods that complement the described (photo-) bioreactor unit, which enable biofilms to be characterised according to their growth and with which it can be demonstrated that no biofilm has been formed.

Methods that are particularly suitable for determining the composition, strength and layer thickness of a biofilm had been proven to be particularly suitable.

1

Einleitung

Die Erkenntnis, dass die fossilen Ressourcen auf unserer Erde endlich sind und ihre Nutzung in erheblichem Maß zu dem inzwischen deutlich spürbaren Klimawandel beigetragen hat, veranlasst mehr und mehr Politik und Wirtschaft zum Umdenken. Biologische Prozesse werden verstärkt auf ihre Anwendung in industriellen Prozessen untersucht und im Rahmen der so genannten Bioökonomie umgesetzt.

Mit dem Einzug biobasierter Produkte haben sich die Hersteller und die Konsumenten / Nutzer mit der Problematik der Biofilmbildung an Oberflächen verstärkt auseinander zu setzen.

Ein nicht zu unterschätzender Einflussfaktor ergibt sich bei der Anwendung zahlreicher Produkte. Bei ihrer Anwendung sollen die Produkteigenschaften über lange Zeiträume erhalten bleiben und nicht durch mikrobielle Besiedelung der Oberflächen geschädigt werden.

Biofilme sind in der Natur weit verbreitet und können als die älteste Lebensform betrachtet werden. Ihre Anpassungsfähigkeit ist hoch und bietet ihnen Schutz vor ungünstigen Lebensbedingungen wie hohe Temperaturen, intensive Strahlung oder chemische Agenzien.

Dadurch ist die Nutzung von Biofilmen in der Umwelt- und Biotechnik von erheblichem Vorteil. Immobilisierte Biomasse wird in der Abwasserreinigung seit langem erfolgreich eingesetzt, insbesondere zum Abbau von eher schwer abbaubaren Verbindungen aus industriellen Prozesswässern. Als Biokatalysatoren ermöglichen sie kontinuierliche Betriebsweise von Verfahren zur Gewinnung von verschiedensten Produkten wie organische Säuren, Vitamine o. ä.. Bioökonomie bedeutet zwangsläufig eine Auseinandersetzung mit Biofilmen, sei es ihre Vermeidung oder ihre Nutzung.

Um Biofilme langfristig zu vermeiden, werden in der industriellen Herstellung immer neue Lösungen entwickelt, die charakterisiert und bewertet werden müssen. Neben den Anforderungen zur Vermeidung mikrobieller Biofilme an Oberflächen von Polymeren natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs muss nachgewiesen werden, dass eine mögliche Freisetzung von Agenzien keine für Mensch und Umwelt schädlichen Auswirkungen hat.

Die Überprüfung von Produkten stellt damit eine erhebliche Herausforderung dar. Die vorliegende Studie soll einen Beitrag leisten, die Wechselwirkungen von Mikroorganismen mit neu entwickelten oder modifizierten Oberflächen reproduzierbar und in überschaubaren Zeiträumen zu untersuchen und damit Entwicklungsprozesse zu beschleunigen und Markteinführungen von biobasierten Produkten zu einem früheren als bisher möglichen Zeitpunkt zu ermöglichen.

2

Kurzbeschreibung der Forschungsergebnisse

Die Studie hat ergeben, dass im Bereich der biologischen Bewertung von Oberflächen Verfahren entwickelt und für die Industrie zugänglich gemacht werden müssen, die die bisher für Baustoffe üblichen Freilandexperimente zwar nicht vollständig ersetzen, aber Entwicklungszyklen verkürzen und anwendungsnahe Ergebnisse

liefern können. Der Nutzen eines reproduzierbaren Verfahrens, das die Wechselwirkungen zwischen Oberflächen und Mikroorganismen in überschaubaren Zeiträumen von wenigen Wochen experimentell überprüfbar macht, ist dabei von hohem Wert. Es kann ermittelt werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit hygienisch bedenklicher Situationen einzuschätzen ist. Gleichzeitig lassen sich auch evtl. auftretende Einflüsse für die Umwelt beispielsweise durch Freisetzung von Additiven in einem sehr frühen Entwicklungsstadium neuer Produkte / Produktmodifikationen detektieren und quantifizieren. Das Interesse von Herstellern biobasierter Produkte ihre Produkte in dieser Hinsicht zu bewerten, war eher gering, obwohl gerade bei biologisch abbaubaren Produkten mit einem Bewuchs an der Produktoberfläche gerechnet werden muss. Das liegt vermutlich daran, dass hier die Verbreitung noch nicht so weit fortgeschritten ist, wie bei dem Einsatz von Bauprodukten oder die Anwendungsgebiete derzeit für einen Langzeiteinsatz noch nicht in Frage kommen.

Der Bedarf Biofilmentwicklung quantifizierbar zu machen, wurde durch Recherchen und die durchgeführte Umfrage konkretisiert.

Fazit der Studie ist es, dass die für die Weiterentwicklung der im Fraunhofer IGB als Demonstrator verfügbaren Anlage erforderlichen Maßnahmen weiterverfolgt werden sollten. Eine Standardisierung und Normierung des Verfahrens ist anzustreben.

3

Welche Fortschritte ergeben sich für die Wissenschaft und/oder Technik durch die Forschungsergebnisse?

Aus wissenschaftlicher Sicht ist die verstärkte Auseinandersetzung mit Verfahren zur anwendungsorientierten Quantifizierung der Biofilmentwicklung auf unterschiedlichen Gebieten voranzutreiben. Dabei sollte auch berücksichtigt werden, dass gerade was Algen- und Pilzwachstum an Oberflächen betrifft, häufig die initialen Faktoren der Adhäsion unbekannt sind. Für den technischen Fortschritt ist es wichtig, auf Verfahren zugreifen zu können, die eine relativ zeitnahe Aussage über Produkteigenschaften ermöglichen, die mit mikrobiellem Wachstum korreliert sein können oder es nachgewiesenermaßen sind.

4

Nutzen, insbesondere praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Bei der Kultivierung von Algen wird häufig beobachtet, dass sie an den Reaktoroberflächen adhären, sich eine Licht undurchlässige Schicht entwickelt und die Produktivität des Prozesses damit gesenkt wird. Um Konstruktionselemente für Algenbioreaktoren im Vorfeld auszuwählen, zu entwickeln und zu bewerten, ist das vorgeschlagene Verfahren geeignet. Sowohl für Glas, Kunststoff als auch Materialien mineralischer Herkunft ist vor Prozessentwicklung eine experimentelle Bewertung hinsichtlich des möglichen Oberflächenbewuchses sinnvoll.

Aufgezeigt werden konnte, dass die Quantifizierung des Bewuchses an Oberflächen nach wie vor eine große Herausforderung darstellt und der *in-situ*-Bewertung von Biofilmen in der Grundlagenforschung und bei der Entwicklung von Nachweissystemen große Aufmerksamkeit zukommen sollte.

5

Konzept zum Ergebnis- und Forschungstransfer auch in projektfremde Anwendungen und Branchen

Geeignet ist das Testsystem zur Prüfung der Adhärenz von Zellen an Materialien für den Einsatz von Einmalbioreaktoren aus Kunststoff für die Bioökonomie oder zur Prüfung der Oberflächen von Sonden für die Prozesssteuerung.

Eine Kommerzialisierung des Testsystems mit Herstellern von Bioreaktoren in Kooperation mit dem Fraunhofer IGB ist nach einer entsprechenden Weiterentwicklung vorgesehen.