

# Biofilme für die Prozessintensivierung

P. Kaiser<sup>1</sup>, S. Reich<sup>2</sup>, A. Greiner<sup>2</sup> und R. Freitag<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl Bioprozesstechnik, Universität Bayreuth <sup>2</sup>Lehrstuhl Makromolekulare Chemie II, Universität Bayreuth

## Motivation

Ziel des Projekts war die Herstellung künstlicher Biofilme, d. h. von Kompositen aus aktiven Ganzzellbiokatalysatoren und einer synthetischen extrazellulären Matrix. Durch diese Biofilme wird eine gezielte Optimierung für spezielle biotechnologische Anwendungen möglich (Energie, Umwelt, Produktion). Für die Biofilmherstellung wurden die funktionsfähigen Bakterien in Hydrogele verkapselt und diese zu Fasern bzw. Vliesen verarbeitet.

## Methodik

Zur Herstellung der künstlichen Biofilme (Biokomposite) kamen drei Systeme zum Einsatz:

- SPRÜHTROCKNUNG: Erhalt von Mikro-Hohlkapseln
- NASSSPINNEN: Erhalt von Mikrofasern
- ELEKTROSPINNEN: Erhalt von Mikrofaservliese

Die Fasern wurden danach beschichtet, damit sie in wässriger Lösung stabil sind.

## Ergebnisse

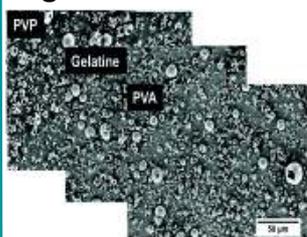


Abb. 1: Biokomposit-Hohlkapseln

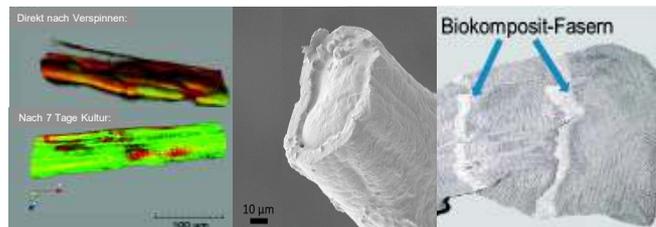


Abb. 2: Lebend/Tot-Färbung der Mikrofasern (links), SEM-Bild einer Mikrofaser (900x, Mitte) und textiler Schlauch mit Biokomposit-Mikrofasern (weiß, rechts)



Abb. 3: Elektrogesponnenes Vlies auf einem Leiter aus Kupfer zum Einsatz in der mikrobiellen Brennstoffzelle (MBZ)

Die Bakterien überleben sämtliche Herstellverfahren trotz toxischer Bedingungen wie hohe Temperatur (>100 °C), Lösungsmittel (Aceton) und Hochspannung (24 kV).<sup>[1]</sup> Sie sind in den Mikrofasern vor harschen Umwelteinflüssen geschützt und hocheffektiv beim Abbau von Nitrit mit  $16,1 \pm 4,9 \text{ g d}^{-1} \text{ m}^{-2}$  (Abb. 4).<sup>[2]</sup> Im Bereich der Energietechnik tragen die Biokompositvliese im Vergleich zum natürlichen Biofilm zu einer wesentlichen Steigerung der elektrischen Leistung bei (Abb. 5).<sup>[3]</sup> Bei der wachstumshemmenden Propionsäure-Produktion werden die Bakterien vor dem Produkt geschützt, sodass es zu einer deutlich erhöhten Produktbildung kommt (Abb. 6).

Tab. 1: Abbau von Nitrit durch Biokomposit-Gewebe

Zeit (h)	Nitrit-Konzentration (g L <sup>-1</sup> )	Nitritabbau (g h <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )
0	8,0	0
17	5,5	6,1
41	3,2	4,0

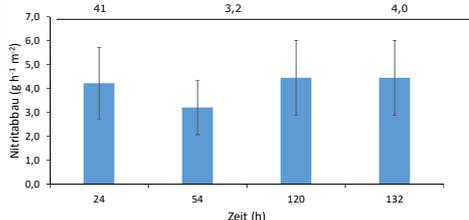


Abb. 4: Abbau von Nitrit durch Biokomposit-Vliese

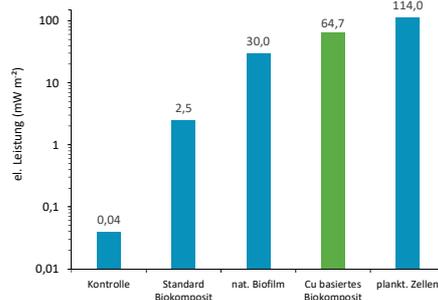


Abb. 5: Elektrische Leistung der MBZ mit verschiedenen Siedlungsformen von *S. oneidensis* MR-1

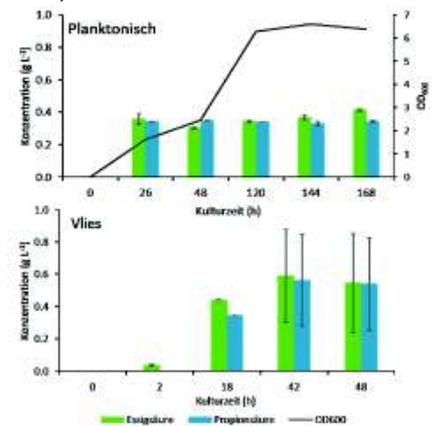


Abb. 6: Säureproduktion von *E. coli* als planktonische Kultur und als Biokompositvlies

## Zusammenfassung

Künstliche Biofilme können wesentlich zur Prozessintensivierung in der Umwelt- und Energietechnik und der chemischen Synthese beitragen. Sie schützen die Mikroorganismen vor harschen Umweltbedingungen und wachstumshemmenden Produkten. Dabei sind sie im Vergleich zu natürlichen Biofilmen einfach in der Anwendung, reproduzierbar und mechanisch stabil.

Daher bilden künstliche Biofilme eine neue Plattformtechnologie für sämtliche Bereiche der modernen Biotechnologie.

## Literatur

- [1] Reich S, Kaiser P, Schmalz H, Rhinow D, Freitag R, Greiner A, *Macromol Biosci*, InPress 2018
- [2] Kaiser P, Reich S, Greiner A, Freitag R, *Macromol Biosci*, Jun 12:e1800046, 2018
- [3] Kaiser P, Reich S, Leykam D, Willert-Porada M, Agarwal A, Greiner A, Freitag R, *Macromol. Biosci*, 17(7), 2017