

Aufgrund der stetig wachsenden Nachfrage nach Astaxanthin aus natürlicher Quelle wird die Grünalge *Haematococcus pluvialis* kommerziell für die Produktion genutzt. Gegenwärtige Kultivierungsverfahren basieren hauptsächlich auf Suspensionskulturen trotz der damit einhergehenden, geringen Quantum Effizienz und dem niedrigen Biomasse-Volumen Verhältnis. Die immobilisierte Kultivierung in Biofilm-Photobioreaktoren (Porous Substrate Bioreactors, PSBRs) stellt im Unterschied dazu ein innovatives Kultivierungsverfahren dar, das eine Heranreifung Astaxanthinhaltiger Algenzellen in den vorderen Regionen der Biofilme und eine gleichzeitige Biomassenzunahme innerhalb der tieferen Regionen ermöglicht. Hierbei lassen sich Lichtintensitäten von bis zu $1000 \mu\text{mol Photonen m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ bei gleichzeitigem Erreichen maximaler Produktivität einsetzen. Bisheriger Studien beinhalteten vorwiegend die Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Stressoren auf die Biomassenzunahme und Astaxanthinakkumulation sowie die weitere Optimierung des Kultivierungsverfahrens. Dem gegenüber liegen kaum Erkenntnisse über die Biophysikalischen Prozesse innerhalb der Biofilme vor. Um dieses Defizit zu beseitigen, wurde im Rahmen dieser Arbeit durch die Messung von Licht-, Sauerstoff- und Photosyntheseprofilen erstmals eine detaillierte Untersuchung der Vorgänge innerhalb der Biofilme durchgeführt. Zu diesem Zweck erfolgte eine immobilisierte Kultivierung der Mikroalge mit sowie ohne Phosphat- und Stickstoffmangel bei Lichtintensitäten von 50 bis $1000 \mu\text{mol Photonen m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Hierbei konnte nach 10-tägiger Kultivierung bei einer Lichtintensität von $650 \mu\text{mol Photonen m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ eine maximale Biomassenproduktivität von $12 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ mit einer Gesamtmasse von 127 g m^{-2} erreicht werden. Maximale Akkumulationsraten von Astaxanthin und Pigmentkonzentrationen von $401 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und 2,7 %, entsprechend einer Menge von $2,2 \text{ g m}^{-2}$, wurden bei $800 \mu\text{mol Photonen m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mit Nährstoffmangel erzielt, wobei eine Reduzierung des zellulären Chlorophyllgehaltes erfolgte. Bei den Mikrosensormessungen zeigte sich kongruent zu den Wachstumsversuchen bei zunehmender Lichtintensität bis $650 \mu\text{mol Photonen m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ eine Zunahme der Sauerstoffproduktion und der photosynthetischen Aktivität. Höhere Lichtintensitäten und Nährstoffmangel führten trotz photosynthetischer Aktivität zu einer Verringerung der Sauerstoffemission, was auf ein Einwirken weiterer photorespiratorischer Faktoren hindeutet. Um die Auswirkungen verschiedener Lichtintensitäten und Nährstoffbedingungen auf die Biofilmstruktur zu untersuchen, wurde die Verteilung von Zelldurchmessern und Pigmentkonzentrationen entlang der Tiefengradienten bestimmt. Hierbei ließ sich durch eine Korrelationsanalyse das Entstehen einzelner Zellschichten gleichen Durchmessers statistisch nachweisen. In Kombination mit den durchgeführten Mikrosensormessungen wurde deutlich, dass neben den zellulären Pigmentgehalten die Zelldurchmesser ebenfalls einen Einfluss auf den Lichttransport und dessen Verfügbarkeit innerhalb der Biofilme besitzen. Auf Basis der Erkenntnisse, die mit dieser Arbeit gewonnen wurden, erfolgen die Darstellung und Diskussion der Faktoren, die bei einer industriellen

Umsetzung und Etablierung immobilisierter *H. pluvialis* Biofilme berücksichtigt werden sollten.