



Einführung

Biologisch basierte und gleichzeitig biologisch abbaubare Kunststoffe, wie bspw. Polymere von Hydroxyfettsäuren (= Polyhydroxyalkanoate, PHA), haben das Potenzial herkömmliche Kunststoffe zu ersetzen und die Umwelt zu schonen.

Eine breitere Anwendung wurde bisher jedoch durch die hohen Produktionskosten begrenzt. Eine Strategie für eine wirtschaftliche PHA-Produktion besteht nun darin, eine gemischte mikrobielle Kultur mit PHA-akkumulierende Bakterien zu verwenden. Auf der Basis von Belebtschlamm kann so aus Industrieabwässern Biokunststoff gewonnen werden (Kleerebezem & van Loosdrecht, 2007).

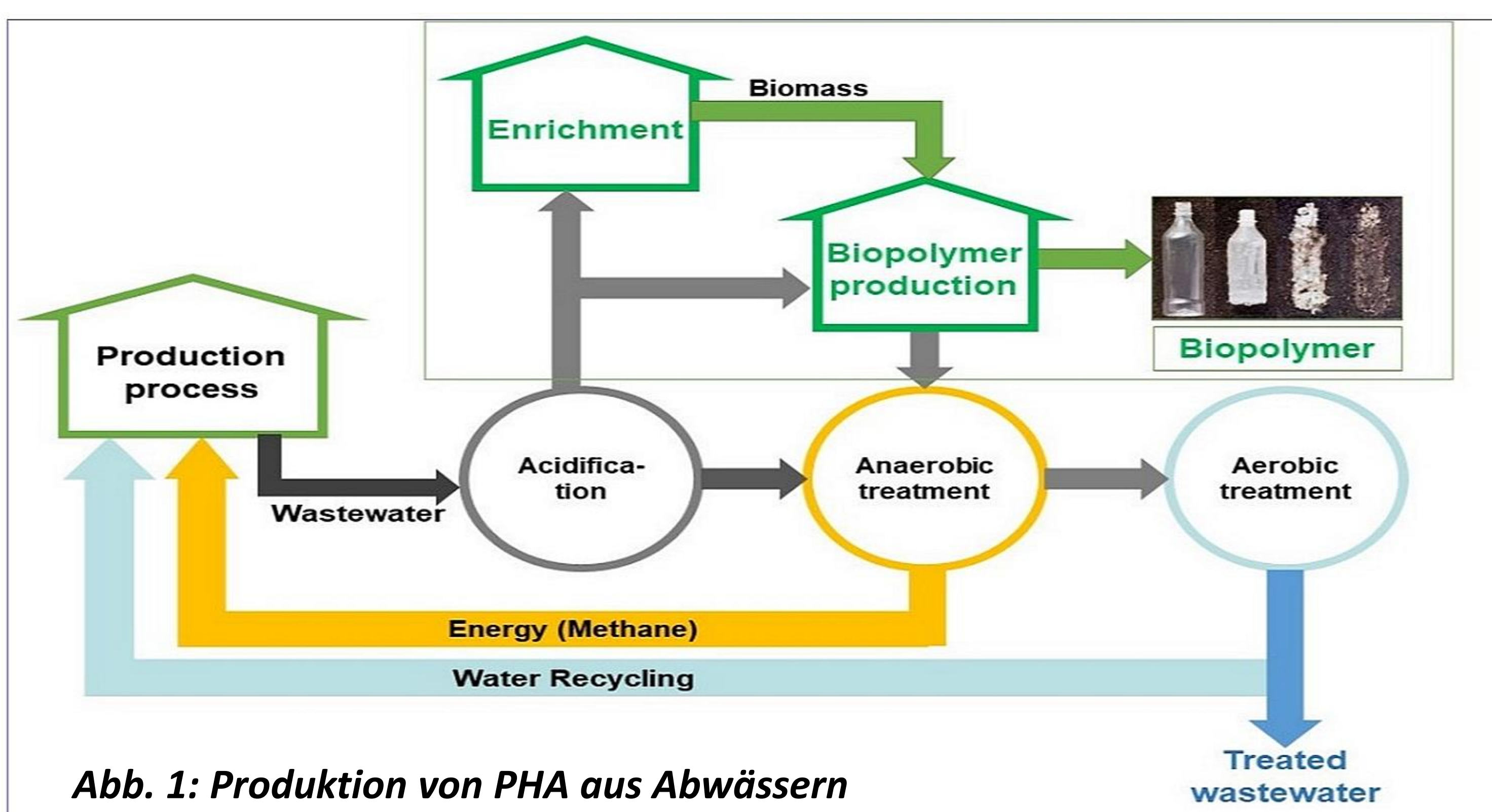


Abb. 1: Produktion von PHA aus Abwässern

Vorteile

Die Integration der PHA-Produktion in eine Kläranlage würde nicht nur die Kosten der Abwasserbehandlung senken, sondern auch eine kostengünstige PHA-Produktion erleichtern. So könnte bei einfachem Anlagenbau ein kostengünstiges Substrat, zur Kohlenstoffrückgewinnung verwendet werden. Dieser Prozess beginnt mit der Umwandlung von bio-verfügbarem organischem Material in flüchtige Fettsäuren (VFA), die anschließend für die Anreicherung der mikrobiellen Kultur verwendet werden können und in Schlamm mit idealerweise hohem PHA umgewandelt werden (s. Abb. 1).

Dadurch wird gleichzeitig der organische und Nährstoffgehalt des Abwassers reduziert. Der PHA-haltige Schlamm kann gereinigt zu vermarktbarem Polymerprodukt weiterverarbeitet werden. Das resultierende Abwasser kann anaerob zur Methanproduktion genutzt und das Wasser recycelt werden.

Experiment

Konkret untersucht wurde das Potenzial verschiedener industrieller Abwässer für die PHA-Produktion. Zu diesem Zweck wurde aus Belebtschlamm unter Verwendung eines sequenzierenden Batch-Reaktors zunächst eine PHA-akkumulierende mikrobielle Kultur angereichert. Die mikrobielle Kultur wurde dann mit verschiedenen Industrieabwässern beschickt.

Literatur:

Kleerebezem R., van Loosdrecht, M. (2007): Mixed culture biotechnology for bioenergy production, *Current Opinion in Biotechnology*, Volume 18, Issue 3. Pages 207-212, <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2007.05.001>

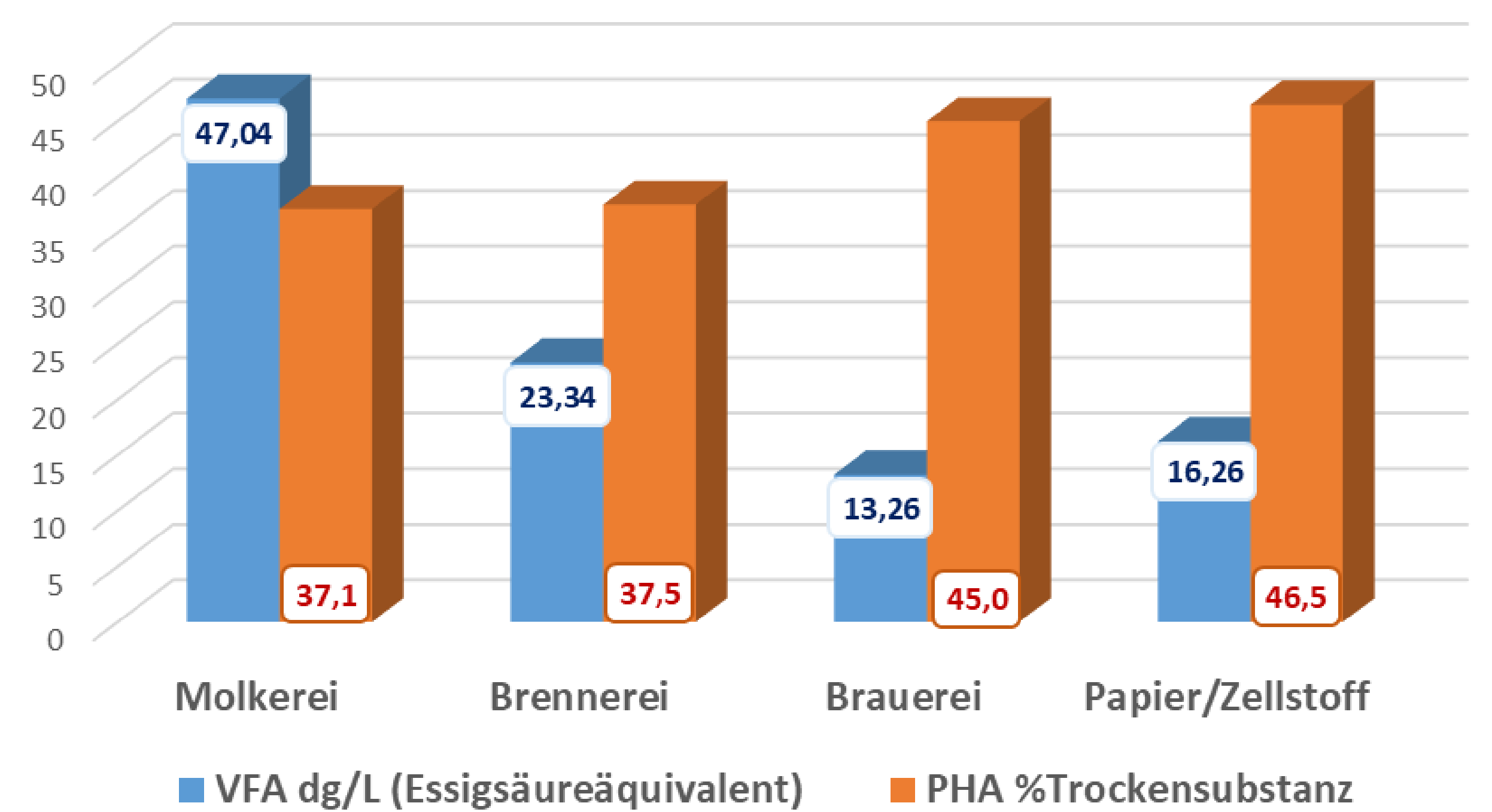
Tamang P., Banerjee R., Köster S., Nogueira R. (2019): Comparative study of polyhydroxyalkanoates production from acidified and anaerobically treated brewery wastewater using enriched mixed microbial culture, *Journal of Environmental Sciences*, Volume 78. Pages 137-146, <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.09.001>

Tamang P., Bhalerao A., Rosenwinkel K.-H., Nogueira R. (2022) Ein integrierter Ansatz zur Biopolymer-Produktion aus Abwasser, Wasser und Abfall 22(6). Seite 19-22, https://www.researchgate.net/publication/342040751_Ein_integrierter_Ansatz_zur_Biopolymerproduktion_aus_Abwasser

Ergebnisse

Nach 18 Monaten der Anreicherung ergab eine spezielle Sequenzierung (16s-rRNA), daß 92,9 % der gesamten mikrobiellen Gemeinschaft von der Gattung *Thauera*(-Bakterien)* dominiert wurden. Das maximal durch die mikrobielle Kultur akkumulierte PHA betrug 75 Gew.-%, wenn es mit Acetat (Salze und Ester der Essigsäure) gefüttert wurde.

Abb. 2: PHA-Produktion aus versch. Industrieabwässern



Mit den angesäuerten Industrieabwässern beschickt betrug das maximal angesammelte PHA 37,5% Trockensubstanz bei Abwässern aus der Brennerei, 45% bei Brauereiabwässern und 46,5% bei Abwässern aus der Papierindustrie (Abb. 2). Entgegen unserer Erwartung, dass ein hoher Fettsäuregehalt (VFA) zu einem hohen PHA-Gehalt führen sollte, wurde festgestellt, dass Abwässer mit hohem Fettsäuregehalt (z.B. Zuckerindustrie) im Vergleich zu Brauereiabwässern mit niedrigerem VFA einen relativ niedrigen PHA-Gehalt aufweisen. Die Annahme, dass eine hohe Menge an VFA zu einer Substrathemmung führt, ließ sich in Versuchen mit verdünntem Abwasser jedoch nicht bestätigen. So mag es andere hemmende Substanzen im Abwasser geben, die für eine höhere PHA-Akkumulation überwunden werden müssen.

Konklusion

Die Ergebnisse dieser Studie stützen die Annahme, dass die PHA-Produktion in herkömmliche Kläranlagen integriert werden kann. Eine Kosteneffektivität dieses Ansatzes müßte jedoch in einer Scale-up-Studie (Untersuchung im großen Maßstab) erst noch demonstriert werden.

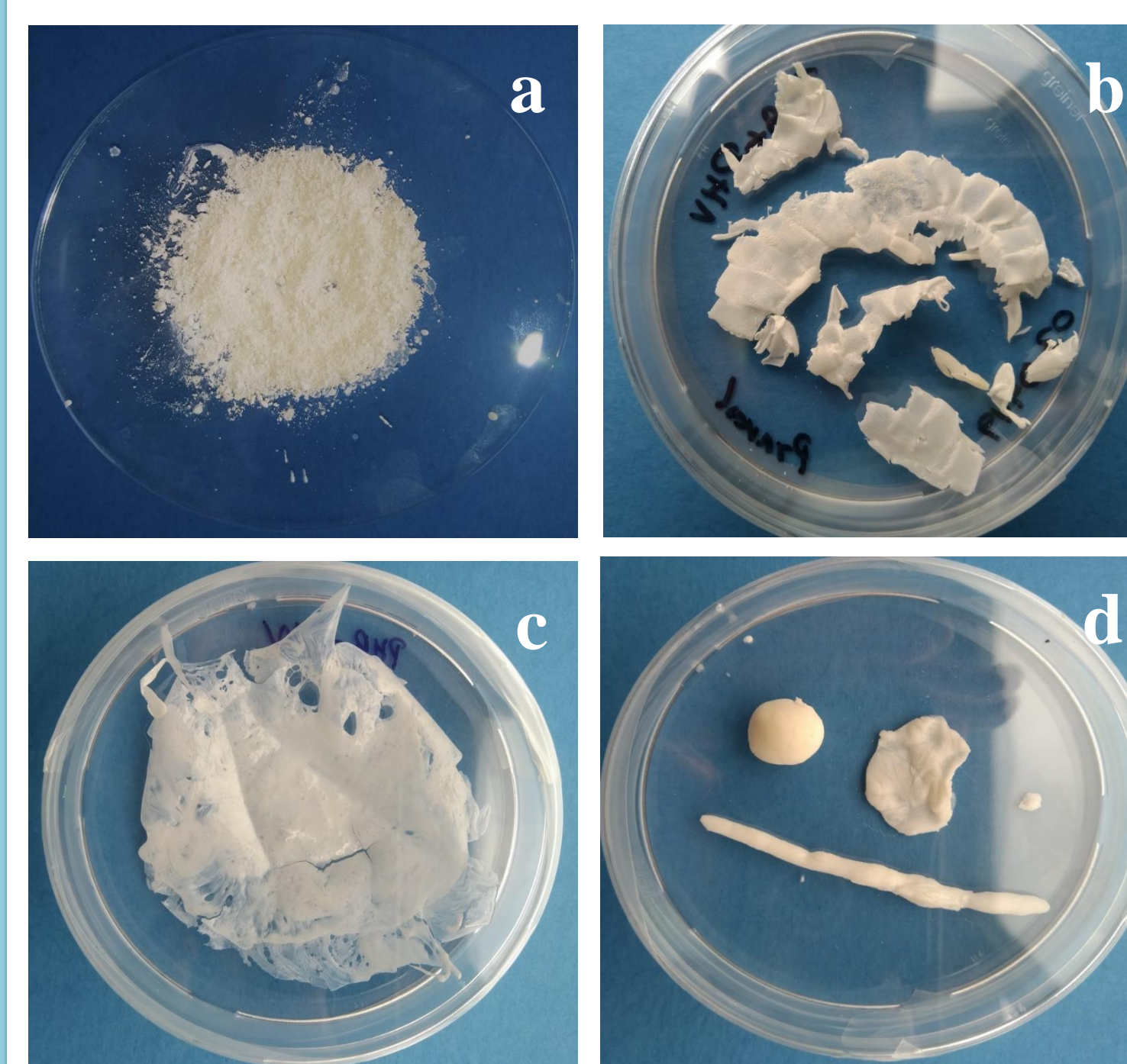


Abb. 3: Die im Experiment gewonnene Biomasse wurde für die PHA-Extraktion mit Natriumhypochlorit (NaClO) behandelt (Abb. 3a).

Das extrahierte Polymer wurde unter Verwendung von Chloroform gereinigt und zu Folien (Abb. 3b und 3c), kleinen Kugeln und zylindrischen Stäbchen (Abb. 3d) geformt. Die PHA-Proben werden auf ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften analysiert.

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Regina Nogueira: Welfengarten 1, 30167 Hannover

Tel: 49-511-762-3371

nogueira@isah.uni-hannover.de