

# „Waste to Value“-Technologie zur Umwandlung von Abwasser in Wertstoffe

## Erzeugung wertvoller Bioprodukte aus organisch belastetem Abwasser

Abwässer aus industriellen Prozessen enthalten häufig große Mengen an organischem Kohlenstoff – etwa aus der Chemie-, Pharma-, Papier- und Zellstoff- sowie Lebensmittelindustrie oder der Aufbereitung von Biotreibstoffen. Deren Entsorgung oder Wiederverwertung kann kompliziert und teuer sein.

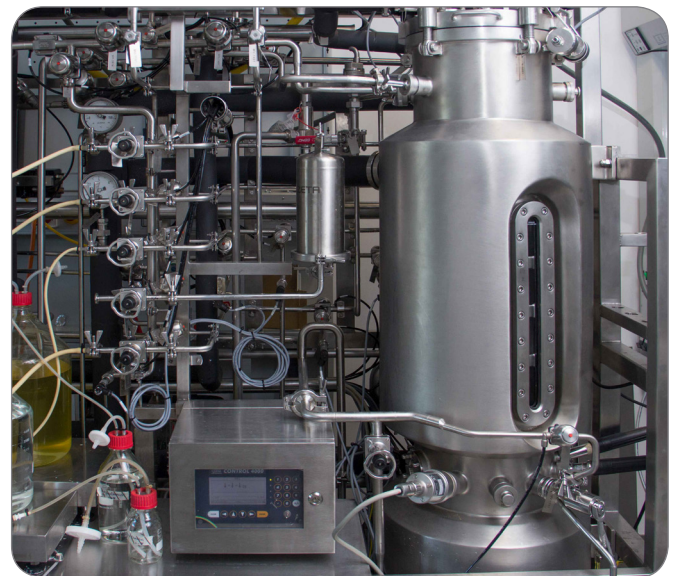
### Zielsetzung

Eine neue Technologie soll die wirtschaftliche Rentabilität dieser Produktionsprozesse verbessern, indem die organischen Kohlenstoffverbindungen, wie zum Beispiel organische Säuren, Zucker und aromatische Verbindungen biotechnologisch genutzt werden. Mikroorganismen setzen diese Stoffe in wertvolle Bioprodukte um und führen dadurch zu einer Reduktion des Total Organic Carbon Gehaltes (TOC), der als Maß für die Verunreinigung des Abwassers dient.

Das Leitbild für Prof. Christoph Herwig und seine Forschungsgruppe „Bioprocess Technology“ an der TU Wien ist das Konzept der „Bioraffinerie“, in der einerseits eine Prozessintensivierung durch die Koppelung verschiedener Prozesse erreicht wird und andererseits das industrielle Abwasser gezielt in verschiedene Wertstoffe transformiert wird – also eine Umsetzung des „Waste-to-Value“-Prinzips in einer flexiblen, bedarfsgerechten Weise.

### Lösungsansatz

Die Arbeit mit halophilen – also salzliebenden – Mikroorganismen bietet gegenüber den konventionell biotechnologisch genutzten Stämmen einige einzigartige Vorteile. So sind sie in der Lage auf einem Medium zu wachsen, welches sehr hohe Mengen an Salzen enthält. Diese extremen Bedingungen bedeuten eine geringe Konkurrenz anderer Mikroorganismen und erlauben es, diese Prozesse unter nicht sterilen Bedingungen durchzuführen. Prozesse können damit deutlich einfacher und kostengünstiger gestaltet werden, was besonders für die industrielle Umsetzung entscheidend ist. Halophile Mikroorganismen können zudem auf einer außergewöhnlich großen Menge an unterschiedlichen Kohlenstoffsubstanzen wachsen. Das impliziert



Bioreaktor in industriellem Maßstab (60 Liter)

organische Säuren, verschiedene Zuckerlösungen und den Zuckeralkohol Glycerin. Sie zeigen darüber hinaus eine erstaunliche Resistenz gegenüber organischen Substanzen, die für viele andere Organismen inhibierend wirken und so können sie sogar in aromatischen Verbindungen wachsen.

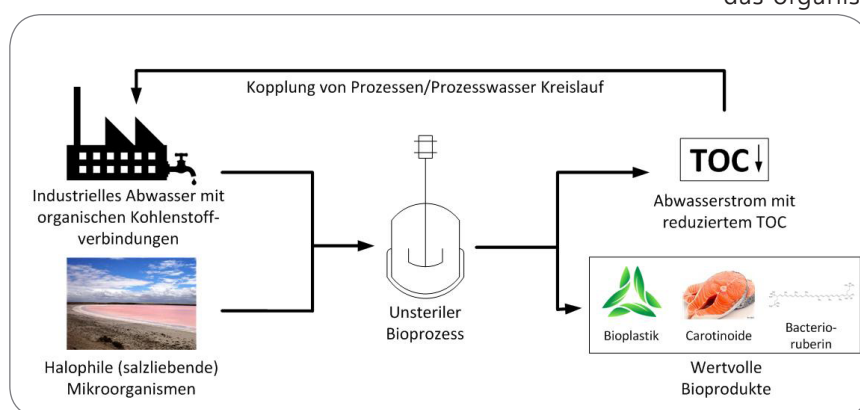
Halophile Mikroorganismen produzieren sekundäre Metabolite, die unter anderem für die Anwendung in Lebensmittel- und Pharmaindustrie sehr interessant sind. Aufgrund ihrer Seltenheit können sie hohe Preise erzielen. Daneben ist die Produktion von Biopolymeren und gentechnisch veränderten Produkten denkbar. Weiterhin erlauben halophile Mikroorganismen eine sehr einfache Aufreinigung intrazellulärer Produkte durch den automatischen Aufschluss der Zellen in Wasser aufgrund eines osmotischen Schocks.

Die quantitative Entwicklung der Bioprozesse im Labormaßstab erfolgte in definierten synthetischen Medien zur Modellierung von Abwasser unterschiedlicher Zusammensetzungen. Berücksichtigt wurden dabei kinetische und stöchiometrische Parameter sowie die maximale Produktivität unter besonderer Beachtung der kritischen Parameter, die für die Übertragung dieser

Ergebnisse in einen größeren Maßstab relevant sind. Aufgrund der hohen Salzkonzentrationen müssen die Zellen in einem speziellen, korrosionsfesten Bioreaktor prozessiert werden.

## Ergebnisse

Durch den biotechnologischen Einsatz von halophilen Mikroorganismen können aus jeder Art von Abwasser, das organische Verbindungen enthält, gezielt wertvolle Bioprodukte erzeugt werden, die kommerziell in Lebensmittel-, Kosmetik oder Chemieindustrie Anwendung finden. Industrielles Abwasser wird zu Wertstoff – „Waste to Value“.



Umwandlung von >95% der organischen Abwasserfracht in Wertstoffe, wie Carotenoide oder Biopolymere

Der entwickelte Prozess kann unter unsterilen Bedingungen durchgeführt werden und ist somit im industriellen Umfeld sehr gut anwendbar.

Es ergibt sich eine breite Palette an Möglichkeiten für die ökologische Gestaltung industrieller Produktionsprozesse bei gleichzeitig gesteigertem wirtschaftlichem Ertrag.

## Erfahrungen

Es wurden quantitative Daten zur Stöchiometrie und Kinetik des Halophilenwachstums auf unterschiedlichen Kohlenstoffquellen erfasst und ausgewertet. Dabei lag der Fokus auf Kohlenstoffquellen, die häufig als Rückstände in industriellen Abwässern enthalten sind.

Extreme Halophile produzieren unterschiedlichste lipophile Verbindungen, die auch als wertvolle natürliche Produkte in verschiedenen Bereichen Anwendung finden - vom Lebensmittelfarbstoff bis hin zu Antikrebsmitteln. Eine herausragende Verbindung ist Bacterioruberin.

Bei der von extremen Halophilen produzierten Polyhydroxybuttersäure (PHB) handelt es sich um ein Polymer, das intrazellulär als Kohlenstoff und Energiespeicher synthetisiert wird. Interessant ist PHB vor allem aufgrund seiner einzigartigen Eigenschaften als biologisch abbaubares Thermoplast, das ähnliche Merkmale wie petrochemisch erzeugter Kunststoff aufweist.

Hohe biologische Aktivität und volumetrische Produktivität sind Voraussetzung für effiziente Bioprozesse. Extreme Halophile weisen jedoch eher geringe Wachstumsraten auf. Um diese Hürde zu überwinden und eine erhöhte Produktivität zu erzielen, muss die produzierte Biomasse in einem Bioreaktor zurückgehalten werden. An unserem Institut gibt es bereits langjährige Erfahrungen mit Bioreaktoren, die über eine solche Zellrückhaltung verfügen. So war es möglich, die Produktivität im Vergleich zu konventionellen kontinuierlichen Prozessen ohne Zellrückhaltung um das Zehnfache zu steigern.

## Nutzen für Sie

- Für beliebige industrielle Abwässer mit organischer Fracht einsetzbar
- Umwandlung von mehr als 95 % der organischen Abwasserfracht in Wertstoffe
- Eignung für weites Spektrum an industriellen Abwässern mit hohen Salzfrachten und pH-Werten von 5 bis 11
- Gewinnung von hochpreisigen Wertstoffen aus organischen Verbindungen in Abwasserströmen
- Verbesserung der Ökobilanz, Abwasserentlastung und deutliche Reduktion der Entsorgungskosten
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Kopplung von Industrieprozessen und Kreislaufschließung
- Einfache Produktgewinnung durch osmotischen Aufschluss
- Kontinuierliche robuste Bioprozesse ohne Sterilitätsproblematik durch den Einsatz extremophiler Mikroorganismen

### Ansprechpartner:

Univ. Prof. Dr. Christoph Herwig  
 TU Wien - Inst. f. Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften  
 Forschungsbereich: Biochemical Engineering  
[www.vt.tuwien.ac.at/biochemical\\_engineering](http://www.vt.tuwien.ac.at/biochemical_engineering)  
 T: +43 1 58801 166400  
 M: +43 676 4737217  
[christoph.herwig@tuwien.ac.at](mailto:christoph.herwig@tuwien.ac.at)