

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# ABAWARE

## Weiterentwickelte Biotechnologie für intensive Süßwasser-Aquakultur in geschlossenen Wasserkreislaufsystemen

**Förderkennzeichen:** 2816ERA01W

**Vorhabenlaufzeit:** 05.2017 bis 12.2019

### KURZDARSTELLUNG

Im Rahmen internationaler Probenahme-Kampagnen in Aquakulturen, an denen nahezu alle Projektpartner beteiligt sein werden, soll die mikrobielle Diversität und der Einfluss von der Zugabe von Antibiotika auf das Resistom mithilfe innovativer Methoden (next-generation sequencing, qPCR-micro-arrays) detailliert analysiert werden, um die Bedeutung von Aquakulturen für die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der aquatischen Umwelt abschätzen zu können. Hierzu werden Wasser- und Filter-Proben aus den Aquakulturen mit geschlossenem Wasserkreislauf (RAS-Aquakulturen) erhoben. DNA-Extrakte werden hinsichtlich der Diversität der mikrobiellen Gemeinschaft (16S-amplicon Sequenzierung) und der Abundanz verschiedener ARGs untersucht. Die Proben werden zur Analyse, Interpretation und zum Vergleich zwischen den Projektpartnern ausgetauscht.

Das Projekt leistet einen Beitrag zu den förderpolitischen Ziel 2.3 des BMEL: Tier Gesundheit, Tierschutz und nachhaltig gestaltete Erzeugung tierischer Produkte. Hier geht es im Wesentlichen um die Weiterentwicklung gesunder Nutztierbestände und deren züchterische Weiterentwicklung. Denn diese sind eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Wertschöpfungskette. Insbesondere wird hier der Bereich der Aquakultur adressiert. Spezifisch adressiert wird hier die Fragestellung inwieweit mikrobielle Gemeinschaft und mögliche Antibiotika Resistenzgene genutzt werden können, um die Entwicklung der Fischgesundheit in einem Aquakultursystem beurteilen zu können. Gemäß des Leitgedankens Vorbeugen ist besser als heilen. So sollen die Ergebnisse dieses Projekts zu einer Optimierung der Aquakultur dienen sowie der Entwicklung eines neuen Prävention- und Kontrollkonzeptes insbesondere auch in Bezug auf die Ausbreitung von antibiotikaresistenten Bakterien in der Nahrungskette. Insbesondere steht hier auch die Minimierung des Antibiotikaeinsatzes als formuliertes Ziel des gesamten Konsortiums. Insbesondere wurde dies für eine nachhaltige Aquakulturform der sogenannten Rezirkulationssystem (RAS) untersucht.

### VORHABENSCHWERPUNKT UND ERA-NET

- Bisher war unklar, ob Aquakulturen bzw. deren Abwässer einen Beitrag zur Belastung der Umwelt mit Antibiotikaresistenten Bakterien leisten. Zudem war unklar, ob die Analyse der Bakterien im Filter einer Aquakultur als Überwachung der Gesamtanlage bezüglich potentieller Krankheitserreger genutzt werden können
- Der wesentliche Erkenntnisgewinn ist a) Die Belastung der Umwelt mit antibiotikaresistenten Bakterien insbesondere durch geschlossene Aquakulturen scheint gering, b) Die Bakteriengemeinschaft in den Filtern kann als Überwachung genutzt werden. Jedoch sind für beide Punkte weitere Analysen notwendig.
- Auswirkung aller verfügbaren Erkenntnisse werden in zukünftigen Strategien der Europäischen Nahrungssicherheit berücksichtigt werden und in die Planung weiterer Aquakulturanlagen einfließen.
- In dem vorliegenden Projekt wurde Proben aus einer Warmwasser-RAS zur Hälterung von Afrikanischen Welsen (*Clarias gariepinus*) erhoben und mittels Sequenzierung und QPCR die Bakterien erfasst und charakterisiert.

### ERGEBNISSE

#### ABAWARE - Europa

Das ABAWARE-Projekt wurde aus einer Kombination von drei unabhängigen Forschungsbereichen gegründet, um Lösungen für eine nachhaltige Süßwasser-Aquakultur durch aquatische Kreislaufsysteme, sogenannte RAS, zu entwickeln und zu verbessern.

Die auf RAS basierende Aquakultur entwickelt sich in mehreren Ländern mit hoher Geschwindigkeit und verfügt über ein großes Potenzial zur marktnahen Produktion von Aquakulturprodukten, da die Technologie es ermöglicht, industrielle Aquakultur ohne große Ressourcen an sauberem Wasser durchzuführen.

Die RAS-Systeme sind jedoch von Biofiltern abhängig, die die organischen Abfälle in Form von Fischkot und ungenessenen

Futter aus dem Wasser der Aquakulturanlagen entfernen können. Die Pilotphase der RAS-Aquakultur hat zu Zuchtanlagen geführt, die für verschiedene Fischarten kommerziell sinnvoll sind. Die RAS-Technologien sind jedoch noch nicht ausgereift und stabil, vor allem, weil die Biofilter relativ große Mengen organischer Sedimente produzieren, die oft als Abfallprodukte angesehen werden. Es wurden verschiedene Lösungen vorgeschlagen, um die organischen Sedimente aus der RAS-Aquakultur zu qualitativ hochwertigeren Produkten wie Futter- oder Düngemitteln zu verarbeiten.

Das ABAWARE-Projekt nutzt die Erfahrungen aus dem biologischen Umgang mit menschlichen Abwässern, um Nährstoffe und andere Komponenten zu entfernen, bevor das Abwasser an die Wasserempfänger zurückgeleitet wird. Darüber hinaus sind die Partner von ABAWARE Experten in der Analyse und Überwachung der Entwicklung von Antibiotikaresistenzen bei Bakterien in der Human- und Tiermedizin und in der Umwelt einschließlich des Abwassers aus kommunalen Ursprungs. Das Konsortium der Partner von ABAWARE konzentriert sich auf die Entwicklung von Aquakulturanlagen, die qualitativ hochwertige Nahrungsmittel produzieren, ohne dass Antibiotika zur Bekämpfung von Krankheiten bei Zuchtfischen eingesetzt werden müssen. Nicht zuletzt durch die Erkenntnis der Bedeutung der Mikrobiota des RAS-Systems für die Gesunderhaltung der Fische als Ressource für qualitativ hochwertige Lebensmittel für den menschlichen Verzehr ist es möglich, eine nachhaltige biologische Industrie für die Zukunft zu schaffen.

Das ABAWARE-Projekt koordinierte unter anderem die Identifizierung von Mikroorganismen, welche die Biofilter von Aquakultur-RAS-Systemen verbessern können. Bei diesen Mikroorganismen handelt es sich um Bakterien, Pilze und Mikroalgen, aber auch einige Pflanzenarten wurden getestet. Verschiedene bestehende RAS-Anlagen für Salmoniden-Kaltwasserarten und Warmwasserarten wie Afrikanische Welse wurden als Ressourcen zur Identifizierung wichtiger Mikroorganismen genutzt. Es besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschungslabors, Forschungseinrichtungen für Fische und kommerziellen Systemen für den Umgang mit menschlichem Abwasser. Am Ende von ABAWARE sind verschiedene Mikroorganismen isoliert und bereit, in den Labormaßstab und Prototypen kommerzieller Systeme eingeführt zu werden, die sowohl Wasser als auch Sedimente von RAS-Systemen für die Süßwasserfisch-Aquakultur verarbeiten können.

## ABAWARE - Deutschland

Der wesentliche weitere Arbeitsteil fand für den deutschen Partner an der Untersuchung einer Aquakulturanlage mit afrikanischen Welsen statt. In den Versuchsanlagen wurden Afrikanische Welse (*C. gariepinus*) in Versuchskreislaufanlagen aufgezogen. Die Aufzucht erfolgte wie vorgesehen unter praxisna-

hen Bedingungen, wobei zwei unterschiedliche Produktionsintensitäten (Besatzdichten) jeweils in Dreifachwiederholungen realisiert wurden. Während der Laufzeit erfolgte eine regelmäßige Dokumentation der Fischbestandsentwicklung und die Probenahme zur Analyse technologisch relevanter Wasserqualitätsparameter sowie zur biologischen Besiedelung der Systeme.

Die Versuche wurden in insgesamt 6 gleichartigen, eingefahrenen Kleinkreislaufanlagen durchgeführt, d.h. je Besatzdichte standen drei parallele Anlagen zur Verfügung. Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass eine höhere Dichte in der Hälterung zu keiner nachhaltigen Veränderung der gesamten Bakteriengemeinschaft führt.

Auch die Abundanz der pathogenen Bakterien zeigen keine signifikante Erhöhung. Darüber hinaus führt eine dichtere Hälterung zu keiner Erhöhung der Resistenzgene. Die Zusammensetzung der Bakteriengemeinschaft in den Filtern ist signifikant verschieden von der Bakteriengemeinschaft im Freiwasser, insbesondere die Proteobakterien zeigen eine höhere Abundanz in dem Filtersystem. Dies spiegelt sich jedoch nicht in den Abundanzen der pathogenen Bakterien wieder. Entsprechend legen die Ergebnisse nahe, dass die Analyse der Filter benutzt werden kann, um die Anlage bezüglich pathogene Bakterien zu überwachen. Eine Überwachung der Resistenzgene hängt von der Auswahl der Gene ab und kann nicht als eine generelle Maßnahme in Betracht gezogen werden.

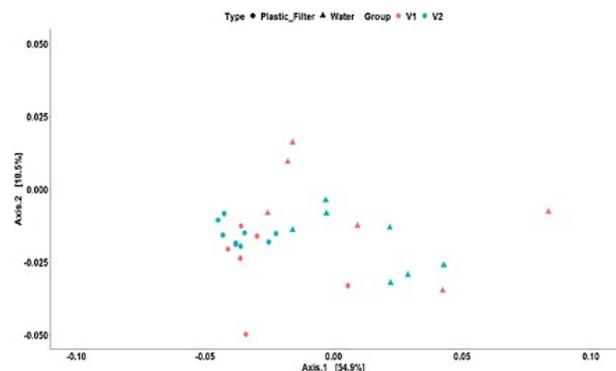


Abbildung 1: Die  $\beta$ -Diversitätsprofile der Bakteriengemeinschaft für das Wasser und den Filter der Anlage sowie der beiden Intensitäten der Hälterungen (V1 = 25 Fische, V2 = 40 Fische)

## FAZIT

Generell scheinen die hier untersuchten Aquakultur-Kreislaufanlagen nur eine geringe Belastung an antibiotikaresistenten Bakterien in die Umwelt zu entlassen. Die Analyse der bakteriellen Gemeinschaft der Filteranlagen zeigt vielversprechende Ergebnisse, um zukünftig bessere Überwachungsanlagen für die Funktionalität solcher Aquakulturen zu entwickeln.

### Projektbeteiligte:

Prof Jana Pickova, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden  
Dr Corina Moga, DFR Systems SLR, Romania  
Prof Ioan Ardelean, Romanian Academy, Romania  
Crăciun Nicolai, University of Bucharest, Romania  
Dr Fiona Walsh, Maynooth University, Ireland  
Prof Marko Virta, University of Helsinki, Finland  
Prof Thomas Berendonk, Technische Universität Dresden, Germany

### Kontakt:

Thomas Berendonk [Limnologie@tu-dresden.de](mailto:Limnologie@tu-dresden.de), <https://tu-dresden.de/bu/umwelt/hydro/hydrobiologie>