

Nutrient fluxes in multitrophic Aquaculture Systems

MSc Yudi Nurul Ihsan

1. Berichterstatter: Prof. Dr. C. Schulz

Die futtermittelbasierte Aquakultur kann zu einer Anreicherung von Stoffwechselendprodukten führen, die die Qualität des genutzten Gewässers erheblich beeinträchtigen können. In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb die Reduzierung von Nährstoffemissionen der Aquakultur durch multitrophe Haltungssysteme untersucht. Hierzu wurden verschiedene Kulturverfahren von Tilapia, Shrimp und Makroalgen unter praxisgleichen Bedingungen in Indonesien untersucht.

Kapitel eins der vorliegenden Arbeit führt thematisch ein und beschreibt die grundlegenden Prozesse im Nährstoffkreislauf von Gewässer- und Aquakultursystemen. Aufgrund der vielfältigen gelösten und partikulären Nährstofffraktionen in Aquakultursystemen kann nur auf Basis von multitrophen Systemen eine relevante Nährstoffausnutzung realisiert werden. Anhand vieler Untersuchungen aus der Literatur kann dabei auf die besondere Bedeutung von Algen als Biofilter in einem Polykultur-System hingewiesen werden, da deren hohe Wachstumspotentiale die anfallenden gelösten Stickstoff- und Phosphorverbindungen der tierischen Aquakulturproduktion effektiv verwerten, die Haltungsumwelt für weitere Organismen optimieren und der zusätzlichen ökonomischen Wertschöpfung dienen. Weiterhin bietet sich die kombinierte Aufzucht von carnivoren mit omni- oder herbivoren Species an, da somit die Stoffwechselendprodukte in der niedrigeren Trophieebene effektiv in Biomasse überführt werden können.

In Kapitel zwei werden die Potentiale von Monokultur- und Polykultursysteme experimentell miteinander verglichen. Dafür wurden drei Teiche mit identischer Fläche von 1200 m² in Polykultur mit *Gracillaria verrucosa* (50 kg) und 20 Shrimps/m² (*Penaeus vannamei*, Anfangsgewicht 0.22 ± 0.016 g) besetzt. Weiterhin dienten 3 Teiche mit Shrimppmonokultur bei Besatzdichten von 20 Shrimps/m² als Vergleich. Der Versuch wurde über 100 Tage durchgeführt und im Abstand von 10 Tagen wurden die Wasserinhaltsstoffe erfasst. Die Werte indizieren, dass das Polykultur-System mit Algen *Gracillaria* effizienter die zugeführten Nährstoffe in Biomasse überführen. Die Durchschnittskonzentration von Ammonium-Stickstoff über die gesamte Versuchsperiode betrug beispielsweise 0.24 mg/l im Polykultur- und 0.37 mg/l im Monokultursystem. In der Nährstoffbilanzierung zeigt sich, dass aus dem gesamten Stickstoff (TN)- und Phosphoreintrag (TP) 24.2% bzw. 5.3% in 335.7 kg Shrimpsbiomasse in der Monokultur überführt wurde, während in der Polykultur 30.8% bzw. 6.9% des eingetragenen TN und TP in 501.5 kg Shrimps und 3.5 % bzw. 2.4% des TN und TP in 325 kg Makroalgen *Gracillaria verrucosa* eingebaut wurden.

Im dritten Kapitel wurden das Polykulturverfahren mit *Gracillaria*-Algen und Shrimp (*Penaeus vannamei*, Polykultur I) mit einem dreigliedrigen Verfahren aus Shrimp (*Penaeus vannamei*), Fisch (*Oreochromis niloticus*) und Makroalgen (*Gracillaria verrucosa*, Polykultur II) verglichen. Hierfür wurde wiederum ein triplikativer Versuchsansatz mit jeweils drei Teichen mit einer Fläche von 1000 m²

eingesetzt und mit 0.4 kg/m² Makroalgen und 15 Shrimps/m² besetzt. In die dreigliedrigen Polykultursystemteiche wurden zusätzlich 0.25 Fische/m² gesetzt. Das Fütterungsmanagement berücksichtigte lediglich die Shrimps, die in beiden Versuchsansätzen mit vergleichbarer Intensität gefüttert wurden. In der Nährstoffbilanz zeigte sich, dass in Polykultur I aus dem TN- und TP-Eintrag 46.70% und 14.99% in 313.08 kg Shrimpsbiomasse umgesetzt wurde, während in Polykultur II 41.7% und 13.47% in 291.25 kg Shrimps und 13.62% und 5.09% in 40.67 kg m² Fisch eingebaut wurden. Die Makroalgen inkorporierten in Polykultur I 10.56 % und 9.75 % TN und TP, und in Polykultur II vergleichbare 10.94% und 8.83%. Dieses Ergebnis zeigt, dass das Shrimpsaufkommen durch die Polykultur mit Fischen nicht signifikant beeinträchtigt wird, durch die zusätzliche Nährstoffbindung jedoch signifikant weniger Nährstoffe aus dem System geführt werden.

Im abschließenden vierten Kapitel wurde das Nährstoffaufnahmepotential von variierendem Makroalgenbesatz in Polykultur mit Shrimps untersucht. Dafür wurden in kleinskaligen Betonsystemen mit einem Volumen von 3 m³ Garnelen, *Penaeus vannamei*, (6-7 g, 5 Ind/100 Liter) und Makroalgen *Gracillaria verrucosa* bei verschiedenen Kulturdichten von 0 g/l, 3.125 g/l, 6.250 g/l und 9.375 g/l aufgezogen und die Wachstumsleistungen und Nährstoffbilanzen ermittelt. Dabei zeigte sich, dass die Stickstoffaufnahme der Makroalgen bei einer Besatzdichte von 3.

125 g/l am höchsten ist. Zudem kann eine positive Wirkung auf die Shrimps festgestellt werden, da sich höhere Wachstumsleistungen (Gesamtendgewicht: 243.78 g ohne Algen; 350.20 g bei Algendichte: 3.125 g/l) und Überlebensleistungen der Shrimps (63% ohne Algen, 83% bei Algendichte von 3.125 g/l) einstellen. Der aus der Shrimp fütterung stammende Stickstoff (15.36 g) wurde dabei überwiegend (14.62 g) von den Algen zur Biomassebildung genutzt.

Schlussfolgend kann gesagt werden, dass die gezielte Polykultur von Shrimps-, Fisch und Makroalgenaufzucht zu einer deutlich verbesserten Nährstoffausnutzung und damit zu geringeren Nährstoffausträgen aus Aquakulturen führen können. Die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen trophischen Produktionsebenen sind jedoch nur in Teilen verstanden, so dass weiterhin ein sehr großes Optimierungspotential besteht.