

7. Summary / Zusammenfassung

7.1. Summary

Aquaculture has become the fastest growing food production sector world-wide with yearly growth rates of more than 10%. Southeast-Asia has been at the forefront of this growth. In the Philippines, milkfish is the most important cultured fin-fish species and make up more than 60% of the total aquaculture production. In 2000 more than 204,000 t of milkfish were produced here. A significant part of this production comes from commercial semi-intensive brackishwater ponds of one to 30 ha area. The growth of the cultured fish is based on natural food, which is enhanced through pond fertilisation. Supplemental feed is sometimes provided in addition. Due to competition from other high priced-fish and shrimp aquaculture in recent years, the pond area under milkfish production decreased significantly. However, the milkfish is the only brackishwater-aquaculture species that supplies the local population with high quality protein. Available literature provides only limited information on nutrition cycling in small scale commercial milkfish farms. The aim of this study was therefore to investigate feed quality, feed intake, and utilisation under practical conditions in such milkfish farms.

Three commercial fish farms were monitored between September 1996 and August 1998 on the island of Panay, Philippines. Laboratory feeding and respiration experiments were done in a computer controlled flow-through respirometer at the Southeast Asian Fisheries Development Center-Aquaculture Department, Iloilo, Philippines. The quality and quantity of feed consumed by milkfish in the ponds were determined with the aid of stomach content models based on the observed values. The data from the respiration unit were used to study the utilisation of the given feed and set up a total energy budget for milkfish. The thesis-work was divided into three parts.

One of the monitored farms followed intensive culture methods. Here, the growth of natural food was not enhanced by any kind of fertilisation. The milkfish were fed with a ration of 3.75% body mass equivalent (BME) compound feed three times a day in equal instalments. The growth of the fish was moderate (the specific growth rate, SGR was 1.0% and the metabolic growth rate, MGR was 7.3%). The stomach content models estimated a direct intake of only 10% of the given supplemental feed. The majority of the feed supplied was therefore not taken in directly by the fish. Furthermore, milkfish did not feed at the first feeding time (at 09:00 am). This can be attributed to the bad water quality during dawn

(low dissolved oxygen level, high ammonia values). The feed intake in fish occurred mainly from 11:00 am to 3:00 pm and from 5:00 pm to 6:00 pm. Dissections of the stomach showed that the ingested food contained 45% supplemental feed, 20% zoo- and phytoplankton / -benthos and 35% detritus. The high level of detritus in the stomach suggested a later uptake of the supplemental feed provided.

The second phase of the thesis work was carried out in the laboratory. Feeding experiments in the flow-through respirometer were designed based on results from the monitoring, according to the food spectrum. Natural food from surrounding fish farms was collected, grounded and then carefully mixed with supplemental feed used for milkfish grow-out to prepare three test diets (75% SF : 25% NF, 50 : 50 and 25 : 75). In three experiments of 10 weeks each, the different pond conditions within Philippine milkfish aquaculture were simulated (rainy season, dry season, transition period). The natural food used was from the respective seasons and the salinity was kept to that respective level (rainy season: 18 ppt, dry season: 33 ppt, transition period: 25 ppt). Survival rate was high in all experiments; no significant differences were obtained. The growth of the juvenile milkfish was less than expected in all treatments. None of the tested fish groups were able to double their initial body mass. Sometimes, even a reduction in body mass was observed. However, significant differences between the treatments were observed. During the simulated rainy season and the transition period all treatments differed significantly in body weight gain, while the best growth was monitored in fish fed diet 75 : 25. During the simulated dry season significant differences were determined only between 75 : 25 and 50 : 50 on one hand and 25 : 75 on the other. Again, growth was best in fish fed the 75 : 25 diet, but did not differ significantly from fish fed on diet 50 : 50. Metabolic rate (oxygen consumption / $\text{kg}^{0.8}$ / h) was highest in the treatment 75 : 25, but differed only during the transition period significantly from the treatment 25 : 75. Energy expenditure was highest in treatment 75 : 25, however, no significant differences to other treatments were observed. Retained energy on the other hand, was significantly higher during the rainy season and the transition period in treatment 75 : 25 and 50 : 50 against treatment 25 : 75. It has to be stated, that retained energy was negative in all experiments at treatment 25 : 75. It is remarkable, that growth and retained energy did not differ significantly between treatment 75 : 25 and 50 : 50 during the dry season.

The third phase of the project was carried out in two differently managed commercial fish farms during the grow-out phase of the milkfish. Both farms used the semi-intensive

production system. The growth of natural food was enhanced through applications of manure and fertiliser. The development of the natural food, however, was different in both farms. The natural food consisted mainly of *lablab* (complex of unicellular green- and filamentous blue-green algae, as well as diatoms and crustaceans) in one farm (Banate), while in the other farm (La Paz) mainly *lumut* (filamentous green algae) occurred. The higher nutritional quality of *lablab* over *lumut* was shown by higher protein, essential amino acids, carotenoids and mineral contents. The daily rations, again computed with the aid of stomach content models, did not differ significantly between the farms. The duration of feed intake was, however, significantly longer in the farm in La Paz compared to Banate. On the other hand, growth (SGR: 2.1%; MGR: 12.2%) was much higher in Banate than in La Paz (SGR: 1.0%; MGR: 5.8%). Protein-, lipid- and gross energy gain of the carcass were significantly higher in the fish cultured at Banate.

The results presented here prove that supplemental feeding can be reduced or abandoned, if fertilisers are used optimally in semi-intensive milkfish farms. An optimisation of inputs to reduce costs in the pond culture of milkfish are therefore possible. However, more work is necessary to verify this results in more than one grow-out period.

7.2. Zusammenfassung

Die Aquakultur ist der am schnellsten wachsende Sektor der tierischen Nahrungsmittelproduktion. Für das kommende Jahrzehnt werden jährliche Zuwachsraten über 10% prognostiziert. Besonders die südostasiatische Region hat großen Anteil an dieser Entwicklung. Auf den Philippinen gilt der Milchfisch als wichtigste Fischart der Aquakultur, von der er mengenmäßig mehr als 60% der Fischproduktion ausmacht. Im Jahre 2000 wurden hier über 204.000 t produziert. Ein bedeutender Anteil dieser Produktion kommt aus kommerziell bewirtschafteten semi-intensiven Fischfarmen, die Brackwasserteiche zwischen einem und 30 ha Teichfläche nutzen. Dabei gilt das Produktionsverfahren als semi-intensiv, wenn das Wachstum der Fische auf Naturnahrung beruht, die durch Teichdüngung gefördert wird und / oder durch eine Supplementierung mit Fischfutter ergänzt wird. In den letzten Jahren entwickelte sich mit neuen Verfahren zur Aufzucht von Garnelen und Edelfischen hauptsächlich für den Export eine Konkurrenz zur Milchfischproduktion; die Fläche der für die Milchfischproduktion genutzten Teiche ging daraufhin deutlich zurück. Als einzige Art der Brackwasser-Aquakultur trägt jedoch der Milchfisch als hochwertige Proteinquelle wesentlich zur Versorgung der lokalen Bevölkerung bei. Bisherige Ergebnisse zur Futtermittelverwertung des Milchfisches aus Laborversuchen und kleinen experimentell genutzten Teichen entsprechen der praktizierten Teichwirtschaft in Teichen mit mehr als einem ha Teichfläche nur bedingt. Ziel der vorliegenden Arbeit war daher, die Aufnahme des Futters, dessen Qualität und Verwertung unter praxisbezogenen Bedingungen zu bestimmen.

Die Untersuchungen wurden im Zeitraum von September 1996 bis August 1998 auf der Insel Panay, Philippinen, in drei kommerziell genutzten Teichwirtschaften, sowie in einer computergesteuerten Respirationsmessanlage des Southeast Asian Fisheries Development Center - Aquaculture Department, Iloilo, Philippinen durchgeführt. In den Teichwirtschaften wurde die Qualität des Futters und mittels Mageninhaltsmodellen dessen Aufnahmerate (Quantität) bestimmt. Mit Hilfe der Respirationsdaten lassen sich dann Aussagen zur Verwertung des gegebenen Futters (Energiebilanz) machen. Die Dissertation gliederte sich dabei in drei Phasen.

In der ersten Phase erfolgte ein Monitoring einer intensiv bewirtschafteten Farm, in der auf jegliche Förderung des Naturnahrungswachstums verzichtet wurde. Die Milchfische wurden mit einer Rate von 3,75% ihres Körpergewichtes in drei gleichen Rationen über den Tag verteilt mit pelletiertem Fischfutter gefüttert. Das Wachstum der Fische war

moderat (Spezifische Wachstumsrate SGR: 1,0%; Metabolische Wachstumsrate MGR: 7,3%). Angewandte Mageninhaltsmodelle errechneten jedoch nur eine direkte Ausnutzung des verabreichten Futters von 10%. Ein Großteil des gegebenen Futters wurde daher vom Fisch nicht unmittelbar aufgenommen. Weiterhin zeigte sich, dass die erste Fütterung des Tages (um 9:00 Uhr) von den Fischen nicht angenommen wurde. Ursachen hierfür sind in der schlechten Wasserqualität zu Beginn des Tages zu suchen (geringer Sauerstoffgehalt und erhöhte Ammonium-Werte). Die Nahrungsaufnahme der Fische konzentrierte sich auf den Zeitraum zwischen 11:00 und 15:00 Uhr, sowie zwischen 17:00 und 18:00 Uhr. Untersuchungen des Mageninhaltes ergaben einen durchschnittlichen Anteil von 45% Supplement, 20% Zoo- und Phytoplankton bzw. -benthos und 35% Detritus. Dabei deutet der hohe Anteil von Detritus auf eine nachträgliche Aufnahme des gegebenen Supplementfutters hin.

In der zweiten Phase der Dissertation wurden Laborversuche durchgeführt. Hierbei wurden die aus dem vorangegangenen Monitoring gewonnenen Erkenntnisse (Nahrungsspektrum) in einer Respirationssystemanlage mit 15 Respirationssystemen umgesetzt. Dazu wurde Naturnahrung aus umliegenden Teichwirtschaften gesammelt und aufbereitet und einer Test-Diät aus Supplementfutter für die Milchfisch-Aufzucht beigemischt. Das erste Teich-Monitoring hatte eine typische Verteilung von Supplementfutter SF und Naturnahrung NF gezeigt, so dass drei Test-Diäten (75% SF : 25% NF; 50:50 und 25:75) eingesetzt wurden. In drei Experimenten zu je 10 Wochen wurden die unterschiedlichen Bedingungen in der philippinischen Milchfisch-Aufzucht (Regenzeit, Trockenzeit, Saisonübergang) simuliert. Für die Fütterung der Fische in der Respirationssystemanlage wurde jeweils die Salinität eingestellt, die den Teichverhältnissen zum Zeitpunkt der Sammlung der Naturnahrung entsprach (Regenzeit Salinität S 18 ppt, Trockenzeit S 33 ppt, Saisonübergang S 25 ppt). Die Überlebensrate war in allen Experimenten hoch; signifikante Unterschiede wurden nicht beobachtet. Das Wachstum der Fische blieb in allen unterschiedlichen Behandlungen hinter den Erwartungen zurück. Keine der getesteten Fischgruppen konnte das Startgewicht verdoppeln. Teilweise war eine Gewichtsabnahme zu beobachten. Trotzdem traten signifikante Unterschiede auf. Während der simulierten Regenzeit und der des Saisonüberganges unterschieden sich alle Behandlungen in Körpergewichtszunahme signifikant voneinander, dabei war das beste Wachstum bei der Diät 75:25 zu beobachten. In der Trockenzeit konnten signifikante Unterschiede jedoch nur zwischen 75:25 und 50:50 einerseits und 25:75 andererseits festgestellt werden. Erneut trat bei der Diät 75:25 das

beste Wachstum auf; es war jedoch von der Diät 50:50 nicht signifikant unterschiedlich. Die metabolische Rate (Sauerstoffverbrauch / $\text{kg}^{0,8}$ / h) war generell bei der Diät 75:25 am höchsten, unterschied sich aber nur während des simulierten Saisonüberganges signifikant von der Diät 25:75. Der Energieumsatz war in allen Behandlungen in der Gruppe 75:25 am höchsten; es konnten jedoch zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zu den anderen Gruppen der jeweiligen Experimente festgestellt werden. Die retinierte Energie dagegen war während der simulierten Regenzeit und der des Saisonüberganges jeweils in den Gruppen 75:25 und 50:50 gegenüber 25:75 signifikant erhöht. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die retinierte Energie in der Gruppe 25:75 in allen Experimenten negative Werte erreichte. Speziell während der Trockenzeit fällt auf, dass sich Wachstum und retinierte Energie zwischen den Gruppen mit 75% bzw. 50% Supplementanteil nicht statistisch unterscheiden.

Die dritte Phase der Dissertation beruhte erneut auf Beobachtungen während der Aufzuchtperiode in zwei unterschiedlich bewirtschafteten Fischfarmen. Dabei handelte es sich diesmal um semi-intensive Produktionssysteme. Das Wachstum der Naturnahrung wurde durch unterschiedliche Gaben von Naturdung und Kunstdünger gefördert. Dabei entwickelte sich in den beiden Fischfarmen die Naturnahrung unterschiedlich. In einer Farm (Banate) bestand sie überwiegend aus "*lablab*" (Komplex aus einzelligen Grün- und fädigen Blaualgen, sowie Diatomeen und Crustaceen), während sie in der anderen Farm (La Paz) hauptsächlich als "*lumut*" (fädige Grünalgen) auftrat. Der höhere Nährwert von *lablab* gegenüber *lumut* wird in Bezug auf Proteinanteil, essentielle Aminosäuren, Carotenoidgehalt und Mineralkonzentration deutlich. Die Futteraufnahmeraten, erneut durch Mageninhaltsmodelle berechnet, waren zwischen den beiden Farmen nicht signifikant verschieden. Die Dauer der Nahrungsaufnahme war jedoch in der Farm in La Paz signifikant länger als in Banate. Dabei erreichten die Fische in Banate ein bedeutend höheres Wachstum (SGR: 2,1%; MGR: 12,2%) als die Fische in La Paz (SGR: 1,0%; MGR: 5,8%). Dieses größere Wachstum in Banate spiegelt sich in der Körperzusammensetzung der Fische wieder. Protein-, scheinbare Fett- und Bruttoenergiezunahme waren in Banate signifikant erhöht.

Anhand der hier dargestellten Ergebnisse lassen sich Aussagen über die Notwendigkeit einer Supplementierung in semi-intensiven Teichwirtschaften treffen. Die gezeigten Daten belegen, dass eine Zufütterung bei optimalem Einsatz von Düngemitteln reduziert oder sogar eingestellt werden kann. Dadurch ist eine Optimierung der Teichbewirtschaftung

möglich. Weitere Arbeiten sind jedoch notwendig, um diese Aussagen in mehr als einer Wachstumsperiode zu verifizieren.