ozean der zukunft
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN
Aquakultur im Spannungsfeld zwischen Welternährung und Nachhaltigkeit
Zusammenfassung der Ringvorlesung im Sommersemester 2018
C A U
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
ifw
muthesius kunsthochschule
GEOMAR

Liebe Aquakulturinteressierte,

im Sommersemester 2018 hat sich der Forschungsverbund „Future Ocean“ schwerpunktmäßig dem Thema „Nachhaltige Aquakultur“ gewidmet. Forschende aus der Biologie, den Agrarwissenschaften, der Philosophie und den Sozialwissenschaften haben sich gemeinsam mit Expertinnen und Experten sowie Anwendern aus Politik, Industrie und Verbänden zusammengeschlossen, mit dem Ziel, das Potenzial und die Herausforderungen einer nachhaltigen Aquakultur einem breiten Interessentenkreis aus Öffentlichkeit, Industrie und Politik näher zu bringen. Dafür wurden zahlreiche Aktivitäten durchgeführt, darunter eine öffentliche Ringvorlesung mit dem Titel „Aquakultur im Spannungsfeld zwischen Welternährung und Nachhaltigkeit“.
Mehr als 20 Expertinnen und Experten haben sich an insgesamt sieben Terminen unterschiedlichen Aspekten der Aquakultur gewidmet und in ihren Vorträgen Wege beschrieben, die zeigen, dass eine ökologisch-sensitive und nachhaltige Aquakultur durchaus möglich ist. Für alle, die nicht zu den Vortragsterminen persönlich erscheinen konnten, haben wir die Beiträge der meisten Expertinnen und Experten in dieser Broschüre zusammengefasst.

Wir freuen uns, wenn wir uns auch künftig zur „Nachhaltigen Aquakultur“ austauschen können und gemeinsam neue Forschungsvorhaben und Anwendungsprojekte anstoßen.

Viel Vergnügen beim Lesen.

Herzliche Grüße

Prof. Rüdiger Schulz

Botanisches Institut
Universität Kiel (CAU)

rschulz@bot.uni-kiel.de

Prof. Carsten Schulz

Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Universität Kiel (CAU)
GMA, Gesellschaft für
Marine Aquakultur mbH

cschulz@tierzucht.uni-kiel.de

Prof. Konrad Ott

Umweltethik
Universität Kiel (CAU)

ott@philsem.uni-kiel.de

C A U Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
ifw
muthesius kunsthochschule
GEOMAR

Inhalt

FISCH FÜR ALLE – IST AQUAKULTUR DIE LÖSUNG? ***4***

Der Beitrag der Aquakultur zur Ernährung des Menschen: Historischer Rückblick und Ausblick 5
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Harald Rosenthal

Potentiale der Aquakultur in Deutschland 8
Dr. Stefan Meyer, *Kompetenznetzwerk Aquakultur des Landes Schleswig-Holstein (KNAQ)*

Fischzucht in Kreislaufanlagen – Beispiele aus der Praxis 9
Erik Gutzmann, *Krüger A/S, Veolia Water Technologies, Dänemark*

NACHHALTIGE AQUAKULTURVERFAHREN VERSUS MARKTPOTENZIAL – WOHIN GEHT DIE REISE? ***11***

Nachhaltige Aquakulturverfahren für die Ostsee: Das EU-Projekt InnoAquaTech 12
Valentin Eckart, *BioCon Valley GmbH, Greifswald*

Integrierte multitrophische Aquakultur in der Ostsee (Baltic-IMTA) 13
Dr. Patrick Unger, *Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Aquakultur und Sea-Ranching, Universität Rostock*

Aquaponik – Geht da noch mehr? 14
Dr. Hilke Alberts-Hubatsch, *Aquakulturforschung, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven*

Integrierte aquatische Haltungssysteme: landbasiert oder offshore – wo produzieren wir in Zukunft? 15
Dr. Sebastian Rakers, *Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck*

TIERWOHL IN DER AQUAKULTUR – MASSENTIERHALTUNG IM WASSER? ***17***

Fische und Stress – eine Einführung 18
Dr. med. vet. Henrike Seibel, *GMA - Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH. Büsum*

Fishy ethics: Fischwohl und moralische Verantwortung in der Aquakultur 19
Dr. Bernice Bovenkerk, *Wageningen University & Research, Niederlande*

GewissensBisse – kann man Fisch aus Aquakultur ohne essen? 21
Mark Schumann, *Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg, Langenargen*

UN/RECHT AUF NACHHALTIGE AQUAKULTUREN – FISCHZUCHT ZWISCHEN UMWELTAUFLAGEN UND GENEHMIGUNGSPROZESSEN ***22***

Genehmigungsleitfaden für eine Ostseemuschelzucht in Schleswig-Holstein 23
Dr. Yvonne Rößner, *Marine Aquaculture Consulting, Eckernförde*

Continental Mariculture Systems – Genehmigungsprozesse (und –hürden?!) aus Anwender-/Unternehmersicht 24
Dr. Bert Wecker, *Förde Garnelen GmbH & Co. KG, Strande*

Genehmigungsprozesse aus (Fischerei-) Verwaltungssicht 26
Milan Müller, *Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek*

BLAUE BIOTECHNOLOGIE – NEUE PRODUKTE AUS DER AQUAKULTUR 27

Chemische und mikrobiologische Ansätze für die nachhaltige blaue Biotechnologie 28
Prof. Dr. Deniz Tasdemir, *GEOMAR Helmholz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel*

Vom Ökosystem bis in die Zelle: Beispiele für die Nutzbarmachung aquatischer und mariner Ressourcen 29
Dr. Marina Gebert, *Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck*

Ökologische Erzeugung von Mikroalgen – eine Einführung 31
Anja Chalmin, *International Biologists` Services Consultancy (inbiseco), Bremen*

NACHHALTIGES AQUAKULTURMANAGEMENT – EINE PERSPEKTIVE FÜR ENTWICKLUNGSLÄNDER? 32

Nachhaltiges Aquakulturmanagement – eine Perspektive für Entwicklungsländer? 33
Dr. Stefan Bergleiter, *Naturland – Verband für ökologischen Landbau e.V., Gräfelfing*

Nachhaltiges Aquakultur Management – eine Perspektive für die Länder des globalen Südens aus Sicht eines öffentlichen Projektträgers 34
Dr. Helen Laqua, *Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Referat Internationale Zusammenarbeit und Welternährung, Bonn*

Nachhaltige Aquakultur – Eine Chance für Entwicklungsländer? 36
Prof. Dr. Ulfert Focken, *Thünen-Institut für Fischereiökologie, Bremerhaven*

NEUE LEBENSMITTEL AUS AQUAKULTUR – LIEGT DIE ZUKUNFT DER ERNÄHRUNG IM WASSER? 38

Liegt die Zukunft der Ernährung im Wasser? 39
Dipl. Ing. Robert Stieber, *Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck*

Mikroalgenproduktion bei der Firma BlueBioTech 40
Dr. Sebastian Lippemeier, *BlueBioTech GmbH, Büsum*

Fisch aus Aquakultur in Deutschland: Populär oder verpönt? 41
Dr. Matthias Keller, *Fisch-Informationszentrum e.V., Hamburg*

SCHWERPUNKTTHEMA NACHHALTIGE AQUAKULTUR – AKTIVITÄTEN IM SOMMERSEMESTER 2018 42

IMPRESSUM 44

Fisch für alle –
Ist Aquakultur die Lösung?

Die steigende Nachfrage der Weltbevölkerung nach Fisch kann langfristig nicht durch Wildfänge gedeckt werden. Aquakultur könnte diese Lücke schließen. Doch welche Herausforderungen kommen auf die Weltgemeinschaft zu? Die Auftaktveranstaltung der Ringvorlesung gibt einen Überblick über die Entwicklung der Aquakultur, ihrer Bedeutung für die Welternährung, sowie die Potentiale und Risiken.

Der Beitrag der Aquakultur zur Ernährung des Menschen: Historischer Rückblick und Ausblick

PROF. DR. DR. H.C. MULT. HARALD ROSENTHAL

Dieser Vortrag gibt einen sehr kurzgefassten Rückblick auf die Entwicklungsgeschichte der Aquakultur in Deutschland und soll im Rahmen dieser Ringvorlesung die Diskussion über eine Standortbestimmung für die künftige Ausrichtung dieses Wirtschaftszweiges in unserer Region einleiten.

Etwa 89 % der globalen Aquakultur wird seit jeher in den Ländern Asiens, vor allem China, produziert. Der Rest der Welt ist trotz beeindruckender Zunahme an der Gesamtproduktion nur mit etwa 11 % beteiligt. Die europäische Aquakultur-Produktion erbringt immerhin die Hälfte dieser 11 %. Dabei sind Norwegen, Spanien, Frankreich und Italien die Spitzenreiter, aber auch Länder wie Spanien und die Niederlande haben traditionell die küstennahe Muschel-und Austernkultur in großem Maßstab betrieben. Deutschland liegt gegenwärtig im unteren Mittelfeld der europäischen Produzenten. Dafür gibt es mehrere Gründe. Zum einen wurde zwar nach dem 2. Weltkrieg die traditionsreiche konventionelle Teichwirtschaft weitergeführt, zum anderen wurden moderne Intensiv-Verfahren aufgrund des vorherrschenden gesellschafts-politisch negativen „Aqua-Klimas" in Deutschland abgelehnt und somit die moderne Entwicklung in Europa nicht mitgetragen. Heute ist die Pionierzeit der moderne Aquakulturentwicklung vorüber und der Wirtschaftszweig ist voll etabliert, ohne dass Deutschland, trotz jahrzehntelanger Spitzenforschung, an dieser Entwicklung teilnahm. Das bedeutet auch, dass es heute schwer wird, in einem von Anderen beherrschten internationalen Markt einzudringen und sich zu behaupten. Die erreichte hohe Effizienz der Produktionsverfahren erlaubt nur noch geringe Gewinnspannen, und kleine Betriebsgrößen können marktfähige Erzeugnisse nur zu viel höheren Gestehungskosten erwirtschaften.

Gemäß der Food and Agricultural Organization (FAO) ist seit 1995 ein deutlicher Anstieg der Fisch- und Algenproduktion zu verzeichnen, was bedeutet, dass mehr Menschen mehr Fisch und Algen verzehren. Der Bedarf steigt gewaltig wenn man das Wachstum der Weltbevölkerung betrachtet, vor allem für diejenigen Bevölkerungsgruppen, die am wirtschaftlichen Aufschwung (auch in Entwicklungsländern) teilhaben. Aller Voraussicht nach wird die Nachfrage nach aquatischen Produkten im kommenden Jahrzehnt das Angebot weit übersteigen.

Die marktbeherrschenden Arten in der Fisch- und Algenproduktion werden heute von einer Reihe internationaler Großunternehmen erzeugt, welche vor allem karpfenartige Fische, Austern und Muscheln, sowie Braunalgen, Garnelen und Lachse/Forellen produzieren. Es sind relativ wenige Arten, die die große Menge der aquatischen Produkte ausmachen. Die Etablierung neuer Arten, die kommerziell im großen Umfang auf dem Markt kommen können, wird seltener, da auch die Vorlaufzeiten im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen relativ lang sind und bis zu 10 Jahren dauern können. Für einen Kleinunternehmer ist es daher schwer, sich in diesen Markt einzubringen, es sei denn, man kann mit originellen und gefragten Nischenprodukten aufwarten. Selbstverständlich wird die konventionelle Aquakultur auch in Deutschland weiter existieren und effizienter werden, auf lokalen Märkten wird man sich mit spezifischen Produkten in relativ kleinem Maßstab nachhaltig behaupten können.

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass die traditionelle Teichwirtschaft weit mehr als 2 500 Jahre alt ist. In China wurden schon damals Mehr-Arten-Kulturen (Poly-Kulturen) unter der Nutzung von Organismen aus mehreren trophischen Ebenen betrieben. Auch die Alten Römer und Ägypter legten (zum Teil temporär) Teiche an, und in Mitteleuropa waren es Klöster, die bereits im Mittelalter erste Teiche bewirtschafteten. In unserer Region war es das Kloster Kladruber, welches 1115 den ersten Teich in Böhmen anlegte. Führend in Sachen Süßwasser-Aquakultur wurden aber auch Italien, Ungarn und die damalige Tschechoslowakei. Italien beschritt mit den „Valli Coltura integrata" (heute: „Valli coltura moderna") einen Weg, der bereits frühzeitig mehrere Ressourcennutzer integrierte – in Intensivanlagen wurden einige Arten für den Besatz aufgezogen, der die Lagunenfischerei stützte. Hierzu wurden Vorstreckteiche angelegt, Abwasserteiche betrieben, aber auch tiefe Überwinterungsteiche eingerichtet, die das Überleben der Fische im Tiefenwasser (bis 5 m) bei Eisbedeckung garantierte, sodass diese Fische im zweiten Jahr zur Marktgröße heranwachsen konnten. Weiterhin profitierte die Sportfischerei und der Tourismus von den Besatzmaßnahmen in der Lagune, wobei auch Vogelschutzgebiete und Wanderwege angelegt wurden. Die führende Rolle Osteuropas in Sachen Aquakultur spiegelt sich auch in der Literatur wider, denn es war der Tscheche Johannes Dubravius, der bereits im Jahr 1547 das erste „Buch von den Teichen und den Fischen, welche in denselben gezüchtet werden" verfasst hat. Im Jahr 1862 wurden dann in Josef Sustas' Werk „Die wirtschaftsfischereiliche Nutzung der Teiche" zum ersten Mal ökonomische und ökologische Aspekte herausgearbeitet.

Auf nationaler Ebene hat die Teichwirtschaft mit Karpfen und Forellen eine lange Tradition. Ein etwas ungewöhnlicher, aber interessanter Ansatz zur Integration war der Besatz

von Abwasserteichen. Hier wurden Abwässer als neue Nährstoffressource verstanden, die zu einem großen Teil in nutzbare Biomasse umgesetzt werden und damit die Vorfluter entlasten. In der Vergangenheit gab es in über 100 deutschen Städten solche Abwasserteiche unterschiedlicher Auslegung. Die berühmtesten waren die in München, welche seit 1902 nach der Methode von Hofer betrieben wurden. Dabei war die genaue Anzahl der Besatzfische definiert, welche während sieben Monaten in den Abwasserteichen heranwuchsen und dann abgefischt wurden, um die Teiche zwischen Dezember und März trocken zu legen. Bei ausgeglichenem Besatz und Nährstofffracht war es möglich, dass in 30 Jahren kein Schlamm entfernt werden musste! Die Münchner Abwasserteiche konnten Abwässer von 500 000 Einwohnergleichwerten aufnehmen und wurden erst 2003 stillgelegt. In Ungarn zum Beispiel werden solche Abwasserteiche noch heute als sog. „Schönungsteiche" betrieben. Diese „Klärbecken" decken einen wesentlichen Teil der Unterhaltskosten ab und die Fische erfüllen die hygienischen Standards.

» Heute ist die Pionierzeit der moderne Aquakulturentwicklung vorüber und der Wirtschaftszweig ist voll etabliert. «

Wilhelm Schäperclaus verfasste 1933 das „Lehrbuch der Teichwirtschaft", ein Pionierwerk, das schon frühzeitig den Fischteich als Ökosystem begriff. Erstmals tauchten Begriffe von Nährstoffbilanzen, Multiartenbesatz und der Dynamik der Wasserchemie im Jahreszyklus auf. Das Buch wurde mehrfach neu aufgelegt, in mehrere Sprachen übersetzt und erst kürzlich (2018) ist eine erweiterte und überarbeitete Fassung erschienen. Auch andere Teichwirtschafts-Bücher wurden im Laufe der Zeit in Deutschland verfasst (z.B. „Die Fischzucht" von Prof. Ing. Boris Kostomarov, DDR 1961). Bei genauerem Hinsehen wird klar, dass vieles was heute intensiv diskutiert wird, bereits früher einmal angedacht worden war. Das Rad muss man nicht unbedingt (ganz) neu erfinden. So gab es bereits in den 70er und 80er Jahren des letzten Jahrhunderts umfangreiche Versuche, Fischmehl zu ersetzen ("Finfish nutrition and fishfeed technology" herausgegeben von Halver/Tiews), Studien zur Kreislauftechnologie ("Aquaculture heated effluents and recirculation systems" von Klaus Tiews) oder zu genetischer Selektion von Zuchtfischen ("Selection, hybridization and genetic engineering in aquaculture", herausgegeben von Klaus Tiews), um nur einige Beispiele zu nennen. In den 80er und 90er Jahren schließlich wurden im Rahmen einer EU-weiten Vergleichsstudie erstmals die „units of measurements" und die „standards of reporting" vereinheitlicht, sowie im Lexikon „Aqualex" mittlerweile 6 000 Begriffe rund um die Aquakultur in 4 Sprachen aufgelistet und definiert (jetzt in 8 Sprachen im Internet verfügbar).

Deutschlands frühe Beiträge zur globalen Aquakulturforschung umfassten zahlreiche internationale Zusammenarbeiten zu Themen wie Futtermittelentwicklung für Salmoniden (mit Polen und den USA), Kreislaufsysteme (z.B. mit Israel, Kanada, Japan und Taiwan aber auch innerhalb Europas), Entwicklung von PAS (Partitioned Aquaculture System)-Verfahren (mit den USA, z.B. in North Carolina, Louisiana, Texas, Alabama) und genetischen Arbeiten (u.a. mit Norwegen an Salmoniden, und Tilapia-Arten in Kooperation mit dem ICLARM = International Center for Living Aquatic Resources Management). Auch mit Israel bestanden intensive Zusammenarbeiten, von denen viele Ansätze von den Israelis umgesetzt wurden. Die bilateralen Arbeiten wurden über ein Jahrzehnt in 5 Bänden als „Special Publications" der European Aquaculture Society herausgegeben. Ein Schwerpunkt für die Zukunft lag auf der wissenschaftlich fundierten Überprüfung der Anwendung/Anpassung bestehender Systeme an lokale Standortbedingungen. Hierfür gibt es viele Beispiele: So wurden u.a. auch ursprünglich in Kiel entwickelte Netzkäfige (sog. absenkbare Kugelkäfige) in Israel auf die Effekte unterschiedlicher klimatischer Verhältnisse (höhere Temperaturen, intensivere Strahlung) getestet und in Kanada unter den harschen Wetterbedingungen an der Ostküste erprobt und weiterentwickelt.

Ein zukünftiger Schwerpunkt für weitere Produktentwicklungen wird auch in der Weiterverarbeitung von Abfällen aus der Aquakultur gesehen (Abfälle sind neue Ressourcen für neue Produkte). Weiterhin können aus bekannten Arten viele Beiprodukte gewonnen werden, die einen hohen Marktwert haben (Schlagwort: der Fisch als „Bioreaktor für spezifische Produkte"). So wurde zum Beispiel von norddeutschen Wissenschaftlern in Kooperation mit Kanadischen Experten entdeckt, dass Lachse, welche nicht (wie normalerweise üblich) nach dem Ablaichen sterben, körpereigenen Knochenaufbau betreiben, um einen zweiten Lebenszyklus zu überdauern. Dies hat zu einer Zusammenarbeit mit der Harvard Medical School, sowie Universitäten in Kanada, Norwegen und Belgien geführt, um den Mechanismus zu ergründen, der diese Knochenerneuerung steuert, um daraus ein Mittel gegen Osteoporose zu entwickeln. Die Arbeiten machen gegenwärtig gute Fortschritte. Viele andere Beispiele lassen sich benennen, die neben dem Fisch als Nahrungsmittel gleichzeitig wertvolle Neben-Produkte aus einem Betrieb erzeugen und damit die Diversität der Produktpalette erweitern.

Ein Ausblick in die globale Zukunft macht vor allem eines klar: Es wird große geopolitisch-wirtschaftliche Veränderungen geben und die Gleichgewichte werden sich verschieben. Bis zum Jahr 2045 werden 2.5 Mrd. Menschen, vor allem in China und Indien, zur globalen Bevölkerung hinzukommen. Während 2004 Europa noch 34 % der globalen Wirtschaftskraft ausmachte, werden es nach Expertenschätzungen in 2050 nur noch 15-18 % sein. Der Bedarf an aquatischen Produkten wird stark steigen, wobei die Produktion von Fischen der Aquakultur aus Europa trotz der Steigerungsraten insignifikant werden und

China den größten Output haben wird. Regionale Unterschiede an Umweltbewusstsein und -schutz werden auftreten, die nicht unbedingt den hohen europäischen Standards entsprechen. Außerdem wird vor allem die wachsende kaufkräftige Mittelschicht Asiens und Nordamerikas (nicht aber Afrikas und Südamerikas) mit Aquakultur-Produkten versorgt werden, wogegen die arme Bevölkerung (vorwiegend in Afrika und Indien) nicht in dem erwünschten Maße von der Aquakultur profitieren kann, denn Aquakultur ist ein profitorientiertes Business. Mangels nationaler einheitlicher Gesetzgebung (mangelnde Planungssicherheit) wird es aber in Deutschland schwierig werden, großskalig Aquakultur aufzubauen, die export-orientiert einen nennenswerten globalen Beitrag leisten kann. Jedoch könnte man sich deutsche Beteiligungen mit innovativen Produkten und Verfahren an Auslands-Investitionen vorstellen.

Aus Zeitgründen muss dieser kurze Überblick lückenhaft bleiben. Ich hoffe aber, die Diskussion über die künftige Ausrichtung der Forschung und Entwicklung in Deutschland angeregt zu haben, wobei die Beschäftigung mit den deutschen Forschungsergebnissen aus der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sicher sinnvoll ist, um auf ein solides Basiswissen aufbauen zu können.

LITERATUR ZUM THEMA „HISTORISCHER RÜCKBLICK ZUR AQUAKULTURENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND"

Avault, J. W. 1996. Fundamentals of Aquaculture: Astep-by-step guide to commercial Aquaculture. AVAPublishing Comp. Baton rouge, Louisiana, USA , 1-889 pp. (ISBN 0-9649549-0-7).

Bilio,M.,Rosenthal, H., Sindermann, C. 1986: Realism in Aquaculture: Achievements, Constraints, Perspectives. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, Special Publication. 1-585 pp. (ISBN 90-71625-01-x).

Edwards, P., Pullin, R.S.V. (Eds.). 1990: Wastewater-fed aquaculture. Proceedings of the International Seminar on Wastewaterr reclamation and reuse for aquaculture, Calcultta, India, Dec. 1988). ICLARM Contribution No 684, XXIX; 1- 296 pp. (Co-published with Environmental Sanitation Information Center, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand) (ISBN 974-8201-082).

Eleftheriou, M., Rosenthal, H., Legars, J—C., Robbins, I., FitzGeral, R., Flanigan, N., Karakassis, I. 1997. AQUALEX: A glossary of Aquaculture Terms. John Wiley & Sons, PRAXIS publishing, Chichester, UK, XII, 1-397 pp (ISBN 0-471-97801-9).

EIFAC (European Inland fisheries Advisory Committee), 1986: Report of the Working Group on terminology, format and units of measurement as related to flow-through and recirculation systems. EIFAC Tech. Paper 49, 1-100.

Franzen, H., Rosenthal H. 1996. Integrierte Aquakultur: Perspektiven für die entwicklungspolitsche Zusammenarbeit. ATSAF (Arbeitsgemeinschaft Tropische und Subtropische Agrarforschung), Bonn, (Tagungsbericht, ATSAF; GTZ, BMZ, Bonn). 1-158 pp (ISBN 3-931825-02-7).

Halver, J., Tiews, K.,(eds). 1979. Finfish nutrition and fishfieed Techniology. Volume 1. Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei., Berlin, Germany, 1- 593 pp. (ISBN 3-87903-052-9).

Halver, J., Tiews, K.,(eds). 1979. Finfish nutrition and fishfieed Techniology. Volume 2. Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Berlin, Germany, 1- 622 pp. (ISBN 3-87903-052-9).

Hofmann, J. 1979. Anleitung zur Zucht und Haltung des Karpfens im Haupt-und Nebenbetrieb, einschließlich der Nebenfische. Berlin-Hamburg, Paul Parey, 1-332 pp. (ISBN 3-490-06814-9).

Hofman, J., Geldhauser, F., Gerstner, P. 1987. Der Teichwirt. Anleitung zur Zucht und Haltung des Karpfens im Haupt-und Neenbetrie. 6. Auflage. Paul Parey Verlag, 1-253 pp. (ISBN 3-490-07714-8).

Grimaldi, E., Rosenthal, H., 1988. Efficiency in Aquaculture production: Disease control. Edizione 24 Ore, Milano, Italy. 1-227pp. (Proceedings of the 3rd International Confernce on Aquafarming „Acquacoltura 86", Verona, Italy).

Huet, M. 1971: Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News (Books) Ltd. 1- 436 pp.

Koch, W. 1960. Lehrbuch für Züchter und Teichwirte. 3. Auflage. Paul Parey Berlin & Hamburg. 1-322 pp.

Koch, W., Bank, O, Günther, J. 1982. Fischzucht. Lehrbuch für Züchter und Teichwirte. 5. Auflage. 235 pp. Hamburg, Berlin, Paul-Parey Verlag. (ISBN 3-490-07314.2).

Kostomarov, B., 1961. Die Fischzucht. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1-375 pp.

Kreuz, A., 1951, Teuchbau und teichwirtschaft. 2. Auflage. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 1- 167 pp.

Meske, Ch. 1973: Aquakultur von Warmwasser-Nutzfischen. Biotechniken und Tierversuche. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1-163 pp. (ISBN 3-8001-2300-2).

Moav, B., Hilge, V., Rosenthal, H. 1992. Progress in Aquaculture Research. Proceedings of the 4th German-Israeli Status Seminar, Geesthacht, Germany, Oct. 1990). European Aquaculture Society, Special Publication No 17, 1-360 pp.

Rosenthal, H., Oren, o.H., 1981: Intensive Aquaculture. European Mariculture Society, Special Publication no 6, 1-277 p.

Rosenthal, H., Sarig, S., 1984: Research on Aquaculture. Proceedings of the 2nd German Israeli Seminar on Aquaculture., Hamburg, March 1984., European Aquaculture Society Special Publication no. 8, 1-293 pp.

Rosenthal, H., Sarig, S. (Eds.). 1990: Research in modern Aquaculture. Proceedings of the 3rd Status Seminar: Tiberias, Israel; under the auspices of the German-Israeli Cooperation in science and Technology). European Aquaculture society Special Publication No 11, 1-285 pp.

Rosenthal, H., Grimaldi, E., 1990. Efficiency in aquaculture production: Technology improvements in farming systems. Fiere Di Verona. Proceedings of the 4th International Confernce on Aquacfarming, „Acquacultura, 88", Verona, Italy, Oct. 1988). Ente Fiere Di Verona Publishing, Verona, Italy, 1- 216 pp.

Rosenthal, H., Moav, B., Gordin, H. 1995. Improving the knowledge base in modern Aquaculture. (Proceedings of the 5th German-Israeli Status Seminar, Jerusalem, Israel, July 1994). European Aquaculture society, Special Publication no 25., 1-266 pp.

Rosenthal, H., Allen, J, Helm, M.M, D.J., McInerney-Northcote, M. 1995. Aquaculture Technology. Ist application, development and Transfer. Pp. 393-450. In: Boghen, A (Ed)., Cold-Water Aquaculture in Atlantic Canada. (The Canadian Institute for Research and Regional Development, Moncton, New Brunswick, Canada). 672 pp. (ISBN0-88659-033-7).

Schäperclaus, W. 1949: Grundriss der Teichwirtschaft: Anlage und Bewirtschaftung von Fischteichen und Fischzuchtanstalten. Parey Verla Berlin, Hambrug. 1-236 pp.

Schäperclaus, W. 1961, Lehrbuch der Teichwirtschaft. 2, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Paul Parey Verlag Berlin und Hamburg. XII, 1-582 pp.

Schäperclaus, W., von Lukowicz, M. (Hrsg). 1998. Lehrbuch der Teichwirtschaft. 4. Neubearbeitete Auflage. Parey Buchverlag Berlin, Germany, 1-590 pp. (ISBN 3-8263-8248-x).

Schreckenbach, K., Steffens, W., Zobel, H. 1987. Technologien, Normen und Richtwerte zur Fischproduktion. Inst. Binnenfischerei Berlin-Friedrichshagen, 1 .- 180 pp.

Steffens, W., 1981: Industriemäßige Fischproduktion. 2. Auflage). VEB Deutscher Landwirtschaftsverla Berlin, 376 pp. (DDR Lizenznummer 101-175/9/81).

Tiews, K. (Ed) 1981. Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei Vol. 1, IX, 1-513 pp (ISBN 3-87903-055-3)

Tiews, K. (Ed) 1981 Aquaculture in heated effluents and recirculation systems. Schriften der Bundesforschungsanstalt für Fischerei Vol. 2, X, 1-666 p (ISBN 3-87903-055-3)

Tiews, K. (Ed). 1987. Selection, hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture. Schriften der Bundesforschungsanstal für Fischerei. Vol. 18/19, Part 1, IX, 1- 473 pp. (ISBN 3-87903-067-7).

Tiews, K. (Ed). 1987. Selection, hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture. Schriften der Bundesforschungsanstal für Fischerei. Vol. 18/19, Part. 2, IX, 1- 485 pp. (ISBN 3-87903-067-7).

Tölg, I. 1981. Fortschritte in der Teichwirtschaft. Spezielle Methoden. Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1- 175 pp. (ISBN3-490-10614-8).

Potentiale der Aquakultur in Deutschland

DR. STEFAN MEYER

Deutschland importiert über 80 % seiner sea food" Produkte in einem Gesamtwert von ca. 5 Mrd. US$ aus dem Ausland, vorwiegend aus Asien, wo weltweit 90 % der Aquakulturprodukte produziert werden. Die Bundesländer Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein sind Deutschlands Spitzenreiter in puncto Fischkonsum. Mit anderen Worten: Wir sind es gewohnt, viele und verschiedene Fische zu essen, doch das meiste kommt von weit her. Es stellt sich also die Frage, wie und in welchem Maße die Aquakultur in Deutschland, und insbesondere in der Region Schleswig-Holstein, mittel- und langfristig zukunftsfähig ausgebaut und gefördert werden kann.

Aktuell gibt es in Deutschland knapp 3 000 große Betriebe der Aquakultur, die insgesamt pro Jahr gut 32 000 Tonnen Fisch und Muscheln in einem geschätzten Wert von 105 Mio. Euro erzeugen. Gemessen an der globalen Produktion ist das nicht viel, und auch die Anzahl der mit der Branche verbundenen Arbeitsplätze ist relativ gering. Darüber hinaus gibt es aber noch eine Vielzahl kleiner, nebenerwerblich betriebener Aquakultur-Betriebe. Eine lange Tradition, vor allem im südlichen Teil Deutschlands, hat die Teichwirtschaft, welche zusätzlich zur Landschaftspflege und Förderung des Artenreichtums beiträgt und beliebte Ausflugsziele bietet. Ein Wachstum der regionalen Aquakultur durch Durchfluss- oder Teichanlagen ist aber derzeit nicht zu erwarten. Die große Spannbreite und Diversität von Betrieben macht eine generelle „one-fits-all"-Lösung, um der Deutschen Aquakultur auf die Sprünge zu helfen, nicht möglich. Der Ausbau des Aquakultur-Sektors wird daher vorwiegend mit modernen, standortunabhängigen Kreislaufanlagen stattfinden, die derzeit vor allem im nördlichen Teil Deutschlands zu finden sind.

Der „Nationale Strategieplan Aquakultur für Deutschland" sieht unter anderem eine Steigerung der Produktionsmenge von Durchflussanlagen um 20 000 Tonnen pro Jahr, keine weitere Produktion aus der Nordsee, eine Steigerung der Muschelproduktion in der Ostsee von bis zu 10 000 Tonnen pro Jahr und eine deutliche Produktionssteigerung von (Mikro-)Algen bis zum Jahr 2020 vor. Die „Aquakultur-Strategie Schleswig-Holstein", welche von Umweltminister ("Aquakultur-Minister") Habeck vorgelegt wurde und seit März 2014 gültig ist, setzt ein Zeichen des politischen guten Willens. Demzufolge sieht die Landesregierung die politische Unterstützung und Förderung von vier Produktionsformen vor: erstens, die extensive Teichwirtschaft, auch im Sinne der Landschaftspflege und des Naturschutzes (d.h., Erhaltung eines vielfältigen Lebensraums und der damit verbundenen Biodiversität); zweitens, die regionale Produktion (Nischenmarkt, Diversifizierung); drittens, die integrierte Mehr-Arten Aquakultur (integrated multitrophic aquaculture, IMTA) in der Ostee; und viertens, Teil- sowie geschlossene Kreislaufanlagen nach dänischem Vorbild.

Um diese Ziele zu erreichen wurde ein Aquakultur-Cluster ins Leben gerufen, das einerseits aus dem Kompetenz-Zentrum (bestehend aus Universität Kiel, Geomar, Gesellschaft für Marine Aquakultur und Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck), sowie einem Kompetenz-Netzwerk (Kompetenznetzwerk Aquakultur, KNAQ) besteht. Das KNAQ fungiert seit 2012 als bottom-up Netzwerk und verbindet mittlerweile knapp 1 000 WissenschaftlerInnen und UnternehmerInnen bundesweit und aus Schleswig-Holstein sowie sonstige Vertreter oder Akteure der Aquakultur. Über KNAQ bietet die Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Dienstleistungen an, welche vom Europäischen Meeres- und Fischereifonds (EMFF) finanziert werden und daher kostenlos sind. So werden im direkten Wissens- und Technologietransfer Resultate aus der Forschung, wie zum Beispiel Futteroptimierung, Wasseraufbereitung oder Ressourcenmanagement, durch Aus- und Weiterbildung sowie gezieltes coaching zum Beispiel an Fischwirte, Politiker oder an die Privatwirtschaft übermittelt. Die Arbeitsschwerpunkte des KNAQ liegen dabei auf der Produktionssteigerung (z.B. Standortentwicklung, Investorenberatung, Genehmigungslotse) sowie dem Technologietransfer, Beratungen und der Öffentlichkeitsarbeit.

> *» Bei der Standortentwicklung in Schleswig-Holstein leistet auch die Forschung einen wichtigen Beitrag. «*

Um konkret neue Standorte zu entwickeln, müssen vorab einige Bedingungen gegeben sein: Es muss eine (möglichst erneuerbare) Energiequelle vorhanden sein, sowie Wasser, die Möglichkeit zur unbedenklichen Abwasserentsorgung und genügend Fläche, wobei innovative Gebäudekonzepte begrüßt werden. Sind diese Gegebenheiten vorhanden, fungiert KNAQ als Planungshilfe (z.B. Erstellen eines Geschäftsplans, Besuch von Referenzanlagen), als Genehmigungslotse (z.B. Unterstützung bei der Beantragung einer Baugenehmigung) und Umsetzungsassistent (z.B. Personalakquise, Ausschreibung). Bei der Standortentwicklung in Schleswig-Holstein leistet auch die Forschung einen wichtigen Beitrag. Aktuell sind beispielsweise wissenschaftliche Einrichtungen im Kompetenzzentrum

damit beschäftigt, eine Machbarkeitsstudie zur Verwendung von salzhaltigem Grundwasser in Schleswig-Holstein durchzuführen, wodurch eine direkte Nutzung dieser anderweitig nicht genutzten Ressource für Brackwasser-Aquakultur möglich gemacht werden soll. Auch wurden vor drei Jahren von der CAU neue Standorte zur Muschelkultur und IMTA in der Ostsee auf Nutzungskonflikte und Wirtschaftlichkeitspotentiale untersucht. Des Weiteren werden aktuell Projekte entworfen, welche im Anschluss an bestehende Agrarsysteme und Industriezweige in aquatischen Kreisläufen Nährstoffe nachhaltig und vielfältig nutzen (zum Beispiel das Projekt „Bioökonomie auf marinen Standorten").

Kontakt: meyer@knaq-sh.de, Kompetenznetzwerk Aquakultur des Landes Schleswig-Holstein (KNAQ)

Fischzucht in Kreislaufanlagen – Beispiele aus der Praxis

ERIK GUTZMANN

Veolia, gemeinhin bekannt für Dienstleistungen im Bereich Entsorgung und Reinigung, entwickelt seit den 90er Jahren Bewegtbett-Filter, verschiedene Filtermedien und Trommelfilter. Im Jahr 2008 entstand daraus die Tochterfirma Krüger Kaldnes in Norwegen, welche Kreislaufanlagen zur Jungfischproduktion projektiert. Im Jahr 2013 wurden in Dänemark das neue Konzept der Ringtanks (RAS 2020™) entworfen und entwickelt. Im Jahr 2017 konnte schließlich die erste Ernte in der Schweiz aus einem solchen landbasierten Mastsystem eingefahren werden.

Bei Kreislaufanlagen (deutsche Abkürzung: KLA, englisch: recirculated aquaculture systems, RAS) handelt es sich um eine Produktionseinheit mit integrierter Wasseraufbereitung, in der Wasser in einem geschlossenen Kreislauf wiederverwendet wird. Eine Kreislaufanlage besteht prinzipiell aus: 1.) einem Fischtank, wo die Fische gefüttert werden, 2.) einem mechanischen Filter, wo die Feststoffe entfernt werden, 3.) einem Biofilter (Bewegtbett- oder Festbettfilter), wo das von den Fischen ausgeschiedene und für die Fische schädliche Ammonium neutralisiert wird, 4.) Entgasungsschritt, wo CO_2 und Stickstoff aus dem Wasser entfernt werden, und schließlich 5.) einer Rückführung des sauberen Wassers über eine Sauerstoffanreicherung in den Fischtank. Das ganze wird elektronisch überwacht.

Das Kerngeschäft von Krüger Kaldnes besteht in der Lachsindustrie in Norwegen. Dort konzentriert sie sich vor allem auf die Projektierung von Kreislaufanlagen zur Produktion von Junglachsen für die Lachsmast in Netzgehegen. In Norwegen besteht der Vorteil für dieses Geschäft unter anderem darin, dass die Lachse so groß wie möglich in die Netzkäfige gesetzt werden sollten, um damit 1.) das Risiko eines Befalls durch die Lachslaus zu minimieren und 2.) möglichst viele Generationen von Lachsen pro Saison durch die Netzgehege zu schleusen, um damit die hohen Lizenzgebühren zu amortisieren. Momentan wird für die Leroy Sea Food Group die weltweit größte Smoltanlage in Sjøtroll, Norwegen projektiert, welche aus 10 separaten Smoltanlagen besteht. Die geplante Jahresproduktion beträgt 4 700 Tonnen bei einer Futterkapazität von 22 Tonnen pro Tag.

In Dänemark konzentriert sich Krüger A/S vor allem auf die landbasierte Mast von Salmoniden (Lachs und Forelle) als auch auf das Design von KLA für Meeresfische wie der Gelbflossenmakrele. Dies vor allem darum, weil ein stetig steigender und mittlerweile großer Bedarf an Lachs vorliegt, seit 2012 aber nur ein begrenztes Wachstum der traditionellen Fischzuchten zu verzeichnen ist (hängt mit den hohen Lizenzgebühren und der Lachslausproblematik zusammen). Die landbasierte Mast könnte also die Lücke zwischen steigender Nachfrage und gleichbleibendem Angebot füllen. Dadurch, dass landbasierte Systeme mittlerweile preiswerter gebaut werden können, sowie durch stetige energetische Optimierungen wird auch der Unterschied der Produktionskosten zwischen landbasierter und traditioneller Aquakultur immer kleiner. Außerdem wird eine steigende Nachfrage der Nachhaltigkeit sowie der Nachverfolgbarkeit in der Aquakultur verzeichnet.

Eine RAS 2020™ Anlage erstreckt sich über eine Grundfläche von 3 340 m^2 (was ca. 30 % weniger entspricht, als in traditionellen landbasierten Systemen der Fall ist) mit einem Beckenvolumen von 6 700 m^3, aufgeteilt in zwei konzentrische Ringbecken. In den Ringbecken befinden sich bewegliche Absperrungen und Ausströmungspropeller, die es erlauben, die Größe der einzelnen Teilbecken zu variieren und dadurch eine optimale Dichte für die jeweilige Fischgröße sowie optimale

> *» Es wird eine steigende Nachfrage nach Nachhaltigkeit und Nachverfolgbarkeit in der Aquakultur verzeichnet. «*

Strömungsgeschwindigkeiten zu erreichen. Dadurch wird das Wasservolumen derart optimiert, dass auf der relativ kleinen Fläche eine Jahresproduktion von 800 bis 1 500 Tonnen erreicht werden kann. Die Smolts befinden sich im inneren Kreisbecken und wechseln ab einer Größe von ca. 1,5 kg in das äußere

Kreisbecken. Vor dem Schlachten werden die Fische in zwei getrennten Becken ausgenüchtert, d.h. der Beigeschmack, den ein Fisch über die 12-14 Monate in der Mast entwickeln kann, wird durch das Halten der Fische in frischem Wasser auf natürliche Weise entfernt. Bei den bisher erfolgreich gemästeten Fischarten handelt es sich um Salmoniden und Gelbschwanzmakrelen. Die größte Herausforderung bei der Entwicklung dieses neuartigen Konzepts bestand in der Entwicklung der beweglichen Trennwände, um die Fische passiv von einem Abteil ins nächste zu befördern und damit möglichst ein aktives Handling der Fische zu vermeiden.

Referenzfarmen der RAS 2020™ befinden sich in der Schweiz (Swiss Alpine Fish), in Dänemark (Sashimi Royal) und in Norwegen (Frederikstad Seafood). Die Anlage in der Schweiz war die erste RAS 2020™ Anlage. Diese ist ca. 40 % kleiner als das Standardmodul und beinhaltet den kompletten Zyklus vom Ei bis zum 3,5 kg Lachs, sowie eine eigene Schlachtung und Räucherei. Speziell an der Anlage sind die extrem hohen Anforderungen an die Qualität des Abwassers, da dieses in einen nahen, noch relativ naturbelassenen Fluss eingeleitet wird. Die aus der Anlage gewonnenen Feststoffe werden für die Biogasproduktion verwendet. Aufgrund der guten Zusammenarbeit mit dem Personal hat sich die Anlage als Forschungs- und Entwicklungsanlage im Maßstab 1:2 bewährt.

Die erste RAS 2020™ in Standardgröße wurde in Dänemark gebaut. Sashimi Royal erzielt eine Gelbschwanzmakrelen Jahresproduktion von 1 200 Tonnen. Pro Tag werden 4 Tonnen Futter verfüttert bei einer maximalen Biomasse von 400 Tonnen. Die Anlage beinhaltet auch einen eigenen Elterntierbestand und eine eigene hatchery, wo die Fischeier erbrütet werden. Die größte Herausforderung bei dieser Anlage war, dass die Handhabung, das Sortieren und Transportieren von Gelbschwanzmakrelen erheblich schwieriger ist als beim Lachs und daher die gesamten hatchery- und Transportprotokolle neu geschrieben werden mussten.

RAS 2020™ ist weiterhin ein gefragtes Konzept: aktuell wird gerade eine neue Anlage in Norwegen gebaut, und in Dänemark wird eine neue Anlage projektiert.

Kontakt: **aquacare@kruger.dk, Krüger A/S, Veolia Water Technologies, Dänemark**

Nachhaltige Aquakulturverfahren versus Marktpotenzial – Wohin geht die Reise?

Ökologisch verträgliche Aquakultursysteme tragen dazu bei, Fische ohne größere Schäden für die Umwelt zu produzieren – etwa mit den Verfahren „Integrierte multitrophische Aquakultur“ (IMTA) und Aquaponik.

Nachhaltige Aquakulturverfahren für die Ostsee: Das EU-Projekt InnoAquaTech

VALENTIN ECKART

Warum brauchen wir Nachhaltigkeit? Auf diese Frage hätte Charles Darwin wohl geantwortet (Zitat): „Alles was gegen die Natur ist, hat auf Dauer keinen Bestand". Im Jahr 2050 werden ca. 9 Mrd. Menschen auf der Erde leben, die mit proteinreicher Nahrung versorgt werden müssen. Wenn wir vergleichbare Versorgungsnachfragen der Vergangenheit und Gegenwart, wie z.B. der Energieindustrie, betrachten, finden wir überwiegend Beispiele, in denen Raubbau an der Natur betrieben wurde. Wir müssen aus diesen Fehlern lernen und die nachhaltigen Technologien der noch jungen Aquakulturindustrie als Voraussetzung für deren Zukunft betrachten. Doch weshalb eignet sich ausgerechnet die Aquakultur als Kandidat für eine nachhaltige Versorgung mit tierischem Protein? Dieser Frage wird gerne mit der Futterumsatzrate (engl. food conversion rate, FCR) von Fischen als Vergleichswert zu anderen domestizierten Tieren begegnet. Sie beschreibt die Menge (kg) an Futter, welche notwendig ist, um 1 kg Tier zu erzeugen. Bei den meisten Fischen ist dieser Wert deutlich kleiner (1.1 kg Futter) im Vergleich zu Rindern (6.8 kg Futter), Schweinen (2.9 kg Futter) oder Geflügel (1.7 kg Futter). Das heißt, der Fisch wächst viel effizienter als andere Nutztiere. Hinzu kommen die geringen Emissionen von Stickstoff, Phosphat und CO_2, welche zum Beispiel bei der Lachszucht um ein vielfaches kleiner sind als bei der Rindermast.

» Um Aquakultur zukünftig nachhaltiger zu gestalten, dürfen natürliche Stoffkreisläufe nicht ausgebeutet, sondern müssen nutzbar gemacht werden! «

Um Aquakultur zukünftig nachhaltiger zu gestalten, dürfen natürliche Stoffkreisläufe nicht ausgebeutet, sondern müssen nutzbar gemacht werden! Primärproduzenten (z.B. Algen, Bakterien) bieten Nahrung für Sekundärkonsumenten (z.B. Zooplankton) und diese wiederum sind die Nahrungsgrundlage für höhere trophische Ebenen (z.B. Krebse, Fische). Umgekehrt gilt aber auch, dass Ausscheidungen der höheren trophischen Ebenen den Primärproduzenten als Nahrungsgrundlage dienen. Auf diesem Prinzip des geschlossenen Nährstoffkreislaufes basiert die integrierte multitrophe Aquakultur (IMTA). Das landbasierte Pendant der IMTA fasst sich unter dem Begriff der Aquaponik zusammen. Dabei wird das verbrauchte Wasser aus der Fischproduktion als Nährmedium für z.B. Tomaten oder Basilikum genutzt.

Leider finden diese Technologien bislang nur begrenzt Anwendung. Die herkömmliche Aquakultur bietet überwiegend ökonomische Vorteile und wird als probates Mittel genutzt, um der steigenden Nachfrage nach aquatischen Nahrungsmitteln Herr zu werden. So konnte die Branche in den letzten 25 Jahren (1990 bis 2015), ein globales Wachstum von insgesamt 530 % verzeichnen (FAO 2016). In der südlichen Ostseeregion hingegen ist die Aquakulturproduktion rückläufig, in Deutschland sogar um -53 %. Grund dafür ist z.B. der Rückgang der Netzkäfige, die aufgrund der Eutrophierung der Ostsee durch die Landwirtschaft mittlerweile kaum mehr zulässig sind, aber auch mangelnde politische Förderung, behördliche Hürden und ein harter Konkurrenzkampf mit Produkten aus Billiglohnländern tragen zu dieser Entwicklung bei. Ein Vorteil Deutschlands und seiner Nachbarstaaten ist der hohe technologische Standard, der es uns erlaubt hochpreisige Fische und Garnelen in landbasierten Kreislaufsystemen zu halten. Dadurch lassen sich ganzjährig optimale Bedingungen für das Wachstum der Tiere schaffen, ohne die Umwelt unnötig zu belasten – ein positives Kriterium, welches zu wenig beworben wird. Prognosen zufolge wird bis 2030 über 60 % des weltweit konsumierten Fisches aus Aquakulturen stammen, und auch die Ostseeregion kann hier ihren Beitrag leisten.

Das EU-Projekt InnoAquaTech, welches gezielt nach Lösungen für die Aquakultur des südbaltischen Raumes sucht, geht den Weg des Wissenstransfers. Zielgruppe sind einerseits bereits existierende Produzenten, welche auf Veranstaltungen über aktuelle Technologien informiert und miteinander vernetzt, sowie durch Exkursionen auf innovative Anlagenkonzepte aufmerksam gemacht werden sollen. Auf der anderen Seite richtet sich das Projekt an Investoren und solche, die es vielleicht werden wollen. Ihnen wird mithilfe einer online-basierten Software – „Entscheidungshilfe-Ampel" – der erste Schritt (z.B. welche Art kann ich wo und mit welcher Technologie produzieren?) vereinfacht, um sich anschließend mit einer besseren Vorstellung zum eigenen Vorhaben beraten zu lassen. Neben diesem Service, der sich vorwiegend an kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) richtet, werden im Rahmen von InnoAquaTech auch vier wissenschaftliche Module bearbeitet: 1) Garnelenproduktion kombiniert mit Photovoltaik und einer Geothermie-Anlage in Litauen, 2) Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von frischen

Garnelen aus Kreislaufanlagen in Polen mit Garnelen aus klassischen Teichanlagen, 3) wirtschaftliche Aquaponiklösungen für Mecklenburg-Vorpommern und 4) Fischproduktion kombiniert mit Mikroalgenkultivierung in Dänemark. Im Zuge des letzten Falls entstand im Sommer 2017 eine Showcase-Anlage als Informationsplattform für die Öffentlichkeit im Zoo von Guldborgsund in Dänemark. Besonders bei der öffentlichen Wahrnehmung muss im Bereich der Aquakultur noch viel geschehen um Konsumenten die Vorteile dieser Produktionsweise näherzubringen.

In Zukunft kann die nachhaltige Aquakultur viele Formen annehmen. In China wird derzeit eine künstliche Insel projektiert, auf welcher mit Aquaponik-Verfahren bis zu 300 000 Tonnen Shrimps jährlich produziert werden sollen. In den USA besteht das Projekt OMEGA, welches zusammen mit der NASA erarbeitet wird. Dabei werden über den Netzkäfigen zur Fischproduktion schwimmende Photobioreaktoren gelegt, welche das von den Fischen ausgeschiedene Ammonium über eine spezielle Membran aufnehmen. Dadurch werden überschüssige Nährstoffe dem umliegenden Wasser entzogen und Mikroalgen als wertvolles Zusatzprodukt generiert.

Kontakt: **info@bcv.org, BioCon Valley GmbH, Greifswald**

Integrierte multitrophische Aquakultur in der Ostsee (Baltic-IMTA)

DR. PATRICK UNGER

Bei der integrierten multitrophischen Aquakultur wird versucht, mehrere ("multi") Organismen aus verschiedenen Ebenen der Nahrungspyramide ("trophisch") in einem gesamthaft funktionierenden und sich ergänzenden System zusammenzuführen ("integrieren"), um dadurch Nährstoffe besser zu nutzen und die Produktion einerseits zu steigern und andererseits nachhaltiger zu gestalten. Bei dem Projekt Baltic-IMTA war das primäre Ziel, eine bestehende Netzkäfiganlage in der Ostsee vor Rostock (Typ Barth aus DDR Zeiten), in welcher bereits Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) kultiviert wurden, durch die Kombination mit extraktiven Organismen (d.h. Organismen, welche überschüssige Nährstoffe aus dem Wasser aufnehmen) in ein integriertes multitrophisches Aquakultursystem zu überführen und dies wissenschaftlich zu begleiten. In unmittelbarer räumlicher Nähe zu den Netzkäfigen wurden also Miesmuschel- (*Mytilus spp.*) und Rotalgenkulturen (*Delesseria sanguinea*) angesiedelt, um die organischen und anorganischen Nährstoffemissionen der Regenbogenforellen zu nutzen und zu binden. Die kultivierte Rotalge *D. sanguinea* kommt natürlicherweise zahlreich in der westlichen Ostsee vor und enthält sogenannte sulfatierte Polysaccharide, welche aufgrund ihrer interessanten (u.a. entzündungshemmenden) Eigenschaften ein gewisses Potential für den Gesundheits- und Kosmetikbereich aufweisen. Neben der technischen Machbarkeit und dem Materialeinsatz für die Aquakultur wurden vielfältige Bereiche untersucht: die rechtlichen und wirtschaftlichen Grundlagen, die Wasserdynamik und die Stoffströme im Ökosystem, eine daraus resultierende Flächenbilanzierung, sowie klassische fischereibiologische Fragestellungen und der Befall durch Krankheitserreger der Fische.

> ***» Wir haben ein bestehendes System in ein integriertes multitrophisches Aquakultursystem überführt und dies wissenschaftlich begleitet. «***

Im Folgenden werden einige Ergebnisse des Projektes vorgestellt. Im Projektbereich Fischbiologie wurden neben Wachstumsdaten auch Futtermengen, Sterblichkeit und Nährstoffströme untersucht. Die Fische wurden im Untersuchungszeitraum regelmäßig 2 bis 3-mal wöchentlich ad libitum (d.h. bis die Tiere gesättigt waren) mit dem Pelletfutter „ALLER Gold 8mm" gefüttert. Die verabreichten Mengen richteten sich nach den Witterungsverhältnissen am Standort sowie der aktiven Futteraufnahme der Tiere. Die Forellen wurden im Frühjahr als Satzfische mit einem mittleren Gewicht von ca. 300 bis 500 g gekauft und mit Installation des Netzkäfigs in der offenen Ostsee eingesetzt. Der Fischkäfig bewegte sich auf einer Fläche von 3.24 ha, wobei die Miesmuscheln auf einer Fläche von 0.24 ha und die Rotalgen auf einer Fläche von 0.016 ha kultiviert wurden. Im Winter wurde der Netzkäfig zum Schutz vor Eisgang und Sturmereignissen in geschützte Hafenbereiche der Unterwarnow/ Breitling verholt. Damit konnte gezeigt werden, dass eine saisonale Fischproduktion in der Ostsee (im vorliegenden Beispiel von April/Mai bis November/Dezember) möglich ist.

Im ersten Untersuchungsjahr 2014 wurden insgesamt 2.5 Tonnen Regenbogenforellen produziert und damit einhergehend ca. 44 kg Stickstoff (N) und ca. 8 kg Phosphat (P) ins Meer emittiert. Die im Projekt durchgeführte Bilanzierung, sowie die gemessenen Wachstumsdaten der Miesmuscheln und eine darauf aufbauende Modellierung konnten darlegen, dass bei einer Jahresproduktion von 15 t Fisch eine Produktionsfläche von

1.19 ha Miesmuscheln notwendig wäre, um den überschüssigen Stickstoff zu entfernen, und 2.58 ha Fläche um das überflüssige Phosphat zu entfernen. Die Bilanzierung von Aquakultursystemen erfolgt generell sowohl in einer räumlichen als auch zeitlichen Auflösung. In beiden Fällen gilt, dass mit zunehmender Auflösung die Genauigkeit der Bilanz bzw. die Aussicht auf eine erfolgreiche Validierung der auf der Bilanz basierender Modelle durch die experimentelle Praxis zunimmt. Im Hinblick auf die räumliche Auflösung werden marine Fischzuchtanlagen, die sich im Regelfall innerhalb großflächiger Wasserkörper befinden, als Punktquelle betrachtet. Dies gilt insbesondere für die, in dieser Studie betrachtete Integrierte Multitrophische Aquakulturanlage in der westlichen Ostsee.

Zur Einschätzung möglicher Gefahren für den Konsumenten und die Zuchttiere wurde die Parasitierung der Zuchtfische untersucht. Es wurden lediglich vier Arten von Endoparasiten (d.h. solche, die im Inneren des Fisches leben) identifiziert. Keine dieser Arten wies weder ein Gefahrenpotential für die Fischzüchter, noch für den Verbraucher auf. Bei zwei der Parasitenspezies handelte es sich um Ostsee-Arten. Diese wurden von den Forellen in der Ostsee über die Nahrung (kleine planktonische Crustaceen bzw. Copepoden, die als Zwischenwirte für die Parasiten fungieren) aufgenommen. Die übrigen zwei Arten sind an Süßwasser gebunden und sind somit mit den Setzlingen in die Ostsee gelangt. Da diese Parasiten ihren Lebenszyklus nicht in der salzhaltigen Ostsee vollenden können, handelt es sich nicht um potentiell invasive Arten. Es wurden keine Parasiten auf dem Äußeren der Fische gefunden (Ektoparasiten). Diese Parasitengruppen stellen in anderen Teilen der Welt (z.B. die Lachslaus in Norwegen) eines der elementarsten Probleme der Marikultur dar und führen zu großen finanziellen Schäden (130 Mio. US$ für 2011; nach Anon, 2012). Die Abwesenheit von Ektoparasiten in der begleiteten kleinskaligen Marikulturanlage stellt einen Standortvorteil für die westliche Ostsee dar.

Das vorgestellte Pilotprojekt wurde an der Professur für Aquakultur und Sea-Ranching koordiniert und hatte eine Laufzeit von September 2013 bis Oktober 2015. Es wurde aus Mitteln des Europäischen Fischereifonds (EFF) gefördert. Neben den universitären Partnern (Universität Rostock; Lehrstühle für Meeresbiologie, aquatische Ökologie, Meerestechnik und Aquakultur) waren externe Partner, wie die LFA Mecklenburg-Vorpommern, Schewe/Zimmermann GbR, Bundesverband Aquakultur und das STFI Chemnitz in die Projektarbeiten involviert.

Kontakt: **patrick.unger@uni-rostock.de, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Aquakultur und Sea-Ranching, Universität Rostock**

Aquaponik – Geht da noch mehr?

DR. HILKE ALBERTS-HUBATSCH

In der Aquaponik werden die Prinzipien von Aquakultur in zirkulierenden Aquakultursystemen (RAS) mit denen der Hydroponik (Aufzucht von Pflanzen in Flüssigmedium) miteinander verbunden. Nährstoffe, die über die Ausscheidungen der Fische oder anderer aquatischer Tiere in das Wasser gelangen, werden von Bakterien umgewandelt und für die Pflanzen nutzbar gemacht und aufgenommen. So werden die Nährstoffe wieder aus dem Wasser entfernt und das so gefilterte Wasser wieder im Kreislauf zu den Tieren zurückgeführt.

Dieses Prinzip lässt sich auf verschiedene Maßstäbe übertragen, von der Aquaponik mit Küchenkräutern am heimischen Aquarium über sogenannte „Backyard"-Aquaponik-Systeme bei denen im vor-kommerziellen Maßstab gezielt kleine Fischzuchten mit der Produktion von Gemüse verbunden wird, bis zu professionellen Anlagen im kommerziellen Maßstab, bei denen technisch aufwendigere Systeme eingesetzt werden, um kontrolliert Fische und Pflanzen in Co-Kultur aufzuziehen.

Aquaponiksysteme lassen sich wesentlich häufiger auf der Südhalbkugel bzw. in den Tropen und Subtropen finden, da die klimatischen Gegebenheiten hier eine beständige Kultur über das ganze Jahr erlauben. Hier finden sich auch häufig die relativ kleinen Backyard-Systeme, die der teilweisen Selbstversorgung dienen und sich steigender Beliebtheit erfreuen. In temperierten Breiten, wie Deutschland, muss immer bedacht werden, dass es über das Jahr starke Temperaturschwankungen gibt. Die Kultivierung von Pflanzen und Tiere zu ist unter winterlichen Außenbedingungen unmöglich und somit auf die Nutzung in den warmen Monaten beschränkt. Außerdem finden sich bei warm adaptierten Fischen meist genügsamere Arten, die sich gut in kleinen Systemen zurechtfinden und weitaus höhere Wachstumsraten aufweisen als heimische Fische.

Meist werden in Aquaponiksystemen eine Fischart und mehrere Pflanzenarten aufgezogen. Mehrere Arten auf Seiten der Tiere finden sich eher selten und sind auch oft schwierig umzusetzen. Jedoch gibt es hier auch erste Ansätze, Ressourcen und anfallende Nährstoffe noch effizienter und damit nachhaltiger zu nutzen und Nahrungsebenen einzuarbeiten, die z.B. anfallende Feststoffe verwerten.

In dem Projekt „AquaMoNa", das vom Alfred-Wegener-Institut in Zusammenarbeit mit dem Teichbauer bellvital aus Langwedel/Niedersachen erarbeitet wurde, sollten gleich vier Kandidaten im Zusammenspiel für ein in nordischen Breiten anwendbares Heim-Aquaponiksystem getestet werden.

Die eingesetzten Arten sollen ähnliche Ansprüche an die Wasserparameter bei gleichzeitig guten Wachstumsraten aufweisen, deswegen fiel hier die Wahl auf den Streifenbarschhybriden *Morone saxatilis x M. crysops*, den Edelkrebs *Astacus astacus*, die Brunnenkresse *Nasturtium officinale* und die Mikroalge *Nannochloropsis limnetica.* Bei allen Arten handelt es sich um Süßwasserarten, die Wassertemperaturen von 18-22°C und einen pH von 6,5-8 vertragen. Zudem sind vor allen die Streifenbarschhybriden sehr tolerant gegenüber schwankender Wasserqualität.

In früheren Arbeiten stellte sich heraus, dass sich Flusskrebse nur bedingt mit Fischen in einem Becken halten lassen, da durch die unmittelbare Nähe ein höheres Stresslevel entsteht. Aus diesem Grund wurden die Krebse in das Becken der Wasserkresse eingesetzt, wobei auch die direkten Wechselwirkungen zwischen Pflanze und Krebs untersucht wurden.

Folgende Parameter wurden unter anderem untersucht:

> Wachstum der Fische unter Verwendung von kommerziellem Störfutter
> Eignung von Fischfaeces und Wurzeln der Wasserkresse als Krebsfutter
> Wachstum der Wasserkresse unter Einfluss der Krebse, Einfluss des Fraßes durch den Krebs auf die Bildung von Sekundärstoffen in der Wasserkresse
> Eignung des Prozesswassers als Medium für die Mikroalgenzucht
> Gleichgewicht zwischen den einzelnen Komponenten

» Alles in allem eignet sich das AquaMoNa-System für die Anwendung in heimischen Breiten. «

Allgemein konnten wir zeigen, dass alle Kandidaten gute Wachstumsraten zeigten und sich gut in ein System integrieren lassen. Die Streifenbarschhybriden zeigten mit dem erhältlichen Futter gute Wachstumsraten. Die durch die Fische anfallenden Nährstoffe wurden während der Sommermonate, d.h. bei gutem Besatz und Wachstum der Wasserkresse, durch die Pflanzen dem Wasser entzogen. Auch die Mikroalgen zeigten sehr gute Wachstumsraten unter Verwendung des Prozesswassers.

Weiter sprachen die Edelkrebse gut auf die Ernährung mit Kressewurzeln und Fischfaeces an, jedoch wurde hier gelegentlich zugefüttert. Auch wenn die Krebse an die Wurzeln der Kresse herankommen und diese auch tatsächlich abschneiden, wuchs die Kresse sehr gut. Auch die Bildung von Anti-Fraß-Stoffen, hier speziell Senfölglykoside (Glucosinolate), hielt sich in Grenzen und die Pflanze behielt ihre Genießbarkeit.

Das AquaMoNa-System eignet sich für die Anwendung in heimischen Breiten, allerdings sollte immer ein gewisses Fachwissen vorhanden sein, um eventuellen Störungen entgegenwirken zu können. Alles in allem können solche Systeme helfen, Nachhaltigkeitsaspekte in der Eigenversorgung zu unterstützen.

Kontakt: halberts@awi.de, Aquakulturforschung, Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung Bremerhaven

Integrierte aquatische Haltungssysteme: landbasiert oder offshore – wo produzieren wir in Zukunft?

DR. SEBASTIAN RAKERS

Haltungssysteme bieten spannende Möglichkeiten für die Zukunft einer nachhaltigen Aquakulturproduktion. Aber werden wir mit solchen Ansätzen unsere Weltbevölkerung ernähren können? Schon bald werden 8 Mrd. Menschen auf dieser Erde sein, auch Deutschland ist eines der bevölkerungsreicheren Länder (Platz 17). Da die Ressourcen der Erde endlich sind, braucht es dringend nachhaltige Produktionsformen und sowohl globale als auch lokale Lösungen. Kann aber in Deutschland eine nachhaltige Aquakulturproduktion stattfinden und, wenn ja, wo soll diese stattfinden? Offshore (d.h. vor der Küste im Meer) oder in landbasierten Anlagen?

Die offshore-Aquakultur macht heute rund 26 % der weltweiten Produktion von Aquakulturprodukten aus, mit steigender Tendenz (FAO, 2017). Die Vorteile sind unter anderem die Standortbedingungen und die Möglichkeit der rentablen Bewirtschaf-

tung. Aber Nachteile wie Nutzungskonkurrenz aus Tourismus oder Schifffahrt, Überdüngung, Krankheiten sowie ein erhöhter Materialanspruch erfordern eine Technologieentwicklung und Verbesserung der Züchtungs-/Haltungsbedingungen. Um offshore nachhaltiger produzieren zu können braucht es außerdem eine Kopplung der Systeme, beispielsweise durch die integrierte multitrophische Aquakultur (d.h. die Produktion mehrerer nutzbarer Arten im gleichen System, kurz: IMTA). Trendsetter Norwegen hat bereits die ersten Lizenzen für die Produktion in neuen offshore Fischfarmen bekommen. Hier werden Ölplattform-ähnliche Systeme wie Salmar's Ocean Farm 1 (68 m hoch, 110 m Durchmesser, 250.000 m³ Wasservolumen, 60 Mio. $ Kosten, >6 000 t Lachse können gehalten werden) eingesetzt, die zwar mehr Fische produzieren, aber nicht nachhaltiger sind. Erste EU-Projekte wie das Tropos-Projekt (www.troposplatform.eu) zeigen aber, dass in Zukunft solche Plattformen noch größer und komplexer werden könnten. Ziel ist es hierbei, künftig auch Energie- und Wasserströme zu nutzen, indem beispielsweise Windkraft-, Wellenkraft- und Entsalzungsanlagen mit Aquakultursystemen gekoppelt werden. Derzeit ist man davon zwar noch recht weit entfernt, doch einige EU-Staaten haben erste IMTA-Anlagen oder Lizenzen für solche erhalten. In Schottland, zum Beispiel, wird Lachs gemeinsam mit Makroalgen wie *Palmaria* und *Laminaria* gehalten, und in Dänemark werden Forellen mit der Alge *Chondrus crispus* im Ozean und in landbasierten Tanks gehalten. In Deutschland gibt es lediglich zwei marine Netzgehege-Anlagen in den Küstengewässern der Ostsee (Nienhagen und Kieler Förde), allerdings mit sehr kleinen Produktionsmengen. Neben den rechtlichen Bedingungen und konkurrierenden Nutzungen bestehen die Schwierigkeiten insbesondere aus den hohen Kosten. In Deutschland sollten deshalb alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, um zu einer nachhaltigen Produktion und Wertschöpfung zu gelangen. Ein Beispiel hierfür könnte die Dicklippige Meeräsche sein. Sie ist erst in den vergangenen Jahren in der Kieler Förde heimisch geworden und ernährt sich omnivor. Deshalb ist sie für eine nachhaltige, emissionsfreie und nährstoffneutrale marine Aquakultur besonders geeignet. Meeräschen tauchen oft in hohen Zahlen rund um Doraden und Wolfsbarsch-Farmen auf, wo sie sich von den Abfällen ernähren (Arechavala-Lopez et al., 2010) und so den Umwelteinfluss der Farm reduzieren können.

> ***» Sinnvoll ist die Weiterentwicklung der landbasierten Aquakultur als Produktionsform in Ländern mit wenig Küste oder Küsten mit starker Nutzungskonkurrenz. Aquaponik könnte eine Möglichkeit sein. «***

Da es bislang nur wenige Möglichkeiten in Deutschland gibt, um nennenswert offshore IMTA zu betreiben, richtet sich der Blick nachhaltiger Aquakulturproduktion hierzulande auch auf landbasierte Anlagen. Sinnvoll ist die Weiterentwicklung der landbasierten Aquakultur als Produktionsform in Ländern mit wenig Küste oder Küsten mit starker Nutzungskonkurrenz. Aquaponik, die Kopplung von Aquakultur und Hydroponik, also der erdlosen Pflanzenzucht, könnte eine Möglichkeit sein. Firmen, wie die ECF-Farm in Berlin zeigen, dass es hier einen Markt gibt. An der Fraunhofer EMB sollen mit Hilfe moderner Biotechnologien wie der Kryokonservierung (Konservierung bei -196°C unter Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Zelle) oder der molekularen Biotechnologie landbasierte integrierte Haltungssysteme weiterentwickelt werden. Ein Beispiel ist das „Ich liebe Fisch"-Projekt, ein integriertes Agrikultur-Aquakultur-System (IAA), in dem es um den Aufbau dezentraler Aquaponik-Betriebe in Malawi geht. Durch die integrierte Haltung einer Süßwasser-Fischart (dem Malawi-Buntbarsch) mit regional verfügbaren Kulturpflanzen sollen Nährstoffströme ausgenutzt und Energie und Ressourcen nachhaltig genutzt werden. Hierzu werden Kryokonservierungstechniken zur nachhaltigen Reproduktion der Fische eingesetzt, Zuchtprotokolle optimiert und solargestützte Aquakultursysteme aufgebaut. Die dortige Bevölkerung wird in Farmer Clubs zusätzlich geschult. Ein weiteres Aquaponik-Projekt zeigte, dass die Kultivierung von Basilikum und Sellerie in Kombination mit Flussbarschen selbst im Brackwasser funktionieren kann. Auch wenn Aquaponik eine produktive Nachhaltigkeit gegenüber anderen Produktionsformen zeigt, gibt es auch hier noch viel Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Zusammenfassend bieten integrierte aquatische Haltungssysteme viele positive Aspekte und Chancen, es müssen aber auch noch viele Herausforderungen gemeistert werden. Deutschland kann ein wichtiger Technologiedienstleister hierfür werden. ■

Kontakt: sebastian.rakers@emb.fraunhofer.de, Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck

QUELLEN

FAO. 2017. FAO Aquaculture Newsletter. No. 56 (April). Rome.

Arechavala-Lopez P, Uglem I, Sanchez-Jerez P, Fernandez- Jover D, Bayle-Sempere JT, Nilsen R. 2010. Movements of grey mullet Liza aurata and Chelon labrosus associated with coastal fish farms in the western Mediterranean Sea. Aquacult Environ Interact 1: 127–136.

Tierwohl in der Aquakultur – Massentierhaltung im Wasser?

Ebenso wie bei Nutztieren an Land gewinnt auch in der Aquakultur das Thema ‚Tierwohl' an Bedeutung, allerdings gibt es etwa bei Fischen nur wenige Methoden zur Bestimmung des Wohlbefindens.

Fische und Stress – eine Einführung

DR. MED. VET. HENRIKE SEIBEL

Wenn man sich mit dem Thema „Tierwohl in der Aquakultur-Massentierhaltung unter Wasser" auseinander setzen möchte, ist das Wissen darüber, was für Fische normal ist, notwendig, um beurteilen zu können, wenn etwas falsch läuft. Das klingt erstmal trivial, die Praxis zeigt aber Gegenteiliges. Fische leben im Wasser und sind damit nicht vergleichbar mit Landtieren. Gerade diese Tatsache macht es vielen Menschen schwer, die Bedürfnisse der Fische einzuschätzen, und verleitet sie immer wieder dazu, falsche Maßstäbe anzusetzen. Hinzu kommt, dass Fischen eine Mimik fehlt, was sie noch unnahbarer für den Menschen erscheinen lässt. So werden schnell Vergleiche zwischen z. B. Putenhaltung und Fischen gezogen, obwohl dies biologisch gesehen weder sinnvoll noch möglich ist.

Tierwohl wurde für Landtiere vom British Animal Welfare Council mit 5 Freiheiten definiert: 1. Freiheit von Hunger und Durst, 2. Freiheit von haltungsbedingten Beschwerden, 3. Freiheit von Schmerz, Verletzung und Krankheiten, 4. Freiheit von Angst und Stress und 5. Freiheit zum Ausleben normaler Verhaltensmuster. Ob dieses System in allen Punkten äquivalent auch auf Fische übertragbar ist, wird zurzeit wissenschaftlich untersucht.

> *» Dass Fische Stress haben können, weiß man aber schon, und es gibt mindestens drei gute Gründe, warum man sich auch bei Fischen mit Stress beschäftigen muss. «*

Dass Fische Stress haben können, weiß man aber schon, und es gibt mindestens drei gute Gründe, warum man sich auch bei Fischen mit Stress beschäftigen muss. Erstens – die Produktivität im Allgemeinen: Bei der zunehmenden Intensivierung der Fischproduktion wird Wachstum durch möglichst nachhaltige Produktionserhöhung auch schon vom Nationalen Strategieplan Aquakultur gefordert. Darüber hinaus liefert nur ein gesunder Fisch ein hochwertiges Lebensmittel, und Stress ist einer der wichtigsten Faktoren, der das Ausbrechen und die Schwere einer möglichen Erkrankung beeinflusst. Zweitens – die öffentliche Wahrnehmung: Durch die Intensivierung stellt sich vermehrt die Frage, ob und in wie weit die Haltungsbedingungen denn überhaupt tiergerecht sind. Verbraucher möchten nachhaltige Produkte kaufen. Und drittens – die Gesetzesgrundlagen: Schon im Artikel 20a des Grundgesetzes steht, dass der Staat in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürliche Lebensgrundlage und die Tiere zu schützen hat, und auch das Tierschutzgesetz mit all seinen relevanten Paragraphen gilt für Fische.

„Stress" beschreibt nach Chrousos (2009) den Zustand, in dem das körpereigene Gleichgewicht (Homöostase) beeinträchtigt ist, bzw. werden könnte. Ein Stressor ist dabei als äußere Anforderungsbedingung definiert, in deren Folge es zur Auslösung einer Stressreaktion kommt. Wir unterteilen in akuten und chronischen Stress, sowie je nach Tierart in verschiedene weitere Formen, wie sozialen Stress (z. B. Rangordnungskämpfe) oder Umweltstress (Hitze, Kälte, schlechte Wasserqualität u. a.). Darüber hinaus ist zur Beurteilung möglicher Folgen zu beachten, ob es sich um ein intensives oder schwaches Stressereignis handelt. Auch muss Stress nicht zwangsläufig negativ sein.

Der Körper reagiert auf ein Stressereignis mit einem komplexen Repertoire an Verhaltens- und physiologischen, adaptiven Reaktionen, die alle miteinander wie Zahnräder in einander greifen. Das „Allgemeine Anpassungssyndrom" beschreibt die Stressreaktion als Reaktionsmuster zur Anpassung des Körpers an länger anhaltende Stressreize, die sich in drei Phasen aufteilen. In der ersten akuten Phase (Alarmreaktion) kommt es zur Ausschüttung von Stresshormonen (z. B. Adrenalin). Ein klassisches Symptom wären z. B. plötzliche Verhaltensänderungen, wie Fluchtreaktionen. Diese ausgeschütteten Stresshormone sorgen in verschiedenen Geweben für die Bereitstellung von Energiereserven, um eine erhöhte Aktivität und Leistungsbereitschaft des Organismus zu gewährleisten. In der zweiten Phase (Resistenz) können physiologische Veränderungen festgestellt werden (z. B. erhöhte Anzahl roter Blutkörperchen). In dieser Phase wird auch eine erhöhte Ventilation der Kiemen beobachtet, da der Körper vermehrt Sauerstoff benötigt. Es werden Stresshormone abgebaut und die Wiederherstellung des normalen Zustandes wird angestrebt. Die Resistenzphase kann nur für einen gewissen Zeitraum aufrechterhalten werden, bevor bei anhaltendem Stress die dritte Phase, das „Erschöpfungsstadium" eintritt. In dieser Phase kann die Homöostase nicht länger aufrechterhalten werden. Es kommt zur Immunsuppression mit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit, sowie weiteren Folgen wie vermindertes Wachstum bei schlechter Futteraufnahme, schlechte Reproduktionsleistung, Größenvariationen oder Tod.

Beispiele für Stressauslöser bei Fischen sind Transport, unzureichende Wasserqualität (z. B. Sauerstoffmangel), Handling, fehlerhafte Fütterung, ungenügendes Futter oder eine nicht angepasste Besatzdichte. Bei zu vielen Fischen ist eine optimale

Wasserqualität zwingend, während eine zu geringe Besatzdichte bei vielen Fischarten (z. B. Forellen) ein territoriales oder kannibalistisches Verhalten und in dessen Folge Verletzungen am Tier fördert.

Wie kann generell beurteilt werden, ob Stress mit all seinen möglichen Folgeerscheinungen in der Fischhaltung auftritt? Hier gibt es für Forellen und Karpfen eine Empfehlung des Verbands Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler (http://www.vdff-fischerei.de/index.php?id=57) und es laufen zurzeit mehrere Forschungsprojekte, die sich mit der Entwicklung und Überprüfung von Tierschutzindikatoren für Fische beschäftigen. Nur alle Aspekte (Genetik, Pathogene, Anpassung, physiologische Werte, Wasserqualität, Nahrung, etc.) zusammen genommen machen es irgendwann möglich, zu beurteilen, wie sich ein Stresseinfluss auf das Wohlbefinden der Fische auswirkt. Erste wichtige Aspekte sind Tierverluste und Sterblichkeitsraten, Futteraufnahme und Wachstum, Wasserqualität und Schwimmweise, Aussehen, Gesundheitsstatus und Schlachtbefunde. Um beurteilen zu können, ob z. B. das beobachtete Verhalten der Fische normal ist oder nicht, ist Erfahrung notwendig. Dabei sind oft auch große artspezifische Unterschiede zu berücksichtigen.

Einige Vorschläge zur Vermeidung von Stress bei Fischen sind: regelmäßige Bestandskontrollen und Dokumentation der Ergebnisse, auf gute Wasserqualität achten, angepasste Besatzdichte, großflächige Futtergabe (mehrmals bis zur Sättigung), prophylaktische Hygienemaßnahmen, sowie sorgfältiges, vorsichtiges Handling der Fische bei Besatz und Abfischung. Chronischer Stress sollte auch bei Fischen nicht unterschätzt werden. Und nicht zuletzt: auch für Fische gibt es spezialisierte Tierärzte, die bei Fragen zu Gesundheit und Krankheiten, sowie Haltung weiterhelfen können!

Kontakt: **seibel@gma-buesum.de,**
GMA – Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH, Büsum

Fishy ethics: Fischwohl und moralische Verantwortung in der Aquakultur

DR. BERNICE BOVENKERK

Aquakultur ist der am schnellsten wachsende Sektor der tierischen Nahrungsmittelproduktion. Mittlerweile stammt fast die Hälfte aller Fische, die wir essen, aus Aquakultur. Generell ist man sich einig, dass es besser ist, Fisch als andere Tiere zu essen, sowohl was den Klimawandel als auch die globale Ernährungssicherheit betrifft. Trotzdem wirft die Aquakultur ihre ganz eigenen Nachhaltigkeitsfragen auf. Immer noch werden zum Beispiel wildlebende Fische gefangen, um anschließend an fischfressende Fische verfüttert zu werden. Auch Umweltverschmutzung, Lebensraumzerstörung und die Einführung von exotischen Arten und Krankheitserregern sind ein Thema. Diese Umweltprobleme spielen bei landbasierten Kreislaufanlagen eine kleinere Rolle. Da wiederum stellt sich aber die Frage, wie man ursprünglich wildlebende Fische behandeln soll, die auf einer Farm aufgezogen werden. Zum Beispiel, welche Besatzdichte ist für die Fische richtig und wie sollen die Fische geschlachtet werden?

Wenn dem Thema Tierwohl in Fischfarmen Beachtung zukommen soll, dann müssen sowohl wissenschaftliche wie auch ethische Aspekte berücksichtigt werden. Ich werde dies im Folgenden in sieben Schritten erläutern. Bei der Frage, wie Fischwohl-Standards angewendet werden sollen (1. Schritt), ist man nicht nur mit empirischen Fragen konfrontiert. Es stellt sich nämlich ebenfalls die Frage, wie wir Fischwohl gegenüber anderen Werten in der Aquakultur gewichten sollen (2. Schritt). So wäre es zum Beispiel aus Tierwohl-Sicht wahrscheinlich besser, die Fische auf der Farm zu schlachten, um Transportstress zu vermeiden. Aus der Perspektive der öffentlichen Gesundheit jedoch wäre es besser, die Fische auf speziell dafür eingerichteten Schlachthöfen zu schlachten. Wie diese beiden Aspekte – Fischwohl und öffentliche Gesundheit – gegeneinander gewichtet werden, ist in erster Linie eine Wertungsfrage.

Um den Aspekt Tierwohl gewichten zu können, müssen wir wissen, was Tierwohl bedeutet, oder in anderen Worten: Tierwohl will klar definiert sein (3. Schritt). Der Begriff Tierwohl verbindet biologische Aspekte und moralische Werte und so richtet sich die Definition von Tierwohl nach biologischen Annahmen und moralischen Überzeugungen. So kann man zum Beispiel besonderen Wert auf das subjektive Befinden des Fisches legen, oder darauf, dass der Fisch möglichst sein natürliches Verhalten ausleben kann. Diese beiden Ansätze können aber auch in Spannung zueinander stehen: Afrikanische Welse jagen von Natur aus in Schwärmen, was auf einer Farm zu Kannibalismus führt. Es erübrigt sich zu sagen, dass dies dem subjektiven Befinden des Opfers nicht sonderlich zuträglich ist. Wollen wir als nächstes Tierwohl nicht nur definieren sondern auch messen

(4. Schritt), dann müssen wir normative Entscheidungen treffen. Zum Beispiel müssen wir festlegen, was wichtiger ist: das Wohlbefinden für die ganze Gruppe oder für das Individuum, kurzfristig oder über die gesamte Lebensdauer des Tieres betrachtet.

Eine Diskussion über Tierwohl setzt voraus, dass das Tierwohl für unsere moralischen Entscheidungen überhaupt relevant ist (5. Schritt). Dem wiederum setzen wir voraus, dass Tiere ein Interesse daran haben, keinen Schmerz und kein Leiden, dafür aber Freude zu empfinden, und ihr natürliches Verhalten auszuleben. Dieser Gedanke basiert aber auf bestimmten moralischen Theorien (wie zum Beispiel Utilitarismus [Nützlichkeitsprinzip] oder Deontologie [Lehre der ethischen Pflichten]) während andere eine solche Denkweise ausschließen (wie zum Beispiel Ökozentrismus oder die Tugendlehre). Aus der Sicht des Ökozentrismus, zum Beispiel, ist nicht das Vermeiden von Leiden wichtig, sondern das Überleben eines Ökosystems oder einer Art. Davon ausgehend, dass das Tierwohl generell wichtig ist, stellt sich nun die Frage, ob Fische überhaupt die Fähigkeiten besitzen, von denen wir ausgehen, wenn wir uns mit dem Thema Tierwohl befassen (6. Schritt). Welche spezifischen Fähigkeiten besitzt ein Tier? Und wie können wir diese untersuchen? Dies sind Fragen, mit denen sich Biologen, Physiologen, Kognitionswissenschaftler und Verhaltenswissenschaftler schon seit langem beschäftigen. Doch während Naturwissenschaftler sich vorwiegend mit empirischen Fragestellungen befassen, ist eine Interaktion mit der Ethik unumgänglich. Was jemand empirisch untersucht, wie er die Ergebnisse interpretiert und wie er das gewonnene Wissen anwendet, wird von seinem moralischen Ausgangspunkt bestimmt. Bei der Erforschung tierischer Fähigkeiten werden an verschiedenen Punkten moralische Annahmen getroffen.

> *» Wenn dem Thema Tierwohl in Fischfarmen Beachtung zukommen soll, dann müssen sowohl wissenschaftliche wie auch ethische Aspekte berücksichtigt werden. «*

Der Anwendung und Gewichtung von Tierwohl-Maßnahmen in der Aquakultur legen wir eine implizite Annahme zugrunde, nämlich die, dass die Interessen der Fische bei unseren moralischen Erwägungen miteinbezogen werden sollten, oder, in anderen Worten, dass Fische einen moralischen Status besitzen (7. Schritt). Dies zeigt, dass die angewandte Frage, wie Tierwohl in der Aquakultur umgesetzt werden soll, über eine Reihe von Wissenschaft-Ethik-Interaktionen an fundamentale Überlegungen zum moralischen Status geknüpft sind. Mindestens drei Denkweisen können in Bezug auf den moralischen Status von Tieren unterschieden werden: 1.) Der Ursprung des moralischen Status liegt in spezifischen Fähigkeiten der Tiere, wie zum Beispiel ihrem Empfindungsvermögen oder ihren kognitiven Fähigkeiten; 2.) Empathie oder Sympathie mit Tieren gibt uns einen Grund, sie in unsere moralische Gemeinschaft aufzunehmen. Dies bedingt unsere Fähigkeit, mit ihnen kommunizieren oder ihre Perspektive nachfühlen zu können. Im Fall der Fische ist dies schwierig, da sie so verschieden von uns sind – sie haben keinen Gesichtsausdruck, ihre Augen liegen seitlich und wir können ihre Laute nicht wahrnehmen. 3.) Wir verleihen ihnen einen moralischen Status nicht durch ihre Ähnlichkeit mit uns sondern vielmehr wegen ihrer Andersartigkeit. Gewisse Fähigkeiten oder Gewohnheiten von Tieren versetzen uns in Staunen und wir fühlen uns plötzlich ganz klein in Anbetracht dessen, was die Evolution hervorgebracht hat. Beispiele aus der Fischwelt sind Muränen und Zackenbarsche, die ein artenübergreifendes, kooperatives Jagdverhalten zeigen, Fische, die eine Art Frostschutz in ihrem Blut produzieren, und Grundeln, die eine mentale Landkarte ihrer Umgebung machen können. Ehrfurcht ist vielleicht nicht die direkte Grundlage, um moralischen Status zuzusprechen, aber indirekt bringt sie uns dazu, eine bescheidene Haltung gegenüber der Natur und den Tieren einzunehmen.

Kontakt: **bernice.bovenkerk@wur.nl, Wageningen University & Research, Niederlande**

QUELLEN:

1. Die Grundlage für diesen Vortrag bilden zwei meiner Publikationen:

B. Bovenkerk & F. Meijboom, 2013, 'Fish Welfare: Challenge for Science and Ethics – Why fish makes the difference', Editorial special issue on fish welfare, Journal of Agricultural and Environmental Ethics, DOI 10.1007/s10806-012-9399-6

B. Bovenkerk & F. Meijboom, 2012, 'The Moral Status of Fish. The importance and limitations of a fundamental discussion for practical ethical questions in fish farming' in Journal of Agricultural and Environmental Ethics vol. 25, iss. 6, pp. 843-860. doi:10.1007/s10806-011-9365-8

GewissensBisse – kann man Fisch aus Aquakultur ohne essen?

MARK SCHUMANN

Das Fischwohl in der Aquakultur hat in den letzten Jahren zu Recht immer weiter an Bedeutung gewonnen und spielt mittlerweile eine große Rolle sowohl bei Erzeugern als auch bei Verbrauchern. Die Schwierigkeit in der Fischzucht – im Gegensatz zur traditionellen Landwirtschaft – besteht vor allem in der Vielfalt und der geringen Domestizierung der gezüchteten Arten. Laut FAO sind dies weltweit über 350, alle mit speziellen Anforderungen an Haltung, Futterzusammensetzung, etc.

Die Fischerzeugung in Deutschland hat eine lange Tradition und ist dabei auf wenige Arten beschränkt, allen voran die Regenbogenforelle, deren Haltungsansprüche weitgehend bekannt sind. Die Forellenerzeugung in Deutschland ist geprägt von Familienbetrieben, die meist seit mehreren Generationen erfolgreich wirtschaften und einen überdurchschnittlichen Anteil der Wertschöpfung durch Direktvermarktung erzielen. Doch selbst diese regionale Ausrichtung der Fischzucht in Deutschland wird immer wieder mit gängigen Vorurteilen konfrontiert, die die im Vergleich relativ schonende und umweltfreundliche Art der tierischen Proteinerzeugung in ein falsches Licht rücken. Gerne wird behauptet, die Aquakultur sei eine besonders schlimme Form der Massentierhaltung, da hunderttausende Tiere auf engstem Raum gehalten werden. Dabei gibt es bei Forellen wie bei anderen Fischarten den wissenschaftlichen Konsens, dass für das Wohlbefinden die Wasserqualität der entscheidende Faktor ist. Die optimale Besatzdichte im Becken ist artspezifisch und hohe Besatzdichten sind daher nicht zwingend negativ – im Gegenteil, zu geringe Besatzdichten führen bei territorialen Arten wie der Regenbogenforelle häufig zu Aggression im Bestand, wobei sich die Tiere beispielsweise gegenseitig erhebliche Verletzungen zufügen. Hier kann durch eine Erhöhung der Fischdichte erwirkt werden, dass die Fische ihr angeborenes Schwarmverhalten ausbilden und das territoriale Verhalten aufgeben. Es bedarf vergleichsweise großer Anstrengung, diese komplexen Sachverhalte den VerbraucherInnen zu vermitteln, da in deren Vorstellung die Tierwohlanforderungen von landlebenden Zuchttieren oft als Vorbild dienen und entsprechend auf Fische übertragen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass die Zusammenhänge trotz eindeutiger Studienlage oftmals falsch dargestellt werden.

> *» Die Lebensweise von Fischen ist vielen Verbrauchern fremd, weshalb sie auf verlässliche Informationen angewiesen sind. «*

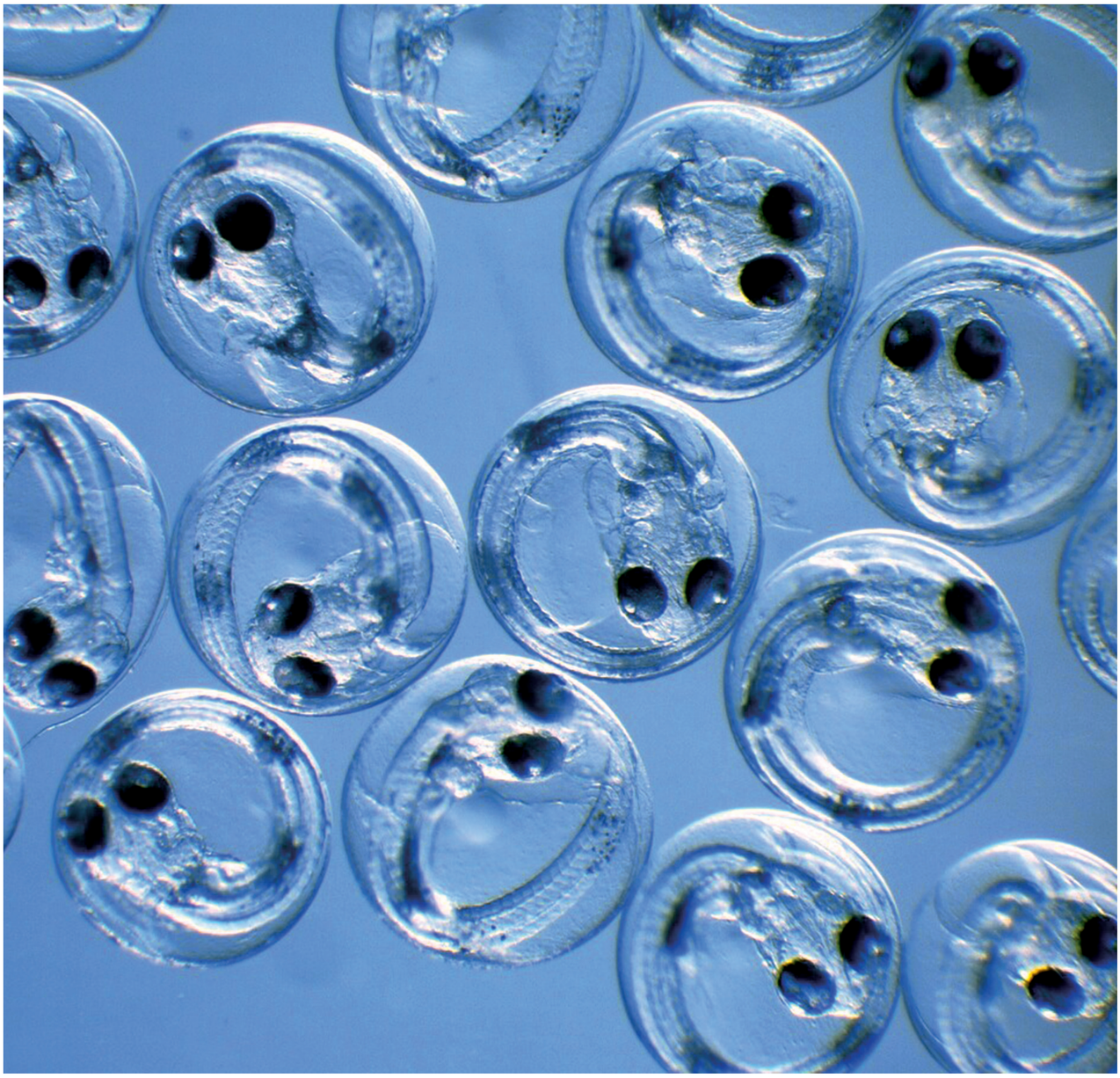
Ein weiterer Vorwurf, mit dem sich die Forellenzucht regelmäßig konfrontiert sieht, ist der hohe Anteil an Fischmehl und Fischöl im Futter. Seit Jahren kursieren Zahlen von bis zu 5 Kilogramm Wildfisch, die nötig seien, um ein Kilogramm Forelle zu erzeugen. Dabei sind die Anteile von marinen Rohstoffen im Fischfutter seit Jahren stark rückläufig. Heutzutage sind unter 10 % Fischmehl und 4-5 % Fischöl in Forellenfutter enthalten. Zudem stammen davon mittlerweile über 30 % aus Fischabfällen, so dass die Forelle längst ein Nettoerzeuger von Fisch ist. Selbst rein vegetarische Futtermittel wurden in Studien bereits erfolgreich getestet. Eigentlich ist diese Entwicklung hin zu pflanzlicher Fischernährung in puncto Nachhaltigkeit positiv zu bewerten, da alternative Proteinquellen, wie Soja oder Erbse erschlossen werden. Allerdings formiert sich auch hier Widerstand von Tierschutzseite, die eine vegetarische Ernährung von Tieren, die sich in der Natur vorwiegend räuberisch ernähren, ethisch für nicht vertretbar hält, obwohl keine negativen Auswirkungen auf die Fischgesundheit beobachtet wurden.

Diese beiden Beispiele zeigen, dass sich die notwendige Diskussion über Tierwohl in der Aquakultur teilweise schwierig gestaltet. Die Lebensweise von Fischen ist vielen Verbrauchern fremd, weshalb sie auf verlässliche Informationen angewiesen sind. Leider werden aber Fakten oftmals vermischt und/oder falsch dargestellt, die dann das Bild von der Fischzucht in der Öffentlichkeit prägen. Hier gilt es entgegenzuwirken und die Bemühungen der Aufklärung zu verstärken, damit wieder eine Versachlichung der Debatte stattfindet.

Kontakt: **Mark.Schumann@lazbw.bwl.de, Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg, Langenargen**

UnRecht auf nachhaltige Aquakulturen – Fischzucht zwischen Umweltauflagen und Genehmigungsprozessen

Aquakultur gehört zu den Wirtschaftszweigen, die im Rahmen der europäischen „Blue-Growth-Strategie“ unterstützt werden. Oftmals hemmen aber bürokratische Hürden den Aufbau von Aquakulturanlagen.



Genehmigungsleitfaden für eine Ostseemuschelzucht in Schleswig-Holstein

DR. YVONNE RÖSSNER

Die Muschelzucht hat laut der Schleswig-Holsteinischen Aquakulturstrategie Zukunftsaussichten, bzw. einen Bestand am Markt. Tatsächlich wird bereits ungefähr ein Drittel der Deutschen Aquakulturproduktion von sieben Schleswig-Holsteinischen Betrieben gestemmt: den Nordfriesischen Muschelzüchtern. Laut dem Statistischen Bundesamt wurden im Jahr 2016 10 949 Tonnen Schleswig-Holsteinische Muscheln produziert, die deutschlandweite Aquakulturproduktion (inkl. Fisch) lag bei etwas über 32 000 Tonnen. Alle statistisch gemeldeten deutschen Muscheln stammen bisher ausschließlich aus Nordseemuschelzucht. Diese Statistik ist charakteristisch für die deutsche Aquakulturbranche und zeigt deutlich, dass auch in Schleswig-Holstein noch Luft nach oben ist. Aquakultur muss hierzulande wachsen, wenn Schleswig-Holsteins Ziel, Aquakulturimporte zu verringern und selbst hochwertige Produkten in Aquakultur zu generieren, erreicht werden soll.

Leider ist die Ausweitung der Nordsee Muschelaquakultur nicht möglich, denn diese ist mit den Entwicklungszielen des Nationalparks Wattenmeer nicht vereinbar. Aber Schleswig-Holstein hat bekanntlich zwei Küsten, und die Ostsee eignet sich ebenso für Muschelzucht. Wurde diese dort vor 100 Jahren noch wegen schlechter Wasserqualität aufgegeben, so ist sie heute wieder möglich. In der Kieler Förde wurde 2012 eine kleine biozertifizierte Langleinen-Muschelzuchtanlage in Betrieb genommen, deren Erfolg und Muschelqualität beispielhaft ist.

Der existierende Schleswig-Holsteinische Küstenaquakultur Leitfaden[1] ist als Handbuch für einen Muschel Genehmigungsprozess nicht ausreichend. Darum braucht es einen extra Muschel-Genehmigungsleitfaden. In den letzten Jahren hat sich die Rechtslage verändert und es sind neue Genehmigungen hinzugekommen. Außerdem ist der vorhandene Leitfaden zu allgemein gehalten. Es fehlen beispielsweise detaillierte Informationen für die Ausweisung eines Muschelerzeugungsgebietes, dabei ist dies das für Speisemuschelerzeugung mit Abstand schwierigste, teuerste und zeitraubendste Thema.

Aus diesem Grund wird im Rahmen des Baltic Blue Growth Projektes[2] ein spezieller Genehmigungsleitfaden für die Schleswig-Holsteinische Ostseemuschelzucht entwickelt. Dieser soll sowohl von zukünftigen Züchtern als auch von Behörden wie ein Handbuch verwendet werden. Der Inhalt des Leitfadens wurde anhand von Stakeholderbefragungen und verschiedenen Workshops zusammengetragen. Im Wesentlichen bietet er einen Überblick über sämtliche Muschelzucht-Genehmigungsprozesse, alle benötigten Antragsunterlagen inkl. Antragsformularvorlage und sämtliche zuständige Behörden. Vor allem beinhaltet er aber praktische Tipps für den Genehmigungsprozess.

In Schleswig-Holsteinischen Ostseeküstengewässern benötigen Muschelzüchter in jedem Fall eine:

- Strom- und Schifffahrtspolizeiliche Genehmigung (nach § 31 (1) 2. WaStrG)
- Fischereiliche Genehmigung (nach § 40 LFischG SH)
- Zulassung & Registrierung nach Fischseuchenrecht (§ 3 FischSeuchV)
- Küstenschutzgenehmigung(nach § 77 WasG SH).

In Abhängigkeit des Produkts und des gewählten Farmstandorts sind weitere Genehmigungen erforderlich:

- Ausweisung eines Muschelerzeugungsgebietes (nach Vorgaben der EU Hygieneverordnungen 178/2002, 852,853 & 854/2004 und Tier-LMHV)
- Zulassung nach Tierische Nebenprodukte Recht (§ 7 Tier-NebG)
- FFH-Verträglichkeitsstudie (§ 34 BNatSchG and § 25 LNatSchG SH)
- Verträglichkeitsstudie Biotopschutz (nach § 30 BnatSchG, § 21 LNatSchG SH, § 1 BiotopV SH)
- Verträglichkeitsstudie Artenschutz (§ 44 BNatSchG)
- Offshore Anlagenzulassung (nach § 6 (1) SeeAnlG)

Für eine Ostseemuschelzucht sind mindestens fünf Genehmigungen erforderlich, davon sind vier Genehmigungen obligatorisch und damit unabhängig von Produkt und Standort. Es fehlt eine zentrale Genehmigungsbehörde und ein einheitliches Genehmigungsverfahren. Dementsprechend muss für jede Genehmigung eine andere Behörde aufgesucht und müssen andere Antragsunterlagen eingereicht werden. Außerdem gelten für alle Genehmigungen unterschiedliche Nebenbedingungen und Laufzeiten. Jeder Genehmigungsprozess für sich dauert unterschiedlich lange und bedarf teilweise erheblicher Genehmigungskosten. Dazu kommt, dass dieser breit gefächerte Genehmigungsprozess insgesamt für den Antragsteller nicht transparent ist. Jede Entscheidung wird im Einzelfall geprüft.

Dadurch, dass es nur sehr wenige Erfahrungen mit Genehmigungen gibt, deren Notwendigkeit wohl aber unbestritten ist, entsteht das Gefühl, ein unüberwindbares Hindernis vor sich zu haben. Das ist meiner Meinung nach auch der Grund, wes-

> *» Der Leitfaden wird die Lage vereinfachen und hoffentlich die Muschelaquakultur in Schleswig-Holstein voranbringen. «*

wegen es so wenig Muschelzucht bisher gibt. Es ist einfach unmöglich, Kosten und Zeitaufwand für den Genehmigungsprozess abzuschätzen, bzw. die damit verbundenen teilweise immensen Kosten zu bewältigen, ohne eine Garantie zu haben, überhaupt Muscheln züchten zu können.

Abschließend möchte ich in aller Kürze ein paar praktische Tipps an potentielle zukünftige Muschelzüchter weitergeben: Muschelzüchter sollten vor Antragstellung unbedingt einen persönlichen Kontakt zu den Behörden herstellen, möglicherweise sogar eine Antragskonferenz einberufen. Die Standortwahl muss sinnvoll und kompetent getroffen werden. Die parallele Antragstellung mehrerer Genehmigungen verkürzt den Genehmigungsprozess insgesamt. Eine möglichst detaillierte Projektbeschreibung ist für mehrere Anträge nutzbar und verhindert Verzögerungen des Genehmigungsprozesses aufgrund fehlender Informationen. Die Kosten für Genehmigungen und Analysen müssen unbedingt im Businessplan berücksichtigt werden.

Der Leitfaden wird die Lage vereinfachen und hoffentlich die Muschelaquakultur in Schleswig-Holstein voranbringen.

Kontakt: **y.roessner@gmx.net, Marine Aquaculture Consulting, Eckernförde**

QUELLEN

1 www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/fischerei/aquakultur.html

2 www.balticbluegrowth.eu

Continental Mariculture Systems – Genehmigungsprozesse (und –hürden?!) aus Anwender-/Unternehmersicht

DR. BERT WECKER

Obwohl die vielen Paragraphen und Gesetze eines Genehmigungsprozesses eine fast erschlagende Wirkung haben können, so muss doch auch gesagt werden, dass es möglich ist, eine Aquakultur-Anlage innerhalb von drei Monaten genehmigt zu bekommen. Mit landbasierten Anlagen sind die Möglichkeiten der Produktion fast unbegrenzt (Meerfische, Garnelen, etc.) während die Genehmigungshürden vergleichsweise klein bleiben. Während ein Antrag für eine Aquakultur im offenen Meer massiv viele Genehmigungen braucht und zu einer schier endlosen und äußerst kostspieligen und risikoreichen Angelegenheit werden kann, so kostet die Entwicklung eines Bauantrags für eine landbasierte Anlage zwar auch gute 50 000 bis 100 000 EUR (Beauftragung von Architekten, Ingenieuren, etc.), doch ist der zeitliche Aufwand für den Genehmigungsprozess normalerweise kleiner, wenn bei der Projektierung der Anlage zwei fundamentale Punkte beachtet werden: erstens, man sollte möglichst Anlagen in ausgewiesenen Baugebieten erstellen (kein Naturschutzrecht), und zweitens, man sollte sich aus öffentlichen Gewässern raushalten (kein Gewässerschutzrecht). So bleibt am Ende nur noch das Baurecht. Ein Bauantrag mit einer sehr guten Projektbeschreibung wird in der Regel innerhalb von drei Monaten genehmigt.

Beim Bau einer landbasierten Anlage müssen klare Schnittstellen geschaffen werden, um den großen Unsicherheiten sowohl von Seiten der Unternehmer wie auch der Behörden zuvorzukommen. Die klaren Schnittstellen der Kreislaufanlagen und die Entkopplung von der Natur haben einen großen Nachteil: Sie sind teuer im Investment und teuer im Betrieb. Sie sind aber technisch machbar und erlauben, genau zu definieren, was reingeht und was rauskommt. Diese genaue Messbarkeit und Transparenz hilft beiden Seiten – dem Unternehmer und den Behörden – offen zu kommunizieren. Je mehr landbasierte Anlagen entstehen, desto mehr Referenzdaten sind auch zum Vergleich vorhanden, was bei der Evaluierung ebenfalls hilfreich ist. Landbasierte Anlagen bieten außerdem die Möglichkeit, auch in Deutschland exotische Arten zu produzieren. Die Produktion exotischer Arten, sowie der Import von Eiern, Larven oder Jungtieren exotischer Arten unterliegt einem eigenen Genehmigungsverfahren. Zumindest was Fische anbelangt sind die Hürden diesbezüglich in Deutschland aber sehr gering, da die Vektoren eines potentiellen Eintrags von Krankheitserregern in einem landbasierten System normalerweise sehr klein gehalten werden.

Seit 20 Jahren beschäftigen wir uns mit der Zucht von vorwiegend marinen Fischen. Zu Beginn dieser Unternehmung war bereits absehbar, dass die Umweltprobleme, Interessenskonflikte und dadurch auch die Genehmigungshürden der offenen Aquakultur grösser werden würden, also entschieden wir uns für die Verlagerung aufs Land. Mit einer landbasierten Aquakulturanlage holt man das Meer aufs Land und macht sich dadurch unabhängig von den Naturräumen Meer und Gewässer. Damals war das ein innovativer Gedanke, doch heute entwickeln sich solche Systeme immer mehr. Heute ist man in der Lage, große Anlagen zu bauen (> 1 000 Tonnen Produktion pro Jahr) und dieser Trend wird sicher weiter fortsetzen.

Im Folgenden stelle ich hier zwei Beispiele landbasierter Anlagen vor, eine Meerfischzuchtanlage in Süddeutschland und eine Garnelenproduktion in Strande. Die Anlage in Süddeutschland produziert 800 Tonnen Meerfisch pro Jahr. Für diese Anlage hat das Genehmigungsverfahren drei Monate gedauert, da es sich nur um einen Bauantrag gehandelt hat. Dies war möglich, weil die Anlage in einem Industriegebiet steht und es sich um eine geschlossene Anlage handelt, in der mehr als 99 % des Wassers recycelt werden. Lediglich 50 m^3 Wasser müssen täglich ersetzt werden, was konkret heißt: 50 m^3 Trinkwasser müssen täglich in den Kreislauf gespeist und 50 m^3 als Abwasser entsorgt werden. So wird kein Wasser ins Oberflächenwasser eingebracht und der Antrag unterlag somit nicht mehr dem Wasserrecht. Um Abwasser einzuleiten unterliegt man der Abwassersatzung der jeweiligen Kommune und muss daher mit der Gemeinde verhandeln. Dabei wird die Kommune normalerweise eine Analyse des Abwassers (flüssige und feste Phase) verlangen. Aufgrund der Resultate wird dann überlegt, ob das Abwasser eingeleitet werden darf. Normalerweise (erfahrungsgemäß) ist jede Kommune gesprächsbereit und an einem pragmatischen, lösungsorientierten Verfahren interessiert. Eine Ausnahme bilden sehr kleine Kommunen mit sehr kleinen Kläranlagen, wo die Salzfracht für die Abwasserrohre (oftmals aus Beton) und die Kläranlage eine zu große Belastung darstellen können.

Auch die Förde Garnelen ist ein Tochterunternehmen von Neomar. Seit drei Jahren werden in der Anlage in Strande tropische Meerwassergarnelen produziert. Die Anlage in Strande ist sozusagen „historisch gewachsen": Ursprünglich war der Standort ein Forschungsstandort vom Geomar, welche den Genehmigungsprozess bereits durchlaufen hatte. Es war sinnvoll, diese Anlage weiterhin zu betreiben, da es sich um einen Klärwerkstandort handelte und die Anlage Zugang zu Ostseewasser hatte. Die Anlage funktioniert mit dem sogenannten oceanloop®-System. Täglich werden kleine Mengen Ostseewasser in den Kreislauf geführt, und alles, was an Abwasser herauskommt, wird über die Kläranlage nachgeklärt und erst dann wieder in die Ostsee geleitet. Die herausgefilterten Feststoffe (Klärschlamm) werden in der Biogasanlage zur Stromproduktion genutzt. Die hierbei entstehende Wärme wird zum Beheizen der Garnelenfarm genutzt. Insgesamt handelt es sich also um einen nachhaltigen Stoffkreislauf, der ebenso gut an einem anderen Standort in Deutschland aufgebaut werden könnte.

Als Unternehmer kann ich zum Abschluss folgende generelle Ratschläge geben für Unternehmer und Unternehmerinnen, die eine Aquakulturanlage aufbauen möchten: 1. Beratung nutzen. Die Behörden haben ein Beratungsangebot und dies sollte während der Entwicklung des Antrags genutzt werden. Der Antrag ist sozusagen nur der letzte Schritt, alle Komponenten sollten im Vorfeld mit den entsprechenden Stellen bespro-

> ***» Die klaren Schnittstellen der Kreislaufanlagen und die Entkopplung von der Natur erlauben eine genaue Messbarkeit. «***

chen worden sein. 2. Kompetent und transparent auftreten. Wer mit offenen Karten spielt und sein Handwerk beherrscht, der wird normalerweise auch kompetent beraten. 3. Sich selber in die Gesetze und Verordnungen einlesen und sich damit auskennen. Auch wenn dies am Anfang schwierig scheint, so ist es doch von Vorteil, wenn man sich selber mit den Gesetzen auskennt und so den Diskussionsprozess um kreative Freiräume besser mitgestalten kann. 4. In bestimmten Fällen kann eine Antragskonferenz sehr vorteilhaft sein: Man vereinbart ein Treffen mit den beteiligten Parteien (Baukommission, Naturschutzkommission, Kläranlagenbetreiber, Gemeindevertreter, etc.) und kann unter Umständen sehr effizient und schnell zum Schluss kommen, ob ein Aquakultur- Bauvorhaben an einem bestimmten Ort sinnvoll und machbar ist oder eben nicht. Ein solches Treffen kann unter Umständen vielen Leuten Zeit und Geld sparen. Eine Vorabklärung zu einem geplanten Bauvorhaben kann ebenfalls Zeit und Kosten sparen und dem Unternehmer aufzeigen, ob er/sie bei den entsprechenden Behörden grundsätzlich auf eine eher positive Haltung stößt oder eher das Gegenteil.

Kontakt: bert.wecker@neomar.de, Förde Garnelen GmbH & Co. KG, Strande

Genehmigungsprozesse aus (Fischerei-) Verwaltungssicht

MILAN MÜLLER

Die Aquakultur in Schleswig-Holstein besteht derzeit aus ca. 30 Betrieben. Im Jahr 2017 betrug die Produktionsmenge ca. 13 040 Tonnen. Den überwiegenden Großteil macht dabei die Muschelkultur in der Nordsee aus; neben Muscheln werden vor allem Karpfen und Forellen produziert. Die Dauer eines Genehmigungsverfahrens ist in Deutschland sehr langwierig und komplex, auch im internationalen Vergleich. Es besteht daher zu Recht die Forderung nach einer Vereinfachung der Genehmigungsverfahren, was auch vom Europäischen Rechnungshof unterstützt wird.

In Deutschland sind folgende Genehmigungserfordernisse und -verfahren zu beachten:
Dem Wasserrecht unterliegt die wasserrechtliche Genehmigung und die wasserrechtliche Erlaubnis oder –bewilligung für die Einbringung von Stoffen. Gegebenenfalls ist auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich. Im Gebiet Naturschutzrecht ist u.a. eine Eingriffsgenehmigung notwendig, und je nach Standort und Lage ist die FFH (Flora, Fauna, Habitat)-Verträglichkeit zu prüfen. Was das Baurecht betrifft, so braucht es eine Baugenehmigung. In der Regel ist beim Baurecht das Verwaltungsverfahren konzentriert und es gibt ein sogenanntes „Huckepackverfahren", d.h. die Baubehörde beteiligt im Rahmen ihrer Genehmigung die anderen Behörden und erteilt dann eine Genehmigung, in der die anderen Rechtsbereiche mit abgedeckt sind. Die zuständige Behörde dafür ist in der Regel das Bauamt. Wenn man nicht heimische Arten gemäß Aquakulturverordnung halten und transportieren möchte, ist die Obere Fischereibehörde zuständig.

Die erforderlichen Unterlagen, die für ein Gesuch benötigt werden, sind unter anderem folgende: Die konkrete geplante Lage der Anlage und eine technische Beschreibung, sowie der maximal geplante Fischbesatz, der Stoff-Eintrag und -austrag (Medikamente, Nährstoffe [N,P,C,], etc.),so wie auch die Auswirkungen auf die Gewässer. Für die Genehmigung unter dem Naturschutzrecht ist ebenfalls eine Beschreibung des Vorhabens erforderlich, ganz wichtig auch die Lage zu Schutzgebieten und Biotopen, und die geplanten Eingriffe in die Schutzgüter. Wenn die Anlage in einem FFH-Gebiet liegen soll muss die Zulässigkeit geprüft werden. Für die Genehmigung beim Baurecht braucht es die beurteilungsrelevante Unterlagen zum Bauvorhaben. Speziell zu beachten ist dabei, dass Aquakulturvorhaben regelmäßig nicht unter die Privilegierung für Bauvorhaben im Außenbereich fallen. Was das Fischereirecht betrifft, so sind keine speziellen Genehmigungs-Erfordernisse notwendig, solange es sich um heimische Arten handelt. Bei nicht heimischen Arten greift die Aquakultur-Artenverordnung. Hierfür ist eine Beschreibung der Wechselwirkungen mit heimischen Arten erforderlich, sowie Angaben zum Lebenszyklus, und ein Plan zur Überwachung und Bewirtschaftung.

Des Weiteren gibt es auch noch sonstige Rechtsbereiche, die es zu beachten gilt:
Unter das Lebensmittel-Futtermittelrecht fällt die Registrierung als Lebensmittelunternehmer. Dafür ist die Untere Lebensmittelaufsichtsbehörde Landeslabor SH zuständig. Die veterinärrechtliche Genehmigung und Registrierung läuft unter dem Veterinärrecht und wird von der Unteren Veterinärbehörde erteilt. Natürlich muss auch das Tierschutzrecht beachtet werden. Die Tierschutzrechtliche Erlaubnis und Sachkundeausweise erteilt die Untere Tierschutzbehörde.

Wie diese kurze Zusammenstellung zeigt, gibt es mindestens sieben Rechtsbereiche mit ihren jeweils zuständigen Behörden, die es zu beachten gilt. Deshalb wird empfohlen, möglichst früh mit den einzelnen Behörden in Kontakt zu treten! Das Huckepackverfahren vereinfacht einen Teil des Genehmigungsverfahrens, verkürzt aber nicht dessen Dauer. Eine vom Bundesamt für Landwirtschaft und Ernährung durchgeführte SWOT Analyse (von engl. Strenghts [Stärken], Weaknesses [Schwächen], Opportunities [Chancen] und Threats [Risiken]) zu den geltenden rechtlichen Rahmenbedingungen für die Aquakultur ergab folgende Resultate: Als Stärken wurde die Konstanz der Strukturen und deren Stabilität und Nachvollziehbarkeit wahrgenommen, was zu Planungs- und Rechtssicherheit führt. Als Schwäche wurde empfunden, dass ein konzentrierter Rechtsrahmen "Aquakultur" fehlt und dadurch der administrative Aufwand bei einem Anlagebau in der Regel erheblich ist. Außerdem wirke die restriktive Auslegung der Rechtsnormen hemmend auf die Entwicklung des Sektors. Gleichzeitig wurden die hohen rechtlichen Anforderungen als Chance wahrgenommen, weil dadurch im internationalen Vergleich ein hoher Standard gewährleistet wird. Als mögliche Risiken wurden eine mögliche Verschärfung der Umweltgesetzgebung sowie eine Begrenzung der wasserrechtlichen Erlaubnis genannt. In Schleswig Holstein wurde und wird von Seiten des Landes der Versuch unternommen, die Lage für die Antragssteller zu vereinfachen. Zum ersten wurde ein Beratungsangebot "Genehmigungslotse Aquakultur" im Kompetenznetzwerk Aquakultur (KNAQ) an der Landwirtschaftskammer SH eingeführt. Zweitens wurden Genehmigungsleitfäden für Aquakultur veröffentlicht. Letztlich bleibt aber die Schaffung eines spezifischen Rechtsrahmens für Aquakultur auf Landesebene politisches Handlungsfeld.

Kontakt: poststelle@llur.landsh.de, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Flintbek

Blaue Biotechnologie – Neue Produkte aus der Aquakultur

Marine Organismen, in Aquakultur produziert, lassen sich in der Medizin, Lebensmittelbranche oder Kosmetik einsetzen.

Chemische und mikrobiologische Ansätze für die nachhaltige blaue Biotechnologie

PROF. DR. DENIZ TASDEMIR

Die blaue Biotechnologie (BBT) bedient sich verschiedener mariner biologischer Ressourcen (Pflanzen, Algen, Tiere und Mikroorganismen) für die Erzeugung neuer bio-basierter Produkte, Dienstleistungen und Prozesse, um sie für Gesundheit und Wohlergehen zu nutzen. Dies kann die Kontrolle, Veränderung oder Umwandlung von Biomasse im Ganzen oder einzelner Bestandteile beinhalten (Gene, chemische Moleküle, Proteine, Enzyme etc.). BBT ist eine schnell wachsende, wissenschafts-, wissens- und kapitalintensive, innovative, wegbereitende Technologie mit nahezu unerschöpflichem Potenzial und Anwendungsgebieten wie z.B. Pharmazeutika, Kosmetik/Cosmeceuticals, Nutraceuticals/Nahrungsergänzungsmittel, Futtermittel, Antifouling-Systeme für die Schiffsindustrie, biologische Sanierung, Biokraftstoffe und vielen weiteren Anwendungsmöglichkeiten. Die BBT liefert nicht nur Lösungen für die großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit, sondern trägt auch erheblich zur Erzeugung von wirtschaftlichen Gewinnen und Arbeitsplätzen bei und unterstützt so die nationale und europaweite Bioökonomie. Es ist nahezu unmöglich, die Nachfrage der genannten diversen Anwendungsfelder bzw. Produkte mittels Wildsammlungen abzudecken; daher gewinnt die nachhaltige Produktion mariner Makroorganismen (in Aqua- oder Marikultur) oder Mikroorganismen (in Fermentierungsprozessen) immer mehr Bedeutung.

> *» Wir nutzen in unserer Forschung hochmoderne und innovative Techniken. «*

In ihrer natürlichen Umgebung müssen marine Organismen mit verschiedenen biotischen sowie abiotischen Stressoren zurechtkommen, mit anderen Organismen kommunizieren und sich gegen Konkurrenten oder Fressfeinde verteidigen. Zu diesem Zweck produzieren sie kleine organische Moleküle, so genannte marine Naturstoffe (MN) mit vielfältigen biologischen und ökologischen Wirkungen. Bis heute sind ca. 30 000 MN beschrieben, von denen viele bereits als Pharmazeutika auf dem Markt sind oder sich in klinischen Studien befinden. Der Entdeckungsprozess sowie die Entwicklung neuer Pharmazeutika stellen hierbei den teuersten, risikoreichsten und zeitintensivsten Zweig der marinen Biotechnologie dar. Obwohl die meisten bis dato bekannten MN von marinen Invertebraten wie Schwämmen und Korallen stammen, ist für einen Großteil der Leitstrukturen für neue Pharmazeutika nachgewiesen oder vorhergesagt, dass sie von (symbiotischen) Mikroorganismen produziert werden, die im Großmaßstab in Fermentationsprozessen nachhaltig hergestellt werden können, um den Bedarf zu decken. Obschon die letzten Jahre durch enorme Fortschritte in der Mikrobiologie gekennzeichnet waren, kann immer noch nur ein sehr kleiner Anteil der in der Natur vorkommenden Mikroorganismen (1-5 %) im Labor kultiviert werden. Eine weitere Komplikation ergibt sich durch die Tatsache, dass – selbst wenn der Mikroorganismus im Labor kultiviert werden kann – die für die Produktion mariner Naturstoffe verantwortlichen biosynthetischen Gene oder Gencluster unter diesen künstlichen Bedingungen gar nicht oder nur in geringem Maße exprimiert werden, da natürliche Reize, Konkurrenz sowie inter- und intraspeifische Kommunikation fehlen. Diese Umstände stellen die größten Hindernisse bei der Erforschung mariner Mikroorganismen hinsichtlich ihrer bioaktiven Inhaltsstoffe für z.B. die Weiterentwicklung als Antibiotika oder Krebs-Medikamente dar und beeinträchtigen so die Erforschung und Nutzung ihres wahren Potenzials. Daraus resultierend kann ein großer Teil der MN nicht erfasst werden und das vollständige biotechnologische Potenzial dieser Organismen bleibt im Verborgenen. Darüber hinaus können aktuelle, ungerichtete Metabolomik-Untersuchungen, in denen die erhaltenen Daten mit verschiedenen Datenbanken verglichen werden, nur maximal 2 % der 'Metabolome' identifizieren, und erneut verbleibt der Großteil des vollständigen chemischen Potenzials der Organismen im Dunkeln.

Die Forschungseinheit Marine Naturstoffchemie des GEOMAR und ihr angewandter Zweig GEOMAR Zentrum für Marine Biotechnologie (GEOMAR-Biotech) sind der Erforschung und potenziellen Entwicklung mariner Organismen auf den Gebieten der Medizin, Landwirtschaft und Kosmetik gewidmet. Um die oben angeführten Probleme zu bewältigen, nutzen wir hochmoderne und innovative Techniken. Dies beinhaltet die Anwendung miniaturisierter Kultivierungs-Chips, die natürliche Bedingungen nachempfinden und so die Kultivierbarkeit mariner Mikroorganismen wie z.B. der im Hinblick auf marine Naturstoffe bisher fast unerschlossenen Gram-negativen Bakterien enorm steigern können[1]. Wir nutzen weiterhin Methoden zur Stimulation der chemischen Diversität in Mikroorganismen wie z.B. den OSMAC-Ansatz (v. engl. One Strain Many Compounds). Hier wird durch Variation der Wachstumsbedingungen (Kulturregime, -medium, Kohlenstoff- oder Stickstoffquelle, Salzgehalt des Mediums, Temperatur, Spurenelemente) eine Erhöhung der chemischen Diversität erreicht. Weiterhin stellt die Ko-Kultivierung zweier Mikroorganismen in derselben begrenzten Umgebung

eine Methode zur Erzeugung von Konkurrenz dar. Ziel ist erneut die Stimulation der Biosynthese neuer, funktioneller Moleküle inklusive Antibiotika für die Behandlung von menschlichen Krankheiten oder Pflanzenkrankheiten[2] durch diese künstlich erzeugte Konkurrenz. Molekulare Netzwerkanalyse und andere Metabolomik-Werkzeuge werden genutzt, um das vollständige chemische Inventar mariner Mikro- und Makroorganismen zu identifizieren und eine Priorisierung für weitergehende bioaktivitäts-geleitete chemische Analysen zu ermöglichen[3]. Unser Labor bildet die Wissenschaftler der nächsten Generation mittels modernster Methoden in Mikrobiologie, Chemie und Biotechnologie aus, um die wertvollen marinen Ressourcen möglichst effizient und intelligent zu nutzen und so den großen gesellschaftlichen Herausforderungen dieses Jahrhunderts gerecht zu werden.

Kontakt: **dtasdemir@geomar.de, GEOMAR Helmholz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel**

QUELLEN

1. Chianese G., Esposito, F.P., Parrot D., Ingham, C., de Pascale, D., Tasdemir, D. Linear aminolipids with moderate antimicrobial activity from the Antarctic Gram-negative bacterium Aequorivita sp. Marine Drugs, 2018, 16 (6), doi:10.3390/md16060187.
2. Oppong-Danquah, E., Parrot D., Blüemel M., Labes A., Tasdemir D. Molecular networking-based metabolomics for induction of chemical diversity of marine-derived fungi co-cultivated with plant pathogens. Frontiers in Microbiology, 9, 2072. doi: 10.3389/fmicb.2018.02072.
3. Li F., Janussen D., Peifer C., Pérez-Victoria I., Tasdemir, D. Targeted isolation of tsitsikammamines from the Antarctic deep-sea sponge Latrunculia biformis by molecular networking and anticancer activity. Marine Drugs, 2018, 16(8), doi: 10.3390/md16080268.

Vom Ökosystem bis in die Zelle: Beispiele für die Nutzbarmachung aquatischer und mariner Ressourcen

DR. MARINA GEBERT

Blaue Biotechnologie begegnet uns schon heute im Alltag. Beispielsweise in der Ernährung, wo wir marine Organismen (Algen, Evertebraten, Fische) nutzen, um Inhaltstoffe wie Agar, Carageen oder Omega-3-Fettsäuren zu extrahieren und in der Lebensmittelindustrie weiter zu verarbeiten oder mit marinen Rohstoffen und neuen Verfahren innovative Produkte, wie Algenbier herzustellen. Im Bereich Gesundheit und Kosmetik kommt es immer wieder zur Entdeckung neuer Moleküle für die Entwicklung neuer Arzneimittel und funktionalisierter Pflegeprodukte. Beispiele sind hier das Medikament Prialt (Ziconotid) zur Behandlung chronischer Schmerzen oder ProCardix zur Behandlung von Bluthochdruck sowie im Bereich der Kosmetik Pflegeserien mit Algeninhaltsstoffen. Aber auch für die Industrie spielt die blaue Biotechnologie mittlerweile eine wichtige Rolle für Produkte und Prozesse, in denen Enzyme, Biopolymere oder Biomaterialien aus marinen Molekülen genutzt werden. Ein Beispiel sind Enzyme aus poikilothermen, kaltadaptierten Organismen, die für Waschmittel eingesetzt werden. Marine Makro- und Mikroalgen könnten auch als Biokraftstoffe und damit als alternative Energiequellen dienen.

» Wir decken ein weites Spektrum an Forschungsthemen der Blauen Biotechnologie ab. «

Die blaue Biotechnologie gilt als weltweiter Wachstumsmarkt, wobei in Deutschland noch großes Potential vorhanden ist, bisher sind nur wenige Forschungseinrichtungen und noch weniger Firmen in diesem Bereich aktiv.

Die Fraunhofer Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik (EMB) deckt ein weites Spektrum von Forschungsthemen der Blauen Biotechnologie vom Ökosystem bis zur Zelle ab. Aquatischen Ressourcen werden eingehend erforscht, um so eine nachhaltige Biomasseproduktion und –prozessierung zu gewährleisten. Aus diesen Prozessen entstehen innovative Produkte, die beispielsweise in der Lebensmittelproduktion oder als Testsysteme genutzt werden können.

Hierzu vier beispielhafte, aktuelle Projekte aus der Fraunhofer EMB:

1. Integrierte aquatische Haltungssysteme – Das Projekt „Ich liebe Fisch“

Bei diesem Projekt handelt es sich um ein Forschungsprojekt in Malawi, dessen Ziel es ist, integrierte Agrikultur-Aquakultur-Systeme für Kleinbauern aufzubauen und so deren Ernährung zu sichern und ihr Einkommen zu steigern. Hierzu sind verschiedene Aspekte wichtig.

a. Die dauerhafte Versorgung der Aquakulturbauern mit Fischlarven muss gewährleistet sein. Da die beliebteste Speisefischart, der „Chambo“ (*Oreochromis karongae*), sich nur langsam vermehrt und durch Überfischung bereits auf der roten Liste der IUCN steht, wurde eine solarbetriebene Larvenaufzuchtanlage etabliert, die den stetigen Nachschub an Fischlarven für die Farmer sichern soll.

b. Die Produktionsleistung (Reproduktionsraten, Wachstumsraten) des „Chambo" wird durch Züchtung und Hybridisierung mit nahe verwandten Arten gesteigert.
c. Die klassische Teichhaltung des „Chambo" wird mit dem Anbau regional verfügbarer, traditioneller Gemüsepflanzen kombiniert, um eine Diversifizierung der Ernährung zu erreichen.
d. Die Kleinbauern vor Ort werden durch intensive Schulungen weitergebildet, außerdem erfolgt ein Kapazitätsaufbau durch die Ausbildung von 4 Masterstudenten während des Projekts.
e. Der Erfolg der Maßnahmen wir durch eine Untersuchung des Gesundheitszustandes der Gemeinden, speziell der Kleinkinder, stillenden Mütter und älteren Menschen vor und nach der Implementierung des Projektes gemessen.

2. Fischzellen als Quelle für Biomasse – Ernährung der Zukunft?

„In vitro Fleisch" ist ein neuer Trend in innovativen Start-up Biotechnologieunternehmen (z.B. „FinlessFoods" aus den USA). An der Fraunhofer EMB wird bereits seit einigen Jahren an der Entwicklung von neuen Methoden zur Herstellung großer Zellmengen geforscht. Die Fraunhofer EMB konnte vor kurzem ein Patent zu einer neuen Bioreaktor-Technologie anmelden. Bei diesem Reaktor werden adhärent wachsende Zellen in einem zyklischen Prozess in Gelen verkapselt. In dieser Mikroumgebung können die Zellen bis zu einer bestimmten Dichte wachsen. Dann werden die Kapseln aufgelöst, die Zellen mit frischem Medium gemischt und verdünnt und diese Mischung dann neu verkapselt. So wird gewährleistet, dass die adhärent wachsenden Zellen immer in einer für ihr Wachstum optimalen Dichte vorliegen und ein nahezu exponentielles Wachstum ermöglicht.

3. Algen als Grundstoff für spannende Lebensmittel – Produktinnovation „Seegang – Bier trifft Alge"

In der Arbeitsgruppe Lebensmitteltechnologie wurde ein spezielles Bier mit Makroalgen in Kooperation mit der Craftbier-Brauerei Klüvers entwickelt. Das Bier hat einen leicht herben, mild süßlichen und dezent salzigen Geschmack. Es ist alkohol- und kalorienreduziert im Vergleich zu herkömmlichem Bier, isotonisch und deckt 40 % des Tagesbedarfs an Vitamin B12 pro Portion (330 mL). Für Vegetarier und Veganer also besonders zu empfehlen.

Das Bier ist bereits im Handel erhältlich, z.B. bei Citti Herrenholz in Lübeck, Edeka Martens in Dänischburg und Bad Schwartau oder bei Marktkauf in Hamburg, Langenhorn. Prost!

4. Aquatische Zellkulturen als Diagnostikmethode und zur Impfstoffentwicklung

In einem aktuellen Kooperationsprojekt mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, der Tierärztlichen Hochschule Hannover und dem Friedrich-Löffler-Institut sollen diagnostische Methoden zur Erkennung von und Impfstoffe zur Behandlung des Koi-Herpes-Virus entwickelt werden. Eine Voraussetzung hierfür ist die Bereitstellung von großen Mengen an Viruspartikel, die klassischerweise in Zellkulturen der entsprechenden Fischart vermehrt werden. Bisherige Karpfen-Zellkulturen zeigten jedoch keine zufriedenstellenden Titer an Viruspartikeln. Die Arbeitsgruppe Aquatische Zelltechnologie und Aquakultur bringt hier ihre Expertise im Bereich Fischzellkulturen ein: es wurden verschiedene neu Langzeit-Zellkulturen aus Geweben des Karpfen (Haut/Flosse, Kiemen, Gehirn, Kopfniere,...) etabliert. Im Vergleich zu den bisherigen Standard-Zellkulturen aus Karpfen (CCB) zeigten die neuen Zellkulturen deutlich höhere Virustiter. Sie sind daher eine sehr gute Ausgangsbasis für die Entwicklung neuer Impfstoffe und können als diagnostisches Werkzeug für die Detektion der Krankheit genutzt werden.

Kontakt: **marina.gebert@emb.fraunhofer.de, Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck**

» *Die blaue Biotechnologie ist ein weltweiter Wachstumsmarkt, wobei in Deutschland noch großes Potential vorhanden ist. Bisher sind hier nur wenige Forschungseinrichtungen und noch weniger Firmen aktiv.* «

Ökologische Erzeugung von Mikroalgen – eine Einführung

ANJA CHALMIN

Mikroalgen, wie zum Beispiel Cyanobakterien, Grünalgen oder Kieselalgen, sind meist einzellige und photosynthetisch aktive Organismen, die vor allem in aquatischen Umgebungen zu finden sind. Obwohl mikroskopisch klein, sind Mikroalgen global von großer Bedeutung, u.a. bilden sie die Grundlage der aquatischen Nahrungsketten. Es wird geschätzt, dass es weltweit zwischen 0,2 bis 1 Mio. Mikroalgenarten gibt, davon sind 0,1 Mio. wissenschaftlich beschrieben, wirtschaftlich genutzt werden bisher nur ~20 Arten. Die Blaualge *Spirulina* und die Grünalge *Chlorella* haben bis dato im Bereich Mikroalgenproduktion weltweit die größte wirtschaftliche Bedeutung. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind sehr vielfältig; die Algen werden als Nahrungs-/Nahrungsergänzungsmittel und Futtermittel sowie für pharmazeutische und kosmetische Zwecke verwendet. In Frankreich werden Mikroalgen aufgrund ihrer Inhaltstoffe als ‚Grünes Gold' bezeichnet. Sie enthalten, in Abhängigkeit von Wachstumsbedingungen und Spezies: Proteine, ungesättigte Fettsäuren, Kohlenhydrate, Mineralstoffe, Ballaststoffe, Spurenelemente, Vitamine, Pigmente, Fette, pharmakologisch wirksame Stoffe,...

> *» Aufgrund ihrer hohen Produktivität und Diversität werden Mikroalgen als Rohstoff der Zukunft gehandelt. «*

Die Produktion von Mikroalgen findet in offenen und geschlossenen Systemen statt. Bei offenen Systemen handelt es sich um Wasserbecken, die zum Teil überdacht sind. Geschlossene Systeme, sogenannte Photobioreaktoren, sind zunehmend Anlagen, die aus durchsichtigen Röhren bestehen. Eine Gemeinsamkeit beider Systeme ist eine ruhige Wasserströmung. Diese bewirkt, dass sich die Algen im Wasser frei bewegen und ein Maximum an Photosynthese betreiben können, anstelle abzusinken und zu verklumpen. Die Produktion in offenen Becken ist vergleichsweise günstiger, allerdings kann gute und damit hochpreisige Qualität nur in sehr sauberen Umgebungen produziert werden. Dagegen ermöglichen Photobioreaktoren eine umfassende Kontrolle aller Produktionsfaktoren. Da Mikroalgen viele Inhaltsstoffe nur unter bestimmten Umweltbedingungen erzeugen, kann die Produktion solcher Inhaltsstoffe in Photobioreaktoren einfacher kontrolliert werden, ein typisches Beispiel ist die Herstellung des roten Farbstoffs Astaxanthin aus der Mikroalge *Haematococcus pluvialis*.

In einigen Artikeln wird beschrieben, dass Mikroalgen zum Wachstum nur Wasser und CO_2 benötigen. In der Produktionspraxis konnte das nicht bestätigt werden – Mikroalgen benötigen Makro- und Mikronährstoffe in ausreichender Menge. Die Zusammensetzung des Nährmediums hat dabei direkten Einfluss auf die Inhaltsstoffe der Mikroalgen und muss deshalb sehr genau überwacht werden. In Betrieben, die nach ökologischen Richtlinien produzieren (gemäß der Verordnung (EU) Nr. 889/2008) dürfen nur Düngemittel auf pflanzlicher und mineralischer Basis verwendet werden. Die ökologische Produktion verzichtet zudem auf die Verwendung genetisch veränderter Mikroalgen. Um eine mögliche Belastung von Wasserkörpern zu unterbinden, müssen ökologisch zertifizierte (VO (EU) Nr. 889/2008) Mikroalgen-Betriebe z.B. nachweisen, dass der Nährstoffgehalt des Abwassers nicht größer ist als der des Wasserzuflusses. Die Reinigung der Becken findet in ökologisch zertifizierten Betrieben in der Regel durch mechanische Maßnahmen statt; zugelassene Reinigungs- und Desinfektionsmittel sind in den geltenden Verordnungen genau geregelt. Identisch verhält es sich mit der Anwendung von Zusatzstoffen bei der weiteren Verarbeitung von Mikroalgen.

Aufgrund ihrer hohen Produktivität und Diversität werden Mikroalgen als Rohstoff der Zukunft gehandelt. Im Vergleich zu terrestrischen Nutzpflanzen, beispielsweise Mais und Raps, haben Mikroalgen eine signifikant höhere Produktivität bei geringerem Flächen- und Wasserverbrauch.

Kontakt: a.chalmin@inbiseco.de; International Biologists` Services Consultancy (inbiseco), Bremen

Nachhaltiges Aquakulturmanagement – Eine Perspektive für Entwicklungsländer?

Ein Großteil der Aquakulturprodukte stammt aus Entwicklungsländern. Wie kann ein ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltiges Aquakulturmanagement gelingen?

Nachhaltiges Aquakulturmanagement – eine Perspektive für Entwicklungsländer?

DR. STEFAN BERGLEITER

Die Versorgung der wachsenden Bevölkerung mit hochwertigem, tierischem Protein ist eine zentrale Herausforderung der Lebensmittelwirtschaft und als solche z.B. auch in den Sustainable Development Goals verankert. Fisch – hier verstanden als Gesamtheit der aquatischen Tiere, die vom Menschen verzehrt werden – liefert etwa ein Fünftel des global verfügbaren tierischen Proteins und ist besonders relevant für arme Länder und Bevölkerungsanteile. Längst ergeben sich Schwierigkeiten dabei, die benötigten Produktionsniveaus tatsächlich nachhaltig sicherzustellen und sogar zu steigern. Besonders zeigt sich dies bei der Nutzung freilebender Fischbestände: Die meisten natürlichen Populationen sind heute bereits vollständig genutzt, und eine weitere Steigerung ist unmöglich. Deswegen gewinnt die Aquakultur weltweit stark an Bedeutung, und die gezielte, kontrollierte und planbare Nach- und Aufzucht von Fisch in Teichen, Netzgehegen, Tanks usw. gilt als der am schnellsten wachsende Bereich der globalen Lebensmittelwirtschaft. Die Wachstumsmöglichkeiten liegen jenseits der Kapazität natürlicher Bestände der betreffenden Spezies und scheinen zunächst unbegrenzt. Jedoch hängt auch die Entwicklung der Aquakultur untrennbar von vielfältigen – natürlichen und gesellschaftlichen – Ressourcen ab, was nachhaltiges Management erfordert.

Die Welternährungsorganisation FAO belegt in ihrem zweijährigen Bericht zum Stand von Fischerei und Aquakultur (FAO, 2016) die besondere Bedeutung der Aquakultur für die sogenannten Entwicklungsländer: Die Erträge der Fischerei stagnieren seit etwa 30 Jahren bei ca. 90 Mio. t/a. Etwa die Hälfte der gesamten Fischproduktion stammt heute bereits aus der Aquakultur, die durchschnittlich bis zu 10 % Wachstum pro Jahr aufweist und so den mit der Weltbevölkerung steigenden Bedarf kompensiert. Die 25 Top-Erzeugerländer stellen über 97 % der globalen Aquakulturerzeugung, davon wiederum die sechs führenden Länder (China, Indonesien, Indien, Vietnam, Philippinen, Bangladesch) über 80 %. Der überwiegende Anteil der globalen Aquakultur findet damit in Entwicklungs- bzw. Schwellenländern statt.

Nach FAO beruht der Lebensunterhalt von etwa 12 % der Weltbevölkerung auf Fischerei und Aquakultur: Die Aquakultur liefert in den betreffenden Ländern einerseits kostengünstige und hochwertige Lebensmittel, häufig auch aus informeller Subsistenzproduktion. So bieten z.B. die Reisfelder Südostasiens eine Fülle von Fisch-, Krebs- und Weichtierarten, die den Speisezettel der ländlichen Bevölkerung entscheidend bereichern. Andererseits ist Fisch für viele Entwicklungsländer auch ein wichtiges Exportprodukt, und die Aquakultur stellt in der Erzeugung (ca. 60 Mio.) und bei der Weiterverarbeitung (ca. 140 Mio.) dringend benötigte Arbeitsplätze, insbesondere auch für Frauen. Gängige Definitionen von Entwicklungsländern betonen diese (Über-)Abhängigkeit von der Primärproduktion und damit auch ihre besondere Verwundbarkeit, wenn die natürlichen Grundlagen dieser Produktion – z.B. durch Klimawandel, Gewässerverschmutzung, Landnutzungskonflikte – gefährdet werden.

> *» Fisch liefert etwa ein Fünftel des global verfügbaren tierischen Proteins und ist besonders relevant für arme Länder. «*

Bestimmte typische Strukturmerkmale von Entwicklungsländern – z.B. mangelhafte Bildungschancen, Analphabetismus, Korruption, Strukturschwäche bei der Verwaltung öffentlicher Güter – erhöhen somit die Gefahr, dass gerade wichtige Aquakulturnationen an den Ästen sägen, die diesen Produktionszweig unterstützen.

Nach dem klassischen 3-Säulen-Modell-ökologische, soziale und ökonomische Nachhaltigkeit – ergeben sich unterschiedliche Kombinationen und Wechselwirkungen, die das betreffende Aquakultursystem ins Wanken bringen können. So ist in vielen Regionen Südostasiens ein extensives, d.h. ohne Futter- und weitgehend ohne Energieeinsatz betriebenes, Produktionssystem typisch, z.B. bei Garnelenfarmen im vietnamesischen Mekong-Delta. Dadurch findet kein Nährstoffaustrag aus den Zuchtbecken statt, und die Qualität der umliegenden Gewässer wird nicht gefährdet. Die schließlich als „Cash Crop" vermarkteten Garnelen stellen nur einen kleineren Teil der gesamten Fischproduktion dar, der Rest dient der eigenen Versorgung. Kritisch ist bei diesem System der geringe Ertrag pro Flächeneinheit, der tendenziell den Bedarf an Kulturflächen auf Kosten z.B. naturbelassenen Mangrovewalds erhöht. Mangroven schützen die Küsten gegen Wellenschlag, und sind außerdem mit ihren Stelzwurzeln im Gezeitenbereich eine wichtige „Kinderstube" für zahlreiche marine Fisch- und Wirbellosenspezies.

Ein anderes Bild ergibt sich bei intensiven Formen der Aquakultur, z.B. der Erzeugung von Pangasius-Welsen im Mittleren Mekong. Hier werden sehr viele Fische in sehr hohen Dich-

ten in schwimmenden Netzgehegen und Teichen gehalten, was massive Zufütterung, bei Teichhaltung außerdem mechanische Belüftung erforderlich macht. Die Zufütterung wirft zum einen die Frage nach der Nachhaltigkeit der Futterherkünfte auf (z.B. Fischmehl aus unregulierter, eventuell illegaler Fischerei), zum anderen werden von derart gefütterten Fischen Nährstoffe ausgeschieden, die z.B. Algenblüten in den umliegenden Gewässerabschnitten verursachen können. Die hohen Besatzdichten verursachen regelmäßig Krankheitsausbrüche, und diese werden – häufig ohne ausreichende veterinärmedizinische Beratung und Aufsicht – z.B. mit kritischen Antibiotika behandelt, welche dann zu entsprechenden Rückstandsfunden in den Zielländern der Vermarktung führen. Zwar ist der Ertrag pro Fläche bei solchen intensiven Produktionsformen sehr hoch (bis zu 80 kg/m^2), aber in der Regel müssen die Farmer die ebenfalls sehr hohen Kosten für Futter und Besatzfische vorfinanzieren und tragen sämtliche Risiken der Erzeugung und der Vermarktung. So können z.B. Starkwetterereignisse zu Verlusten und Sterblichkeit der Fische führen, oder die Preise können durch saisonale Überproduktion unter die Rentabilitätsgrenze fallen.

Zertifizierungsinitiativen wie Naturland bemühen sich darum, die Nachhaltigkeit der Aquakultur in Entwicklungsländern zu erhöhen. Dies geschieht vor allem dadurch, dass zentrale Nachhaltigkeitsmängel durch die Implementierung geeigneter Richtlinien behoben werden. Insbesondere besteht der Ansatz von Naturland dabei auf verbindlichen Protokollen zur Erhaltung natürlicher Ökosysteme (z.B. Restaurierung von Mangrovewäldern), zum Einsatz von Futtermitteln und Medikamenten (z.B. Begrenzung des Futtereinsatzes), zu verbindlichen Sozialstandards (z.B. keine Kinderarbeit) und der Verwendung von pflanzlichen Futtermitteln aus dem Ökolandbaurichtlinien (komplette Richtlinien unter www.naturland.de).

Generell wächst das Interesse des Verbrauchers – und damit des Marktes allgemein – an nachhaltig erzeugten Produkten. Ein wichtiger Informations- und Sensibilisierungsweg sind dabei z.B. Ranking-Initiativen und Fisch-Einkaufsführer, die von Umweltorganisationen publiziert werden (z.B. der „Einkaufsratgeber Fisch" von Greenpeace). Auf diese Sensibilisierung setzen Zertifizierungsinitiativen, die dem Verbraucher ermöglichen, eine kritische Auswahl nach Nachhaltigkeitsvorteilen zu treffen, die über die reine Gesetzeskonformität hinausgehen. Auf diese Weise können auch Initiativen wirkungsvoll gefördert werden, welche darauf abzielen, die Produktionsgrundlagen für die Aquakultur in Entwicklungsländern dauerhaft zu erhalten.

Kontakt: **s.bergleiter@naturland.de, Naturland – Verband für ökologischen Landbau e.V., Gräfelfing**

Nachhaltiges Aquakultur Management – eine Perspektive für die Länder des globalen Südens aus Sicht eines öffentlichen Projektträgers

DR. HELEN LAQUA

Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) ist eine staatliche Organisation und als Projektträger im Bereich Welternährung noch relativ jung. Der wichtigste Auftraggeber ist das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Basierend auf dem Konzeptpapier des BMEL zur Globalen Nahrungsmittelsicherheit und Ernährung werden internationale Forschungskooperationen gefördert. Diese Förderaktivitäten sind komplementär zur Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Während das BMBF eher an Grundlagenforschung interessiert ist und das BMZ eher die internationale Forschung der intergovernmental CGIAR Organisationen fördert, ist das BMEL an praxis- und anwendungsorientierter Forschung interessiert. Hierzu soll unter anderem das Wissen der deutschen Ressortforschungseinrichtungen und Universitäten genutzt werden und den Zielgruppen in den Ländern des globalen Südens zugutekommen. Übergeordnete Ziele sind dabei, geeignete Rahmenbedingungen für die Ernährungssicherheit zu schaffen, weltweit die Nahrungssicherheit zu verbessern und die „Food Systems" auf eine ausgewogene gute Ernährung auszurichten.

Die Welternährungssituation präsentiert sich alles andere als positiv: Weltweit leiden mehr als 800 Mio. Menschen an Hunger, 2 Mrd. leiden unter verstecktem Hunger, d.h. unter Mangel an wichtigen Mikronährstoffen, 155 Mio. Kinder sind unterernährt, 52 Mio. sind als Folge davon verkümmert. Und – die Weltbevölkerung wächst weiter. Im Jahr 2050 werden geschätzte 9 Mrd. Menschen auf der Welt leben. Demzufolge steigt der Bedarf an Nahrungsmitteln, welche unter Bedingungen des fortschreitenden Klimawandels hergestellt werden müssen. Auf der anderen Seite entstehen Probleme dadurch, dass weltweit ungefähr 2 Mrd. Erwachsene übergewichtig sind, 600 Mio. davon sogar fettleibig. Diese Zahl hat sich seit 1980 verdoppelt. Außerdem

waren 2014 ca. 41 Mio. Kinder unter 5 Jahren übergewichtig. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Ernährung der Menschen und der Zunahme ernährungsbedingter, nicht übertragbarer Krankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Krankheiten und Diabetes, welche die Gesundheitssysteme aller Länder stark belasten.

Deutschland hat im internationalen Rahmen zur Umsetzung der Agenda 2030 Verpflichtungen, und muss Beiträge zur Erreichung der SDGs (Sustainable Develpoment Goals = Ziele für nachhaltige Entwicklung) leisten. Die BLE unterstützt in diesem Rahmen praxisorientierte Forschung. Die Umsetzung der Forschungsergebnisse soll die Lebensgrundlagen benachteiligter und ärmerer Menschen verbessern (z. B. lokale Einkommensgenerierung durch den Aufbau regionaler Wirtschaftskreisläufe).

Die BLE fördert internationale Forschungskooperationen zwischen deutschen Forschungseinrichtungen und Forschungspartnern in Ländern des globalen Südens und in diesem Rahmen insbesondere angewandte, praxisorientierte Agrar- und Ernährungsforschung. Dabei umschließt der Begriff „Agrar" alles, was die menschliche Ernährung betrifft, also auch zum Beispiel Insekten, Algen, Wassertiere, etc.

Der derzeitige geographische Fokus der Förderung (Processing Bekanntmachung von 2016) liegt auf den Ländern gemäß dem Welthunger-Index, besonders im sub-saharischen Afrika und in Südostasien. Das „Menschenrecht auf angemessene Nahrung" bietet dem BMEL die Grundlage zur Durchführung von Forschung zur Verbesserung der Welternährung.

Die Ziele des BMEL sind eine leistungsfähige und nachhaltige (v.a. soziale, ökologische und wirtschaftliche) Agrar- und Ernährungswirtschaft vor Ort sowie die Minimierung von quantitativen und qualitativen Lebensmittelverlusten. Es geht darum, die lokalen Wertschöpfungsketten zu verstehen und zu optimieren. Die Verbesserung der Lebensmittelsicherheit und –qualität aber auch der Ernährungsqualität durch eine ausgewogene und mangelfreie Ernährung sind weitere Ziele.

» Ziel ist, geeignete Rahmenbedingungen für die Ernährungssicherheit zu schaffen, weltweit die Nahrungssicherheit zu verbessern und die „Food Systems" auf eine ausgewogene gute Ernährung auszurichten. «

Zusammengefasst sollen die geförderten Forschungsprojekte zur Lösung komplexer ökonomischer, ökologischer und sozialer Herausforderungen und zur dauerhaften Verbesserung der Ernährungssicherheit vor Ort beitragen.

Seit der Gründung des Titels Welternährung im BMEL gab es zwei große Bekanntmachungen: Die erste, 2013, fördert Projekte zum Thema „Ernährung und diversifizierte Landwirtschaft", die zweite, 2016, förderte Projekte zum Thema „Innovative Ansätze zur Verarbeitung, Haltbarmachung und Verpackung von lokalen Lebensmitteln". Während die erste Bekanntmachung sich also auf die diversifizierte landwirtschaftliche Produktion und verbesserte Ernährung konzentrierte, ging es bei der zweiten Bekanntmachung darum, Produkte durch Verarbeitung haltbar zu machen, um Mangelzeiten überbrücken zu können. Auch neue, ökologisch akzeptable Verpackungslösungen sowie neue Vermarktungsmöglichkeiten sollen weiterentwickelt werden. Basierend auf den Forschungsergebnissen sollen Projekte auch Empfehlungen für die Politik entwickeln. Hierzu sind Netzwerke vor Ort wichtig. Neue Informations- und Kommunikationstechniken sind für die Verbesserung von Beratungs- und Bildungssystemen wesentlich. Da auch das sehr stark sozio-kulturell beeinflusste Konsumverhalten der Menschen eine wichtige Rolle für eine ausgewogene Ernährung spielt, sollen Bildungs- und Ausbildungsaktivitäten in Richtung eines nachhaltigen Konsumverhaltens durchgeführt werden.

Insgesamt sind neun Konsortialprojekte zur Förderung vorgesehen, die einen deutschen Koordinator und Weiterleitungspartner in Afrika haben. Involviert sind mehr als 30 deutsche Forschungseinrichtungen und Universitäten und 42 Partnerorganisationen in Afrika.

Aktuell geförderte Aquakultur Projekte aus der ersten Ausschreibung sind unter anderem das „Ich liebe Fisch" Projekt der Fraunhofer EMB, der GMA Büsum mit den Malawischen Partnern der Lilongwe University of Agriculture & Natural Resources – LUANAR. Dort geht es um die Verbesserung der Ernährungsgrundlage und Wertschöpfung bei der Landbevölkerung in Malawi. Dies soll durch eine effizientere, solargestützte Aquakulturproduktion und eine innovative Verknüpfung von Fisch- und Gemüseerzeugung erreicht werden.

Ein weiteres Projekt im Rahmen des Doktorandenprogramms (ausländische Doktoranden werden bei der Durchführung ihrer Doktorarbeit unterstützt) beinhaltet die Entwicklung nachhaltiger Futtermittel für Regenbogenforellen auf der Basis lokal verfügbarer Futtermittelkomponenten im Iran.

Auch unter der zweiten Bekanntmachung gibt es ein Projekt, in dem Aquakultur eine Rolle spielt. Es geht im Projekt um die Entwicklung einer solaren Kühlungs- und Trocknungstechnologie für Milchfisch in Kenia. Das Projekt wird in Zusam-

menarbeit zwischen dem Fraunhofer ISE sowie kenianischen Partnern implementiert.

Die Aquakultur passt insgesamt sehr gut in das Welternährungskonzept des BMEL, da in vielen Ländern des globalen Südens Fisch die wichtigste Proteinquelle ist und durch seine vielen wertvollen Inhaltsstoffe (z.B. Vitamine, Mineralstoffe, Aminosäuren) ein ernährungsphysiologisch sehr hochwertiges Nahrungsmittel darstellt. Fisch, aber auch weitere Aquakulturprodukte wie Muscheln oder Algen können bei der Bekämpfung von Hunger, Unter- und Fehlernährung eine große Rolle spielen. Offene Fragen des Projektträgers BLE bezüglich einer möglichen zukünftigen Projektförderung im Bereich Aquakultur stellen sich wie folgt dar:

- Die natürlichen Wildfischbestände sind weltweit überfischt, könnte nachhaltige Aquakultur hier entlastend wirken?
- Könnte man verstärkt an Algenproduktion für die menschliche Ernährung denken?
- Gibt es ein Potenzial für nachhaltige Binnenland-Aquakultur unter dem Gesichtspunkt saisonal schwankender Wasserverfügbarkeit?
- Könnten (Teile von) Kreislaufsystemen in Verbindung mit weiteren vor- oder nach oder parallel geschalteten Prozessen/Wertschöpfungsketten gebracht werden (integrated aqua/agriculture)?
- Ist in Zusammenhang mit Aquakultur eine kleinskalierte Förderung lokaler/regionaler Wirtschaftskreisläufe in umweltverträglicher Weise denkbar, die in erster Linie auf Deckung der lokalen Nahrungsbedürfnisse ausgerichtet sind und Arbeitsplätze schaffen?
- Kann die Aquakultur einen Beitrag zur Ernährung von Städten leisten vor dem Hintergrund des weltweiten Verstädterungstrends (geschlossene Systeme, kurze Transportwege, niedriger Flächenbedarf)?

Wir würden gerne weitere Potenziale, beziehungsweise Begründungen und Forschungsbedarfe zu nachhaltiger Aquakultur für die Länder des globalen Südens sammeln, da der Themenbereich Aquakultur für zukünftige Bekanntmachungen eine Rolle spielen könnte.

Kontakt: **Helen.Laqua@ble.de, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Referat Internationale Zusammenarbeit und Welternährung, Bonn**

Nachhaltige Aquakultur – Eine Chance für Entwicklungsländer?

PROF. DR. ULFERT FOCKEN

Der Titel wirft verschiedene Fragen auf: 1. Was verstehen wir unter nachhaltig und auf welches Nachhaltigkeitskonzept beziehen wir uns? Nachhaltigkeit war ursprünglich rein ökologisch definiert, später entstanden das „3-Säulen-Modell" und dann die 17 „Sustainable Development Goals" (SDGs). 2. Eine Chance für was? Eine Chance für „faire" Nahrungsmittelproduktion und Ernährungssicherung? Langfristige Beschäftigung? Gesichertes Einkommen? Und 3. Eine Chance für wen? Für Fischfarmer und Landbesitzer als Produzenten und die landlose Landbevölkerung als Arbeitskraft? Oder für die Stadtbevölkerung als Verbraucher? Oder für die Firmen als Zulieferer, die Erzeuger und die Händler und Exporteure?

In zahlreichen Entwicklungs- und einigen Schwellenländern ist nach FAO-Daten die Versorgung der Bevölkerung mit Protein insgesamt oder mit tierischem Protein summenmäßig nicht ausreichend. Regionale und soziale/ökonomische Unterschiede können dies weiter verschärfen und auch in eigentlich ausreichend versorgten Ländern zu Proteinmangel führen. Weltweit liefern Fisch und Meeresfrüchte rund 20 % des tierischen Proteins, mit starken regionalen Unterschieden. Insbesondere die indigene Bevölkerung in Küstenregionen ist für Ernährung, Einkommen und kulturelle Identität auf Fisch und Meeresfrüchte angewiesen.

Bei der Entwicklung der Aquakultur in Entwicklungsländern gibt es generelle Probleme und Hemmnisse. Eines davon ist der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften auf allen Ebenen, vom Fischwirt über den Farmmanager zu Entscheidungsträgern in Firmen, Behörden und Banken. Die Ausbildung muss spezifisch für das Land bzw. die Region und die individuellen Aufgaben sein. Des Weiteren besteht ein Mangel an geeigneten Futtermitteln. Diese sollten idealerweise lokal/regional produziert werden und dem Bedarf der kultivierten Arten angepasst sein. Falls es keine lokale Futtermittelproduktion gibt, dürfen importierte Futtermittel nicht durch Steuern künstlich verteuert werden.

Ebenso herrscht ein Mangel an Brutanstalten und daher an geeignetem gut wachsendem und seuchenfreiem Besatzmaterial an Fischen und Shrimps. Schließlich fehlen rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen. Zur Entwicklung der Aquakultur ist ein stabiler rechtlicher Rahmen für die Aquakultur bezüglich des Zugangs zu Land und Wasser, Krediten, Märkten etc. erforderlich, ebenso über die zu berücksichtigenden Anforderungen bezüglich des Naturschutzes. Die Aquakultur benötigt den gleichen Zugang zu öffentlicher physischer Infrastruktur und Ausbildung wie die Landwirtschaft.

Die Steigerung der Aquakulturproduktion in einem Entwicklungsland führt aber nicht notwendigerweise zu einer Verbesserung der Versorgung mit Fisch/Meeresfrüchten im Inland. Dies ist ersichtlich am Beispiel der Philippinen: Von 1970 bis 2000 stieg die Aquakulturproduktion von ca. 100 000 Tonnen p.a. auf ca. 900 000 Tonnen p.a., gleichzeitig ist die pro-Kopf Versorgung mit Protein aus Fisch und Meeresfrüchten leicht gesunken. Ein Grund hierfür ist neben Bevölkerungswachstum und dem Rückgang der Fangfischerei die Umwandlung von Teichen, die ursprünglich der Milchfischproduktion für den lokalen und nationalen Markt dienten, in Shrimpteiche, die überwiegend der Exportproduktion dienen.

> *» In zahlreichen Entwicklungs- und einigen Schwellenländern ist nach FAO-Daten die Versorgung der Bevölkerung mit Protein insgesamt oder mit tierischem Protein summenmäßig nicht ausreichend. «*

Ganz anders lief es dagegen zum Beispiel in Vietnam: Nach der wirtschaftlichen Öffnung Mitte der 80er Jahre ist die Aquakulturproduktion von ca. 130 000 Tonnen auf 3 450 000 Tonnen im Jahr 2015 gestiegen, Vietnam wurde damit zu einem der größten Fischexporteure der Welt. Das vietnamesische Landwirtschaftsministerium hat sowohl die exportorientierte Aquakulturproduktion (vor allem Shrimps und Pangasius) wie auch die Produktion für den nationalen Markt (vor allem Karpfenartige und Tilapia) mit speziellen Programmen gefördert. Dies führte zu einer Verdopplung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Fisch und Meeresfrüchten, trotz Anstieg der Bevölkerung um 50 % im gleichen Zeitraum.

Fachleute der EU, der GIZ, des IRD (Frankreich) und externe Fachleute haben die Erfahrungen im Bereich der Aquakulturentwicklung in den letzten Jahrzehnten verglichen und daraus Empfehlungen abgeleitet (AFD, EU & GIZ (2017): Opportunities and Challenges for Aquaculture in Developing Countries. Brussels/Eschborn/Paris). Darin ist dargestellt, wie Aquakultursysteme im Entwicklungszusammenhang sinnvoll klassifiziert werden können, welche Aquakultursysteme positiv oder negativ im Hinblick auf die verschiedenen SDGs wirken, welche besonderen Probleme und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung es gibt und welche Voraussetzungen auf Seiten des privaten wie des öffentlichen Sektors erbracht werden müssen.

Kernthesen des Vortrags:

- Ein erheblicher Teil der Aquakulturproduktion stammt aus Entwicklungsländern
- In zahlreichen „Aquakultur-Ländern" besteht ein Nahrungs- oder Proteinmangel für weite Teile der Bevölkerung
- Aquakultur kann Nahrung und Einkommensmöglichkeiten generieren, aber das Potential hierfür ist bei verschiedenen Aquakultursystemen sehr unterschiedlich
- Zumindest kurzfristig kann es einen Konflikt zwischen verschiedenen SDGs geben z.B. Beseitigung von Hunger vs. Ressourcenschutz
- Nachhaltige Aquakulturentwicklung erfordert einen starken öffentlichen Sektor, der die Rahmenbedingungen setzt und deren Einhaltung durchsetzt, und einen privaten Sektor, der sich langfristig in diesem Rahmen engagiert
- Deutschland kann den öffentlichen Sektor der Partnerländer durch Ausbildung und Beratung unterstützen. Handel und Verbraucher in Deutschland können durch ihre Angebots- resp. Kaufentscheidungen Einfluss auf die Nachhaltigkeit der Exportproduktion in den Lieferländern nehmen.

Kontakt: **ulfert.focken@thuenen.de, Thünen-Institut für Fischereiökologie, Bremerhaven**

Neue Lebensmittel aus Aquakultur – Liegt die Zukunft der Ernährung im Wasser?

**Wurst aus Muschelpaste? Spaghetti aus Algen? Rohstoffe aus dem Meer könnten die Ernährung der Menschheit sichern. Welche neuen Lebensmittel und Lebensmittelzusatzstoffe werden erforscht?
Wie wird die Ernährung in Zukunft aussehen?**

Liegt die Zukunft der Ernährung im Wasser?

DIPL. ING. ROBERT STIEBER

Die Blaue Biotechnologie macht aquatische/marine Ressourcen für die Menschen nutzbar. Die Lebensmittelproduktion von (Über-)morgen kann und sollte auf dem Wasser gestaltet werden. Dies bedeutet, dass in Zukunft sogenannte „schwimmende Habitate" entwickelt werden, in denen integrierte Fisch- und Pflanzenzucht (Aquaponik) betrieben wird.

Die „marine Ernährung" von heute besteht generell aus den Standard-Fischprodukten, die man generell im Supermarkt kauft (z.B. Fischstäbchen) oder an Buffets, in Restaurants, etc. zu sich nimmt. Außerdem werden zum Beispiel Algenextrakte als Farbstoffe oder Emulgatoren (z.B. Caragen aus der Rotalge) verwendet. Jede zweite Fertig-Salatsauce enthält Algenextrakte! Auch – und gerade – im Bereich der vegan-vegetarischen Küche werden Algenextrakte, so z.B. Agar als Geliermittel, verwendet.

An der Fraunhofer EMB ist die Forschung und Entwicklung von Produkten aus marinen Ressourcen eine der Kernkompetenzen im Bereich der angewandten Lebensmittelforschung. Unter anderem werden im Bereich der ganzheitlichen Nutzung von Aquakulturfisch Forschungen angestellt. Hierbei geht es darum, den gefangenen Fisch zu nahezu 100 % für den menschlichen Verzehr zu nutzen.

> *» Algen können die Ernährung der Zukunft unterstützen, aber nicht Grundnahrungsmittel wie Mais oder Kartoffeln ersetzen. «*

Im Jahr 2016 wurden weltweit rund 151 Mio. Tonnen Fisch verzehrt – primär als Filet. Aber: der Fisch schwimmt nicht als Filet durchs Meer. Das Filet macht (z.B. beim Lachs) nur um die 60-70 % des Fisches aus, mit anderen Worten: 30-40 % oder insgesamt 80 Mio. Tonnen sind Reststoff. Aktuell werden diese Reststoffe vor allem als Tierfutter oder Düngemittel weiterverwertet. Eine bessere Wertschöpfung kann durch die Herstellung von Surimi oder anderen Produkte erreicht werden.

Bei Muscheln besteht ein ähnliches Problem: nur die richtige Größe kann vermarktet werden. Kleinere Muscheln können noch als neue Animpfung der Aquakultur dienen, ansonsten werden auch diese vorwiegend als Tierfutter verwendet. Auch hier forscht die Fraunhofer EMB an einer besseren Wertschöpfung und hat mit einem Kieler Unternehmen daraus eine Muschelpaste als Brotaufstrich entwickelt.

Makroalgen bieten eine Vielzahl von Anwendungen. Sie zeichnen sich durch antioxidative und antibakterielle, sowie hydrokolloide (gelbildende) Eigenschaften aus und besitzen allgemein gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe. Doch stellte sich die Frage: Wie soll man Makroalgen den Deutschen schmackhaft machen? Daraus entstand die Idee: Makroalgen sollten vom Becherglas ins Bierglas überführt werden! Der Prozess von der marinen Ressource zum marktfertigen Produkt erfolgt in mehreren Schritten: 1. Das Finden der marinen Ressourcen, 2. das Prototyping, 3. das Upscaling und 4. Die Markteinführung. In dem ersten Schritt erfolgte also das Screening von Makroalgen. Dabei musste als erstes sichergestellt werden, dass die Alge der Wahl auch als Lebensmittel zugelassen und lebensmitteltauglich ist. Dann wurde über sechs Monate getestet, welche Algen wie schmecken. Dabei gingen die Geschmacksrichtungen von „frittiertem Bacon" über „Dosenchampignon" bis hin zu „lecker!". Vieles schmeckte aber auch gar nicht und wurde für den weiteren Prozess nicht berücksichtigt. In einem zweiten Schritt kam es dann zum Bierbrauen. Dabei wurde versucht, während des Maischens (maischen = Vermischung von Malz und Wasser bei bestimmten Temperaturen) die Alge dazuzugeben, was aber nicht geschmeckt hat. Der Versuch, die Alge beim Würzekochen (= Vorgang, bei dem der Hopfen zum Bier gegeben und gekocht wird) hinzuzufügen, führte zu einem interessanten Geschmacksresultat. Allerdings veränderte sich das Produkt im weiteren Prozess nachteilig. Somit wurde an dieser Stelle der Prozess nicht weiter verfolgt. Auch der Versuch, die Alge während der Gärung (=bei der Zugabe der Hefe) hinzuzufügen, schlug fehl.

Parallel zu dem Versuch, ein Bier zu entwickeln wurde auch eine Limonadenrezeptur entwickelt (die Limonade nennt sich „Meeresrauschen"). Auf Basis dieser Rezeptur wurde später mit der Firma Klüvers Delikatessen Manufaktur weitergearbeitet und daraus ein Bier-Prototyp hergestellt. Die Prozesse wurden optimiert, um in einem Upscaling Prozess – ausgehend von einem Liter – schließlich 2 000 Liter Bier („Seegang") herzustellen.

Zum letzten Schritt, dem Absatz, bleibt zu sagen, dass das Algenbier auf der Internorga (Leitmesse für Gastronomie) der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Es wurde dort festgestellt, dass Algen als marine Lebensmittel der Zukunft zwar in aller Munde sind, dass sie aber auch Geschmackssache sind. Aber – sind Algen denn nicht die Nahrungsgrundlage der Zukunft? Darauf würden wir antworten: Jein. Algen können die Ernährung der Zukunft unterstützen, aber nicht Mais, Kartoffeln, etc. als Grundnahrungsmittel ersetzen.

Kontakt: robert.stieber@emb.fraunhofer.de, Fraunhofer-Einrichtung für Marine Biotechnologie und Zelltechnik, Lübeck

Mikroalgenproduktion bei der Firma BlueBioTech GmbH

DR. SEBASTIAN LIPPEMEIER

Gemeinhin versteht man oft (fälschlicherweise) unter Aquakultur die Kultivierung von Fischen, Muscheln, allenfalls noch Garnelen. Doch zur Aquakultur gehören auch marine Algen, Pilze und Bakterien. Mikroalgen sind sehr kleine (<1mm) pflanzliche Organismen. Sie weisen eine große Formenvielfalt auf. Mittlerweile sind ungefähr 30 000 verschiedene Arten bekannt, und um die 200 000 Substanzen werden von Mikroalgen produziert. Durch den Kontakt mit dem Außenmedium Meerwasser und durch zum Teil einzigartige Lebensweisen haben Mikroalgen zum Teil Stoffe entwickelt, die sonst in solcher Form nicht vorhanden und daher für den Produzenten sehr interessant, weil exklusiv sind. Es macht keinen Sinn, Stoffe, die auch aus Soja oder Mais gewonnen werden können, aus Mikroalgen zu gewinnen, da dies zu kostspielig wäre. Immerhin wird ein Großteil der Einkünfte von BlueBioTech über die Produktion finanziert, und so müssen die produzierten Stoffe einen Marktvorteil vorweisen können.

Mikroalgen spielen mittlerweile bei der Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln, Futtermitteln und Kosmetika eine wichtige Rolle. BlueBioTech hat sich vor allem auf die Mikroalgenproduktion für Futtermittel, die in der Aquakultur eingesetzt werden, spezialisiert. Marktdominierend sind Chlorella und Spirulina. In Spirulina sind zahlreiche Vitamine, Mineralstoffe, Aminosäuren, etc. vorhanden, die für die menschliche Ernährung sehr interessant sind und vom Menschen gut verwertet werden können. Daraus hat sich in den letzten Jahrzenten hauptsächlich in Asien eine Spirulina- und Chlorellaproduktion entwickelt. Dabei werden bis zu mehrere Tonnen in meist offenen Becken in mehreren Hektar großen Anlagen produziert. Anschließend werden die Algen vor allem als Nahrungsergänzungsprodukte vermarktet.

Spirulina ist seit 30-40 Jahren auf dem Markt und daher stellte sich für BlueBioTech die Frage, ob es nicht neue Arten gäbe, die andere interessante Eigenschaften haben. Um aber ein neues Nahrungs(ergänzungs)mittel auf den Markt bringen zu können, muss es gemäß der Novel Food Verordnung (NFV) zertifiziert werden. Dies dient einerseits dem Schutz des Konsumenten, was durchaus sinnvoll ist. Andererseits bremst es aber auch die Einbringung von neuen Algenarten in die Nahrungsmittelindustrie. Als Algenproduzenten gibt es daher zwei große Hemmschuhe bei der Vermarktung neuer Algenarten: Die Zertifizierung unter der NFV und die relativ hohen Kosten, die durch die neue Produktion verursacht werden.

Die Firma BlueBioTech hat sich daher darauf spezialisiert, mit neuen Algenarten Futtermittel für die Aquakultur von Shrimps und Fischen zu entwickeln. Auch in der Natur ist es so, dass Mikroalgen von kleinen Lebewesen (Zooplankton) als Futter aufgenommen werden, und diese dann wiederum von Fisch- und Garnelenlarven gefressen werden. Der Weg von der Mikroalge zur Garnele oder zum Fisch ist also natürlicherweise gegeben.

BlueBioTech produziert ein Mikroalgenkonzentrat aus der Mikroalge Nannochloropsis. Diese Mikroalge zeichnet sich durch ihre hochwertigen Fettsäuren aus, sowie durch weitere Eigenschaften wie eine geeignete Zellgröße und lange Haltbarkeit, wodurch sie sich als Futter für Fischlarven in der Fischzucht sehr gut eignet. Nannochloropsis ist als Lebensmittel für den Menschen nicht zugelassen, jedoch aber als Futter für den Fisch. Als solches muss es von sehr hochwertiger und sauberer Qualität sein. Die Produktion von Nannochloropsis erfolgt in Gewächshäusern, wodurch eine fast durchgehende Produktion möglich ist. Das fertige Produkt ist ein Biomassekonzentrat, das entweder in flüssiger Form in Kanistern oder als gefriergetrocknetes Pulver verschickt werden kann. Als solches kann es dann als Futterzusatz in der Aquakultur eingesetzt werden. Die Zugabe von Nannochloropsis stimuliert z.B. bei Shrimps das Immunsystem und vermindert so das Krankheitsrisiko.

» Mikroalgen spielen mittlerweile bei der Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln, Futtermitteln und Kosmetika eine wichtige Rolle.. «

Über den Weg der Futtermittelherstellung hat BlueBioTech einen Weg gefunden, die Vielzahl von Algen, die dort eingesetzt werden kann, zu nutzen. Dies bietet auch die Möglichkeit zu einer Produktionsoptimierung. Die Kunden wollen ein qualitativ hochstehendes und über das ganze Jahr erhältliches Produkt, das außerdem nicht zu teuer sein darf. Zum Vergleich: Ein Kilo Spirulina Trockenmasse kostet um die 30 EUR, während ein Kilo Trockenmasse Nannochloropsis um die 400 EUR kostet. Das Produkt ist also relativ teuer, aber dennoch marktfähig, weil andere Produzenten es bisher auch nicht geschafft haben, es billiger herzustellen. Hohe Qualität und dauerhafte Lieferung hat und verdient ihren Preis!

Kontakt: **lippemeier@bluebiotech.de, BlueBioTech GmbH, Büsum**

Fisch aus Aquakultur in Deutschland: Populär oder verpönt?

DR. MATTHIAS KELLER

Die Bundesrepublik Deutschland ist mit ihren über 82 Mio. Einwohnern ein wichtiger Absatzmarkt für Lebensmittel der EU. Die Bedeutung Deutschlands in Bezug auf den Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten ist mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von ca. 14 kg im Vergleich zum EU-Durchschnitt mit ca. 24 kg eher gering.

Dennoch ist der deutsche Markt insbesondere für den Absatz von Fisch und Meeresfrüchten aus nachhaltigen Aquakulturen von besonderem Interesse, wie die nachfolgenden Kennziffern verdeutlichen:

1. 2 % des Aquakulturfischangebotes in Deutschland stammt aus Anlagen in Deutschland, 98 % des Aquakulturfischangebotes stammen aus Importen überwiegend aus Norwegen und Dänemark.
2. 32 % des Verbrauchs an Fisch und Meeresfrüchten in Deutschland entfällt auf Erzeugnisse aus Aquakulturen. Somit überwiegt in Deutschland der Konsum aus Wildfang mit 68 % Marktanteil.
3. Lachs, Garnelen und Forellen aus Aquakulturen stehen weit oben auf der Rangliste der bedeutendsten Fische, Krebs- und Weichtiere in Deutschland.

> *» Trotz aller Vorbehalte sind die Erzeugnisse aus Lachs und Forelle wegen ihres einzigartigen Geschmacks und gesundheitlicher Vorteile populär und nicht verpönt. «*

Eine besondere Dynamik zeichnet die Nachfrage von zwei Aquakulturfischen, nämlich Lachs und Forelle, innerhalb der letzten 20 Jahre aus. Lachs ist heute die am meisten nachgefragte Fischart in Deutschland und nimmt mit ca. 19 % Platz Nr. 1 ein, nachdem Lachs im Jahr 1996 erst einen Marktanteil von 7,3 % hatte und damit Platz Nr. 6 in der Rangliste belegte. Ebenfalls zugenommen hat der Marktanteil von Forellen mit einem Wachstum von 4,6 % im Jahr 1996 (Rang 9) auf 5,3 % (Rang 4) im Jahr 2016.

In einem Land, in dem traditionell Seefischen und daraus hergestellten Lebensmitteln eine hohe Präferenz eingeräumt werden, ist der Siegeszug von Lachs und Forelle eine Besonderheit. Bei diesen Arten handelt es sich im Wesentlichen um Erzeugnisse aus Aquakulturen, denen immer wieder Skepsis und Vorbehalte entgegengebracht werden. Trotz aller Vorbehalte sind die Erzeugnisse aus diesen Arten wegen ihres einzigartigen Geschmacks und gesundheitlicher Vorteile populär und nicht verpönt.

Vielfältige Zubereitungsmöglichkeiten beider Fischarten und die erst in den letzten vier Jahren geschaffene höhere Verfügbarkeit des Angebotes über die Geschäfte der Discounter auch in ländlichen Regionen als „Frischfisch", haben diese Marktveränderung herbeigeführt. War es bis vor vier Jahren auf Grund des Rückgangs des lokalen Fischverkaufs durch spezialisierten Fischfachhandel kaum möglich, Frischfisch „auf dem Lande" zu bekommen, so sorgen heute die Verkaufsstellen der Discounter dafür, dass frisches Lachsfilet und ganze, ausgenommene, frische Forellen angeboten werden.

Diese Änderung des Einkaufsverhaltens geht einher mit einer steigenden Ausgabebereitschaft, da insbesondere für Lachs wegen der weltweit gestiegenen Preise der Verbraucher tiefer in die Tasche greifen muss und zukünftig noch tiefer greifen wird.

Die Neuausrichtung der Nachfrage insbesondere in Bezug auf höherpreisige Fische, Krebs- und Weichtiere ist ein gutes Signal für die Betreiber nachhaltiger Aquakulturen. Ferner ist davon auszugehen, dass die Produktion von Aquakulturerzeugnissen weiter ansteigen wird, da der Bedarf an hochwertigem Eiweiß wegen der weltweit steigenden Bevölkerung zunehmen wird.

Es bleibt in der Tat spannend, wie sich in den nächsten Jahren die Aquakultur nachhaltig fortentwickeln wird und welcher Nutzen für die Konsumenten daraus erwächst.

Kontakt: **info@fischinfo.de, Fisch-Informationszentrum e.V., Hamburg**

Schwerpunktthema Nachhaltige Aquakultur - Aktivitäten im Sommersemester 2018

29.Mai 2018

20. KIELER ALGEN-STAMMTISCH

(Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume SH (MELUND), Kiel)

Ziel des seit 2011 regelmäßig durchgeführten Kieler Algen-Stamm-Tisches ist es, die unterschiedlichen Interessenten entlang der Wertschöpfungskette Algen (Cyanobakterien, Mikro- und Makroalgen) zusammenzuführen. Diesem Personenkreis wird bei lockeren Treffen bei verschiedenen ausrichtenden Institutionen oder Firmen die Möglichkeit geschaffen, Kontakte zu knüpfen und damit dieses neue Wissenschafts- und Geschäftsfeld in Bereich der nachhaltigen Aquakultur gerade in Schleswig-Holstein weiter voranzutreiben.

3. Juni 2018

TAG AM KAI: AQUAKULTUR AM TIESSENKAI, KIEL-HOLTENAU

Im Rahmen des maritimen Festes am Holtenauer Tiessenkai haben sich Akteure der Aquakultur der Öffentlichkeit präsentiert. Im Aquakulturzelt ging es in Fachvorträgen und einer anschaulichen Ausstellung um Themen rund um nachhaltige Aquakultur in und um die Kieler Bucht: Welche Forschungsinstitute beschäftigen sich mit Aquakultur und was wird erforscht? Was bedeutet nachhaltige Aquakultur und was unterscheidet sie von konventioneller Aquakultur? Worauf muss man als Verbraucher von Fisch und Meeresfrüchten achten? Mit der MS Kieler Sprotte konnten Besucherinnen und Besucher unter fachkundiger Führung zu den nahegelegenen Aquakulturanlagen fahren.

12. Juni 2018

BERUFLICHE BILDUNG - EXKURSION

Im Rahmen des Schwerpunkthemas wurde der Themenkomplex „Nachhaltige Aquakultur" auch in die berufliche Bildung eingebracht und eine Kooperation mit der Fischereischule Rendsburg initiiert. In ersten Gesprächen und Exkursionen mit Berufsschülerinnen -und Schülern wurden mögliche Ansätze besprochen und erprobt, wie sich die Thematik in den Ausbildungszweig „Fischwirt/in - Kleine Hochsee- und Küstenfischerei" integrieren lässt, um eine nachhaltige Aquakultur als eine mögliche, berufliche Perspektive für angehende Fischerinnen und Fischer aufzuzeigen.

12. und 13. Juni 2018

AQUAKULTUR-SESSION IM RAHMEN DES BSH-MEERESUMWELTSYMPOSIUMS - HAMBURG

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) veranstaltete am 12. und 13. Juni 2018 in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt und dem Bundesamt für Naturschutz im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit das 28. Meeresumweltsymposium. Im Rahmen dieses Symposiums fand eine von Kieler Experten organisierte Sonder-Session zum Thema "Nachhaltige Aquakultur" statt. Prof. Carsten Schulz, Institut für Tierzucht und Tierhaltung an der CAU und Prof. Martin Quaas, Ressourcenökonom am Institut für Volkswirtschaftslehre an der CAU, berichteten über neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Thema Fischernährung in nachhaltigen Aquakulturen sowie ökonomische Wechselwirkungen zwischen Fischzucht und -fang. Dr. Roland Lemcke vom schleswig-holsteinischen Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung informierte über die lokale Entwicklung der Aquakultur.

21. August 2018

ZUKUNFTSTECHNOLOGIE AQUAKULTUR – BRAUCHT SCHLESWIG-HOLSTEIN EINE NEUE STRATEGIE?

Parlamentarischer Abend – Kunsthalle Kiel

Der Exzellenzcluster „Future Ocean" hatte im Rahmen des Schwerpunktthemas „Nachhaltige Aquakultur" zum Parlamentarischen Abend in die Kunsthalle zu Kiel eingeladen. Gemeinsam mit Anke Erdmann, Staatssekretärin im Ministerium für Energiewende,

Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung, Schleswig-Holstein, Ulrike Rodust, Abgeordnete im Europäischen Parlament für die SPD in Schleswig-Holstein, Dr. Birgit Schmidt-Puckhaber, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V., Bernd Voß, Abgeordneter des Landtags Bündnis 90 / Die Grünen im Schleswig-Holsteinischen Landtag, Dr. Stefan Meyer, Kompetenznetzwerk Aquakultur und weiteren Experten und Expertinnen aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft wurden die Perspektiven der Zukunftstechnologie Aquakultur in Schleswig-Holstein und Deutschland diskutiert. Die Referentinnen und Referenten gaben Einblicke in die aktuelle Berufspraxis und Forschung diskutierten Perspektiven für die nachhaltige Nutzung der Zukunftstechnologie Aquakultur in Schleswig-Holstein. Mehr als 100 Branchenvertreter waren der Einladung gefolgt.

25. bis 29. August 2018

FACHKONFERENZ: AQUA 2018, MONTPELLIER: GEMEINSCHAFTSSTAND „NACHHALTIGE AQUAKULTUR KIEL“

Auf dem Gemeinschaftsstand „Aquaculture in Germany“ bündelten Aquakultur-Akteure aus Schleswig-Holstein und der Bundesrepublik gemeinsam mit einer Delegation des Future Ocean Schwerpunktthemas "Nachhaltige Aquakultur" ihre Kompetenzen, um ausländische Interessenten, die auf der Suche nach Geschäfts- und Projektpartnern in Deutschland sind, über Möglichkeiten der Zusammenarbeit zu informieren. Ein besonderer Programmpunkt war der von Uni Kiel, Future Ocean und KNAQ gemeinsam veranstaltete Workshop „Production of Penaeid Shrimp in Europe – Risks and Opportunities“.

11. September 2018

AQUAKULTUR 4.0 – NACHHALTIG UND INNOVATIV

19. Kieler Marktplatz, Wissenschaftszentrum Kiel

Der Kieler Marktplatz ist eine gemeinsame Veranstaltung des Maritimen Cluster Norddeutschland, dem Exzellenzcluster „Future Ocean“ und wurde zum Thema Aquakultur in Kooperation mit dem Kompetenznetzwerk Aquakultur (KNAQ) und dem Bundesverband Aquakultur veranstaltet. Mehr als 50 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik haben sich darüber ausgetauscht wie digital die Aquakultur in Schleswig-Holstein eigentlich ist. Die 19. Branchenveranstaltung fand im Rahmen der Digitalen Woche Kiel statt und drehte sich um die Digitalisierungspotenziale entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

25.September 2018

21. KIELER ALGEN-STAMMTISCH

(Firma bbe Moldaenke GmbH, Kiel-Schwentinental) , Informationen siehe Beschreibunstext zum 29. Mai 2018, 20. Kieler Algen-Stammtisch.

Frühjahr 2019

BUCHPUBLIKATION

Im Metropolis Verlag entsteht eine Publikation zum Thema „Nachhaltige Aquakultur“ mit dem Ziel, das Spektrum der Möglichkeiten aufzuzeigen, in Zukunft Aquakultur im Einklang mit der Nachhaltigkeitsidee zu betreiben. Dabei sollen auch Konfliktlinien und Tradeoffs aufgezeigt werden.

IMPRESSUM

Herausgeber Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft"
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Christian-Albrechts-Platz 4, 24118 Kiel

Koordination Semesterthema "Nachhaltige Aquakultur": Dr. Sabine Haas
Text: Dr. Ruth Gingold, Botanisches Institut, Universität Kiel
Redaktion: Friederike Balzereit, Öffentlichkeitsarbeit 'Future Ocean'
Layout: Tine Pape, Öffentlichkeitsarbeit 'Future Ocean'

Bildnachweise: Alle Grafiken und Bilder mit freundlicher Genehmigung des Exzellenzclusters „Ozean der Zukunft" und seiner Partner Universität Kiel, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel mit Ausnahme der folgenden: GMA (S. 11,17), Sabine Haas (S. 22), Thomas Kujawski (S.2), Maria Malmberg (Titelbild, S.4), Stefan Meyer (S.2,38), Yvonne Rößner (S. 27), Bernd Überschär (S.2,3,32)

Informationen über Aktivitäten zu „Nachhaltiger Aquakultur": www.futureocean.org/aquakultur

Der Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft" wird im Rahmen der Exzellenzinitiative von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Auftrag von Bund und Ländern gefördert. Trägerinstitutionen des Exzellenzclusters "Ozean der Zukunft" sind die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU), das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, das Institut für Weltwirtschaft (IfW) und die Muthesius Kunsthochschule (MKH).

ozean der zukunft
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN

Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft"

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Christian-Albrechts-Platz 4
24118 Kiel

www.futureocean.org | info@futureocean.org

C A U
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

ifw

muthesius kunsthochschule

GEOMAR