

Schwerpunkt

Aquakultur – Produktion von Lebensmitteln im Wasser

von Timo Stadlander

Zusammenfassung

Dieser Artikel soll einen kurzen Einblick in die Aquakultur, ihre Zusammenhänge mit der Fischerei, vergangene und aktuelle Probleme, Herausforderungen und Missstände sowie die biologische und nachhaltige Aquakultur liefern. Aufgrund der Komplexität des Themas, Aquakultur ist das Pendant zur Landwirtschaft, können die verschiedenen Aspekte jedoch nur kurz angeschnitten werden.

Aquakultur ist die Produktion von Organismen im Wasser, unabhängig von der beabsichtigten Verwendung. Geographisch gesehen findet die überwiegende Produktion in Asien statt und die gesamte Produktionsmenge nimmt kontinuierlich zu im Gegensatz zur Fischerei, die seit Jahren stagniert, und macht Aquakultur damit zu dem am schnellsten wachsenden lebensmittelproduzierenden Sektor. Aquakultur kann sehr nachhaltig und umweltschonend praktiziert werden, jedoch kann eine zu intensive Produktion zu ähnlichen Problemen wie den aus der intensiven Landwirtschaft bekannten führen.

Schlüsselwörter: Nachhaltige Lebensmittelproduktion, Fische, Invertebraten, Makroalgen, trophische Stufe

Abstract

Aquaculture - aquatic food production

Timo Stadlander

This article intends to provide a short insight into general aquaculture, its connections with fishery, past and present problems, challenges and drawbacks and organic and sustainable aquaculture. Because of the high complexity of the topics, they can only be explained very briefly, as aquaculture is equivalent to agriculture. Aquaculture is the production of aquatic organisms, independent of the intended use. Geographically the overall majority of production takes place in Asia. Overall production volumes in aquaculture are growing faster than in any other food producing sector while production volumes from fishery, the other seafood producing sector, are stag-

nating since years. Aquaculture can be conducted in a very sustainable way but can also lead to similar problems as those known from intensive agriculture.

Key words: Sustainable food production, fish, invertebrates, macro-algae, trophic level

UMWELT & GESUNDHEIT 2 (2018) 52-6

Einleitung

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt regelmäßigen Fischverzehr aus gesundheitlichen Gründen (vor allem aufgrund der wichtigen Ω -3 Fettsäuren, DHA und EPA). Weder der Bedarf an diesen Fettsäuren, noch der an tierischem Protein ist durch die seit Jahren stagnierende Fischerei zu decken. Daher nimmt der Anteil an kultiviertem Seafood (aquatische Lebensmittel aus Aquakultur) überproportional zu im Vergleich zu dem „gejagtem und gesammeltem“ Seafood (aquatische Lebensmittel aus Fischerei).

Was ist Aquakultur?

Vereinfacht gesagt ist Aquakultur im Wasser was Landwirtschaft an Land ist: Die Produktion von, zumeist, Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft. Dabei unterscheidet sich Aquakultur jedoch in einigen Aspekten, neben den offensichtlichen Lebensraumunterschieden, von der Landwirtschaft. Obwohl schon aus Ägypten und China vor zirka 3.000 Jahren eine gewisse Fischzucht (China: Karpfen, Ägypten: *Tilapia*) bekannt ist, kann man erst ab zirka 1950 von einer nennenswerten globalen Aquakulturproduktion sprechen. Somit ist die aquatische Produktion von Lebensmitteln, von der Fischerei abgesehen, wesentlich jünger als die landwirtschaftliche. Zudem ist Aquakultur deutlich diverser als Landwirtschaft, so werden an Land rund 17-20 Tierarten gezüchtet und gemästet, im Wasser sind es dagegen mehrere hundert Tierarten. Von den rund 106 Mio. Tonnen globaler Aquakulturproduktion (FAO 2017) machen Fische (besonders ver-

schiedene Karpfenarten, *Tilapia*, Lachse und Forellen) den Großteil (rund 50 %) aus, gefolgt von Makroalgen und Invertebraten, also Krebstieren (primär Garnelen) und Mollusken (zum Beispiel Muscheln und Schnecken). Nimmt man alle Invertebraten zusammen, so machen sie fast ein weiteres Viertel der Produktion aus während aquatische Pflanzen, vorwiegend Makroalgen (Rot-, Braun- und Grünalgen) den Rest ausmachen. Der Anteil der verschiedenen Organismengruppen an der globalen Aquakultur ist in Abbildung 1 dargestellt.

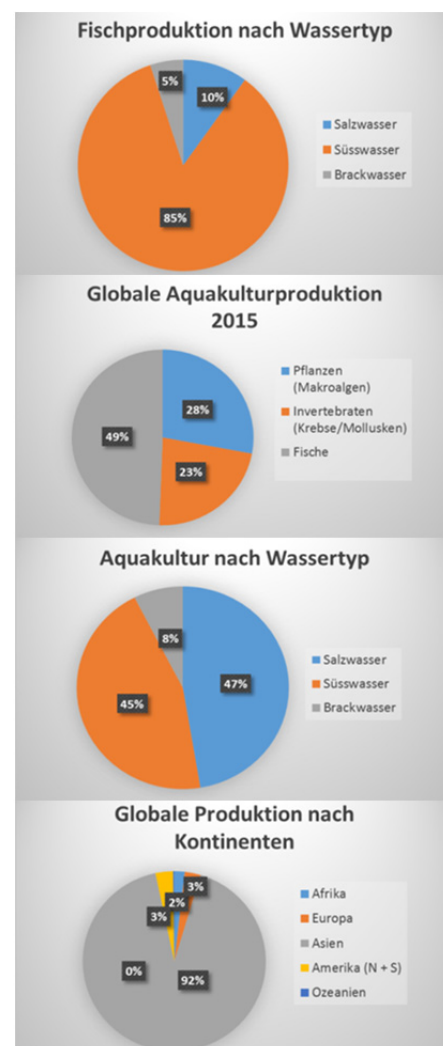


Abbildung 1: Aquakulturproduktion und Verteilungen nach Organismengruppen, Kontinenten und Wassertypen in 2015 (FAO 2017)

Schwerpunkt

Aquakultur kommt grundsätzlich in fast allen Breitengraden (tropisch, subtropisch, gemäßigt und subpolar) und Salzgehalten (Süß-, Brack- und Salzwasser) vor. Dabei werden besonders Fische zu einem überwiegenden Anteil im Süßwasser gezüchtet, während Algen und Invertebraten fast ausschließlich im Meerwasser produziert werden. Somit hält sich die gesamte Produktion auch ungefähr die Waage zwischen Süß- und Salzwasser und nur Brackwasser bildet eine gewisse Ausnahme. (Abbildung 1) Unterteilt man nach Kontinenten, so konzentrieren sich rund 92 % der globalen Produktion in Asien, hier mit weitem Abstand wiederum in China, gefolgt von je 3 % in Europa und Amerika (Nordbeziehungsweise Südamerika) und nur noch rund 2 % in Afrika.

Seafood

Ein sehr großer Unterschied zwischen der Produktion von *Seafood* und landwirtschaftlicher Produktion besteht in der Fischerei. Wenn von „*Seafood*“ geredet wird, kann es eine Reihe von Bedeutungen haben und oftmals wird es nur aus dem Kontext klar, was genau gemeint ist. Die wortwörtliche Übersetzung bedeutet Nahrung aus dem Meer und meint damit primär alle marinen Nahrungsmittel (zum Beispiel Fisch, Muscheln, Schnecken, Algen). Heutzutage stammen allerdings mehr als 50 % unseres *Seafoods* aus Aquakultur, der Rest stammt aus Fischerei. Sie ist auch der einzige Lebensmittel produzierende Sektor, in dem wir weiterhin „Jäger und Sammler“ sind. Denn nichts anderes ist die **Fischerei, wilde Tiere und Pflanzen werden gefangen oder gesammelt, während die Aquakultur die Landwirtschaft im Wasser darstellt**. Beide Sektoren produzieren ähnliche Lebensmittel, jedoch mit ihnen jeweils eigenen Merkmalen der Produktion, Problemen und Herausforderungen. Allerdings gibt es auch eine Reihe von Verknüpfungen zwischen Aquakultur und Fischerei, die Offensichtlichste davon das Fischmehl, das aus wild gefangenen Fischen hergestellt und zu über 80 % in der Aquakultur verwendet wird.

Mit Aquakultur assoziierte Probleme, Herausforderungen und Missstände

Obwohl Aquakultur heutzutage, im globalen Querschnitt, eine nachhaltige Produktionsweise tierischer und pflanzlicher Lebensmittel darstellt, war dies in der

Vergangenheit nicht immer so und ist auch heutzutage noch nicht für alle Teilbereiche der Fall. Eine Reihe von Herausforderungen und Problemen sind mit der Produktion der verschiedenen Organismen assoziiert, einige sehr spezifisch für nur eine oder wenige ähnliche Arten, andere für viele ähnliche Arten und wieder andere breit für die gesamte Industrie.

Vermehrung und Aufzucht

Für eine gezielte und effiziente Produktion ist es notwendig, dass sich der Organismus unter künstlichen Bedingungen vermehren lässt. Entweder geschieht dies durch künstliche Befruchtung (bei Fischen zum Beispiel Abstreifen von Weibchen und Männchen) oder durch naturnahe Bedingungen, durch die die Tiere ausreichend stimuliert (meist spielen Tageslichtlänge und Temperatur eine entscheidende Rolle) werden, sich in Gefangenschaft zu paaren. Bei Fischen und Garnelen ist das erfolgreiche Ausbrüten der Eier und Heranziehen der Brut mindestens ebenso wichtig, jedoch ist die Herausforderung, je nach Tierart, unterschiedlich hoch. Bei einigen Fischarten lässt sich die Brut direkt nach dem Schlüpfen an Trockenfutter gewöhnen wie zum Beispiel bei Forellen und *Tilapia*. (Abbildung 2)



Abbildung 2: Dottersack-Larven der Niltilapie (*Oreochromis niloticus*) in einem Rundkolben im Labor (© Dr. Mark Prein)

Bei anderen ist es eine deutlich größere Herausforderung wie zum Beispiel bei Flussbarsch oder Zander, da diese zuerst nur Lebendfutter (je nach Fischart verschiedene Zooplankter wie zum Beispiel *Artemia*, *Rotatorien* oder bei marinen Fischen *Copepoden*) akzeptieren und erst noch an Trockenfutter gewöhnt werden müssen. Bei marinen Arten wie dem Kabeljau oder gar Thunfischen, ist es eine noch größere Herausforderung, da Meeresfische im Gegensatz zu Süßwasserfischen nicht

nur noch etwas wählerischer bei ihrer Nahrung sind, sondern auch noch zusätzlich beim Schlupf sehr klein sind. Überlebensraten von 40-70 % von Schlupf bis zur Mast sind bei gut etablierten Arten normal, während Überlebensraten von unter 10 % bis im unteren einstelligen Prozentbereich von Schlupf bis Mast bei erst in jüngerer Zeit kultivierten Arten keine Seltenheit sind.

Bekämpfung von Krankheiten

Eine weitere Herausforderung, die in der Aquakultur stärker ausgeprägt ist als der landwirtschaftlichen Tierzucht ist das Bekämpfen von Krankheiten. **Fische haben zum Beispiel beim Schlupf ein deutlich schwächer ausgeprägtes spezifisches Immunsystem als Säugetiere oder Vögel**. Sie müssen sich, nicht nur direkt nach dem Schlupf, deutlich stärker auf ihr unspezifisches Immunsystem verlassen. Dies bedeutet auch, dass, falls es im Tierbestand einmal eine Infektion gibt, diese auch deutlich schwerer bekämpft werden kann als bei Landtieren.

Als Pathogene können Bakterien, Viren, Parasiten und Pilze (primär Eipilze, keine echten Pilze) in Erscheinung treten. An spezifisch für Fische entwickelten Tierarzneimitteln mangelt es üblicherweise, deswegen dürfen auch für andere Tierarten eingesetzte Arzneimittel von einem Veterinär umgewidmet werden. Jedoch ist es in der Realität leider oftmals so, dass die Behandlung von vielen Fischkrankheiten eher ineffizient funktioniert. Das Sprichwort „**Fische leiden leise**“ trifft hier leider im besonderen Maße zu. Was auf einen weiteren Unterschied zwischen Aquakultur und terrestrischer Tierzucht hinweist.

Aquatische Tiere lassen sich deutlich schlechter beobachten als Tiere die im Stall stehen.

Es ist teils sehr schwer bis unmöglich, einzelne, erkrankte Tiere in einem Bestand von tausenden Fischen zu identifizieren. Die beste Möglichkeit bietet da das mehrmalige tägliche Füttern, bei dem die Tiere meist sehr aktiv nach den Futterpellets schnappen. Einzelne Tiere, die sich absondern, fallen da noch nicht so stark auf. Sollte jedoch der gesamte Bestand betroffen sein, wird dies schnell am Fressverhalten offensichtlich, kann dann aber auch schon zu spät sein. Denn besonders, wenn eventuelle Medikamente über das Futter verabreicht werden sollen, ist es unerlässlich, dass dafür das Futter gefressen wird.

Viele Krankheiten beginnen allerdings mit Apathie und Appetitlosigkeit und kommen auch in wilden Beständen vor, fallen dort jedoch kaum auf und regulieren sich meist auch selbst recht schnell. Kranke und schwache Tiere werden von Räubern gefressen oder aber, sollten sie doch an den Folgen der Krankheit sterben, sinken schnell zu Boden und sind somit „außer Sicht“ (Bergh 2007). Fisch- und Invertebratenarten, die anfangs noch als resistent gegen Krankheiten galten, können genauso befallen werden wie andere, schon länger etablierte Arten.

Verschiedene Krankheitserreger wurden mit neuen Arten auf andere Kontinente verschleppt und beeinträchtigen dort nicht nur kultivierte Arten, sondern können auch einen stark negativen Einfluss auf natürliche Bestände haben. Die amerikanische **Krebspest** wirkt sich verheerend auf den Europäischen Flusskrebs aus. Eingeschleppt wurde sie vermutlich um zirka 1860 mit amerikanischen Flusskrebsen.

Für virale und Pilzkrankungen gibt es kaum Behandlungsmöglichkeiten, für bakterielle dagegen schon. In jüngerer Zeit sorgen Schlagzeilen über antibiotikaresistente Bakterien für eine zunehmende Sensibilisierung der Bevölkerung zu diesem Thema. Allerdings kann niemand behaupten, dass das Wissen über den Zusammenhang von sub-therapeutischen Dosen von Antibiotika im Futter erst kürzlich entdeckt wurde, denn schon kurz nach Entwicklung von Antibiotika in den 1930er und 1940er Jahren wurden erste Berichte über Resistenzbildung veröffentlicht. (Moore et al. 1946)

Sowohl in der Humanmedizin als auch der landwirtschaftlichen Tierproduktion werden weitaus mehr Antibiotika falsch verschrieben (zum Beispiel bei Erkältungen und bei Grippen) oder als Wachstumsförderer eingesetzt als in der Aquakultur.

Nichtsdestotrotz werden in der Aquakultur Antibiotika eingesetzt, entweder bei bakteriellen Infektionen oder, in weniger gut regulierten Ländern, auch prophylaktisch oder als Wachstumsförderer.

Detaillierte Zahlen über eingesetzte Mengen und über damit im Zusammenhang stehenden Resistenzbildungen gibt es bislang nur vergleichbar wenige. Jedoch hat eine der fortschrittlichsten Aquakultur-Industrien der Welt, die norwegische Lachsindustrie, den Verbrauch an Antibiotika mit der Entwick-

lung spezifischer Impfstoffe Anfang/Mitte der 90er-Jahre signifikant gesenkt. (Grave et al. 1999)

Neozoen

Neben eingeschleppten Pathogenen können jedoch auch die neu eingeführten Arten an sich für Probleme sorgen. Selbst wenn die Tiere in relativ abgeschlossener Umwelt gehalten werden, kommt es immer wieder zu, von Mensch oder Natur verursachten, Situationen in denen gehältere Arten ausbrechen. Netzgehege im Meer werden von Räubern (Robben, Seelöwen, Delphinen oder Haien) oder Stürmen beschädigt oder zerstört, Überschwemmungen lassen Fische aus Teichanlagen entkommen oder lebende Tiere werden von Menschen entwendet und dann aufgrund eines schlechten Gewissens doch im nächsten Gewässer wieder freigelassen.

Eingeschleppte Arten, so genannte Neozoon, können für teils katastrophale Veränderungen sorgen. Asiatische Karpfen haben sich großräumig im Mississippi und dessen Nebenflüssen verbreitet und einheimische Fischarten stark zurückgedrängt. Karpfen und Regenbogenforellen haben sich in Südafrika stärker verbreitet als es für möglich gehalten wurde. Jedoch werden Neozoon nicht nur durch Fischzüchter verbreitet, sondern auch durch andere Quellen (zum Beispiel Ballastwasser von Schiffen oder durch Aquarianer/Aquaristik) eingeschleppt.

Ökologische Probleme

Es gibt auch Probleme ganze Ökosysteme betreffend, die durch Aquakultur verursacht werden können. Besonders mit dem Boom der **Garnelenproduktion** in Asien und Mittel- und Südamerika in den 1980er und 1990er Jahren des vergangenen Jahrtausends wurden riesige Flächen wertvoller Mangrovenwälder für den Aufbau von Garnelenzuchten zerstört. In Thailand gab es zum Beispiel 1961 noch rund 357.000 ha Mangrovenwald, in 1989 waren es nur noch rund 180.000 ha, ein Rückgang um nahezu 50 %, von dem der größte Anteil vermutlich auf den Bau von Garnelenfarmen zurückzuführen ist. (Flaherty und Karnjanakesorn 1995)

Überdüngung

Eine zu intensive Fütterung kann in dem umgebenden Wasser (Meeresbucht, Ästuar/Flussmündung, See,

Fluss) zu einer merkbaren Überdüngung führen. Diese **Eutrophierung** war besonders stark in den 1980er Jahren in Norwegen und Schottland in der Lachs-aquakultur messbar, so dass es unterhalb der Netzgehege zu einer Akkumulation von organischem Material kam, die zu anaeroben Zonen unterhalb der Käfige führte. Die Auswirkungen, zum Beispiel ein signifikanter Rückgang der Biodiversität, war noch bis in 120 m Entfernung nachweisbar. (Brown et al. 1987)

Eutrophierung kann auch zu Algenblüten führen, die durch ihre schiere Biomasse bei Absterben, bei potentiell toxischen Arten oder nachts, wenn keine Photosynthese betrieben wird in starker Sauerstoffzehrung im Wasser resultieren kann. Dies wiederum hat einen gesteigerten Stress von Fischen in naheliegenden Netzgehegen zur Folge, der letztendlich auch wieder zu Krankheiten oder, bei extremem Sauerstoffmangel, auch so zu erhöhten Mortalitäten führen kann. „**Harmful algal blooms**“ haben so zum Beispiel 2016 in Chile zu geschätzten 40.000 Tonnen Verlust bei Lachsen geführt, einem Schaden in dreistelliger Millionenhöhe, von den verendeten Tieren einmal abgesehen.

Überfischung - Fischmehl

Die enge Verknüpfung zwischen Aquakultur, Herstellung von Fischmehl und Überfischung der Meere ist durch die Medien mittlerweile relativ bekannt geworden. Die teils extra zu diesem Zweck gefangenen Fische werden der Nahrungskette entzogen um sie zu Fischmehl und -öl zu verarbeiten. **Für eine Tonne Fischmehl und 200 kg -öl werden rund vier bis fünf Tonnen lebende Fische benötigt**, wobei es auf die Ausgangsfischart ankommt, wie hoch die Ausbeute insgesamt ist und ob die Ausbeute an Fischmehl (Proteinanteil) oder die Ausbeute an Fischöl (Fettanteil) relativ höher ist. Jedes Jahr werden zirka 4-6 Mio. Tonnen Fischmehl produziert, abhängig von verschiedenen Faktoren wie zum Beispiel Klimaschwankungen (*El-Niño*-Jahre) und dem Zustand der befischten Bestände. Rund ein Drittel der globalen Fischmehlproduktion stammt aus den Überresten der Fische die sowieso für den menschlichen Verzehr gefangen werden (Trimblings) und deren Schlachtabfälle nach dem Filetieren weiterverarbeitet werden. (Hasan und Halwart 2009)

Schwerpunkt

Obwohl Fischmehl keine begrenzte Resource ist, da die befischten Bestände sich durchaus auch erholen können wenn sie entsprechend vernünftig bewirtschaftet werden, besteht eine gewisse Konkurrenz zwischen Fischmehlproduktion und direktem menschlichen Verzehr auf der einen und den durch die Entnahme der Fische entstehenden Einfluss auf die Meeresökosysteme auf der anderen Seite. **Fische, die durch Fischerei entnommen werden, fehlen somit höheren trophischen Stufen (zum Beispiel Robben, Seelöwen, Vögeln, Haie) und beeinflussen damit ein komplettes Ökosystem (Smith et al. 2011).** Allerdings muss auch gesagt werden, dass heutzutage nur noch ein vergleichsweise geringer Anteil an Fischmehl in den Futtern von Fischen und Garnelen eingesetzt wird. Im Garnelenfutter betrug der durchschnittliche Fischmehlanteil im globalen Mittel im Jahr 2000 25 %, im Jahr 2010 sind es nur noch rund 12 %. Ähnlich sieht es bei Salmoniden aus, wo im Jahr 2000 der Anteil an Fischmehl 40 % betrug, 2010 nur noch 18 %. (Tacon und Metian 2008)

Heutige industriell hergestellte Fischfutter basieren Großteils auf pflanzlichen Zutaten, mit allen dazugehörigen und teils sehr spezifischen einzelnen Problemen und Herausforderungen. Besonders **Soja** kann anstatt im Fischfutter (oder anderem Tierfutter) verwendet zu werden, auch direkt von Menschen konsumiert werden und neue, von Menschen aus verschiedenen Gründen nicht nutzbare Proteinquellen werden weiterhin dringend benötigt. In der jüngeren Vergangenheit wurden zunehmend **Insektenproteine** diskutiert, die auf „pre-consumer“ Speiseabfällen produziert werden, könnten zum Beispiel eine Alternative zu herkömmlichen Futtermitteln sein. (Abbildung 3)



Dies trifft allerdings nur dann zu, wenn die Speiseabfälle nicht direkt an Tiere verfüttert werden dürfen (was zur Zeit



Abbildung 3: Larven der schwarzen Soldatenfliege (*Hermetia illucens*)

der Fall ist), ansonsten wird eine weitere trophische Stufe in die Nahrungskette eingefügt (zum Beispiel Speiseabfälle – Insekten – Speisefische – Mensch anstatt Speiseabfälle – Schwein – Mensch) und die Nachhaltigkeit der Produktion muss erst noch nachgewiesen werden.

Tabelle 1: Vergleich von nachhaltigen Aquakultur-Standards

 Aquaculture Stewardship Council (ASC)	 EU-Bio Verordnung
<ul style="list-style-type: none"> - Alle Gesetze müssen eingehalten werden - Kreislaufanlagen dürfen verwendet werden - nachhaltiges Fischmehl sollte verwendet werden - GMO-Soja im Futter ist erlaubt - keine ortsfremden Arten verwenden - technischer Sauerstoff darf verwendet werden - Hormone im Futter und zur Vermehrung sind erlaubt - Antibiotika dürfen nur bei Krankheiten und nicht sub-therapeutisch eingesetzt werden - Soziale Kriterien (Arbeitsverträge, keine Zwangs- oder Kinderarbeit und so weiter) müssen eingehalten werden - Einzelne Standards für jede Art (Regenbogenforelle, Atlantischer Lachs, Niltlapia, Pangasius, Garnelen, Offiziersbarsch, Gelbschwanzmakrele, Abalone) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nationale Bestimmungen und Gesetze müssen eingehalten werden - Kreislaufanlagen sind verboten - nachhaltiges Fischmehl muss verwendet werden - keine GMO im Futter - keine ortsfremden Arten verwenden - technischer Sauerstoff ist verboten - Hormone sind verboten - Antibiotika sind nur im Falle von indizierten und behandelbaren Krankheiten erlaubt - soziale Kriterien (Arbeitsverträge, keine Zwangs- oder Kinderarbeit und so weiter) müssen eingehalten werden - Ein globaler Standard mit artspezifischen Anforderungen für einzelne Tierarten oder -familien

Biologische & nachhaltige Aquakultur

Die Entstehung und Entwicklung der biologischen – und in jüngerer Zeit auch der nachhaltigen – Aquakultur, stehen in direktem Zusammenhang mit den zuvor beschriebenen Herausforderungen, Problemen und Missständen, die hauptsächlich in den 80er- und 90er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts bekannt wurden, aber auch heute noch nicht gänzlich verschwunden sind.

Als hochintensive und industrialisierte Aquakultur hat die **Lachsproduktion** in Europa dazu geführt, dass Mitte 1990 die erste Richtlinie zur biologischen Produktion von Lachs entstanden ist. Dies hat insgesamt zu einem Umdenken bei Verbrauchern, Zwischenhändlern und Produzenten in Richtung höherer ökologischer Nachhaltigkeit und Tierwohl bei Fischen geführt. Seitdem haben sich dutzende private und nationale **Bio-Aquakultur-Standards** gebildet, die sich mehr oder weniger stark voneinander unterscheiden. (Tabelle 1)

In Europa bildet die EU-Bio Verordnung für Aquakultur den Mindeststandard. Sie schreibt vor, welche Besatzdichten bei welcher Tierart maximal eingesetzt werden dürfen, wie lange bestimmte Absetzfristen von Medikamenten sein müssen, welche Desinfektions- und Reinigungsmittel verwendet werden dürfen und was ansonsten noch erlaubt oder nicht erlaubt ist in der Produktionskette. So dürfen zum Beispiel in keinem Fall Hormone (zur Reproduktion oder als Wachstumsförderer) eingesetzt werden.

Antibiotika sollten nicht genutzt werden. Erkrankt der Fischbestand allerdings an einer durch Verabreichung von Antibiotika zu behandelnden Krankheit, müssen aus Tierschutzgründen Antibiotika eingesetzt werden. Dann gelten allerdings sehr lange Absetzfristen bevor die Fische als biologisch produziert vermarktet werden dürfen.

Im Futter verwendetes Fischmehl muss aus den Resten von sowieso für den menschlichen Verzehr gefangenen Fischen oder aus zertifiziert nachhaltiger Fischerei stammen. Mangrovenwälder dürfen nicht nur nicht abgeholzt werden für neue Garnelenfarmen, sondern müssen bei den meisten Richtlinien sogar wieder aufgeforstet werden.

Die idealisierte biologische Produktion ist eine komplett in natürliche Prozesse eingebundene Produktion. Dazu zählen zum Beispiel so genannte Polykultursysteme, in denen mehrere Tierarten verschiedener ökologischer Nischen gleichzeitig produziert werden um einen möglichst großen Nutzen aller vorhandener Ressourcen zu gewinnen. Abbildung 4 zeigt ein solches Karpfen-Polykultursystem aus Asien.

Makrophyten (große Pflanzen) fressende Fische, zum Beispiel Graskarpfen, fressen Grünschnitt von Feldern, der Kot

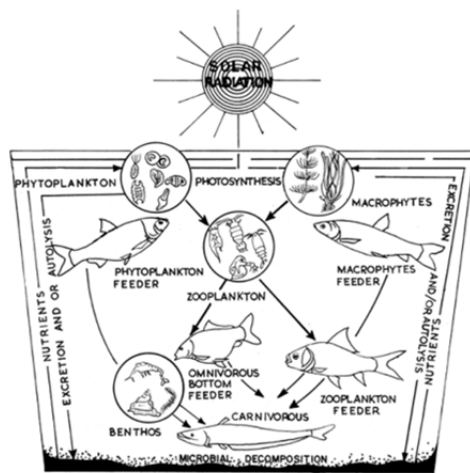


Abbildung 4: Karpfen-Polykultur mit fünf verschiedenen Fischarten die jeweils eine eigene ökologische Nische besetzen (Kumar 1992)

wird von Kleinstorganismen und Bakterien remineralisiert und steht Phytoplankton zur Verfügung welches sowohl von Zoo- als auch Phytoplankton-filtrierenden Fischen gefressen wird.

Zooplankton-filtrierende Fische ernähren sich von überschüssigem Zooplankton und gründelnde Fischarten durchwühlen den Boden nach Schnecken und Insektenlarven. Raubfische ernähren sich von Nachwuchs, schwachen oder kranken Fischen aller anderen vorkommenden Arten. Mit anderen Worten, ein solches System entspricht einem natürlichen Ökosystem mit der Ausnahme, dass hier absichtlich ein größerer Nährstoffeintrag in Form von Grünschnitt (oder anderen Düngern wie zum Beispiel Mist von landwirtschaftlichen Nutztieren) getätigt wird als es in einem natürlichen Teich oder See der Fall wäre.

Unzählige Varianten von Polykultursystemen bestehen und hängen von lokalen oder regionalen Begebenheiten ab wie zum Beispiel der Vorliebe für bestimmte Arten, Integration mit bestimmten Nutzpflanzen oder Kombination der Produktion mit Nassreisfeldern.

Einen besonders wichtigen Beitrag kann die biologische Zertifizierung in Ländern mit geringem oder mittlerem Einkommen leisten, denn zusätzlich zu den ökologischen Aspekten beinhalten Bio-Richtlinien auch sehr oft soziale Richtlinien, da der größte Anteil der Aquakulturproduktion nun mal nicht in Europa stattfindet, sondern in den Tropen und Subtropen. Soll ein bio-zertifiziertes Produkt auf dem europäischen Markt verkauft

werden, so müssen die Produzenten auch die sozialen Richtlinien einhalten. Diese beinhalten zum Beispiel das Recht auf Arbeitsverträge, Versammlungs- und Meinungsfreiheit, Zugang zu sanitären Anlagen und noch einiges mehr.

Diese vor über 20 Jahren angefangene Pionierarbeit hat, in Verbindung mit zunehmend stärker werdender Kritik an intensiver konventioneller Produktion, insgesamt zu einer stark angestiegenen Nachhaltigkeit im gesamten Sektor Aquakultur geführt. Die heutige Lachsproduktion in Europa lässt sich so kaum noch mit der vor 30 Jahren vergleichen. Zusätzlich hat sich im letzten Jahrzehnt noch die nachhaltig zertifizierte Aquakultur gebildet, die nicht ganz so strenge Vorgaben macht wie die Bio-Aquakultur, dennoch strenger ist als die konventionelle Aquakultur.

Eine nicht zu unterschätzende Gefahr bei Seafood ist auch die Akkumulation von – durch Menschen in die Umwelt eingetragenen – Umweltgiften und Schwermetallen wie Quecksilber und Cadmium, die sich über die Nahrungskette anreichern und gefährliche Konzentrationen in Fischen höherer trophischer Stufe (zum Beispiel Thunfische, Schwertfische und Haie) erreichen können. Allerdings betrifft dies primär Fische die wild gefangen wurden, weniger Fische aus Aquakultur, da dort eine deutlich bessere Qualitätskontrolle entlang der Prozesskette besteht.

Fazit

Aquakultur leistet heute einen wichtigen Beitrag zu der globalen Ernährungssicherung mit tierischem Protein und wichtigen Fettsäuren. Dieser Beitrag übersteigt heute schon in einigen Bereichen den der Fischerei und er wird noch deutlich zunehmen. Insgesamt ist Aquakultur wesentlich nachhaltiger als es oft den Anschein hat, da der Großteil der produzierten Fische zu den Karpfen gehört und viele Probleme eher mit der Produktion von Raubfischen assoziiert sind.

Biologische und nachhaltige Aquakultur hilft, ein Bewusstsein für empfundene und reale Probleme bei Konsumenten zu entwickeln inklusive dem oft stark vernachlässigtem Tierwohl bei Fischen.

Dr. Timo Stadtlander
timo.stadtlander@fibl.org
Department für Nutztierwissenschaften
Forschungsinstitut für biologischen
Landbau (FiBL)
Ackerstr. 113
5070 Frick
Schweiz

Literaturverzeichnis

Bergh Ø: The dual myths of the healthy wild fish and the unhealthy farmed fish. *Diseases of Aquatic Organisms* **75** 2 (2007) 159-164

Bhatia S, Sharma A, Sharma K, Kavale M, Chaugule BB, Dhalwal K, Namdeo AG, Mahadik KR: Noval algal polysaccharides from marine source: Porphyran. *Pharmacognosy Reviews* **2** (2008) 271-6

Brown JR, Gowen RJ, McLusky DS: The effect of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **109** 1 (1987) 39-51

FAO: The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. (Rome 2016) 200 pp.

FAO: Fisheries department, fishery information, data and statistics unit. FISHSTAT J Version 2.1.0, Database Aquaculture Production 1950-2015 (2017)

Francis G, Makkar HPS, Becker K: Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* **199** (2001) 197-227

Friedman M: Nutritional value of proteins from different food sources. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **44** (1996) 6-29

Flaherty M, Karnjanakesorn C: Marine shrimp aquaculture and natural resource degradation in Thailand. *Environmental Management* **19** (1995) 27-37

Grave K, Lingaas E, Bangen M, Rønning M: Surveillance of the overall consumption of antibacterial drugs in humans, domestic animals and farmed fish in Norway in 1992 and 1996. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* **43** 2 (1999) 243-52

Hasan MR, Halwart M (eds): Fish as feed inputs for aquaculture: practices, sustainability and implications. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 518, FAO (Rome 2009) 407 p.

Karsten U, West JA, Zuccarello GC, Nixdorf O, Barrow KD, King RJ: Low molecular weight carbohydrate patterns in the Bangiophyceae (Rhodophyta). *J Phycol* **35** (1999) 967-76

Kumar D: Fish culture in undrainable ponds. A manual for extension. FAO Fisheries Technical Paper No. 325. (Rome 1992) 239 p.

Moore PR, Evenson A, Luckey TD, McCoy E, Elvehjem CA, Hart EB: Use of Sulfasuxidine, Streptothricin, and Streptomycin in nutritional studies with the chick. *Journal of Biological Chemistry* **165** (1946) 437-41

Smith ADM, Brown CJ, Bulman CM, Fulton EA, Johnson P, Kaplan IC, Lozano-Montes H, Mackinson S, Marzloff M, Shannon LJ, Shin Y-J, Tam J: Impacts of fishing low-trophic level species on marine ecosystems. *Science* **333** (2011) 1147-50

Tacon AGJ, Metian M: Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* **285** (2008) 146-58