

Untersuchungen zur Verzehrbarkeit von Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) aus Offshore Windparks: Konsequenzen für die behördliche Überwachung

Matthias Brenner · Ernst Jütting

Received: 16 March 2009 / Published online: 11 August 2009
© Birkhäuser Verlag, Basel/Switzerland 2009

Abstract Due to strong tidal currents and harsh hydrographic conditions the German Bight is used only in the sheltered nearshore areas for on-bottom cultivation of blue mussels, where space, however, is limited by other stakeholder, e.g. shipping traffic, tourism and environmental protection. An expansion of this food production sector within intertidal and subtidal areas of the coastal sea is not allowed due to legal restrictions. The possibility and profitability of additional offshore longline cultivation within the planned offshore windfarms is assessed by a project coordinated by the Alfred-Wegener-Institute for Polar and Marine Research in Bremerhaven, Germany. In 2006 and 2007 blue mussels were cultivated in the area of the planned offshore windfarm *Nordergründe*. Samples were analysed by using biodiagnostic tools and by assessing growth rates and microbial, toxicological and parasitological parameters to determine overall health and consumption suitability of the mussels. In addition, the current regulatory framework of the official monitoring of mussel products was critically evaluated. First results show that an adjustment of the existing regulations and a differentiated approach according to the site specifics and cultivation method seems to be timely to improve consumer safety.

Zusammenfassung Die Nordsee kann aufgrund der ausgeprägten Gezeitenströmungen und Windverhältnisse nur im Küstenbereich durch die Besatzmuschelfischerei genutzt werden, wo jedoch die Nutzfläche durch Schiffsverkehr, Tourismus, und Naturschutz begrenzt ist. Um die Möglichkeit und Rentabilität zusätzlicher AufzuchtKapazitäten an Langleinen zwischen den Gründungsstrukturen von Offshore-Windkraftanlagen zu untersuchen, wurden im Rahmen eines vom Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven koordinierten Projektes 2006 und 2007 Miesmuscheln im Gebiet des geplanten Windparks *Nordergründe* an Testanlagen kultiviert. Durch die Bestimmung von Wachstumsraten, den Einsatz biodiagnostische Methoden und durch die Analyse mikrobiologischer, toxikologischer und parasitologischer Parameter wurden der Gesundheitszustand und die Verzehrbarkeit der Muscheln untersucht. Darüber hinaus wurden die aktuell geltenden Richtlinien zur Überwachung von Muschelprodukten kritisch evaluiert. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Anpassung der Richtlinien und eine differenzierte Untersuchung der Verzehrbarkeit von Muscheln, je nach Erzeugungsgebiet und Kultivierungsmethode, im Sinne eines verbesserten Verbraucherschutzes, erforderlich wären.

Schlüsselwörter Miesmuscheln · *Mytilus edulis* · Offshore · Windparks · Verzehrbarkeit · Gesundheit

M. Brenner (✉)
Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research,
Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven, Germany
e-mail: Matthias.Brenner@awi.de

E. Jütting
Veterinärämter Kreis Nordfriesland, Husum, Germany

1 Einleitung

Im Gebiet der Deutschen Nordsee werden Miesmuscheln seit Jahrhunderten zur Ernährung der

Menschen genutzt. Dazu wurden sie bis etwa Mitte des letzten Jahrhunderts lediglich von ihren natürlichen eu- oder sublitoralen Wildbänken abgefischt. Erst mit Ende des zweiten Weltkrieges setzte sich eine Kombination aus Fischerei und Kultivierung bei der Miesmuschelerzeugung durch (Rosenthal and Hilge 2000). Bei dieser sogenannten Besatzmuschelfischerei werden juvenile Muscheln von 0.5 bis 4 cm Länge (Saatmuscheln) von ihren natürlichen Standorten abgefischt und auf Lizenzflächen, die auch bei Niedrigwasser mit Wasser bedeckt sind, wieder ausgebracht. Je nach Größe der Saatmuscheln werden die Kulturflächen mit Dichten von 30–100 t/ha bestückt, wo sie binnen 12 bis 24 Monaten zu marktreifen Muscheln von mindestens 50 mm Schalenlänge heran wachsen (Muschelfischer 2009). Aufgrund der ausgeprägten Gezeitenströmungen und Windverhältnisse kann die Nordsee jedoch nur im Küstenbereich durch diese Form der Muschelfischerei genutzt werden.

Von den vier Anrainerländern der deutschen Nordseeküste Niedersachsen, Bremen, Hamburg und Schleswig-Holstein haben nur Niedersachsen und Schleswig-Holstein Lizenzen für die Kultivierung von Muscheln vergeben. Auf den Flächen beider Länder wurden die Erträge der Besatzmuschelfischerei bis Ende der achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts kontinuierlich von ca. 4 850 Tonnen von 1941–1950 bis auf durchschnittlich 26 200 Tonnen in den Jahren 1981–1990 gesteigert (Fischerblatt 2003a, b; FAO 2004), wobei etwa 2/3 der durchschnittlichen Anlandungen von Muscheln auf schleswig-holsteinischen Kulturflächen erwirtschaftet wurden (FAO 1999). Seit 1990 fluktuieren die Anlandungen relativ stark, was meist auf große Schwankungen bei der Saatmuschelgewinnung zurückzuführen ist (Rosenthal and Hilge 2000). Heute liegen die durchschnittlichen Gesamterträge bei ca. 23 000 t pro Jahr.

Untersuchungen zur Reproduktionskapazität der Miesmuscheln ergaben, dass selbst in Jahren geringer Saatmuschelgewinnung immer ausreichend Muschellarven in der Wassersäule vorhanden waren (Walter and Liebezeit 2001). Die Gründe für die Ausfälle bei den Saatmuscheln liegen also nicht in einer veränderten oder reduzierten Reproduktionsfähigkeit der Miesmuschel. Vielmehr wird darüber spekuliert, ob z. B. aufgrund ungünstiger Strömungsverhältnisse die Larven in die offene Nordsee verdriftet werden, wo sie keine Möglichkeit zur Anhaftung finden oder ob – als Folge warmer Winter – Fressfeinde der Muscheln, wie beispielsweise Seesterne, in so großer Zahl überlebt haben, dass die neu angesiedelten Jungmuscheln umgehend gefressen werden. Möglicherweise ist aber

auch das Nahrungsangebot für die jungen Stadien der Muscheln, bedingt durch den Rückgang der Eutrophierung (Nehls and Ruth 2004) oder durch die massive Ausweitung der Besiedlung durch die Pazifischen Austern (*Crassostrea gigas*), nicht mehr ausreichend.

Weltweit werden zurzeit durchschnittlich 420 000 t Miesmuscheln pro Jahr produziert. Die größten Produzenten von Miesmuscheln sind Kanada, Neuseeland, Spanien, Frankreich, Holland, Großbritannien und Dänemark. Im Vergleich zu den Erträgen der Hauptproduzenten fallen jedoch selbst erfolgreiche Jahre der deutschen Muschelfischer kaum ins Gewicht (FAO 2008; Muschelfischer 2009).

2 Potentiale der Muschelkultur in den Gewässern der Deutschen Nordsee

Einer Expansion der Besatzmuschelfischerei sind im deutschen Küstenbereich (12 Seemeilen-Zone) in der Konkurrenz zu anderen Nutzern wie Schifffahrt, Tourismus, Naturschutz, Marine, Fischerei sowie Sand- und Kiesgewinnung sehr enge Grenzen gesetzt (Buck 2002). Die drei Küstenanrainer Niedersachsen, Hamburg und Schleswig-Holstein haben darüber hinaus große Bereiche ihrer Küstengewässer unter Naturschutz gestellt und zu Nationalparks erklärt. Seitdem unterliegt die Muschelfischerei einer Kombination aus den einzelnen Landesfischereigesetzen (Bremisches Fischereigesetz, BremFiG 1991; Hamburgisches Fischereigesetz (1986); Niedersächsisches Fischereigesetz, NdsFischG (1978) und Schleswig-Holstein: Landesfischereigesetz, LFischG (1996) und den entsprechenden gesetzlichen Grundlagen der Nationalparke (Niedersächsisches Nationalpark Gesetz 2001; Gesetz über den Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer 1990 und dem Nationalparkgesetz Schleswig-Holstein NPG 1999). Unter strengen Auflagen ist die Besatzmuschelfischerei als einzige kommerzielle Form der (Muschel-)Fischerei in allen drei Nationalparks erlaubt. Neben Miesmuscheln dürfen lediglich Austern kultiviert werden (Boysen 1991). Die Zucht anderer potentieller Kandidaten wie Herz-, Kamm- oder Venusmuscheln ist verboten. Darüber hinaus haben sich die Muschelfischer nach langen und scharfen Auseinandersetzungen insbesondere mit Vertretern des Naturschutzes 1997 darauf geeinigt, eine Obergrenze von 2 400 ha bei der Gesamtgröße der Kulturflächen zu akzeptieren (Ruth 1997), die nach Ablauf der bestehenden Lizenzen auf 2 000 ha reduziert wurden. Den zwangsläufigen wirtschaftlichen Einbußen wollen die Muschelfischer

mit einer Produktionsintensivierung auf den verbleibenden Flächen begegnen. Damit kann jedoch auch im günstigsten Fall nur das (niedrige) Niveau der Anlandungen gehalten werden. Eine Expansion dieser traditionellen Form der Muschelzucht scheint so jedenfalls ausgeschlossen.

3 Muschelzucht auf offener See?

Durch den Bau von Offshore-Windkraftanlagen ergeben sich für die Muschelfischerei neue Perspektiven. Bis auf zwei Ausnahmen befinden sich alle bereits genehmigten Areale der zukünftigen Windparks fern ab der küstennahen Konkurrenz um Raum und Nutzungsformen (Abb. 1). Die Nutzungsformen sind dort weniger traditionell und nicht so zahlreich. Es dominieren große wirtschaftlich potente Stakeholder, wie z. B. die Handelsschifffahrt.

Die Meeresgebiete für die geplanten Windparks sind zwar in der Regel zu tief, um mit den Methoden der Besatzmuschelfischerei bewirtschaftet zu werden, aber mit adaptierten Langleinen-Kulturverfahren könnten die entstehenden Flächen sekundär genutzt werden (Abb. 2). Die Gründungsstrukturen der Windanlagen wären die idealen Befestigungen für die Kultursysteme. Bei der Langleinen-Technik werden den Muschellarven, die im Frühjahr in der Wassersäule schweben, künstliche Substrate angeboten, die senkrecht von einem starken Trägerseil hängen. Die Langleine wird in ruhigen Meeresgebieten mit entsprechenden Auftriebskörpern an der Oberfläche oder unter strömungs- bzw. wellenreichen Bedingungen einige Meter abgesenkt gehalten. Das Verdriften der Anlage wird mit entsprechenden Verankerungen verhindert.

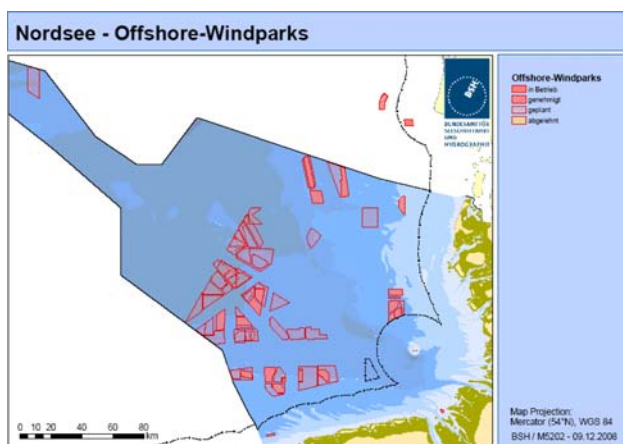


Abb. 1 Offshore-Windparks in der Wirtschaftszone Deutschlands (BSH 2009)

Untersuchungen von Buck (2007) ergaben, dass in fast allen Bereichen der Deutschen Nordsee die Larvenkonzentration für eine Muschelkultivierung an Langleinen hoch genug ist. In einigen Gebieten wäre sogar eine Ausdünnung der Kulturseile nötig, damit die verbleibenden Muscheln mit ausreichend Platz entsprechend schnell wachsen. Überschüssige oder eigens zu diesem Zweck gewonnene Jungmuscheln könnten darüber hinaus zur Linderung der Engpässe bei der Saatmuschelgewinnung in der konventionellen Besatzmuschelfischerei Verwendung finden.

Neben der geringeren Konkurrenzsituation bieten küstenferne Standorte eine Reihe weiterer Vorteile. So ergaben vorangegangene Untersuchungen ein deutlich schnelleres Wachstum (Buck 2007) und eine bessere Versorgung mit Plankton sowie einen verbesserten Abtransport der Ausscheidungen durch die starke Strömung (Fréchette et al. 1989). Die Infizierung mit Makroparasiten nahm mit zunehmender Entfernung zur Küste ab, offshore-kultivierte Muscheln waren sogar komplett frei von Makroparasiten (Buck et al. 2005; Brenner et al. 2009). Darüber hinaus stellen die Hauptfraßfeinde der Miesmuscheln, wie die Strandkrabbe (*Carcinus maenas*), der Seestern (*Asterias rubens*), der Austernfischer (*Haematopus ostralegus*), die Silbermöwe (*Larus argentatus*) und die Eiderente (*Somateria mollissima*) (Newell 1989), offshore eine wesentlich geringere Bedrohung dar, da die Muscheln in der Wassersäule hängen und zumindest für Strandkrabben und Seesterne nicht und für die meisten Vögel schlechter erreichbar sind. Seesterne können nur als Larve zusammen mit den Muscheln die Substrate erreichen. Dort müssen sie erst zu einer gewissen Größe heranwachsen, um zu einer Bedrohung für die

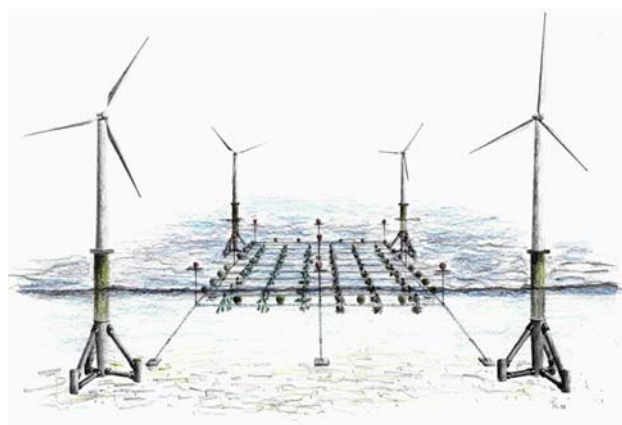


Abb. 2 Mögliche Variante für die Sekundärnutzung eines Offshore-Windparks durch Zuchtanlagen für Miesmuscheln (Graphik AWI)

Muscheln zu werden. Da die Leinen beim Abernten komplett gereinigt werden, können sich Seesterne, aber auch Fouling-Organismen, nicht bzw. nur über den Zeitraum der Kultivierung einer Muschelgeneration etablieren.

Das größte Problem für eine sekundäre Bewirtschaftung der Windparkflächen sind die höheren Investitionskosten für die Zuchtanlagen. Da die Flächen der geplanten Windparks in der Regel zu tief für Bodenkulturen sind, müssen die teureren Langleinen-Kulturtechniken angewandt werden. Nur mit fundierten Kenntnissen über die biologischen Potentiale eines Meeresgebietes sind Wachstumsraten zu berechnen und Angaben zur Produktqualität und Marktfähigkeit der Zuchtmuscheln zu machen.

4 Einfluss des Klimawandels auf die Qualität der Muschelerzeugnisse

Seit ein paar Jahren verzeichnet die Wissenschaft um 2 °C höhere Durchschnittstemperaturen im Bereich der Deutschen Nordsee. Unabhängig davon, ob es sich dabei um Vorboten des Klimawandels oder lediglich um natürliche Schwankungen handelt, lassen sich bereits jetzt die gravierende Folgen einer Temperaturerhöhung ablesen. Für den Wildbestand der Miesmuscheln, die auch für die Rekrutierung von Zuchtmuscheln unverzichtbar sind, wird die stetige Ausbreitung der Pazifischen Auster (*Crassostrea gigas*) allmählich Existenz bedrohend (Nehls and Ruth 2004).

Fraglich ist, ob auch neue Parasitenarten aufgrund der Erwärmung in der Nordsee heimisch werden. Jüngste Funde (Wattreport 2008) des bisher nur aus der südlichen Nordsee bzw. aus dem Ärmelkanal bekannten Muschelwächters in der Deutschen Bucht belegen, dass die Nordsee inzwischen auch für andere Arten attraktiv geworden ist. Der Muschelwächter ist ein im Mantel der Muschel lebender parasitischer Krebs (*Pinnotheres pisum*). Ein Befall durch diesen erbsengroßen Parasit ist für den Konsumenten zwar unbedenklich, jedoch wirtschaftlich von erheblicher Bedeutung, da befallene Muscheln aus ästhetischen Gründen dramatisch an Wert verlieren und – wenn überhaupt – nur noch weiterverarbeitet (gekocht oder gefroren) zu vermarkten sind. Ein ähnliches Gefahrenpotential stellen intrazellulär vorkommende Mikroparasiten der Miesmuscheln dar. Der Befall durch *Marteilia refrigens* wird zusammen mit einer massiven Überfischung auch für das Aussterben der heimischen Auster *Ostrea edulis* verantwortlich gemacht (FAO 2009). Bei Miesmuscheln führt der

Kontakt mit dem Erreger zwar nicht automatisch zum Tod, schwächt aber Kondition und Gesundheit der Tiere (OiE 2009). Bisher sind *Marteilia*-Befunde bei Miesmuscheln nur von der Atlantikküste Frankreichs, dem Ärmelkanal und von Großbritannien beschrieben.

In den betroffenen Ländern ist die Untersuchung auf Mikroparasiten durch die Überwachungsbehörden Routine. Unsere ersten Ergebnisse ergaben zwar keine Befunde an allen untersuchten Standorten in der Deutschen Bucht. Dennoch raten die Experten der ICES-Kommission (ICES 2008) zu einem koordinierten Monitoring der Muscheln im Raum Nordsee, um eventuell auftretende Vorkommen schnell zu detektieren. Ursache der Verbreitung von Mikroparasiten ist jedoch nicht allein der Temperaturanstieg. Die Muschelfischer verfrachten bzw. importieren seit Anfang 2007 Saatmuscheln aus Großbritannien – trotz Einspruchs der Naturschutzbehörden – als Ersatz für die ungenügende Rekrutierung in heimischen Gewässern (Wattreport 2008).

5 Hygienische Überwachung der Muscheln

Miesmuscheln filtern ihr Umgebungswasser. Neben ihrer eigentlichen Nahrung aus einzelligen Algen und partikulärem organischen Material nehmen sie dabei aber auch schnell und effektiv anthropogene Schadstoffe, Parasiten, Algentoxine, Bakterien und Viren auf.

Ähnlich wie bei den einzelnen Fischerei- und den Nationalparkgesetzen liegt auch die Lebensmittelüberwachung und die Erstellung der entsprechenden Ausführungshinweisen (Sassen et al. 2005) in der Verantwortung der jeweiligen Bundesländer, wobei diese die wesentlichen Aufgaben hinsichtlich der Überwachung der hygienischen Beschaffenheit der Muscheln als Lebensmittel und der Eignung der Seegebiete, die der Muschelerzeugung für Lebensmittelzwecke dienen sollen, auf die Kreise und kreisfreien Städte übertragen haben.

Vorausgesetzt die Offshore-Gebiete unterliegen ebenfalls dieser Zuständigkeitsregelung, müssten die entsprechenden Seegebiete basierend auf der Richtlinie EU 2006/113 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 12. Dezember 2006 über die Qualitätsanforderungen an Muschelgewässer und den Verordnungen EU 853/2004 (2004), EU 854/2004 (2004), EU 2073/2005 (2005) von den nationalen zuständigen Behörden einem umfangreichen Untersuchungs- und Bewertungsverfahren unterzogen werden. Zur Anleitung der nationalen Behörden hat

die “EU Working Group on the Microbiological Monitoring of Bivalve Molluscs Harvesting Areas” einen “Community Guide to the Principles of Good Practice for the Microbiological Monitoring of Bivalve Molluscs Harvesting Areas with regard to Regulation 854/2004” (CEFAS 2007) erarbeitet.

Nach den Vorgaben der VO (EG) 854/2004 sind Muschelerzeugungsgebiete folgendermaßen zu überprüfen:

1. Ermittlung aller tierischen und menschlichen Verschmutzungsquellen, die auch für Verunreinigungen des Erzeugungsgebietes relevant sein können.
2. Überprüfung des Eintrages organischer Schadstoffe über den Saisonverlauf entsprechend der Variationen der menschlichen und tierischen Populationen im Einzugsgebiet und entsprechend der saisonalen Niederschlagsmengen.
3. Bestimmung des Schadstoffkreislaufes eines Erzeugungsgebietes unter Berücksichtigung von Strömungsmustern, Tiefen und Gezeiten. Ziel der überarbeiteten Richtlinie des Rates ist es, die Gewässer einschließlich der Muschelgewässer vor Verunreinigung zu bewahren, um damit zur verbesserten Qualität der zum Verzehr gedachten Muschelerzeugnisse beizutragen.
4. Erstellung eines Programms zur Probenahme für Muscheln im Erzeugungsgebiet, das sich auf die Prüfung vorhandener Daten stützt, wobei die Zahl der Proben, die geographische Verteilung der Probenahmepunkte und die Probenahmehäufigkeit gewährleisten müssen, dass die Analyseergebnisse für das Gebiet so repräsentativ wie möglich sind.

Grundlage für die Bewertung der Eignung von Muschelerzeugungsgebieten und der Verzehr- und Verkehrsfähigkeit der Muscheln bleiben als Kriterien für eine mögliche fäkale Kontamination der Erzeugungsgebiete bis auf weiteres noch die Grenzwerte für *Echerichia coli* und Salmonellen gemäß VO (EG) 853/2004, 854/2004 sowie 2073/2005. Gleichwohl ist durch eine Reihe von Untersuchungen (Guyader et al. 2000; Croci et al. 2003; Formica-Cruz et al. 2002; Romalde et al. 2002) bereits nachgewiesen, dass die erwähnten Kriterien keine fundierte Aussage hinsichtlich einer Kontamination der Erzeugungsgebiete mit humanpathogenen Viren oder anderen Krankheitserregern zulässt.

Die Qualitätskriterien *E. Coli* und Salmonella werden für die Beurteilung der Eignung eines Erzeugungsgebietes bzw. der Verzehrbarkeit von geernteten Muscheln sicherlich noch für geraume

Zeit eine Rolle spielen. Gleichwohl wurde bei der Konferenz der Nationalen Referenzlabore (NRL) für die Überwachung von Viren und Bakterien in zweischaligen Weichtieren in Galway (Irland) im Mai 2006 in den Beschlüssen – den wissenschaftlichen Erkenntnissen Rechnung tragend – gefordert, die Diagnostik in Bezug auf humanpathogene Viren und Vibrionen weiter zu entwickeln und die Rechtsetzung entsprechend anzupassen (Anonym 2006).

Alternativ zur Kultivierung der Muscheln bis zur Marktreife können die Zuchtssysteme auch zur Produktion von Saatmuscheln genutzt werden. Ein großer Vorteil dieses Ansatzes ist, dass eine Überwinterung der Muscheln an den Seilen auf hoher See nicht notwendig und damit die Gefahr gering ist, Muscheln durch Winterstürme zu verlieren. Saatmuscheln könnten, da sie nicht für den direkten Verzehr bestimmt sind, ohne Vorprüfungen auf den traditionellen Besatzmuschelflächen ausgebracht werden. Dies wäre eine sinnvolle Alternative zum problematischen Import von Muscheln aus anderen Seegebieten und böte darüber hinaus eine effektive Möglichkeit der Produktionsintensivierung auf traditionellen Besatzmuschelflächen.

6 Potentiale der Offshore-Kultivierung

Der Eintrag von Schadstoffen, Fäkalkeimen oder human pathogener Viren geschieht mit Ausnahme von Einträgen durch die Schifffahrt und Meerestieren immer von Land aus und wird sich mit entsprechendem Abstand zur Küste durch Verdünnung verringern. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass Offshore-Standorte generell eine bessere Wasserqualität aufweisen als küstennahe Standorte, die wie in Deutschland ausschließlich der Fall, in unmittelbarer Nähe zu dichter Besiedlung und intensiver landwirtschaftlicher oder industrieller Nutzung liegen. Deswegen sollte die Belastung potentieller Off-Shore-Muschelfarmen durch Bakterien und human pathogene Viren vernachlässigbar gering sein. Ausnahmen bei der Wasserqualität bilden dabei lokale „hot-spots“, wie Gebiete mit verklappter Munition oder Bereiche, in denen z. B. Ölförderung betrieben wird. Durch entsprechende Vorversuche sind diese Einflüsse jedoch zu erkennen und für die Produktion von Lebensmitteln auszuschließen.

Anders sieht die Situation bei der Belastung der Muschelprodukte durch Algentoxine aus. Obwohl auch in der Nordsee etwa 20 Algenarten vorkommen, die Toxine bilden können, sind Blüten von Toxinbildnern selten (Elbtrichter 1996). Die Blüten

gefährlicher Algen bilden sich vornehmlich in strömungsarmen Gebieten mit stabiler Wasserschichtung (Nehring et al. 1995). Oft rekrutieren sie sich dabei aus Zysten, die über Jahre im Sediment überdauern können (Tillmann and Rick 2003). Im Ärmelkanal und an den Küsten Großbritanniens, Skandinaviens und Dänemarks treten toxische Algenblüten regelmäßig auf (Smaal 2002). Die Deutsche Bucht und die Bereiche des Wattenmeeres erscheinen hingegen aufgrund ihrer Hydrographie und hohen Sedimentfracht eher ungeeignet für das Massenaufreten problematischer Algen zu sein. In Zuchtanlagen auf offener See können Muscheln jedoch unter Umständen mit voll intakten und vitalen Toxin produzierenden Algen in Kontakt kommen und die gefährlichen Substanzen in entsprechend hohen Konzentrationen akkumulieren. Da die Grenzwerte für alle bekannten Algentoxine und speziell auch für das einzige je in der Deutschen Bucht nachgewiesene Toxin DSP so hoch sind, dass selbst erwachsene und gesunde Menschen nach dem Verzehr belasteter Muscheln Symptome zeigen werden, ist neben einer deutlichen Korrektur der Grenzwerte auch ein der realen Gefahr angepasstes Monitoring erforderlich. In Irland, in dessen küstennahen Erzeugungsgebieten Algentoxine häufig sind und dort wiederholt zu mehrmonatigen Schließungen von Farmen geführt haben, wurde bereits 2005 angeregt, die Grenzwerte für die Biotoxine deutlich nach unten zu korrigieren (McMahon 2005).

Auch die European Food Safety Authority (EFSA 2008), als wissenschaftliches Beratungsgremium, schlägt in seinen neuen Gutachten zu den Toxinen des Okadasäurekomplexes (DSP) und zu Azaspiraziden (AZA) eine drastische Absenkung der Grenzwerte vor. Begründet wird dieses mit der Feststellung, dass bei derzeitiger Rechtslage auch bei Einhaltung der gültigen Grenzwerte eine Erkrankung der Konsumenten nicht ausgeschlossen werden kann.

In küstennahen Bereichen können Toxin bildende Algen, neben der direkten Kontamination der Muschelprodukte auch zu nachhaltigen Kontaminationen der Kultivierungsflächen führen. Zysten als Überdauerungsstadien können über Jahre hinweg zu einer Belastung der Muscheln werden, so dass inzwischen sogar einige Kultivierungsgewässer aufgegeben werden mussten. Sollte der wissenschaftlichen Auffassung der EFSA in Bezug auf Grenzwerte für bestimmte Algentoxine in zukünftigen Rechtssetzungsverfahren nur annähernd gefolgt werden, ist mit dem Ausfall von weiteren Erzeugungsgebieten für Muscheln zu rechnen.

Aufgrund des ausgeprägten Strömungsregimes und der größeren Wassertiefen wäre bei küstenfernen Standorten eine vergleichsweise günstige Situation hinsichtlich der Belastung mit Überdauerungsstadien von Toxin bildenden Algen zu erwarten.

Seit April 2006 wurden dazu im Rahmen eines Kooperationsprojektes (*MytiFit*) des Alfred-Wegener Institutes für Polar und Meeresforschung in Bremerhaven (Buck et al. 2007) Miesmuscheln im Weserästuar im Gebiet des geplanten Windparks *Nordergründe* an Testanlagen in der Wassersäule hängend kultiviert. Allen beschriebenen Parametern und Einflüssen Rechnung tragend, wurden die Muscheln nicht nur nach den amtlichen Vorschriften mikrobiologisch auf ihre Verzehrfähigkeit hin untersucht (Institut für Fische und Fischereierzeugnisse (LAVES), Cuxhaven), sondern darüber hinaus virologisch (LAVES) und parasitologisch getestet sowie mit biodiagnostischen Methoden auf ihren allgemeinen Gesundheitszustand hin untersucht. Das zentrale Mittel der biodiagnostischen Untersuchungen ist der Lysosomen-Membran-Stabilitätstest, mit dem die Funktionsfähigkeit der Mitteldarmdrüse als zentrales Stoffwechselorgan für Nahrungsaufnahme und -verwertung der Muschel, analysiert wird. Bei negativen Testergebnissen können durch detaillierte toxikologische Analysen auch die Gründe für die Belastung festgestellt werden.

Ziel des Projektes ist es eine Datenbasis zu schaffen, die als Bewertungsgrundlage von potenziellen Betreibern einer Offshore-Muschelfarm an Windkraftanlagen für eine rentable und qualitätskontrollierte Miesmuschelzucht genutzt werden kann.

7 Ausblick

Erste Ergebnisse zeigen, dass offshore kultivierte Muscheln hohe Wachstumsraten und einen hohem Fleischanteil haben, mikrobiologisch, toxikologisch und virologisch einwandfrei sind und keinerlei Parasiten aufweisen (Brenner et al. 2009). Darüber hinaus hätte die Verlagerung der Muschelproduktion in Offshore-Gebiete keine lebensmittelrechtlichen Konsequenzen. Im Gegenteil, die homogenen hydrographischen Bedingungen und die zu erwartende geringe Belastung mit coliformen Keimen sprächen eher für eine Verlagerung der Produktion in küstenferne Gebiete. Andere potentielle Gefahren für die Konsumenten von offshore produzierten Muscheln, wie eine Vergiftung durch Algentoxine, werden jedoch nicht im Rahmen des vorgeschriebenen

Monitorings untersucht. Deswegen erscheint insgesamt eine differenziertere Überwachung von Muscheln- und auch Austernprodukten angebracht zu sein. Die Grenzwerte für Algtoxine sollten auf eine Größenordnung abgesenkt werden, die dem Verbraucherschutz dienlich sind. Die derzeitigen Grenzwerte für DSP und Azaspiracide erfüllen diese Voraussetzung nicht. Auch der derzeitige rechtliche Rahmen bei der mikrobiologischen Einstufung von Muscheln und Muschelerzeugungsgebieten – obwohl durch VO(EG) 853 und 854/2004 bereits verschärft – bietet bei Rohverzehr von zweischaligen Weichtieren keinen ausreichenden Verbraucherschutz, da lediglich das Freisein von Salmonellen und die Einhaltung von Grenzwerten in Bezug auf *E. Coli* zu überprüfen ist. Ein wirksamer Schutz beispielsweise vor humanpathogenen Viren ist hiermit nicht zu erreichen. Hierzu wären weit umfangreichere Untersuchungen als die derzeit praktizierten erforderlich. Andererseits ist das derzeitige Schutzniveau bei ausreichender Erhitzung der Muscheln vor dem Verzehr bei weitem ausreichend. Möglicherweise sollte überlegt werden, ein intensives Schutzniveau lediglich auf die zweischaligen Weichtiere zu beschränken, die für den Rohverzehr bestimmt sind.

Literatur

- Anonym (2006) Resolutions of the 6th workshop of NRLs for bacteriological and viral contamination of bivalve mollusks. Galway 15–17 May 2006
- Boysen H-O (1991) Standpunkt der Fischereiverwaltung Schleswig-Holstein, vol 50–52. In: Dethlefsen V (ed) Probleme der Muschelfischerei im Wattenmeer. SDN-Kolloquium, Wilhelmshaven, Schriftenreihe der Schutzgemeinschaft Deutsche Nordseeküste e.V
- BremFiG (1991) Bremisches Fischereigesetz vom 17. September 1991, Brem.GBl. S. 309. Geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 1. Juni 1999, Brem.GBl. S. 139 und § 23 Abs. 6 des Gesetzes vom 21. November 2000, Brem.GBl. S. 437
- Brenner M, Ramdohr S, Effkemann S, Stede M (2009) Key parameters for the cultivation of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in the German Bight. J Europ Food Res Technol (eingereicht)
- BSH (2009) Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Germany. <http://www.bsh.de>, Stand 01.07.2009
- Buck BH (2002) Open Ocean Aquakultur und Offshore-Windparks. Eine Machbarkeitsstudie über die multifunktionale Nutzung von Offshore-Windparks und Offshore-Marikultur im Raum Nordsee. Berichte zur Polar- und Meeresforschung 412, 252 p
- Buck BH (2007) Experimental trials on the feasibility of offshore seed production of the mussel *Mytilus edulis* in the German Bight: installation, technical requirements and environmental conditions. Helgoland Marine Res 61:87–101
- Buck BH, Thieltges DW, Walter U, Nehls G, Rosenthal H (2005) Inshore offshore comparison of parasite infestation in *Mytilus edulis*: implications for open ocean aquaculture. J Appl Ichthyol 21:107–113
- Buck BH, Köhler A, Brenner M, Stede M (2007) Eignung des Seegebietes am geplanten Offshore-Windpark Nordergründe für die Zucht von Miesmuscheln: Fitness, Parasitisierung und Substratwahl. Endbericht. 91 p
- CEFAS (2007) Microbiological monitoring of bivalve mollusc harvesting areas—guide to good practice: technical application. European Community Reference Laboratory for monitoring bacteriological and viral contamination of bivalve mollusc. The centre of environment, fisheries and aquaculture science (CEFAS) 3, 67 pp
- Croci L, de Medici D, Ciccozzi M, di Pasquale S, Suffredini E, Toti L (2003) Contamination of mussels by hepatitis A virus: a public-health problem in southern Italy. Food Control 14:559–563
- EFSA (2008) Anonym: marine biotoxins in shellfish—Azaspiracid group [1]—Scientific Opinion of the Panel on contaminants in the food chain and Marine Biotoxine in Schalentieren—Okadasäure und Analoga—Gutachten des Wissenschaftlichen Gremiums für Kontaminanten in der Lebensmittelkette)
- Elbrächter M (1996) Toxische Algen in der Nordsee. Deutsche Hydrographische Zeitschrift Suppl 6:37–44
- EU 854/2004 (2004) Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit besonderen Verfahrensvorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs (Abl. L 139 vom 30.4.2004). Abl. der EG Nr. L 226 S. 83–127
- EU 853/2004 (2004) Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. Abl. der EG Nr. L 139 S. 55–205
- EU 2006/113 (2006) Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 über die Qualitätsanforderungen an Muschelgewässer
- EU 2073/2005 (2005) Verordnung der Kommission vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel. Abl. der EG Nr. L 338 S. 1–26
- FAO (1999) Aquaculture Production Statistics 1988–1997. FAO Fisheries Circulars, Food and Agriculture Organisation of the United Nation, Rome
- FAO (2004) FAO—Fisheries Department, Fishery information, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus. Universal Software for fishery statistical time series. Version 2.3. last updated March 2004. Food and Agriculture Organisation of the United Nation, Rome
- FAO (2008) State of World Fisheries and Aquaculture — Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 176 pp
- FAO (2009) <http://www.fao.org>, Stand 15.02.2009
- Fischerblatt (2003a) Die Kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 2002. Fischerblatt 3:61–81
- Fischerblatt (2003b) Die Kleine Hochsee- und Küstenfischerei Schleswig-Holsteins im Jahre 2002. Fischerblatt 3:81–102
- Formica-Cruz M, Tofino-Quesada G, Bofill-Mas S, Lees DN, Henshilwood K, Allard AK, Conden-Hansson A-C, Hernroth BE, Vantarakis A, Tsibouxi A, Papapetropoulou M, Furones MD, Girones R (2002) Distribution of human virus contamination in shellfish from different growing areas in Greece, Spain, Sweden and the United Kingdom. Appl Environm Microbiol 68:5990–5998

- Fréchette M, Butman CA, Geyer WR (1989) The importance of boundary-layer flows in supplying phytoplankton to the benthic suspension feeder, *Mytilus edulis* L. *Limnol Oceanogr* 34:19–36
- Gesetz über den Nationalpark Hamburgisches Wattenmeer (1990) Hamburgisches Gesetz und Verordnungsblatt 11:64–66
- Hamburgisches Fischereigesetz (1986) Hamburgisches Fischereigesetz vom 22. Mai 1986. Hbg.GVBl. S. 95. Geändert durch Gesetz vom 9. April 1990, Hbg.GVBl. S. 63
- ICES (2008) Report of the Working Group on Marine Shellfish Culture (WGMASC), 1–3 April 2008, Aberdeen, UK. ICES CM 2008/MCC:02:71 p
- le Guyader F, Haugarreau L, Miossec L, Dubois E, Pommepuy M (2000) Three-year study to assess human enteric viruses in shellfish. *Appl Environ Microbiol* 66:3241–3248
- LFischG (1996) Fischereigesetz für das Land Schleswig-Holstein (Landesfischereigesetz) vom 10. Februar 1996, GVOBl. Schleswig-Holstein. S. 211. Geändert durch Gesetz vom 12. Dezember 1997, GVOBl. Schleswig-Holstein. S. 471
- McMahon T (2005) Evolution of Irish Programme and EU Policies on Biotoxin Management. Proceedings of the 6th Irish Shellfish Safety Workshop, Galway, 1st December 2005, Galway, Ireland, pp 82–88
- Muschelfischer (2009) <http://muschelfischer.de>, Stand 15.02.2009
- NdsFischG (1978) Niedersächsisches Fischereigesetz vom 1. Februar 1978, NiedersGVBl. S. 81. Geändert durch Art. 34 des Gesetzes vom 22. März 1990, Nieders. GVBl. S. 321
- Nehls G, Ruth M (2004) Miesmuschelmonitoring und Miesmuschelmanagement im Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“. Bericht, Landesamt für den Nationalpark „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer“
- Nehring S, Hesse K-J, Tillmann U (1995) The German Wadden Sea: a problem area for nuisance blooms? In: Lasso P, Arzul G, Erard E, Gientien P, Marcaillou C (eds) Harmful marine algal blooms, Lavoisier. Intercept Ltd., Paris, pp 199–204
- Newell RIE (1989) Species profile of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*. U.S. Fish and Wildlife Service—Biological Report. U.S. Army Corps of Engineers TR EL82-4, 82(11.102), pp 25
- Niedersächsisches Nationalpark Gesetz (2001) Gesetz über den Nationalpark „Niedersächsisches Wattenmeer“ (NWattNPG) vom 11. Juli 2001, Nds. GVBl. 2001, p 443
- NPG (1999) Nationalparkgesetz von Schleswig-Holstein vom 17. Dezember 1999, GVOBl. Schl.-H. S. 518, zuletzt geändert am 13. Dezember 2007, GVOBl.Schl.-H. S. 499
- OiE (2009) Manual of diagnostic tests for aquatic animals. World Organisation for Animal Health. 7 p. http://www.oie.int/eng/normes/fmanual/A_index.htm. Stand Januar 2009
- Romalde JL, Area E, Sánchez G, Ribao C, Torrado I, Abad X, Pintó RM, Barja JL, Bosch A (2002) Prevalence of enterovirus and hepatitis A virus in bivalve molluscs from Galicia (NW Spain): inadequacy of the EU standards of microbiological quality. *Int J Food Microbiol* 74:119–130
- Rosenthal H, Hilge V (2000) Aquaculture production and environmental regulations in Germany. *J Appl Ichthyology* 16:163–166
- Ruth M (1997) Zukunft der Muschelfischerei im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer: Ausgleich zwischen Ökologie und Ökonomie? In: Dethlefsen V (ed) SDN-Kolloquium, Zukunft der Muschelfischerei im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer, S. 9–17
- Sassen K, Velleuer R, Feldhusen F, Stede M, Effkemann S, Graf K, Zander HD, Pohlenz F, Heyken F, Hagena W, Hanslik M (2005) Niedersächsische Ausführungshinweise für die Überwachungsbehörden zur Durchführung der Muschelhygieneüberwachung. Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover, Germany, 18 p
- Smaal A (2002) European mussel cultivation along the Atlantic coast: production status, problems and perspectives. *Hydrobiologia* 484:89–98
- Tillmann U, Rick H-J (2003) North Sea phytoplankton: a review. *Senckenbergiana maritima* 33:1–69
- Walter U, Liebezeit G (2001) Nachhaltige Miesmuschel-Anzucht im niedersächsischen Wattenmeer durch die Besiedlung künstlicher Substrate. Abschlussbericht der ersten Projektphase
- Wattreport (2008) Nationalpark Wattenmeer — (k)ein Raum für ungestörte Natur? Berichte von Meer und Küste für Förderer und Freunde der Schutzstation Wattenmeer. <http://schutzstation-wattenmeer.de>, Stand August 2008